



# Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi

Cilt: 11 Sayı :4 Yıl : 2024



**Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences**

Volume:11 Issue: 4 Year:2024

ISSN 2148-3647

## Araştırma Makaleleri

[1. Avokado \(Persea americana Mill.\) Püresi ilavesiyle Üretilen Yağ İçeriği Azaltılmış Dondurmaların Bazı Fizikokimyasal, Reolojik ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi](#)

Hülya Nur Doğancı , Naim Alper Kırmızı , Ali Köksal , [Nazlı Kanca](#)

Sayfa : 860-869

[2. Farklı Sulama Yöntemi ve Stratejilerinin Dolmalık Biber Bitkisinin Verim ve Stoma Direncine Etkilerinin Belirlenmesi](#)

[Yeşim Bozkurt Çolak](#) , [Atilla Yazar](#)

Sayfa : 870-879

[3. In vitro cytotoxic evaluation of Hypericum perforatum and molecular docking and dynamic analysis of PINK-1 inhibitors on model organism Tribolium castaneum and Homo sapiens](#)

[Fahriye Ercan](#) , [Serap Yalcin](#) , [Hatice Baş](#) , [Seda Yalçinkaya](#)

Sayfa : 880-889

[4. Social and Economic Problems of Agricultural Enterprises: The Case of Bayburt](#)  
[Emrah Özel](#) , [Yusuf Esmer](#)

Sayfa : 890-903

[5. Metagenomic Analysis of Bacterial Communities in Bee Bread in Türkiye](#)  
[Esengül Erdem](#)

Sayfa : 904-914

[6. Mısır Üretiminde Organomineral ve Yaprak Gübre Uygulaması Etkiğinin Verim ve Karlılık Açısından Değerlendirilmesi](#)

[Zübeyir Ağırağaç](#) , [Şeyda Zorer Çelebi](#)

Sayfa : 915-926

[7. Domateste Pektin Kaplamanın Muhafaza Süresince Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi](#)

[Fırat İşlek](#)

Sayfa : 927-932

[8. Aras Vadisi Ichneumonidae \(Hymenoptera\) Biyoçeşitliliğine Katkılar](#)

[Kibar Hakan Korukcu](#) , [Saliha Çoruh](#)

Sayfa : 933-949

[9. Yüksekova Havzasında Nohutta \(Cicer arietinum L.\) Sorun Olan Yabancı Ot Türlerin Yoğunluk ve Rastlama Sıklığının Araştırılması](#)

[Mesut Sırrı](#) , [Sipan Soysal](#)

Sayfa : 950-958



[10. Determination of the Satisfaction Level of the Local People Benefiting from Murat River Rehabilitation Project \(Bingöl, Elâziğ, and Muş Microcatchment Sample\)](#)

[Ahmet Uslu](#) , [Alaaddin Yuksel](#) , [Ersin Karakaya](#) , [Semra Çamuka](#) , [Şenol Çelik](#) , [Bayram Hopur](#) , [Mahmut Yılmaz](#) , [Serpil Acartürk](#)

Sayfa : 959-973

[11. Fosfor Çözücü Fungus Talaromyces funiculosus'un Kitlesel Üretimine Temel Teşkil Edecek Bazı Biyolojik Parametrelerin Belirlenmesi](#)

[Fatih Ölmez](#) , [Hiranur Akdaş](#)

Sayfa : 974-985

[12. New Contributions for Cleridae \(Coleoptera: Cleroidea\) Biodiversity of Türkiye](#)  
[Yeşim Bulak Korkmaz](#)

Sayfa : 986-991

[13. Yeşilırmak Nehrinde Bazı Sulama Suyu Kalite Parametrelerinin Eğilim Analizi ve Değerlendirilmesi](#)

[Elif Sürücü](#) , [Yasin Demir](#)

Sayfa : 992-1000

[14. Immunoexpression of CD34, CD68 and CD3 in Cadmium-Induced Liver Damage and Protective Effectiveness of Bee Bread \(Perga\)](#)

[Turan Yaman](#) , [Turan Akkoyun](#) , [Ömer Faruk Keleş](#) , [Mahire Bayramoğlu Akkoyun](#)

Sayfa : 1001-1013

[15. Gene Enrichment and Pathway Analysis for Ketosis Resistance in Dairy Cattle: A GWAS-Based Approach](#)

[Veysel Bay](#)

Sayfa : 1014-1022

[16. Socio-Economic Characteristics of Producers and Economic Size Classes of Enterprises According To Typologies and Risk Attitudes in TR21 Region](#)

[Başak Aydın](#) , [Ozan Öztürk](#) , [Ulviye Çebi](#) , [Osman Orkan Özer](#) , [Duygu Aktürk](#)

Sayfa : 1023-1034

[17. Aronya Meyvesinin Ekolojik ve Fitokimyasal Varyasyonlarının Belirlenmesi](#)

[Tuğba Özbucak](#) , [Ahmet Faruk Gümüş](#)

Sayfa : 1035-1045

[18. Afyonkarahisar İlinde Üniversite Öğrencilerinin Yumurta Tüketim Tercihlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma](#)

[Günnur Peşmen](#)

Sayfa : 1046-1056

[19. Rupestris du Lot Anacının Kullanıldığı Aşı Kombinasyonlarında Asma Fidanlarının Vejetatif Gelişimlerinin ve Uyuşma Katsayılarının Belirlenmesi](#)

[Tuba Çelik](#) , [Mehmet İlhan Odabaşoğlu](#)

Sayfa : 1057-1068

[20. Bingöl Kent Merkezi Çevresel Gürültü Kaynakları, Düzeyleri ve Etkileri Üzerine Ön Araştırma](#)

[Hüccet Vural](#)

Sayfa : 1069-1082

[21. Portola ve Kabarla çilek çeşitlerinde hasat öncesi farklı gübre uygulamalarının hasat sonrası performansı üzerine etkisi](#)

[Fırat İşlek](#)

Sayfa : 1083-1090

[22. The Effects of Corn Silage and Sunflower Silage and Their Mixtures at Different Levels on the Fattening Performance of Kıvırcık Lambs](#)

[Ömer Şengül](#) , [İbrahim Ak](#)

Sayfa : 1091-1102

[23. Discovering Sericulture Clusters Through the Use of Local Indicators of Spatial Association \(LISA\)](#)

[Tuba Bayir](#)

Sayfa : 1103-1113

[24. Comparison of Fruit Quality Characteristics of Çakıldak, Palaz and Tombul Hazelnut \(Corylus colurna L.\) Varieties Grown at Different Altitudes of Ordu Province](#)

[Yakup Polat](#) , [Ebru Kurt](#) , [Buse Tağay Bice](#) , [Ferit Çelik](#) , [Ebru Kafkas](#)

Sayfa : 1114-1121

[25. Visual Quality Analysis of Diyarbakır Sur District's Historical Buildings and Surroundings](#)

[Kübra Yazıcı](#) , [Bahriye Gülgün](#)

Sayfa : 1122-1133

[26. Zeytinyağı Sektöründe Değer Zinciri Analizi: Kahramanmaraş Örneği](#)

[Mehmet Fatih Kaytancı](#) , [Hasan Burak Ağır](#)

Sayfa : 1134-1142

[27. Full-genome characterization of Turkish Rose Yellow Vein Virus \(RYVV\) Isolates](#)

[Ali Karanfil](#) , [Dr. Öğr. Üyesi Filiz Randa Zelyut](#) , [Savaş Korkmaz](#)

Sayfa : 1143-1148

[28. Klorpirifosa Maruz Kalan Capoeta Umbla' nın Beyin Dokusunda Antioksidan Yanıtı](#)

[Mehmet Reşit Taysı](#)

Sayfa : 1149-1153

[29. The Research On The Adaptation And Quality Values Of Registered Chickpea \(Cicer arietinum L.\) Varieties Under Eastern Mediterranean Climatic Conditions](#)

[Dürdane Mart](#)

Sayfa : 1154-1160

[30. Identification of cotton non-pathogenic fungal agent isolates based on morphological and MALDI-TOF mass spectrometry method](#)

[Adalet Karadaşlı](#) , [Hamit Kavak](#)

Sayfa : 1161-1167

[31. Analysis of the Impact of Sustainability-Based Agricultural Certificates: The Case of Fig Growing in Aydın Province](#)

[Halil İbrahim Yılmaz](#) , [Ferit Çobanoğlu](#)

Sayfa : 1168-1181

[32. The effect of different cytokinin and auxin source on micropropagation of Kalanchoe blossfeldiana](#)

[Rahma Bejaoui](#) , [Şeküre Şebnem Ellialtıoğlu](#) , [Ruhsar Yanmaz](#)

Sayfa : 1182-1192

[33. Arı sütü ve Arı Poleni İlaveli Kefirlerin Fizikokimyasal, Mikrobiyal ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi](#)

[Güliden Koçak](#) , [Alparslan Koçak](#)

Sayfa : 1193-1199

[34. Soya Fasulyesi \(Glycine max\) Çeşitlerinin Soybean Mosaic Virus'a Dayanıklılık Durumlarının Belirlenmesi](#)

[Abdullah Baltacı](#) , [İlyas Deligöz](#)

Sayfa : 1200-1206

[35. Farklı Göz Yükü Uygulanan Omcalarda Sarmalık Yaprak Üretiminin Ekonomik Analizi](#)

[Nalan Nazan Kalkan](#) , [Abdurrahim Bozkurt](#) , [Oktay Turgay Altun](#) , [Zakine](#)

[Kadioğlu](#) , [Mehmet Hüsrev Öz](#)

Sayfa : 1207-1217

[36. Basınçlı Sulama Sistemi Hibe Destek Programından Faydalanan Çiftçilerin Mevcut Durumu: Bingöl ili örneği](#)

[Yoldaş Ektiren](#) , [Hasan Değirmenci](#)

Sayfa : 1218-1231

[37. Şeytan Elması \(Datura stramonium L.\) Tohum Ekstraktlarının Bazı Bitkilerin Tohum Çimlenmesine Allelopatik Etkisi](#)

[Murat Turan](#) , [Reyyan Yergin Özkan](#)

Sayfa : 1232-1238

[38. Contributions to the Coleopteran \(Coleoptera: Scarabaeidae, Histeridae and Hydrophilidae\) Fauna Found in Animal \(Cow, Donkey, Camel, Sheep, Chicken\) Feces in Karacadağ \(Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa\)](#)

[Seval Zeybek](#) , [Emine Çıkman](#) , [Sultan Çoban](#)

Sayfa : 1239-1251

[39. Determination of Factors Affecting Farmers' Preference for Corn Seed by Conjoint Analysis](#)

[Mehmet Dikici](#) , [Nazire Mıkal](#)

Sayfa : 1252-1264

[40. Covid-19 Süreci ve Sonrası Dönemde Tüketicilerin Online Gıda Alışverişi Yapma Durumlarının Belirlenmesi](#)

[Yeşim Aytıp](#) , [Semiha Çetinkaya](#) , [Gizem Yaylamaz](#)

Sayfa : 1265-1274

[41. Mitigating Salinity Stress in Cotton \(Gossypium hirsutum L.\) with K-humate and Iron Oxide Nanoparticles](#)

[Hatice Kübra Gören](#) , [Öner Canavar](#) , [Uğur Tan](#)

Sayfa : 1275-1283

## Avokado (*Persea americana* Mill.) Püresi İlavesiyle Üretilen Yağ İçeriği Azaltılmış Dondurmaların Bazı Fizikokimyasal, Reolojik ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi

Hülya Nur DOĞANCI<sup>1</sup> , Naim Alper KIRMIZI<sup>1</sup> , Ali KÖKSAL<sup>1</sup> , Nazlı KANCA<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: [nazli.turkmen@ankara.edu.tr](mailto:nazli.turkmen@ankara.edu.tr)

Geliş Tarihi: 30.04.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 14.06.2024 Kabul Tarihi: 22.06.2024

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, günlük diyetinde daha düşük oranda yağ almasını gerektiren çeşitli rahatsızlıklara sahip bireylerin tüketimine uygun dondurma üretimi gerçekleştirmektir. Bu amaçla dondurma üretiminde, süt yağı içeriği çeşitli oranlarda (K-%0, 25AP-%25, 50AP-%50, 75AP-%75, 100AP-%100) avokado (*Persea americana* Mill.) püresi (AP) ile ikame edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, dondurma karışımlarının kıvam katsayısı değerlerinin AP kullanımı ile belirgin ölçüde arttığı, akış davranış indeksi değerlerinin ise düştüğü, dolayısıyla psödoplastik davranışa daha çok yaklaştığı kaydedilmiştir. AP kullanımı, ürünün sertlik değerlerini artırmış, serum ayrılması değerlerini ise önemli ölçüde azaltmıştır. Dondurmaların incelenen erime özelliklerinde (ilk damlama süresi, 30, 60, 90 ve 120. dakikalardaki erime oranları ile 120 dakika sonunda kalan kütle oranları), AP ilavesi ile iyileşme olduğu belirlenmiştir. Renk değerleri beklendiği gibi, kullanılan AP'nin sarımsı-yeşil renginden etkilenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, 25AP ve 50AP örnekleri görünüş, yapı, buzluluk ve lezzet özellikleri bakımından kontrol örneğine oldukça yakın puanlar almıştır. Panelistler 75AP ve 100AP örneğinde avokado tadının arzu edilmeyecek düzeyde baskın olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmadan elde edilen verilerin tamamı birlikte değerlendirildiğinde, dondurmanın süt yağı içeriğinin %25 veya %50 oranında AP ile ikame edilmesi ile, yağ içeriği azaltılmış, fiziksel özellikleri iyileştirilmiş ve kabul edilebilir duyusal özelliklere sahip bir ürün elde edilebilmesinin mümkün olacağı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Avokado, duyusal özellik, fiziksel özellik, meyve, reolojik özellik

### Determination of Some Physicochemical, Rheological and Sensory Properties of Reduced Fat Ice Cream Produced with the Addition of Avocado (*Persea americana* Mill.) Puree

#### ABSTRACT

The aim of this study was to produce ice cream suitable for consumption by individuals with various disorders that require a lower fat intake in their daily diet. For this purpose, in ice cream production, milk fat content was replaced with avocado (*Persea americana* Mill.) puree (AP) at various ratios (C-0%, 25AP-25%, 50AP-50%, 75AP-75%, 100AP-100%). According to the results, the consistency index values of the mixes increased significantly with the use of AP, while the flow behavior index values decreased, thus approaching pseudoplastic behavior. The use of AP increased the hardness values of the product and significantly reduced the phase separation values. It was determined that there was an improvement in the melting properties (first dripping time, melting rates at 30, 60, 90 and 120 minutes, and remaining mass rates at the end of 120 minutes) of ice creams with the addition of AP. As expected, the color values were affected by the yellowish-green color of the AP used. According to the sensory evaluation results, samples 25AP and 50AP received very close scores to the control sample in terms of appearance, structure, iciness and taste characteristics. Panelists stated that in samples 75AP and 100AP, the avocado taste was undesirably dominant. When all the data obtained from the study were evaluated together, it was concluded that by replacing the milk fat content of ice cream with 25% or

50% AP, it would be possible to obtain a reduced fat ice cream with improved physical properties and acceptable sensory properties.

**Key words:** Avocado, sensory property, physical property, fruit, rheological property

## GİRİŞ

Dondurma, donmamış haldeki serum fazı içerisinde dağılmış halde bulunan yağ globülleri, buz kristalleri ve hava hücrelerini içeren çok fazlı kompleks bir sistemdir (Goff ve Hartel, 2013). Bu sistem içerisinde bulunan süt yağı, beslenme değeri bakımından önemli bir bileşen olup, sağlıklı bireyler tarafından rahatlıkla tüketilebilmektedir. Ancak, obezite ve kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi çeşitli hastalıklara sahip bireylerin, günlük diyetlerinde yağ içeriği düşük gıda ürünlerini tüketmeleri önerilmektedir (Khalil ve Blass, 2015). Dolayısıyla yağ içeriği azaltılmış gıda ürünleri ile ilgili gerçekleştirilen çalışmaların literatürde geniş bir yer kapladığını söylemek mümkündür. Dondurmanın yağ içeriğinin azaltılarak, yerine kırmızı ejder meyvesi (Utpott ve ark., 2020), hurma (Mansour ve ark., 2021), karpuz (Graedrahmati ve ar., 2021), greyfurt (Yu ve ark., 2021) gibi meyvelerin çeşitli kısımlarından elde edilen püre, toz gibi ürünlerin kullanıldığı çalışmaların yanı sıra, inülin (Samakradhamrongthai ve ark., 2021), nişasta (Shenana, 2021),  $\beta$ -Glukan (Aljewicz ve ark., 2020) ve çeşitli gamların (Javidi ve Razavi, 2018) kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur.

Dondurmada bulunan yağ globülleri, ürünün özellikle tekstürel ve duyuşsal özellikleri bakımından kabul edilebilirliğini önemli ölçüde etkilemektedir (Akbari ve ark., 2019). Yağ içeriği azaltılmış dondurmalarda, arzu edilen kremamsı yapının azalması ile birlikte ürünün daha buzlu bir yapıya sahip olması ve ağızda dolgunluk hissinde belirgin bir düşüş olması gibi durumlar, ürünün tüketilebilirliğini azaltmaktadır (Aime ve ark., 2001). Dolayısıyla yağ içeriği azaltılan dondurmalarda çeşitli yağ ikame maddelerinin kullanılması, ürün özelliklerinin korunabilmesi açısından kaçınılmazdır.

Avokado (*Persea americana* Mill.), sağlıklı beslenme için günlük diyetinde yer alması tavsiye edilen bir meyvedir. Özdemir ve ark. (2004), farklı hasat ve olgunlaşma zamanlarına bağlı olarak avokadonun toplam kurumadde, yağ, protein ve kül içeriklerinin sırasıyla %21.88-26.25, %12.22-17.28, %1.63-2.42 ve %0.94-1.27 olduğunu bildirmiştir. Avokadonun karbonhidrat ve lif içerikleri ise sırasıyla %6 ve %1.5 olarak tespit edilmiştir (Knight, 2002). Yağ asitleri kompozisyonunun yaklaşık yarısının oleik asitten oluştuğu ve bunu sırasıyla palmitik asit, linoleik asit ve palmitoleik asitin izlediği, ayrıca iz miktarda stearik asit, linolenik asit ve araşidik asit bulundurduğu ifade edilmektedir (Özdemir ve ark., 2004). Avokadonun, içerdiği diyet lif ve tekli doymamış yağ asitleri sayesinde kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu bir etkisinin olduğu, ayrıca toplam kolesterolün düşürülmesine de yardımcı olduğu bilinmektedir (Ervina ve ark., 2018). Amerikan Kalp Derneği, haftada 1 adet avokado tüketilmesi ile, kardiyovasküler hastalıkların %16, koroner kalp hastalığının ise %21 oranında azaltılabildiğini bildirmiştir (Pacheco ve ark., 2022). Sağlık etkisinin yanı sıra, avokadonun ayrıca, fosfolipitler bakımından zengin olduğu ve içerdiği fosfolipitlerin önemli bir kısmının fosfatidilkolinden oluştuğu bildirilmektedir (Komaç, 2018). Dolayısıyla avokado, bileşiminde bulunan ürünlerin emülsiyon stabilitesinin sağlanabilmesine yardımcı olarak, dondurma gibi ürünlere arzu edilen tekstürel özelliklerinin kazandırılmasına katkıda bulunma potansiyeline sahiptir.

Bu çalışmanın amacı, obezite ve kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi hastalıklara sahip olan, günlük diyetinde daha düşük oranda yağ alması gereken bireylerin tüketimine uygun dondurma üretimi gerçekleştirmektir. Bu amaçla, yağ içeriği azaltılmış dondurma üretiminde farklı oranlarda kullanılan avokado püresinin, ürünün çeşitli fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Böylece süt yağı içeriğinin azaltılması ile dondurmada ortaya çıkabilecek çeşitli kusurların, günlük diyetinde yer alması tavsiye edilen avokado püresi ile giderilme olanakları araştırılmaya çalışılmıştır. Bildiğimiz kadarıyla dondurmanın diğer parametreler sabit tutularak, yalnızca süt yağı içeriğinin avokado püresi ile bu çalışmada belirlenen oranlarda ikame edildiği başka bir çalışma bulunmamaktadır.

## MATERYAL ve METOT

### Dondurma Üretimi

Dondurma karışımlarının hazırlanmasında yağsız süttozu (Bakkalbaşoğlu Süt Ürünleri San. ve Tic. A.Ş., Niğde, Türkiye), krema (Açkar Süt Ürünleri Tarım Hayvancılık San. ve Tic. A.Ş., Ankara, Türkiye), toz şeker (Bal Küpü, Ankara, Türkiye) ve ticari stabilizatör-emülgatör karışımı (CREMODAN®, Danisco, Danimarka) kullanılmıştır. Kullanılan krema %60 süt yağı içeriğine, süttozu ise %1 yağ, %0.6 doymuş yağ, %34 protein içeriğine ve 100 g için 353 kcal enerji değerine sahiptir. Ticari stabilizatör-emülgatör karışımı yağ asitlerinin mono ve digliseritleri (E471), selüloz gam (E466), guar gam (E412), karragenan (E407), sodyum aljinat (E401) ve keçiyoynuzu gamı (E410) içermektedir. Üretimde kullanılan avokado püresi (AP), yerel marketten (Ankara, Türkiye) temin edilen

avokadolar olgunlaştırıldıktan sonra, mutfak tipi blenderdan püre haline gelinceye kadar çekilmesi ile elde edilmiştir. Kullanılan avokado püresinin pH değeri, toplam kurumadde, yağ ve kül içerikleri sırasıyla 5.9, %24.19, %14.94 ve %1.63 olarak tespit edilmiştir. Yağsız sütte, krema, stabilizatör-emülgatör karışımı ve avokado püresi, dondurma üretimi gerçekleştirilinceye kadar buzdolabı koşullarında, toz şeker ise oda sıcaklığında saklanmıştır.

Ön denemeler sonucunda belirlenmiş olan dondurma reçetesi, her bir örnek %12 süt yağsız kurumadde, %15 şeker ve %0.5 stabilizatör-emülgatör karışımı içerecek şekilde hazırlanmıştır. Yağ içeriği azaltılan örneklerde (25AP, 50AP, 75AP, 100AP), toplam kurumadde içeriği kontrol (K) örneği ile aynı olacak şekilde (%35), avokado püresinin kurumadde içeriği dikkate alınarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Örneklerin süt yağı ve avokado püresi kurumadde içeriği Çizelge 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Örneklerin süt yağı ve avokado püresi kurumadde içeriği (%w/w)

Örnekler	Süt yağı	Avokado püresi kurumadde
K (Kontrol)	8	0
25AP	6	2
50AP	4	4
75AP	2	6
100AP	0	8

Bütün hammaddeler karıştırılarak dondurma karışımı hazırlanmış ve karışıma su banyosunda (Lauda, Aqua Line AL 18, Lauda-Königshofen, Almanya) 80°C’de 20 dakika ısıtma işlemi uygulanmıştır. Ardından örnekler 5 dakika boyunca ultraturax (Heidolph, DIAX 900, Schwabach, Almanya) ile homojenize edilmiş ve karışımlar ~20°C’ye soğutulmuştur. Olgunlaşmaya bırakılan (+4°C/20 saat) karışımlar batch tipi dondurma makinesinde (Delonghi, Il Gelataio, ICK5000, Çin) dondurulmuştur. Dondurulan örnekler 80 g’lık ambalajlara doldurularak, analizler öncesi -25°C’de 20 saat boyunca sertleştirmeye bırakılmıştır.

### Örneklerin Analizleri

#### Temel Bileşim ve pH, Titrasyon Asitliği Değerleri

Örneklerin pH değerleri pH-metre (Mettler Toledo, Zürich, İsviçre) ile ölçülmüş (AOAC, 1990), yağ içerikleri ise Gerber yöntemi (AOAC, 1990) ile tespit edilmiştir. Toplam kurumadde (AOAC, 2000) ve kül içerikleri (Goff ve Hartel, 2013) gravimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiş, titrasyon asitliği değerleri, karışımların fenoltalein varlığında 0.1 N NaOH kullanılarak asitliklerinin nötrlenmesi sonucu tespit edilen harcama miktarının dikkate alınması ile hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

#### Reoloji

Karışımların kıvam katsayısı (K) ile akış davranış indeksi (n) değerleri reometre (Malvern Kinexus Pro+, Worcestershire, Birleşik Krallık) ile, dinamik reometrik yöntem (2 mm boşluk, 0.1-300 s<sup>-1</sup> kayma hızı aralığı) kullanılarak belirlenmiştir (Kanca ve ark., 2023). +4°C’de gerçekleştirilen analiz sonuçları aşağıda belirtilen eşitliğe dayanarak Herschel-Bulkley modeline uyarlanmıştır:

$$\tau = \tau_0 + K \dot{\gamma}^n \quad (1)$$

$\tau$  = kayma gerilimi (Pa)

$\tau_0$  = akma gerilimi (Pa)

$K$  = kıvam katsayısı (Pa·s<sup>n</sup>)

$\dot{\gamma}$  = kayma hızı (s<sup>-1</sup>)

$n$  = akış davranış indeksi

#### Serum Ayrılması

Örneklerin serum ayrılması analizleri, 100 ml ölçülü beherlere alınan dondurma karışımlarının, 24 saat süre ile +4°C’de bekletilmesi sonucu ayrılan serum hacminin belirlenmesi ile gerçekleştirilmiştir (Goff ve Hartel, 2013).

#### Hacim Artışı

100 ml hacme sahip dondurma karışımı ve dondurmanın ağırlıkları tartılarak, aşağıdaki formül yardımıyla dondurmaların hacim artışları hesaplanmıştır (Goff ve Hartel, 2013):

$$\text{Hacim artışı (\%)} = \left[ \frac{\text{Dondurma karışımının ağırlığı} - \text{Dondurma ağırlığı}}{\text{Dondurma ağırlığı}} \right] \times 100 \quad (2)$$

### Erime Özellikleri

Dondurmaların erime özellikleri, Méndez-Velasco ve Goff (2012)'a göre gerçekleştirilmiştir. Analiz başlangıcında dondurma örneklerinin ağırlıkları kaydedilmiş ve delikli paslanmaz çelik tel üzerine aktarılarak oda sıcaklığında (~22°C) erimeye bırakılmıştır. Dondurmaların eriyen kısımları, düzenek altına yerleştirilen beherlerde toplanarak, belirli sürelerde (30, 60, 90 ve 120. Dakikalar) tartılmış ve erime oranları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. İlave olarak örneklerin ilk damlama zamanları (dk) ve 120 dk süre sonunda erimeden kalan kısım tartılarak kalan kütle oranları (%) da hesaplanmıştır.

$$\text{Erime oranı (\%)} = \left( \frac{\text{Eriyen kısmın ağırlığı}}{\text{Dondurmanın ağırlığı}} \right) \times 100 \quad (3)$$

### Renk Özellikleri

Örneklerin renk ölçümleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri) için Konica Minolta marka renk ölçüm cihazı (CR-400, Tokyo, Japonya) kullanılmıştır. Her dondurma örneği için 3 paralel örnekten ve her bir kabin 3 farklı noktasından olmak üzere toplam 9 adet ölçüm gerçekleştirilmiş ve bunların ortalamaları dikkate alınmıştır.

### Sertlik

Dondurma örneklerinin sertlik değerleri, 30 kg'lık yük hücrelerine sahip tekstür analiz cihazı ve 5 mm çaplı silindirik paslanmaz çelik prob (TA.XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümde Akalin ve ark. (2008) tarafından belirtilen parametreler uygulanmıştır. Her örnek için 3 paralel örnekten 3'er adet ölçüm alınmış ve örneklerin sertlik değerleri toplam 9 ölçümün ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

### Duyusal Özellikler

Dondurmaların duyu analizi, xxx akademik personeli ve lisans öğrencilerinden oluşan, günlük diyetlerinde dondurma tüketen 10 kişilik, 22-36 yaş aralığındaki yarı eğitilmiş ve eğitilmiş panelist ekibi tarafından gerçekleştirilmiştir. 3 rakamlı kodlama yapılmış ağızları kapalı şeffaf ambalaj içerisinde panelistlere sunulan yaklaşık 25 g'lık dondurma örnekleri, panelistler tarafından görünüş, yapı ve lezzet özellikleri bakımından "1 çok kötü, 5 çok iyi", buzluluk özelliği bakımından ise "1 hiç yok, 5 aşırı" olacak şekilde 5 puan üzerinden hedonik skala ile değerlendirilmiştir. Panelistlere ayrıca günlük diyetlerinde avokado tüketip tüketmedikleri ve kendilerine sunulan örneklerde avokado tadı algılayıp algılamadıkları, cevaplar "evet" veya "hayır" olacak şekilde sorulmuştur. Panel sırasında örnekler arasında ağızda kalan tadın giderilmesi için panelistlere oda sıcaklığında içme suyu sunulmuştur.

### İstatistiksel Analiz

Toplam kurumadde, yağ, kül, laktik asit, hacim artışı, serum ayrılması, kıvam katsayısı, akış davranış indeksi, sertlik,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , görünüş, yapı, buzluluk, lezzet, ilk damlama ve kalan kütle özellikleri bakımından avokado oranları (0, 2, 4, 6, 8) arasında önemli bir farklılık olup olmadığının belirlenebilmesi için, tesadüf parselleri deneme tertibinde varyans analizi tekniği kullanılmıştır. Erime oranı değişkeni bakımından ise denemede avokado oranları (0, 2, 4, 6, 8) ve zaman (30, 60, 90, 120) faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farkların istatistik açıdan önemli olup olmadığı, tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniği ile tespit edilmiştir. Tekrarlanan ölçümler, zaman faktörünün seviyelerinde gerçekleştirilmiştir. Tukey testi gruplar arası farklılığı değerlendirmede kullanılmıştır. Deneme başında 1. tip hata olasılığı %5 olarak belirlenmiştir (Winer ve ark., 1971). Analizler IBM SPSS Statistics 23 paket programı ile gerçekleştirilmiştir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Örneklerin temel bileşimi ile titrasyon asitliği değerleri Çizelge 2'de gösterilmektedir. Reçete oluşturulurken, kullanılacak hammadde miktarları, örneklerin toplam kurumadde içerikleri değişmeyecek şekilde hesaplandığı için, bu özellik bakımından dondurmalar arasında farklılık olmadığı tespit edilmiştir ( $P>0.05$ ). Dondurmaların yağ ve kül içerikleri bakımından ise aralarında farklılık olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). Üretimde kullanılan krema miktarının azalması ve AP miktarının artması ile birlikte, örneklerin toplam yağ içeriklerinin giderek azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum, toplam kurumadde içeriği göz önünde bulundurularak ilave edilen pürenin yağ içeriğinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Kül içerikleri bakımından K örneğinin en düşük içeriğe sahip olmasını ise, AP'nin kül içeriğinin, kullanılan kremanın kül içeriğinden daha yüksek olmasına bağlamak mümkündür. Titrasyon asitliği değerleri incelendiğinde ise, en yüksek değere sahip örneğin, en yüksek AP içeriğine sahip örnek olduğu ve püre içeriğinin azalması ile bahsedilen değerlerin de azaldığı görülmektedir. Bu durum, üretimde kullanılan meyvenin asitliğinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.



Çizelge 2. Örneklerin titrasyon asitliği değerleri, toplam kurumadde, yağ ve kül içerikleri (n=2)

Örnekler*	Titrasyon asitliği (%laktik asit)	Toplam kurumadde (g/100 g)	Yağ (g/100 g)	Kül (g/100 g)
K	0.26±0.010 <sup>d</sup>	35.41±0.080	8.00±0.000 <sup>a</sup>	1.20±0.060 <sup>b</sup>
25AP	0.30±0.010 <sup>cd</sup>	35.39±0.115	7.20±0.100 <sup>b</sup>	1.30±0.010 <sup>ab</sup>
50AP	0.33±0.010 <sup>bc</sup>	35.42±0.030	6.35±0.050 <sup>c</sup>	1.37±0.005 <sup>a</sup>
75AP	0.36±0.005 <sup>ab</sup>	35.45±0.235	5.60±0.100 <sup>d</sup>	1.43±0.005 <sup>a</sup>
100AP	0.39±0.000 <sup>a</sup>	35.48±0.090	4.70±0.100 <sup>e</sup>	1.45±0.005 <sup>a</sup>

\*Örnek isimlendirmeleri için Çizelge 1'e bakınız.

Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir (P<0.05).

Dondurma karışımlarının kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri bakımından aralarında farklılık olduğu tespit edilmiştir (P<0.05) (Çizelge 3). Belirli bir oranın üzerinde kullanılan AP, dondurma karışımlarının kıvam katsayısı değerlerini artırmıştır. 100AP ve 75AP örnekleri sırasıyla en yüksek kıvam katsayısına sahip örnekler olarak tespit edilmiştir. Dondurma karışımının kıvam özellikleri, üretimde kullanılan hammaddeler ile ilişkilidir. Avokado, ~%7 oranında diyet lif içeriğine sahip bir meyve olduğu için (Dreher ve Davenport, 2013), her ne kadar bu çalışmada örneklerin diyet lif içerikleri analiz edilmemiş olsa da, kullanılan AP miktarının artması ile birlikte örneklerdeki diyet lif içeriğinin de artması beklenen bir durumdur. Kullanılan AP'nin örneklerin kıvam katsayısı değerlerini artırmadığını, diyet liflerin su bağlama yeteneğine sahip olması (Chaplin, 2003) ile ilişkilendirmek mümkündür. Ervina ve ark. (2018) ve Moolwong ve ark. (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışma da benzer sonuçlar elde edilmiş ve avokadonun karışım viskozitesini artırdığı belirtilmiştir. Yazarlar ayrıca, avokadonun içerdiği şekerden dolayı karışımın toplam şeker içeriğinin artmasına bağlı olarak daha viskoz bir yapı elde edilmiş olabileceğini bildirmişlerdir.

Akış davranış indeksi, akışkanların Newtonian davranışa ne kadar yakın olduğunu göstergesidir (Akalın ve ark., 2007). Çizelge 3 incelendiğinde, bütün karışımların akış davranış indekslerinin 1'in altında olduğu ve örneklerdeki AP miktarının artması ile birlikte bu değerde bir azalma olduğu görülmektedir. Bu durum, çalışmada incelenen bütün karışımların, dondurma karışımları için karakteristik olan psödoplastik davranış özelliğine sahip olduğunu ve AP içeriğinin artmasına bağlı olarak karışımların Newtonian özellikten daha fazla uzaklaştığını göstermektedir. Khalil ve Blassy (2015) de benzer şekilde, dondurmadaki avokado miktarının artması ile birlikte akış davranış indeksi değerlerinde bir düşüş görüldüğünü tespit etmiştir.

Serum ayrılması değerleri bakımından örnekler arasında istatistik açıdan farklılık olduğu (P<0.05) ve K örneği %18.5, 25AP örneği %11 serum ayrılması oranına sahipken, AP içeriği en yüksek diğer üç örnekte ise herhangi bir serum ayrılması görülmediği tespit edilmiştir (Çizelge 3). Dondurmada görülebilen önemli yapısal kusurlardan biri olan serum ayrılması, emülsiyon stabilitesini sağlayabilecek çeşitli bileşenlerin kullanımı ile engellenebilmektedir (Goff ve Hartel, 2013). Avokado, bu bileşenlerden biri olan fosfolipitleri önemli miktarda içeren bir meyvedir (Züge ve ark., 2017). Komaç (2018) tarafından avokado püresi kullanılarak mayonez üretimi gerçekleştirilen bir çalışmada, kullanılan avokado püresinin %2.36 oranında fosfolipit içerdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, fosfolipitler içerisinde daha yüksek emülsiyon kapasitesine sahip fosfatidilkolin içeriğinin, avokadonun toplam fosfolipit içeriğinin yaklaşık 1/3'ünü oluşturduğu bildirilmektedir (Takenaga ve ark., 2008). Fosfolipitler, amfifilik karakterlerinden dolayı yüzey gerilimini azaltmakta, ayrıca süt proteinleri ile interaksiyona girerek oluşturdukları yapı sayesinde su tutma kapasitesini artırmakta, serum ayrılmasını azaltmaktadır (Pichot ve ark., 2013; Özsungur ve ark., 2022). Ek olarak, örneklerin viskozite özelliklerinin tartışıldığı kısımda belirtildiği gibi, avokadonun içerdiği diyet liflerin de su tutma kapasitesini artırdığı göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışmada AP kullanımı ile serum ayrılmasının azaltılmış olmasının, temelde kullanılan meyvenin içerdiği fosfolipitlerden ve diyet liflerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tespit edilen hacim artış değerlerinin tamamının %50'nin altında olduğu görülmekle birlikte, bahsedilen özellik bakımından dondurmalar arasında istatistik açıdan farklılık bulunmaktadır (P<0.05) (Çizelge 3). Dondurmaların AP içeriğinin artması ile, hacim artış değerlerinde belirgin bir düşüş olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Ervina ve ark. (2018) ile (Moolwong ve ark. (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda, avokado içeren dondurmaların hacim artış değerleri kontrol örneğinden daha düşük bulunmuş ve bu değer avokado miktarının artmasıyla giderek azalmıştır. Bu durum muhtemelen, dondurma işlemi sırasında oluşan hava fazının stabilitesinin sağlanmasında süt yağının büyük etkisinin olmasından kaynaklanmaktadır (Goff ve ark.,

1999). AP miktarının artması ve süt yağı içeriğinin azalmasıyla, ürünlerdeki hava fazının stabilitesinin korunmasının güçleştiği, böylece dondurmaların hacim artış değerlerinin azaldığı düşünülmektedir.

Çizelge 3 incelendiğinde, örneklerin AP içeriklerindeki artış ile birlikte sertlik değerlerinin de arttığı tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Dondurmanın sertlik özelliği, karışım viskozitesi ile yakından ilişkilidir. Dondurma karışımı viskozitesi, dondurmanın donmamış kısmının viskozite ölçümü olarak değerlendirilmekte ve viskozitedeki artış ile birlikte son ürünün sertlik değerinde de bir artış görüldüğü belirtilmektedir (Muse ve Hartel, 2004). Bu çalışmada da kıvam katsayısı değerlerinin artışı ile birlikte (Çizelge 3), örneklerin sertlik değerleri de artmıştır. Dondurmanın sertlik değerini etkileyen bir başka unsur da hacim artışı oranıdır. Daha fazla hacim artışına bağlı olarak son ürünün sertlik değerinde düşüş görüldüğü bildirilmektedir (Muse ve Hartel, 2004; Sofjan ve Hartel, 2004). Bu durum, yüksek hacme sahip fazın, sertlik ölçümü sırasında uygulanan kuvvete karşı direncinin daha düşük olmasından ileri gelmektedir (Hartel ve ark., 2003). Nitekim bu çalışmada da, hacim artışı daha düşük bulunan örneklerin daha yüksek sertlik değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Dondurmada sertlik değerini etkileyen bir diğer faktör ise yağ içeriğidir. Dondurma karışımının yağ içeriğinin azaltılması ile birlikte buz kristallerinin oluşumunun arttığı, dolayısıyla son ürünün daha sert bir yapıya sahip olduğu bildirilmektedir (Akbari ve ark., 2019). Dolayısıyla daha yüksek oranda AP içeren örneklerin daha yüksek sertlik değerine sahip olmasının bir başka sebebi de, muhtemelen bu örneklerdeki yağ içeriğinin daha düşük olmasıdır (Çizelge 2). Ek olarak, benzer sonuçların bulunduğu bir diğer çalışmada (Moolwong ve ark., 2023), yazarlar bu durumu dondurmada kullanılan avokadonun içerdiği liflerin su moleküllerini bağlama yeteneğinden dolayı, dondurmanın sertliğini artıran bir jel yapı oluşumunu desteklemesi ile ilişkilendirmişlerdir.

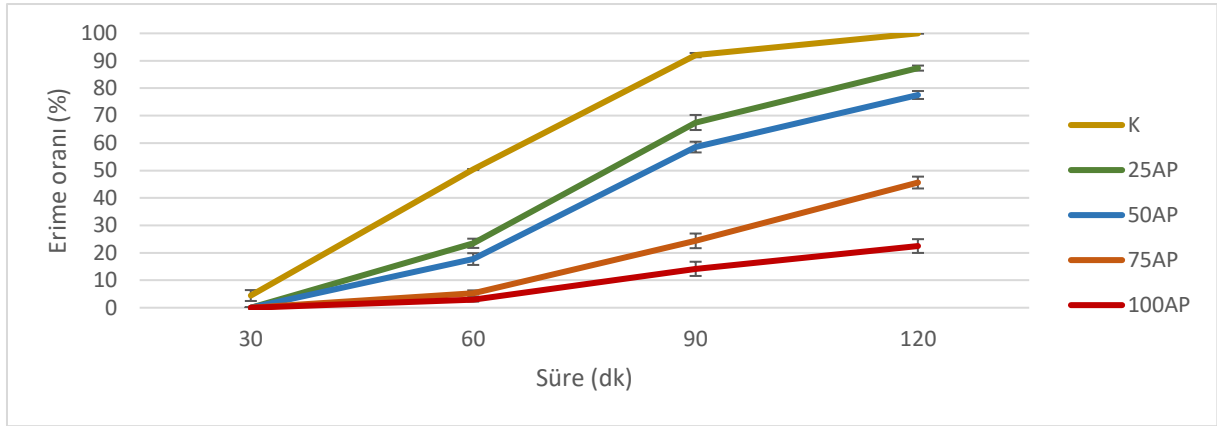
Çizelge 3. Örneklerin kıvam katsayısı (K), akış davranış indeksi (n), serum ayrılması, hacim artışı ve sertlik değerleri (n=2)

Örnekler*	K (Pa.s)	n	Serum ayrılması (%)	Hacim artışı (%)	Sertlik (g)
K	0.19±0.010 <sup>c</sup>	0.75±0.010 <sup>a</sup>	18.5±1.50 <sup>a</sup>	41.23±2.270 <sup>a</sup>	8879±334.0 <sup>c</sup>
25AP	0.40±0.040 <sup>c</sup>	0.69±0.025 <sup>a</sup>	11.0±1.00 <sup>b</sup>	29.93±1.400 <sup>b</sup>	9778±399.0 <sup>bc</sup>
50AP	0.76±0.010 <sup>c</sup>	0.60±0.005 <sup>b</sup>	0±0.00 <sup>c</sup>	24.30±2.720 <sup>bc</sup>	12223±229.0 <sup>ab</sup>
75AP	2.03±0.010 <sup>b</sup>	0.45±0.015 <sup>c</sup>	0±0.00 <sup>c</sup>	20.41±0.635 <sup>bc</sup>	12477±400.0 <sup>ab</sup>
100AP	3.76±0.285 <sup>a</sup>	0.39±0.000 <sup>c</sup>	0±0.00 <sup>c</sup>	15.63±1.300 <sup>c</sup>	14347±853.0 <sup>a</sup>

\*Örnek isimlendirmeleri için Çizelge 1'e bakınız.

Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasındaki farklılığı önemli olduğunu ifade etmektedir ( $P<0.05$ ).

Dondurma örneklerinin 120 dk boyunca 30 dk aralıklarla ölçülen erime oranları Şekil 1'de, ilk damlama zamanları ile kalan kütle oranları ise Çizelge 4'te gösterilmektedir ( $P<0.05$ ). Dondurmanın erime özellikleri, karışım viskozitesi ile yakından ilişkilidir. Yüksek viskoziteye sahip karışımlardan üretilen dondurmaların erimeye karşı daha fazla direnç gösterebildiği belirtilmektedir (Bahramparvar ve ark., 2009). Bu durum, ortam sıcaklığının etkisiyle eriyen buz kristallerinin, yüksek viskoziteli serum fazı ile karışması sonucu oluşan sıvı fazın daha yoğun bir kıvama sahip olmasından dolayı erimenin gecikmesinden kaynaklanmaktadır (Muse ve Hartel, 2004). Nitekim en düşük kıvam katsayısına sahip K örneği (Çizelge 3), 15.5 dk ile ilk damlama süresi en kısa örnek olup, daha yüksek kıvam katsayısına sahip AP içeren örneklerin (Çizelge 3) tamamı 30. dakikadan sonra erimeye başlamıştır. 60, 90 ve 120. dakikalarda, örneklerdeki AP miktarının artması ile birlikte erime oranının azaldığı tespit edilmiştir. İlave olarak, K örneği 120 dk süre içerisinde tamamen erirken, örneklerin içerdiği AP miktarının artması ile birlikte bu süre sonunda kalan kütle oranlarının da giderek arttığı belirlenmiştir. Yüksek dondurma karışımı viskozitesinin yanı sıra, bileşimde yer alan emülgatörlerin de dondurmanın erime direncini artırdığı bildirilmektedir (Goff ve Hartel, 2013). Dolayısıyla, daha önce belirtildiği gibi avokadonun önemli oranda fosfolipit içeriyor olmasının, örneklerin erime özelliklerinin iyileşmesine katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde Khalil ve Blass (2015) ile Moolwong ve ark. (2023), dondurmalarındaki avokado miktarının artması ile örneklerin erime oranlarının düştüğünü tespit etmişlerdir.



Şekil 1. Örneklerin 120 dk süre boyunca erime oranları (%)

\* Örnek isimlendirmeleri için Çizelge 1'e bakınız.

Çizelge 4. Örneklerin ilk damlama zamanları ve kalan kütle oranları (n=2)

Örnekler*	İlk damlama zamanı (dk)	Kalan kütle (%)
K	15.5±1.50 <sup>b</sup>	0.00±0.000 <sup>e</sup>
25AP	37.0±3.00 <sup>a</sup>	12.67±0.920 <sup>d</sup>
50AP	38.0±3.00 <sup>a</sup>	22.47±1.450 <sup>c</sup>
75AP	43.0±2.00 <sup>a</sup>	54.38±2.160 <sup>b</sup>
100AP	47.0±2.00 <sup>a</sup>	77.52±2.510 <sup>a</sup>

\*Örnek isimlendirmeleri için Çizelge 1'e bakınız.

Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir (P&lt;0.05).

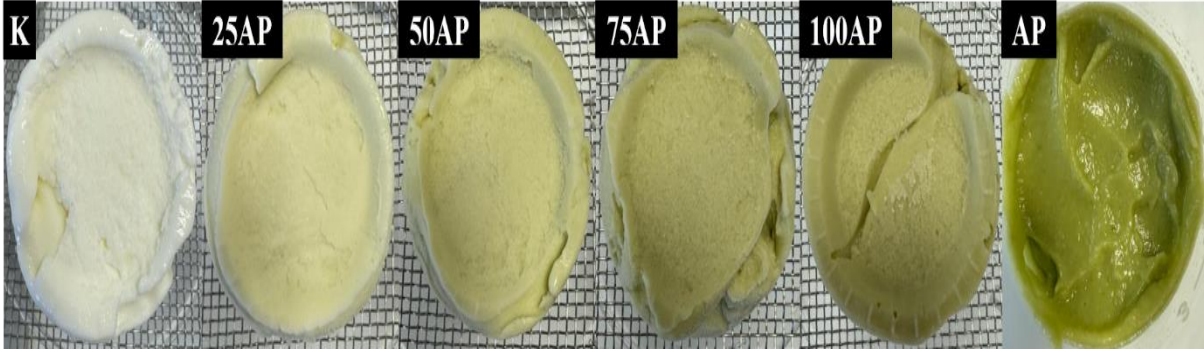
Çizelge 5'te görüldüğü gibi, renk değerleri bakımından dondurma örneklerinin arasında farklılık olduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Örneklerin içerdiği AP miktarının artması ile birlikte örneklerin  $L^*$  değerlerinin (parlaklık) azaldığı,  $a^*$  değerlerinin ise 0'dan uzaklaştığı, bir başka ifade ile yeşil renge doğru yaklaştığı belirlenmiştir.  $b^*$  değerleri incelendiğinde ise, AP miktarının artışı ile bu değer giderek arttığı, örneklerin renkleri mavi renkten uzaklaşıp sarı renge daha çok yaklaştığı görülmüştür. Örneklerin sahip olduğu  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde görülen bu değişim, beklendiği gibi içerdikleri sarımsı yeşil renkli AP'den (Şekil 2) kaynaklanmaktadır. Şekil 2'de de görülebildiği gibi, örnekler arasındaki renk farklılıkları gözle ayırt edilebilecek düzeydedir.

Çizelge 5. Örneklerin renk değerleri (n=2)

Örnekler*	$L^*$	$a^*$ (-)	$b^*$
K	90.09±0.575 <sup>a</sup>	2.49±0.075 <sup>c</sup>	9.35±0.120 <sup>c</sup>
25AP	84.03±1.450 <sup>ab</sup>	4.37±0.410 <sup>b</sup>	15.08±0.730 <sup>b</sup>
50AP	78.84±1.170 <sup>b</sup>	5.10±0.090 <sup>ab</sup>	17.39±0.305 <sup>ab</sup>
75AP	69.73±1.270 <sup>c</sup>	5.51±0.145 <sup>a</sup>	18.16±0.315 <sup>a</sup>
100AP	66.02±0.655 <sup>c</sup>	6.80±0.290 <sup>a</sup>	19.46±0.385 <sup>a</sup>

\* Örnek isimlendirmeleri için Çizelge 1'e bakınız.

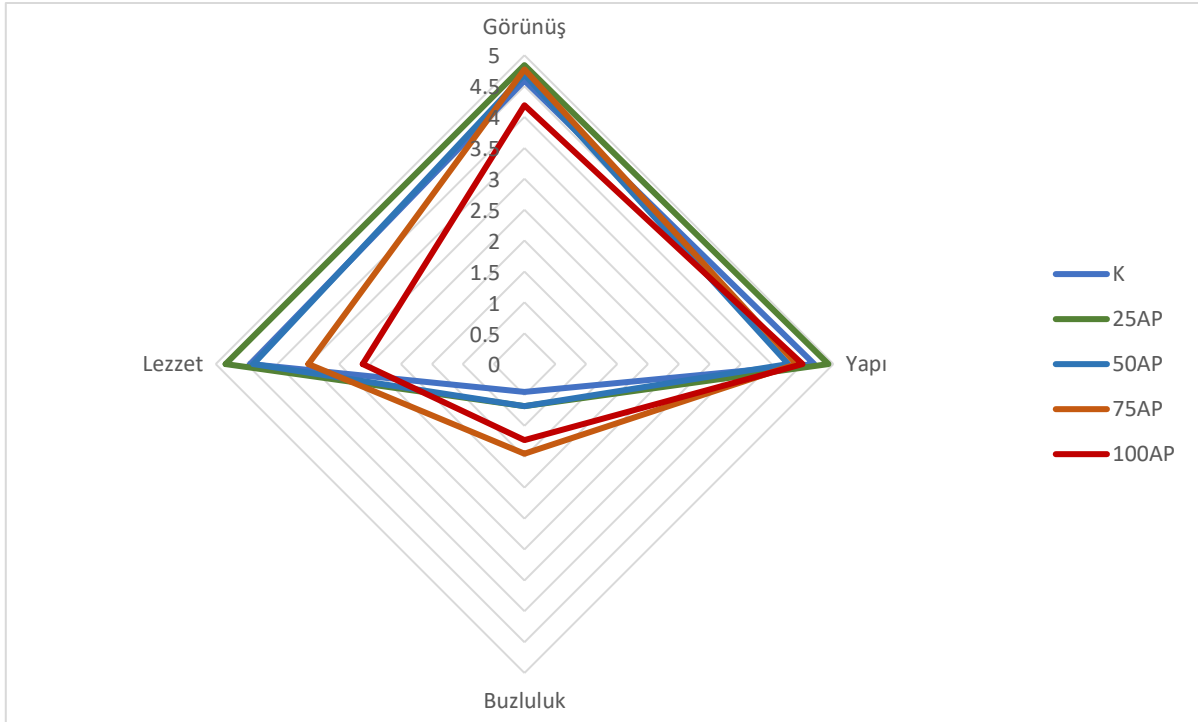
Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir (P&lt;0.05).



Şekil 2. Dondurma örnekleri ve üretimde kullanılan avokado püresi (AP)

\*Örnek isimlendirmeleri için Çizelge 1'e bakınız.

Gerçekleştirilen duysal değerlendirme sonuçlarına göre, incelenen özellikler bakımından dondurma örnekleri arasında istatistik açıdan farklılık olduğu belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ) (Şekil 3). Görünüş özelliği bakımından her ne kadar örneklerin tamamı 4'ün üzerinde puanlar almış olsa da, 100AP örneği 4.19 ile en düşük puanı almıştır. Yapı özelliği bakımından benzer şekilde bütün örnekler kabul edilebilir düzeyde, bir başka ifade ile 4'ün üzerinde puanlar almış olup, en yüksek puanları K ve 25AP örneklerinin aldığı belirlenmiştir. En fazla buzluğa sahip örnekler ise 75AP ve 100AP örnekleri olmuş, diğer örneklerin panelistler tarafından çok daha az buzlu yapıda olduğu belirtilmiş ve bu üç örnek (K, 25AP, 50AP) bu özellik bakımından 1'in altında puanlar almıştır. Görünüş, yapı ve buzluluk özellikleri bir arada değerlendirildiğinde, en yüksek AP içeriğine sahip örneklerin, panelistler tarafından daha az tercih edildiğini söylemek mümkündür. Dondurmada buzlu yapı, tüketiciler tarafından istenmeyen bir özellik olup, ürünün daha kremamsı bir yapıya sahip olması tercih edilmektedir (Aime ve ark., 2001; Goff ve Hartel, 2013). Ayrıca buzlu yapı, aynı zamanda ürünün görünüş özelliğini ve genel tekstürel yapısını da doğal olarak etkilemektedir. Bu çalışmada buzluluk özelliği bakımından daha düşük puanlar alan örnekler, aynı zamanda görünüş ve yapı özellikleri bakımından da daha düşük puanlar almıştır. Dolayısıyla bu üç özellik bakımından elde edilen sonucu, daha düşük süt yağı ve daha yüksek AP içeren örneklerin temelde daha buzlu yapıya sahip olmalarına bağlamak mümkündür.



Şekil 3. Örneklerin duysal özellikleri (n=2)

\*Örnek isimlendirmeleri için Çizelge 1'e bakınız.

Lezzet özelliği bakımından, K, 25AP ve 50AP örnekleri 4'ün üzerinde, 75AP ve 100AP örnekleri ise sırasıyla 3.50 ve 2.62 puan almışlardır. Günlük diyetinde avokado tüketmediğini belirten panelistler dahil bütün panelistler

25AP ve 50AP örneklerinde avokado tadını almadıklarını, ancak 75AP ve 100AP örneklerinde avokado tadının çok baskın algılandığını bildirmişlerdir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER


Elde edilen sonuçlara göre, AP kullanımı ile örneklerin kıvam katsayısı ve sertlik değerlerinde artış, hacim artışında ise düşüş olduğu belirlenmiştir. En yüksek AP içeriğine sahip üç örnekte serum ayrılması tamamen önlenememiştir. AP içeriğinin artışıyla birlikte, dondurmaların erime özelliklerinde de önemli ölçüde iyileşme olduğu kaydedilmiş, renk değerleri ise kullanılan pürenin sarımsı-yeşil renginden etkilenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, 25AP ve 50AP örnekleri, incelenen özellikler bakımından kontrol örneğine yakın puanlar almıştır. 75AP ve 100AP örneklerinde ise avokado tadının istenmeyecek düzeyde yoğun algılandığı bildirilmiştir. Elde edilen bütün sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, dondurma üretiminde süt yağı içeriğinin %25 veya %50'lik kısmının AP ile ikame edilebileceği, böylece daha az yağlı, fiziksel özellikleri iyileştirilmiş ve günlük diyetinde yer alması tavsiye edilen avokado sayesinde daha yüksek besleyici değere sahip bir ürün elde edilebileceği sonucuna varmak mümkündür.


**Teşekkür:** Araştırma sonuçlarının istatistik analizlerinin gerçekleştirilmesinde katkı sunan Dr. Rabia Albayrak Delialioğlu'na teşekkür ederiz.


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

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:** Bu çalışma, Hülya Nur Doğanç, Naim Alper Kırmızı ve Ali Köksal'ın, Nazlı Kanca danışmanlığında yürütülen lisans bitirme tezi sonuçlarını içermektedir. Hülya Nur Doğanç, Naim Alper Kırmızı ve Ali Köksal çalışmada gerçekleştirilen üretim ve analizlerde görev almıştır. Nazlı Kanca, çalışmanın planlanması ve yürütülmesi süreci ile, üretim, analizler, sonuçların değerlendirilmesi ve makalenin yazımını gerçekleştirmiştir. Bu çalışma için herhangi bir kurum veya kuruluştan destek alınmamıştır.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Hülya Nur Doğanç  <https://orcid.org/0009-0002-0764-758X>

Naim Alper Kırmızı  <https://orcid.org/0009-0004-9683-0283>

Ali Köksal  <https://orcid.org/0009-0000-6765-762X>



Nazlı Kanca  <https://orcid.org/0000-0002-4219-8903>

## KAYNAKLAR

- Aime, D.B., Arntfield, S.D., Malcolmson, L.J. ve Ryland, D. 2001. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food Research International*, 34 (2-3): 237-246.
- Akalın, A.S., Karagözlü, C. ve Ünal, G. 2008. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*, 227 (3): 889-895.
- Akbari, M., Eskandari, M.H. ve Davoudi, Z. 2019. Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 86: 34-40.
- Aljewicz, M., Florczuk, A. ve Dabrowska, A. 2020. Influence of  $\beta$ -glucan structures and contents on the functional properties of low-fat ice cream during storage. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 70 (3): 233-240.
- AOAC (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists*. 15th Edition, Washington DC, USA, 684 s.
- AOAC (2000). *International Official Methods of Analysis*. 17th Edition, Washington DC, USA, 2200 s.
- Bahramparvar, M., Khodaparast, M.H.H. ve Razavi, S.M.A. 2009. The effect of *Lallemantia royleana* (Balangu) seed, palmate-tuber salep and carboxymethylcellulose gums on the physicochemical and sensory properties of typical soft ice cream. *International Journal of Dairy Technology*, 62 (4): 571-576.
- Chaplin, M.F. 2003. Fibre and water binding. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62 (1): 223-227.
- Dreher, M.L. ve Davenport, A.J. 2013. Hass avocado composition and potential health effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53 (7): 738-750.
- Ervina, E., Surjawan, I. ve Abdillah, E. 2018. The potential of avocado paste (*Persea americana*) as fat substitute in non-dairy ice cream. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 102 (1): 012006.
- Goff, H.D. ve Hartel, R.W. 2013. *Ice Cream*. 7th Edition, Springer Science+Business Media, New York, USA, 462 s.

- Goff, H.D., Verespej, E. ve Smith, A.K. 1999. A study of fat and air structures in ice cream. *International Dairy Journal*, 9 (11): 817-829.
- Ghaedrahmati, S., Shahidi, F., Roshanak, S. ve Nassiri Mahallati, M. 2021. Application of jaban watermelon exocarp powder in low-calorie ice cream formulation and evaluation of its physicochemical, rheological, and sensory properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45 (9): e15768.
- Hartel, W.R., Muse, M. ve Sofjan, R. 2003. Effect of structural attributes on hardness and melting rate of ice cream. IDF International Symposium on Ice Cream, 14-16 Mayıs, Selanik, s. 124-139.
- Javidi, F. ve Razavi, S.M. 2018. Rheological, physical and sensory characteristics of light ice cream as affected by selected fat replacers. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12: 1872-1884.
- Kanca, N., Baş, B., Delialioğlu, R.A. ve Gürsoy, A. 2023. Physical properties and bacterial viability of functional ice cream enriched with kefir. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 70 (3): 293-301.
- Khalil, R.A.M. ve Blassy, K.I. 2015. Development of low fat ice cream flavoured with avocado fruit pulp. *Egyptian Journal of Dairy Science*, 43: 177-188.
- Knight, R.J. 2002. History, distribution and uses. "Alınmıştır: *The Avocado: Botany, Production and Uses*. (eds) Wiley, A.W., Schaffer, B. ve Wolstenholme B.N., Cab International Publishing, Wallingford, UK, 1-14.
- Komaç, F. 2018. Düşük kolesterol ve yağ içerikli mayonez üretiminde avokado püresinin kullanım olanaklarının araştırılması. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Mansour, A.I., Ahmed, M.A., Elfaruk, M.S., Alsaleem, K.A., Hammam, A.R. ve El-Derwy, Y.M. 2021. A novel process to improve the characteristics of low-fat ice cream using date fiber powder. *Food Science & Nutrition*, 9 (6): 2836-2842.
- Moolwong, J., Klinthong, W. ve Chuacharoen, T. 2023. Physicochemical properties, antioxidant capacity, and consumer acceptability of ice cream incorporated with avocado (*Persea americana* Mill.) pulp. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 73 (3): 289-296.
- Muse, M.R. ve Hartel, R.W. 2004. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*, 87: 1-10.
- Özdemir, F., Topuz, A., Demirkol, A. ve Gölükçü, M. 2004. Hasat zamanı ve hasat sonrası olgunluğa bağlı olarak bazı avokado (*Persea americana* Mill) çeşitlerinin bileşimindeki değişimler. *Gıda*, 29 (2): 177-183.
- Özşungur, E.D., Kanca, N. ve Gürsoy, A. 2022. Farklı oranlarda yayıkaltı tozu kullanılarak üretilen dondurmaların bazı özellikleri. *Gıda*, 47 (4): 591-603.
- Pacheco, L.S., Li, Y., Rimm, E.B., Manson, J.E., Sun, Q., Rexrode, K., Hu, F.B. ve Guasch-Ferré, M. 2022. Avocado consumption and risk of cardiovascular disease in US adults. *Journal of the American Heart Association*, 11 (7): e024014.
- Pichot R., Watson R.L. ve Norton I.T. 2013. Phospholipids at the interface: Current trends and challenges. *International Journal of Molecular Sciences*, 14 (6): 11767-94.
- Samakradhamrongthai, R.S., Jannu, T., Supawan, T., Khawsud, A., Aumpa, P. ve Renaldi, G. 2021. Inulin application on the optimization of reduced-fat ice cream using response surface methodology. *Food Hydrocolloids*, 119: 106873.
- Shenana, M.E. (2021). Improving the quality of low-fat ice cream using some fat replacers. *Annals of Agricultural Science*, Moshtohor, 59(5), 463-472.
- Sofjan, R.P. ve Hartel, R.W. 2004. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal*, 14 (3): 255-262.
- Takenaga, F., Matsuyama, K., Abe, S., Torii, Y. ve Itoh, S. 2008. Lipid and fatty acid composition of mesocarp and seed of avocado fruits harvested at northern range in Japan. *Journal of Oleo Science*, 57 (11): 591-597.
- Utpott, M., Ramos de Araujo, R., Galarza Vargas, C., Nunes Paiva, A.R., Tischer, B., de Oliveira Rios, A. ve Hickmann Flôres, S. 2020. Characterization and application of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel powder as a fat replacer in ice cream. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44 (5): e14420.
- Winer, B.J., Brown, D.R. ve Michels, K.M. 1971. *Statistical Principles in Experimental Design*, Vol. 2. McGraw-Hill, New York, 1048 s.
- Yu, B., Zeng, X., Wang, L. ve Regenstien, J.M. 2021. Preparation of nanofibrillated cellulose from grapefruit peel and its application as fat substitute in ice cream. *Carbohydrate Polymers*, 254: 117415.
- Züge, L.C.B., Maievas, H.A., Silveira, J.L.M., da Silva, V.R. ve de Paula Scheer, A. 2017. Use of avocado phospholipids as emulsifier. *LWT*, 79: 42-51.

## Farklı Sulama Yöntemi ve Stratejilerinin Dolmalık Biber Bitkisinin Verim ve Stoma Direncine Etkilerinin Belirlenmesi

Yeşim BOZKURT ÇOLAK<sup>1\*</sup>,  Attila YAZAR<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Malatya

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana

\*Sorumlu Yazar: [yesim.colak@ozal.edu.tr](mailto:yesim.colak@ozal.edu.tr)

Geliş Tarihi: 05.06.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 04.08.2024 Kabul Tarihi: 05.08.2024

### ÖZ

Bu çalışma Akdeniz iklim koşullarında yüzey ve toprak altı damla sulama yöntemleri kullanılarak uygulanan farklı sulama stratejilerinin dolmalık biberin stoma direnci (rs) üzerine etkilerinin belirlenmesi ve verimle stoma direnci arasındaki ilişkileri değerlendirmek amacıyla 2016-2017 yıllarında Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Lokasyonunda yürütülmüştür. Araştırmada iki farklı sulama yöntemi (Yüzey damla sulama (YD), Toprakaltı damla sulama (TD) ve beş farklı sulama stratejisi (Tam sulama, FI; geleneksel kısıntılı sulama, DI<sub>75</sub> ve DI<sub>50</sub>; kısmi kök kuruluğu, PRD<sub>50</sub> ve planlanmış kısıntılı sulama RDI) test edilmiştir. Dolmalık biber bitkisinin içsel su durumu stoma direnci ile belirlenmiştir. Yüzey ve toprakaltı damla sulama sistemlerinin her ikisi için de FI konusunda kısıntılı sulama konularına kıyasla I<sub>75</sub>, I<sub>50</sub> ve PRD<sub>50</sub>'ye göre daha düşük stoma direnci değerleri belirlenmiştir. Stoma direnci ve biber verim arasında önemli doğrusal ilişkiler (P < 0.01) saptanmıştır. Sonuç olarak yüksek verim için dolmalık biber rs'nin 58-65 s m<sup>-1</sup> değeri arasında sulanabileceği ve rs'nin sulamaların planlanmasında kullanılabileceği kanıtlanmıştır. Stoma direncinin su stresine tepkisi, suyun kıt olduğu bölgelerde sürdürülebilir bitkisel üretiminde kullanılabilir.

**Anahtar kelimeler:** : Dolmalık biber, Planlı kısıntılı sulama (RDI), kısıntılı sulama, kısmi kök kuruluğu (PRD), sulama programlaması

## Determination of the Effects of Different Irrigation Methods and Strategies on the Yield and Stoma Resistance of Bell Pepper Plant

### ABSTRACT

This study was carried out in Tarsus Soil and Water Resources Location in 2016-2017 to evaluate the effect of the different irrigation strategies using surface and subsurface drip irrigation methods on the stomatal resistance (rs) and to determine the relationship between rs and yield of bell pepper under in Mediterranean climatic conditions. In the study, two different irrigation methods (Surface drip irrigation (YD), Subsurface drip irrigation (TD) and five different irrigation strategies (Full irrigation, FI; traditional deficit irrigation, DI<sub>75</sub> and DI<sub>50</sub>; partial root dry, PRD<sub>50</sub> and regulated deficit irrigation RDI) were tested. Water status of bell pepper plant was determined by stomatal resistance. Lower stomatal resistance were observed in FI as compared to I<sub>75</sub>, I<sub>50</sub> and PRD<sub>50</sub> in both surface and subsurface drip irrigation systems. A significant linear relation was determined between the rs and yield. The result revealed that, bell pepper can be irrigated at rs values between 58- 65 s m<sup>-1</sup> for high yield. Therefore, rs can be used to plan irrigation and the response of stomatal resistance to water stress can be used for sustainable crop production in areas where water is scarce.

**Key words:** : Bell pepper, Regulated deficit irrigation (RDI), deficit irrigation, partial root-zone drying (PRD), irrigation scheduling.



## GİRİŞ

Ülkemiz biber üretiminde önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye'de 2.782.354 ton biber üretimi gerçekleşmektedir. Bu üretimin %8.17'si kuru biberden, %91.83'ü ise taze biberden oluşmaktadır. Dolmalık biber üretimi ise 2023 yılı verilerine göre yılda 395.441 ton olarak kaydedilmiştir (Anonim, 2023). Akdeniz ve Ege bölgelerinde ise Türkiye'nin toplam sebze üretiminin %49'u gerçekleşmektedir. Türkiye'de sebze tüketimi son 30 yılda genel olarak artış eğilimi göstermektedir. Bitkisel ürünler hem endüstriyel üretimde hem de ihracatımızda önemli bir yere sahip olup toplam tarımsal ihracatımızın yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır (Akbay ve ark., 2005). Dolmalık biber, diğer sebzeler gibi, yüksek vitamin içeriği ve mineral bakımından önemlidir. Bu nedenle, sebze üretimi birçok ülkede yüksek ekonomik değere sahiptir.

Birçok ülkede sebze üretimi sulamaya dayalıdır. Bu nedenle kaliteden ödün vermeden verim artışını sağlamak için sulama miktarının optimize edilmesi önemlidir. Tüm dünyada sulamada kullanılan su miktarının azalması ve çevresel kaygılar, birim sudan en fazla faydanın sağlanmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu nedenle sulu tarımda kıt olan su kaynaklarının verimli kullanılması, verimin artırılması ve su tasarrufu için yüzey damla sulama (YD) ve toprak altı damla sulama sistemleri (TD) gibi mikro sulama sistemleri gereklidir.

Kısıntılı sulama, sulu tarımda önemli bir su tasarrufu uygulamasıdır. Kısıntılı sulama, gelişmiş sulama teknolojileri ile birlikte yarı ıslatmalı (PRD) ve planlanmış kısıntılı sulama (RDI) teknikleriyle sulama sırasında gereğinden az su uygulanarak tam sulamayla aynı verim alınırken önemli miktarda su tasarrufu elde edilmektedir. (Bozkurt Çolak ve ark., 2019).

Su stresi, belirli bitki büyüme aşamasında verim tepkisi açısından çok kritik olabilir. Bu nedenle, bitkinin su stresinde olup olmadığının en güvenilir şekilde tespit edilmesi verimli sulama planlaması için büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle bitki su durumunun doğrudan göstergesi olan stoma direnci bitkisel üretimde sulama planlamasında kullanılabilir bir parametredir (Bozkurt Çolak, 2019).

Bitkiler, su stresini azaltmak için stomalarını kapatır ve böylece su kaybını en aza indirirler. Stoma direncinin veya iletkenliğinin ölçülmesi, bitkinin suya olan gereksinimini ve su stresi seviyesini belirlemeye yardımcı olabilir. Genellikle stoma direncinin yüksek olması, bitkinin su stresi altında olduğunu ve suya ihtiyacı olduğunu göstergesidir. Stoma açıklığı hem bitki yapraklarından su kaybını hem de CO<sub>2</sub> fotosentezinin alımını kontrol eden yaprak yüzeylerinin stoma iletkenliğinde önemli faktördür. Stoma iletkenliği veya direnci ölçümleri bitki su durumunun önemli bir göstergesidir. Stoma iletkenliğini ve direnci porometre aygıtı ile ölçülür. Stoma iletkenliğine ilişkin porometre okumaları terleme hızına, radyasyon ve neme bağlıdır. Stomaların açık olduğu yerde su yapraktan buharlaşır ve böylece yaprak yüzey sıcaklığı serinleme etkisiyle düşmeye başlar. Buharlaşma hızı arttıkça yaprağın soğuması da artar. Toprak suyu temininin sınırlı olduğu yerlerde, daha az su buharlaşır, yapraklar daha az soğur ve taç sıcaklığı yeterli su sağlanan bitkiye kıyasla daha yüksek olur (Cock ve Connor, 2021).

Stomaların, fotosentez ve bitki büyümesi için terleme ve CO<sub>2</sub> alımı yoluyla su kayıplarını düzenlemede önemli bir görevi vardır (Gerosa ve ark., 2012). Ayrıca stoma kontrolü kuraklık koşullarında su kullanımını optimize etmenin önemli bir fizyolojik yoludur (Makbul ve ark., 2011). Tarımda sınırlı su kaynaklarının verimli kullanımını geliştirmek için yaprak stoma iletkenliğinden taç iletkenliğine bitki su tüketiminin tahmini büyük önem taşımaktadır (Zhang ve ark., 2011).

Yüzey ve toprakaltı damla sulama ile sulanan farklı kısıntılı sulama stratejilerinin düzenlenmiş kısıntılı sulama (RDI), kısmi kök kuruluğu (PRD) ve geleneksel kısıntılı sulama (DI<sub>75</sub> ve DI<sub>50</sub>) stratejilerinin dolmalık biber bitkisine olan fizyolojik tepkileri hakkında sınırlı bilgi mevcut olduğu için bu çalışma yapılmıştır. Bu nedenle, bu çalışmanın temel amacı, stoma direnci kullanılarak açık alanda yetiştirilen dolmalık biberin tam sulama, geleneksel kısıntılı sulama, RDI, PRD gibi çeşitli kısıntılı sulama rejimleri ile yüzey ve toprakaltı altı damla sistemlerinin verime ve fizyolojik tepkisine etkilerini araştırmak ve Doğu Akdeniz çevre koşullarında dolmalık biberde sulamanın başlatılmasında stoma direnci için en uygun eşik seviyelerini belirlemek amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Bu araştırma Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Lokasyonu'nda 2016 ve 2017 yıllarında yürütülmüştür. Bölgede yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı geçen tipik Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Denemenin kurulduğu araştırma yerinin iklim verilerine göre, uzun yıllar (1950-2015) yağış ortalaması 616 mm olup yağışların büyük bir çoğunluğu Kasım ve Mayıs aylarında düşmektedir. Yıllık toplam buharlaşma miktarı 1487 mm, yıllık ortalama sıcaklık 17.8 °C ve ortalama nem %71.0'dir (Anonim, 2019).

Deneme alanının 0-20 cm'lik kısmından alınan toprak örneklerinin diğer katmanlara kıyasla killi bir yapıda olduğu tespit edilmiştir. Toprak pH'ının 7.91-8.08, tuz içeriğinin 0.91<sup>-1</sup>-1.03 dS m<sup>-1</sup>, hacim ağırlığının 1.30-1.42 g cm<sup>-3</sup>, hacimsel olarak su içeriği değerlerinde tarla kapasitesinin %41.3-%43.9 ve solma noktasının %20.9-



%25.7 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca 60 cm toprak derinliğinden alınan toprak örneklerine göre kullanılabilir su miktarı 116 mm olarak belirlenmiştir.

Araştırma tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre dört yinelemeli olarak yürütülmüştür. Denemede iki farklı sulama yöntemi (yüzey damla sulama (YD) ve toprakaltı damla sulama (TD) ana parselleri, beş farklı sulama stratejisi alt parselleri oluşturmaktadır. Bunlar; Tam sulama (FI), 60 cm'lik etkili kök derinliğindeki kullanılabilir suyun %25'i tüketilince eksik toprak neminin tarla kapasitesine getirildiği konu; Geleneksel kısıntılı sulamalar (DI<sub>50</sub>) ve (DI<sub>75</sub>), FI konusuna uygulanacak suyun yarısının ve %75'inin verildiği konular; Kısmi kök kuruluşu (PRD<sub>50</sub>), her bir sulamada FI konusuna verilecek suyun yarısının dönüşümlü olarak bir lateralden uygulandığı konu; bir sulamada bir lateralden, izleyen sulamada diğer lateralden su uygulanmıştır. Planlanmış kısıntılı sulama (RDI), vejetatif büyüme döneminden çiçeklenme başlangıcına dek %50 kısıntılı sulama, fizyolojik olgunluğa ulaşana kadar ise tam sulama uygulanan konu olarak sulamalar yapılmıştır. Ayrıca deneme yıllarında yapılan tarımsal uygulamalar Tablo1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme yıllarında yapılan tarımsal uygulamalar

Tarımsal Uygulamalar	2016	2017
Bitki Çeşidi	Zafer F1 dolmalık biber	Zafer F1 dolmalık biber
Dikim Tarihi	19 Nisan	11 Nisan
Dikim mesafeleri	Sıra arası 0.70 m, sıra üzeri 0.25 m	Sıra arası 0.70 m, sıra üzeri 0.25 m
Parsel Bitki Sırası	5	5
Parsel boyutu	Uzunluğu 10 m, genişliği 3.5 m	Uzunluğu 10 m, genişliği 3.5 m
Hasat Tarihi	23 Haziran-8 Ağustos	19 Haziran- 11 Ağustos
Toplam Hasat Sayısı	5	5
Sulama Sistemi	Yüzey ve toprakaltı damla sulama	Yüzey ve toprakaltı damla sulama
Sulama Sisteminin Özellikleri		
Lateral Çapı	Q20	Q20
Debi	2.0 L h <sup>-1</sup>	2.0 L h <sup>-1</sup>
Damlatıcı Aralığı	0.33 m	0.33 m
Lateral Derinliği	Toprak altı damla, 0.20 m	Toprak altı damla, 0.20 m
Laterallerin bitki sıralarına yerleştirilme düzeni	Yarı ıslatmalı (PRD) konuları hariç tüm konularda her bitki sırasına bir lateral. PRD konusunda ise bitki sırasının her iki yanında 15 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir.	Yarı ıslatmalı (PRD) konuları hariç tüm konularda her bitki sırasına bir lateral. PRD konusunda ise bitki sırasının her iki yanında 15 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir.

Toprak su içeriği ölçümleri ekimden hemen sonra başlatılmış ve son hasat tarihinde sonlandırılmıştır. Toprak su içeriği geleneksel (gravimetrik) 0-60 cm toprak derinliğinde izlenmiştir. Toprak-su içeriği, tam sulama parsellerinde dört tekerrürlü olarak sulamalardan bir gün önce hasada kadar 0-20, 20-40 ve 40-60 cm'lik toprak katmanlarında gravimetrik örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Diğer uygulamalarda toprak su içeriği ölçümleri her sulamadan bir gün önce yapılmıştır.

Denemede tam sulama konusuna uygulanan sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlikle (1) hesaplanmıştır (Bozkurt Çolak ve ark., 2015):

$$V = A \times P \times \Delta s \quad (1)$$

Eşitlikte, V: uygulanacak sulama suyu miktarı (L); A: parsel alanı (m<sup>2</sup>); Δs: sulama öncesi toprak nem açığı (mm); P: Örtü yüzdesi (%) olup örtü genişliğinin sıra arası uzaklığa oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

Dolmalık biber yapraklarında stoma direncini belirlemek için porometre (AP4 Delta-T) aygıtı kullanılmıştır. Ölçümler her bir parselin ortasında seçilen iki bitki üzerinde güneşi gören tam gelişmiş üst iki yaprağın altından ve üstünden açık hava koşullarında saat 12:00-14:00 arasında haftada bir sulamalardan önce yapılmıştır. Her bir porometre okumalarından önce aygıtın kalibrasyonu yapılmıştır. Kalibrasyon değerlerinden yararlanarak yaprağın alt ve üst yüzey dirençleri Clawson ve Blad (1982) tarafından verilen aşağıdaki eşitlikle (2) yaprağın ortalama stoma direnci hesaplanmıştır.

$$r_s = \frac{r_u + r_a}{r_u \cdot r_a} \quad (2)$$

Burada; r<sub>s</sub>: ortalama stoma direnci s cm<sup>-1</sup>; r<sub>u</sub>: yaprağın üst yüzeyinin stoma direnci, s cm<sup>-1</sup>; r<sub>a</sub>: yaprağın alt yüzeyinin stoma direnci, s cm<sup>-1</sup>.

$$I_s = 1 r_s^{-1} \quad (3)$$

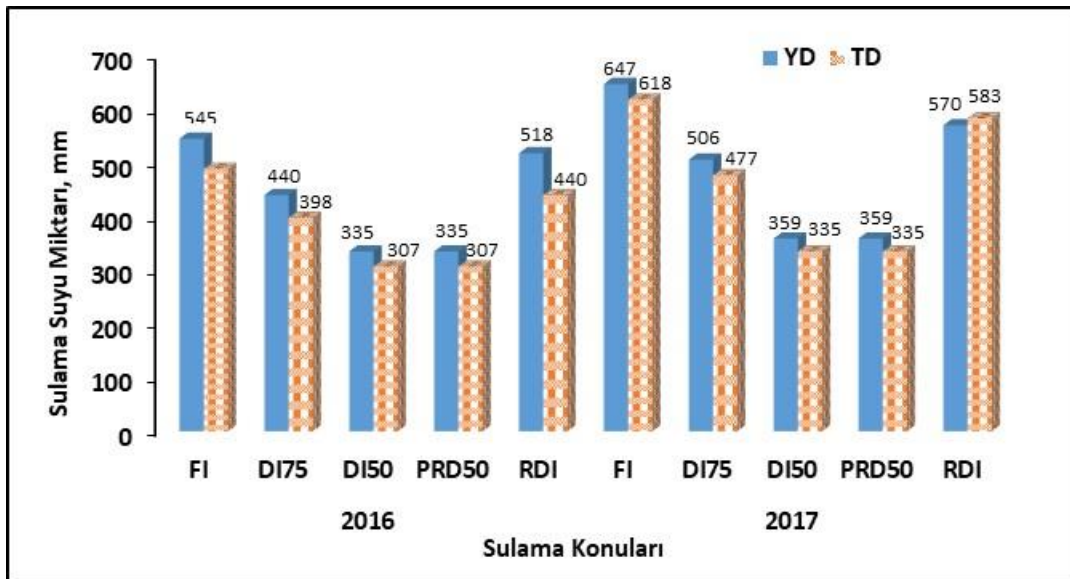
Burada Is ortalama stoma iletkenliğidir ( $\text{cm s}^{-1}$ ).

İki yıllık arazi çalışmalarından elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalama değerler arasındaki farkları karşılaştırmak için LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Verim ile stoma direnci arasındaki ilişkileri belirlemek için regresyon analizi kullanılmıştır. MS Excel programında regresyon grafikleri hazırlanmış ve denemeden elde edilen verilerin varyans analizlerinde JUMP paket programından yararlanılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Dolmalık biber bitkisinin yetiştirildiği 2016-2017 yıllarında mevsim iklim koşulları tamamen Akdeniz Bölgesinin özelliklerini yansıtmıştır. Bununla birlikte, 2017 bitki büyüme sezonunda Mayıs-Temmuz ayları arasındaki ortalama hava sıcaklıkları, 2016 yılına ve uzun yıllar ortalamalarına göre birkaç derece daha yüksek olmuştur. Aylık yağışlar araştırmanın yapıldığı her iki deneme yılında büyüme mevsimi sırasında farklılıklar görülmüştür. Genel olarak bitki büyüme sezonunda 2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla toplam 17.2 ve 81.8 mm yağış düşmüştür.

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları Şekil 1’de verilmiştir. Araştırmada 2016 dolmalık biber yetiştirme döneminde konulu sulamalara ilk yıl 20 Haziran 2016 tarihinde başlanmış ve 8 Ağustos 2016 tarihinde son sulamalar yapılmıştır. Konulara 9 eşit sulama 15 konulu sulama uygulanmıştır. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları yüzey damla sulama için 335-545 mm ve toprakaltı damla sulamada ise 307-489 mm arasında değişmiştir. İkinci yılda konulu sulamalara 9 Mayıs 2017 tarihinde başlanmış ve 8 Ağustos 2017 tarihinde son verilmiştir. İkinci yıl deneme konularına 3 eşit sulama ve 22 konulu sulama uygulaması yapılmıştır. İkinci yılda konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları yüzey damla sulama konularında 359-647 mm ve toprakaltı damla sulama konularında ise 335-618 mm arasında değişmiştir. Her iki yılda da sulama aralıkları mevsim boyunca 3-5 gün arasında değişim göstermiştir. Çamoğlu ve ark., (2021) Çanakkale koşullarında biber bitkisinde farklı kısıntılı sulama uygulamalarında yaptıkları çalışmada sulama suyu miktarı ilk yıl 242-684 mm, ikinci yıl ise 209-524 mm arasında değişmiştir. Yine aynı koşullarda Erken (2004) beş farklı pan buharlaşma katsayısı (0.25, 0.50, 0.75, 1.00 ve 1.25) kullanmış ve sulama suyu miktarı deneme yıllarında sırasıyla 121.8–609.0 mm ve 183–915 mm arasında uygulamıştır. Demirel ve ark. (2014) biber bitkisine dört farklı sulama seviyesini (%100, %66, %33 ve %0 toprak nemine göre) uygulamışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda farklı sulama uygulamalarında 72 mm ile 801 mm arasında sulama suyu uygulamışlardır. Demir ve ark. (2018) Ankara koşullarında toprakaltı ve yüzey damla sulama sistemlerinde farklı su düzeyi ve fertigasyon uygulamalarının biber bitkisine etkisini araştırdıkları çalışmada araştırmanın 2015 yılında TD sulama konularında 317-615 mm, YD konularında 354-624 mm arasında, 2016 yılında TD sulama konularında 299- 554 mm, YD konularında ise 318-568 mm arasında sulama suyu uygulamışlardır. Dağdelen ve ark. (2004) da yarı kurak iklim koşullarında aynı biber çeşidinde yaptıkları çalışmada, denemenin ilk yılındaki sulama suyu miktarı 481-669 mm, ikinci yılında ise 454-629 mm olarak bulmuşlardır. Sezen ve ark. (2006) Tarsus’ta dolmalık biberde yürüttükleri çalışmada toplam sulama suyu ihtiyacını üç yıllık deneme sürecince 489 mm, 570 mm ve 547 mm olarak belirlemişlerdir.



Şekil 1. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları

Deneme yıllarında farklı sulama uygulamalarında toprak su içeriğinin zamanla değişimi, tam sulama alanlarıyla karşılaştırıldığında sezon sonuna doğru kısıntılı sulama uygulamalarına göre toprak su içeriğinde (TSİ) kademeli bir azalma gözlemlenmiştir. Toprak su içeriğinin bitki büyüme mevsimi boyunca 60 cm toprak profilinde ortalama olarak deneme konularına göre değişimlerini incelediğimizde toprak su içeriği değerleri araştırmanın birinci yılında yüzey damla sulama için 189-222 mm ve toprakaltı damla sulama için 190-223 mm arasında, ikinci yılında ise yüzey damla sulama için 182-218 mm ve toprakaltı damla sulama için 186-220 mm arasında değişmiştir. Bu çalışmadaki toprak su içeriği değişimleri ve yıllar hakkında detaylı bilgi Bozkurt Çolak (2021)'in önceki yayınında verilmiştir.

Her iki deneme yılında (2016 ve 2017) iki farklı damla sulama yönteminde farklı sulama stratejileri için toplam dolmalık biber verimi üzerine etkisi Tablo 2'de verilmiştir. Dolmalık biber verimleri 2016 yılında YD yönteminde PRD<sub>50</sub> konusunda 45.5 t ha<sup>-1</sup> ile FI konusunda 75.7 t ha<sup>-1</sup> arasında TD yönteminde ise PRD<sub>50</sub> konusunda 54.1 t ha<sup>-1</sup> ile FI konusunda 74.2 t ha<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Araştırmanın 2017 yılında YD yönteminde PRD<sub>50</sub> konusunda 45.4 t ha<sup>-1</sup> ile FI konusunda 70.6 t ha<sup>-1</sup> arasında TD yönteminde ise PRD<sub>50</sub> konusunda 46.4 t ha<sup>-1</sup> ile FI konusunda 71.5 t ha<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Su stresi her iki deneme yılında da taze dolmalık biber verimini önemli ölçüde azaltmıştır. Tablo 2'de belirtildiği gibi araştırma yıllarında YD ve TD yöntemleri arasında verim açısından önemli farklar elde edilmemiştir. Her iki sulama sistemi arasında verim değerlerinde önemsiz bir fark olmasına rağmen, FI dışındaki tüm uygulamalar TD Yönteminde YD'ye göre daha fazla verim elde etmiştir. Ancak sulama stratejileri 2016 ve 2017 yetiştirme sezonlarında önemli ölçüde farklı verimlerle sonuçlanmıştır (P< 0.01).

Tablo 2. Deneme yıllarında farklı sulama uygulamalarının dolmalık biber verimi (t ha<sup>-1</sup>) üzerine etkisi

Sulama Uygulamaları	Sulama Uygulamaları ve İstatistiksel Analiz	2016	2017
Sulama Yöntemleri (SY)	YD	61.9	59.2
	TD	65.2	62.0
	LSD (0.05) P(Olasılık)	Öd.	Öd.
Sulama Stratejileri (SS)	FI	74.94 a	71.07 a
	DI <sub>75</sub>	68.36 b	66.43 a
	DI <sub>50</sub>	54.51 c	50.75 b
	PRD <sub>50</sub>	49.78 c	45.89 c
	RDI	70.15 ab	68.82 a
	LSD (0.05) P(Olasılık)	5.57 0.0001**	4.64 0.0001**
Sulama Yöntemi x Sulama Stratejileri (SYxSS)	YD-FI	75.7	70.6
	YD-DI <sub>75</sub>	67.4	65.2
	YD-DI <sub>50</sub>	51.3	46.9
	YD-PRD <sub>50</sub>	45.5	45.4
	YD- RDI	69.7	67.8
	TD-FI	74.2	71.5
	TD-DI <sub>75</sub>	69.4	67.7
	TD-DI <sub>50</sub>	57.7	54.5
	TD-PRD <sub>50</sub>	54.1	46.4
	TD- RDI	70.6	69.8
	LSD (0.05) P(Olasılık) CV(%)	Öd. Öd. 7.8	Öd. Öd. 7.4

(P<0.01 \*\*) %1 önemli (P<0.05 \*) % 5 önemli ( P>0.05 ö.d.) önemli değil

YD: Yüzey damla sulama; TD: Toprakaltı damla sulama; FI: Tam sulama; I<sub>75</sub>: Kısıntılı sulama; I<sub>50</sub>: Kısıntılı sulama; PRD: Kısmi kök kuruluşu ve RDI: Planlanmış kısıntılı sulama.

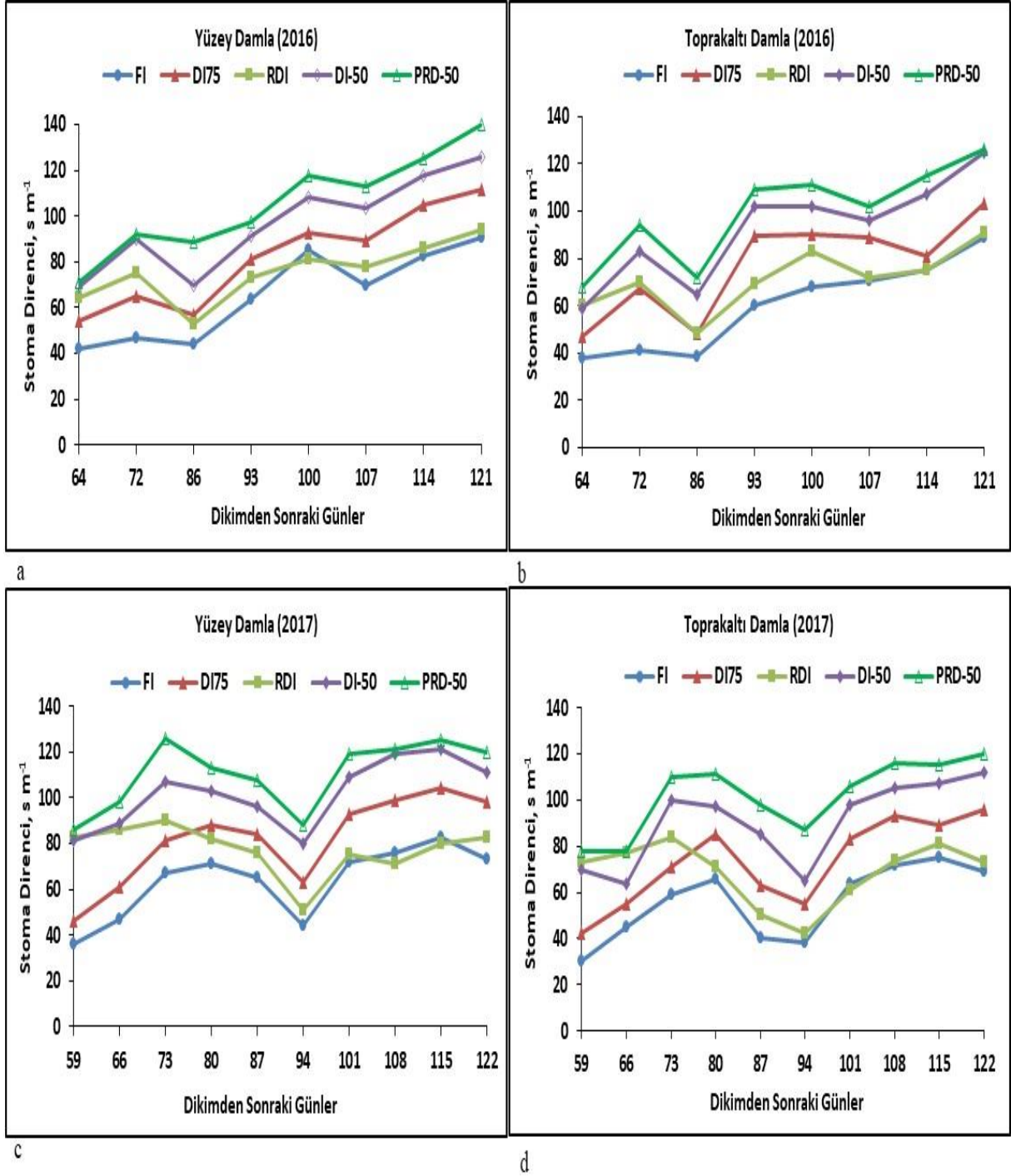
Çamoğlu ve ark. (2024) Çanakkale ilinde biberin su stresi ve sulama zamanının belirlenmesinde bitkiyi esas alan izleme tekniklerinden yaprak turgor basıncı ve termal görüntülerin kullanılabilirliğini ve bunların fizyolojik özelliklerle ilişkisini belirlemeyi amaçladıkları çalışmada dört sulama düzeyi uygulamışlar (%100, %75, %50 ve %25) ve verim değerleri 2017 ve 2018 sulama uygulamalarına göre sırasıyla 22.9 ile 90.7 t ha<sup>-1</sup> ve 22.5 ile 76.6 t ha<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Demir ve ark. (2018) Ankara koşullarında biber bitkisinde yaptıkları çalışmada yüzey ve toprakaltı sulama yöntemlerinde en yüksek verimi S<sub>1</sub>N<sub>3</sub> (Tam sulama, azot uygulaması 21 kg N/da) konusunda elde etmişler ve toprakaltı damla konusunda 5008 kg da<sup>-1</sup>, yüzey damla konusunda 3938 kg/da bulmuşlardır. Sezen ve ark. (2006)'nın Tarsus'ta dolmalık biber üzerine gerçekleştirdikleri çalışmada, yığışimli buharlaşma miktarının 18-22 mm ve pan buharlaşma katsayısının 1.0 olduğu durumda en yüksek verimi (34.2 t ha<sup>-1</sup>) elde ettiklerini belirtmişlerdir. Dağdelen ve ark. (2002), Aydın ovası koşullarında sanayi biberi yetiştiriciliğinde bitki gelişim dönemlerinde yapılan kısıtlı sulama suyu uygulamalarının biberde verim üzerine etkisinin önemli olduğunu saptamışlardır.

Su kısıtlamasına maruz kalan bitkilerin ilk verdikleri fizyolojik tepkilerden biri transpirasyon ile su kaybını azaltmak için stomaların açılıp kapanma hareketini kontrol altına almaktır. Ancak aynı zamanda CO<sub>2</sub> girişi de engellendiğinden bitkinin fotosentez etkinliği de bu hareketlerden direkt olarak etkilenmektedir. Çalışmada iki farklı sulama yöntemiyle birlikte kısıtlı sulama konularından RDI, PRD ve geleneksel kısıtlı sulama uygulamaları arasındaki farklılıkların stoma hareketlerine etkilerini kontrol bitkileri ile karşılaştırmalı olarak ortaya koymak ve verim ve ürün kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla porometre aleti ile stoma direnci ölçümleri yapılmıştır. Stoma direnci ölçümleri 2016 yılında 21 Haziran ile 10 Ağustos tarihleri arasında, 2017 yılında ise 8 Haziran ile 3 Ağustos tarihleri arasında yapılmıştır. Deneme yıllarında yüzey ve toprakaltı damla sulama konularında stoma direncinin konulara göre zamansal değişimi Şekil 2'de verilmiştir. Mevsim içerisinde stoma direnci değerleri araştırmanın ilk yılında YD sulama konularında 42-140 s m<sup>-1</sup>; TD sulama konularında 38-126 s m<sup>-1</sup> arasında ikinci yılında ise YD sulama konularında 36-121 s m<sup>-1</sup>; TD sulama konularında 30-120 s m<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Sulama öncesi ortalama stoma direnci değerleri YD sulama yöntemi FI konusunda 65 s m<sup>-1</sup>, DI<sub>75</sub> konusunda 82 s m<sup>-1</sup>, RDI konusunda 77 s m<sup>-1</sup>, DI<sub>50</sub> konusunda 100 s m<sup>-1</sup>, PRD<sub>50</sub> konusunda s m<sup>-1</sup> 108; TD sulama yönteminde ise FI konusunda 58 s m<sup>-1</sup>, DI<sub>75</sub> konusunda 75 s m<sup>-1</sup>, RDI konusunda 70 s m<sup>-1</sup>, DI<sub>50</sub> konusunda 91 s m<sup>-1</sup>, PRD<sub>50</sub> konusunda 101 s m<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

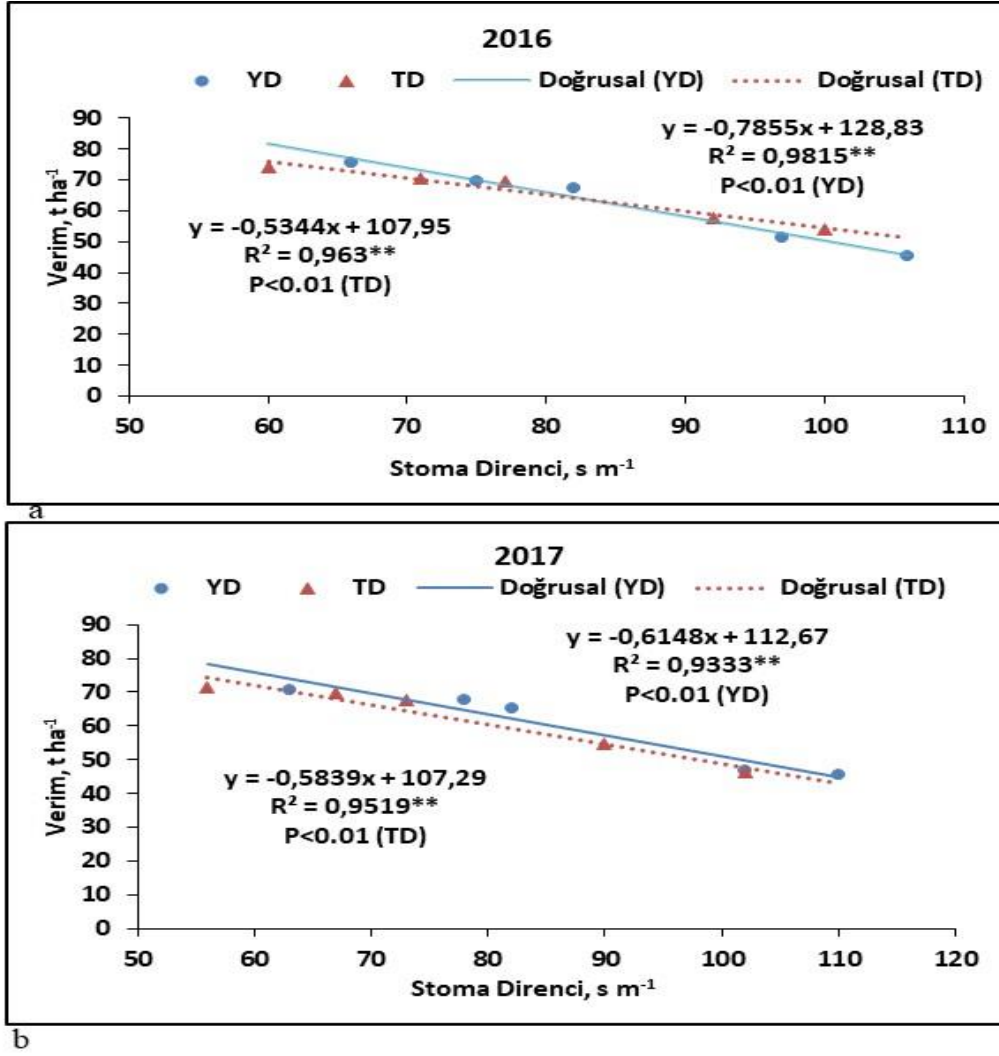
Araştırmanın her iki yılında yüzey ve toprakaltı damla sulama sistemlerinin her ikisinde de stoma direnci (rs) değerlerine bakıldığında strete olmayan FI, RDI ve DI<sub>75</sub> konularında daha düşük rs değerleri ölçülürken DI<sub>50</sub> ve PRD<sub>50</sub> konularında daha yüksek rs değerleri belirlenmiştir. Mevsim sonlarına doğru stoma direnci değerleri artış göstermiştir. Stoma direncinin farklı sulama uygulamalarında araştırmada kullanılan biber bitkisinde yaprakların stoma direncini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Her iki yılda da uygulamalar arasında ortaya çıkan bu durum, bitkilerin abiyotik stres karşısında stomalarını kapatarak O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> difüzyonunu kontrol etmesinden kaynaklanmıştır. Yani dolmalık biber yapraklarında terlemenin azalması nedeniyle stoma geçirgenliği azalmıştır. Kuraklık stresinin bitki bünyesi üzerindeki etkilerini belirtirken, yapraklardaki su oranının azalması ve stomaların kapanması gibi doğrudan etkilerin yanı sıra, bu durumun yaprak sıcaklığını artırarak membran sistemlerinin zarar görmesine ve hücre ölümlerine yol açabileceğini ifade eden araştırmalar bulunmaktadır (Farooq ve ark., 2009; Dolferus, 2014). Jones (1992) ise çevresel faktörlerin, özellikle de kuraklık gibi stres durumlarının, yaprak stomalarının geçirgenliğini azaltabileceğini belirtmiştir. Bu faktörlerin bir araya gelmesi, bitkinin sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir ve hatta hücre düzeyinde hasara neden olabilmektedir. Çamoğlu ve ark. (2019), su stresinin artmasıyla birlikte domates bitkisinde stoma iletkenliğinin belirgin bir şekilde azaldığını ifade etmişlerdir. Bu durum, bitkinin mevcut su içeriğini korumak için stomalarını kapatmasıyla ve suyun bitkinin dokularında tutulmasını sağlamasıyla ilişkilendirilmiştir. Bu bulgu, bitkilerin su stresine nasıl tepki verdiği ve bu stres durumunda stomaların rolünün ne kadar önemli olduğunu göstermiştir. Sezen ve ark. (2019) Mersin'de salçalık biber araştırmasında stoma direnci değerlerini damla sulama konularında rs değerleri 2010 deneme yılında 8-38 s cm<sup>-1</sup>; 2011 deneme yılında ise 6-30 s cm<sup>-1</sup> arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Çamoğlu ve ark. (2024) Çanakkale ilinde biber bitkisinde su stresi ve sulama zamanının belirlenmesine yönelik çalışmalarında en yüksek stoma iletkenliği değerleri tam sulama konusundan elde edilmiştir (2017 yılında 609 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, 2018 yılında 582 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). Demir ve ark. (2018) Ankara koşullarında biber bitkisi üzerine gerçekleştirilen çalışmada, toprakaltı damla sulama sistemi kullanılarak elde edilen verilere göre, 2015 yılında ortalama stoma iletkenliği değerlerinin 236 ile 359 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> arasında, 2016 yılında ise 350 ile 247 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> arasında değiştiğini ve farklı yıllardaki iklim ve çevresel koşulların biber bitkisinde stoma iletkenliği üzerinde etkilerini olduğunu belirtmişlerdir. Quezada-Martín ve ark. (2011) İspanya'da yaptıkları çalışmada yedi farklı renkteki plastik malçların bitkiler üzerindeki etkisi, verim ve mikro çevre koşulları ve bunların dolmalık biberde fizyolojik parametreler üzerine etkisini araştırmışlar. Fotosentezi doğrudan verimle ve dolaylı olarak stoma direnciyle ilişkilendirmişlerdir. Çeşitli sebeplerden dolayı toprağın aşırı ısınmasının plastiklerin şeffaflığına göre bitki

üzerinde olumsuz etki yaptığını, bağıl büyüme hızının, net asimilasyon hızının ve fotosentezin düşük olmasına, büyüme ve verim düşüklüğüne neden olduğunu belirtmişlerdir. Birçok araştırmacı da kuraklığın stoma iletkenliğinde azalmalara yol açabileceğini belirtmiş ve stoma iletkenliğindeki değişimin çeşitlerin kuraklığa dayanıklılık performansını etkileyen önemli faktörlerden biri olduğunu bildirmiştir (Nawaz ve ark., 2015; Demir ve ark., 2018; Ahumada-Orellana ve ark., 2019; Sezen ve ark., 2019; Bozkurt Çolak, 2019; Çamoğlu ve ark., 2024).

Araştırmada deneme konularında belirlenen ortalama stoma direnci ile verim arasındaki ilişkiler Şekil 3’de verilmiştir. Anılan şekiller incelendiğinde denemenin her iki yılında da verim ile stoma direnci arasında  $P < 0.01$ ’de önemli doğrusal ilişkiler belirlenmiştir.



Şekil 2. Araştırma yıllarında farklı sulama uygulamalarında stoma direncinin konulara göre değişimi 2016 (a) Yüzey damla, 2016 (b) Toprakaltı damla, 2017 (c) Yüzey damla ve 2017(d) Toprakaltı damla



Şekil 3. Deneme yıllarında farklı sulama uygulamalarında verim ve stoma direnci arasındaki ilişki

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Mevcut çalışmanın sonuçları, Türkiye'de Akdeniz iklim koşullarında dolmalık biberde daha yüksek verim elde edilmesinde farklı sulama yöntemi ve stratejilerinin etkilerinin oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Sulama stratejileri toplam dolmalık biber verimi üzerinde önemli bir etkisi olmuştur. Araştırma sonuçları, stoma direncinin bitkinin su durumunu ölçmek ve dolmalık biber sulama planlamasını iyileştirmek için kullanılabileceğini göstermektedir. Dolmalık biber verimi ile stoma direnci arasında önemli doğrusal ilişkiler bulunmuştur. Sonuç olarak yüksek verim için dolmalık biber rs'nin 58-65 s m<sup>-1</sup> değeri arasında sulanması gerektiği belirlenmiştir. Bitkinin su stresine karşı verim tepkisini tahmin etmek; çiftçiler, danışmanlar ve araştırmacılar için sınırlı su koşullarında sulama yönetimine yönelik stratejiler geliştirmede ve karar vermede önemlidir. Bu çalışmanın sonuçları, üreticilerin tarımda su uygulamasını optimize etmesine yardımcı olacak ve aynı zamanda diğer benzer bölgeler için de rehber olacaktır. Ayrıca gelişen teknolojiyle birlikte stoma direncinin sulama zamanının belirlenmesi, zaman ve iş gücünden tasarruf sağlarken verimliliğin ve ekonomik kayıpların azaltılması açısından son derece önemli olacaktır.

**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.

## Teşekkür

Yazarlar adına TÜBİTAK ERANET-2150951 nolu proje için sağladığı finansal destek için Türk Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür ederiz.



## YAZAR ORCID NUMARALARI

Yeşim BOZKURT ÇOLAK  <http://orcid.org/0000-0003-1836-3910>

Attila YAZAR  <http://orcid.org/0000-0001-9789-3156>

## KAYNAKLAR

- Ahumada-Orellana, L., Ortega-Farías, S., Poblete-Echeverría, C. and Searles, P. S. 2019. Estimation of stomatal conductance and stem water potential threshold values for water stress in olive trees (*cv. Arbequina*). *Irrigation Science*. 37(4): 461-467.
- Akbay, C., Candemir, S. ve Orhan, E. 2005. Türkiye’de yaş meyve ve sebze ürünleri üretim ve pazarlaması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2): 96-107.
- Anonim. 2019. T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Turkey.
- Anonim. 2023. Bitkisel Üretim İstatistikleri. TÜİK, [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001). (Erişim Tarihi: 07.03.2024)
- Bozkurt Çolak, Y., Yazar A., Sezen S.M., Yücel S., Sesveren S., Atağ G., Akça H., Arslan R., Eroğlu.Ç. ve Eker S. 2015. Çukurova koşullarında toprakaltı ve yüzey damla sulama sistemleriyle uygulanan farklı sulama programlarının açıkta patlıcanın verim, verim bileşenleriyle su kullanım randımanı üzerine etkileri. *TÜBİTAK 112O870 Nolu Proje Sonuç Raporu*, 188s.
- Bozkurt Çolak, Y., Yazar, A., Yıldız, M. ve Gönen, E. 2019. Çukurova bölgesinde dolmalık biber bitkisinin toprakaltı damla yöntemiyle sulanması. *Alatarım*. 118 (2): 118-124.
- Bozkurt Çolak, Y. 2019. Effects of irrigation frequency and level on yield and stomatal resistance of eggplant (*Solanum Melongena* L.) grown in open field irrigated with surface and subsurface drip methods. *Applied Ecology and Environmental Research*. 17 (6): 15585-15604.
- Bozkurt Colak, Y. 2021. Leaf water potential for surface and subsurface drip irrigated bell pepper under various deficit irrigation strategies. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 81: 491–506.
- Çamoğlu, G., Demirel, K., Kahriman, F., Akçal, A., Nar, H., Boran, A., Eroglu, I. and Genc, L. 2021. Discrimination of water stress in pepper using thermography and leaf turgor pressure probe techniques. *Agricultural Water Management* 254: 106942.
- Çamoğlu, G., Demirel, K., Kahriman, F., Akçal, A. and Nar, H. 2024. Plant-based monitoring techniques to detect yield and physiological responses in water-stressed pepper. *Agricultural Water Management*. 291. [10.1016/j.agwat.2023.108628](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108628).
- Clawson, K.L. and Blad, B.L. 1982. Infrared thermometry for scheduling irrigation of corn// *Agronomy Journal*. 74: 311-316.
- Cock, J.H. and Connor, D.J. 2021. Chapter 19 - Cassava, Editor(s): Victor O. Sadras, Daniel F. Calderini, *Crop Physiology: Case Histories for Major Crops*, ISBN 9780128191941 p: 588-633.
- Dağdelen, N., Yılmaz, E., Baş, T. ve Sezgin, F. 2002. Kısıtlı Sulama Suyu Uygulamalarının Sanayi Biberi Verimine Etkisinin Belirlenmesi. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, 17-20 Eylül 2002, Bursa, s.147- 153.
- Dağdelen, N., Yılmaz, E. F. Sezgin., F. and Gürbüz., T. 2004. Effects of water tress at different growth stages on proces sing pepper (*Capsicum annum cv.kapija*) yield, water use and quality characteristics . *Pakistan Journal of Biological Sciences* 7(12): 2167-2172.
- Demir, Z., Özbahce, A., and Demir, Y. 2018. Su kısıtı koşullarında yüzey altı damla ve yüzey damla sulama sistemlerinde, fertigasyon uygulamalarının biberin verim ve kaliteye etkilerinin belirlenmesi.TAGEM Proje Sonuç Raporu. Proje No: TAGEM/TSKAD/15/A13/P02/1. p. 127.
- Demirel, K., Genc, L., Bahar, E., Inalpulat, M., Smith, S. and Kizil, U. 2014. Yield estimate using spectral indices in eggplant and bell pepper grown under deficit irrigation. *Fresenius Environ. Bull.* 23, 1232–1237.
- Dolferus, R. 2014. To grow or not to grow: A stressful decision for plants. *Plant Sci.*, 2229: 247-261.
- Erken, O. 2004. Çanakale yoresinde damla sulama yöntemiyle sulanan biberde (*Capsicum annum*) en uygun sulama programının belirlenmesi. Master’s Thesis, Canakkale Onsekiz Mart University
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra S.M.A. 2009. Plant dorught stress: effects, mechanisms and management. *Agron. Sustain. Dev.*, 29: 185-212.
- Gerosa, G., Mereu, S., Finco, A. and Marzuoli. 2012. Stomatal conductance modeling to estimate the evapotranspiration of natural and agricultural ecosystems. In: Irmak A. (ed.) *Evapotranspiration-Remote Sensing and Modeling*, Intech. 403-420.
- Jones, H.G. 1992. *Plants and microclimate*. Cambridge University Press

- Makbul, S., Saruhan-Guler, N., Durmus, N. and Guven, S. 2011. Changes in anatomical and physiological parameters of soybean under drought stress. *Turk. J. Bot.* 35: 369-377.
- Nawaz, F., Ahmada, R., Ashraf, M.Y., Waraicha, E.A. and Khan, S.Z. 2015. Effect of selenium foliar spray on physiological and biochemical processes and chemical constituents of wheat under drought stress
- Quezada-Martín, M., Munguia-López, J P., Ibarra-Jiménez, L., García, M., Valdez-Aguilar, L. and Cedeño-Ruvalcaba, B. 2011. Physiology and yield of bell pepper grown in different colored plastic mulch. 29:421-430.
- Sezen, S.M., Yazar, A. and Tekin, S. 2019. Physiological response of red pepper to different irrigation regimes under drip irrigation in the Mediterranean region of Turkey. *Scientia Horticulturae.* 245: 280-288
- Zhang, B., Liu, Y., Xu, D., Cai, J. and Li, F. 2011. Evapotranspiration estimation based on scaling up from leaf stomatal conductance to canopy conductance. *Agricultural and Forest Meteorology.* 151: 1086-1095.



***Hypericum perforatum*'un *in vitro* sitotoksik değerlendirmesi ve model organizma *Tribolium castaneum* ve *Homo sapiens* üzerindeki PINK-1 inhibitörlerinin moleküler kenetleme ve dinamik analizi**

Fahriye SÜMER ERCAN<sup>1</sup>  Serap YALÇIN AZARKAN<sup>2</sup>  Hatice BAŞ<sup>3</sup>  Seda YALÇINKAYA<sup>4</sup> 

<sup>1</sup>Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, 40100 Kırşehir, Türkiye

<sup>2</sup>Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Medicine, 40100 Kırşehir, Türkiye

<sup>3</sup>Yozgat Bozok University, Faculty of Science and Art, 66900, Yozgat, Türkiye

<sup>4</sup>Süleyman Demirel University, Isparta, Türkiye

\*Sorumlu Yazar (Corresponding Author) e-posta: fahriye.ercan@ahievran.edu.tr

Geliş Tarihi: 28.02.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 11.07.2024 Kabul Tarihi: 24.07.2024

**ÖZ**

*Hypericum* türleri özellikle farmakolojik özellikleriyle bilinmektedir. Bitkinin ana bileşenlerinden biri, güçlü sitotoksik etkileriyle tümör inhibisyonunda kullanılabilen hiperisindir. Bu çalışmada, bu önemli bitki uçucu yağının MCF-7 meme kanseri hücre hattı üzerindeki antikanser etkisi incelenmiş ve *H. perforatum* L'un bileşikleri olan hiperisin, hiperosid ve hiperforinin hem insan hem de model organizma, *Tribolium castaneum*'un (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) PINK1 proteinine bağlanma potansiyeli *in silico* olarak araştırılmıştır. Son zamanlarda, tam genom dizilimi yapılan ilk tür olan *T. castaneum* da dahil olmak üzere pek çok böcek türü model organizma olarak önerilmiştir. Böceklerin dünya çapındaki dağılımları, çevresel önemleri ve üretimlerinin nispeten ucuz olması onlara olan ilgiyi arttırmıştır. Bu nedenle, *in silico* çalışmalarda, insan ve model organizma ile bağlanma benzerliklerini karşılaştırmak amacıyla *T. castaneum* model olarak kullanılmıştır. Çalışmada *H. perforatum*'un MCF-7 hücrelerindeki IC<sub>50</sub> konsantrasyonu 98.765 µg/ml olarak belirlenmiştir. *In silico* bulgularına göre, -12,5 kcal/mol ile en uygun bağlanma afinitesi Hiperisin molekülü ile böcek PINK1 proteini arasında gözlenmiştir. Söz konusu bitki bileşenlerinin hücreleri stres kaynaklı mitokondriyal fonksiyon bozukluğundan koruduğu düşünülen PINK1 proteinine yüksek enerji ile bağlanıyor olması bitkisel orijinli tıbbi ilaçların ve biyopestisitlerin geliştirilmesi için umut vericidir.

**Anahtar kelimeler:** *Hypericum perforatum*, *Tribolium castaneum*, antikanser etki, *in silico*, PINK1

***In vitro* cytotoxic evaluation of *Hypericum perforatum* and molecular docking and dynamic analysis of PINK-1 inhibitors on model organism *Tribolium castaneum* and *Homo sapiens***

**ABSTRACT**

*Hypericum* species are especially known for their pharmacological characteristic. One of the major component of the plant is hypericin that can be used in tumor inhibition with its potent cytotoxic effects. In this study, the anticancer effect of *H. perforatum* essential oil on the MCF-7 breast cancer cell line was examined, and the binding potential of the compounds of *Hypericum perforatum* L., hypericin, hyperoside and hyperforin, to the PINK1 protein of both human and model organism, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) was investigated *in silico*. Recently, many insect species have been proposed as model organisms, including *T. castaneum*, that the first species with whole genome sequenced. Worldwide distribution of insects, their environmental importance and relatively inexpensive cultivation have increased the interest in them. Therefore, in *in silico* studies, *T. castaneum* was used as a model to compare binding similarities with humans and model organisms. In the study, the IC<sub>50</sub> concentration of *H. perforatum* L. on MCF-7 cells was determined to be 98.765 µg/ml. Based on *in silico* findings, the most favorable binding affinity of -12.5 kcal/mol was observed between the Hypericin molecule and the insect PINK1 protein. The fact that these plant components bind with

high energy to the PINK1 protein, which is believed to guard cells from mitochondrial dysfunction triggered by stress, is promising for the development of plant-based medical drugs and biopesticides.

**Key words:** *Hypericum perforatum*, *Tribolium castaneum*, anticancer effect, *in silico*, PINK1.

## INTRODUCTION

*Hypericum* spp., belonging to the Hypericaceae family, comprises approximately 484 species (Guedes et al., 2012). *Hypericum* (Hypericaceae), are flowering plants known to be invasive and harmful weeds, spreading prolifically in various environments apart from polar regions, deserts, and tropical lowlands. These plants exhibit a diverse range of structures, such as trees, shrubs, annuals, and perennials. Many woody species of *Hypericum* possess multiple stems originating from a common base, while shrub varieties have upright or spreading stems. Most *Hypericum* species reproduce through apomixis. Some species have simple single rows of petals, while others feature elongated and slender arrangements of petals. The variable nature of *Hypericum* species contributes to their adaptability and spread in different regions (Crockett and Robson, 2011).

Among these species lots of them are used as therapeutic aromatic plants customarily (Ferreira et al., 2006) and one of these plants is *H. perforatum* L., (St John's wort) that has been incorporated into the pharmacopeia of numerous countries. (Jaric et al., 2007). These plants are known for their abilities to aid in wound healing, act as bactericidal agents, possess diuretic properties, exhibit anti-inflammatory effects, and even offer sedative qualities. The diverse range of medicinal benefits attributed to *Hypericum* species has made them significant in traditional medicine practices worldwide (Çırak and Kurt 2014). The main bioactive compounds of *H. perforatum* are hypericin, hyperforin, and flavonoids (Kimira et al., 1998, Barnes et al., 2001). Hypericin exhibits potent cytotoxic and pro-apoptotic properties against cancerous cells (Agostinis et al., 2002). It is known that various medicinal and aromatic plants are rich sources of phytochemicals with different biological effects (Yuca et al., 2022). In literature have been implicated apoptotic roles of *H. perforatum* on *in vitro* and *in vivo* several cancer cells (Jang et al., 2002, Borawska et al., 2016, Mirmalek et al., 2016).

In previous researches have explored the effectiveness of insecticides of essential oils extracted from various *Hypericum* species and they have been suggested as alternative method for future works in pest management (Rouis et al., 2013, Parchin and Ebadollahi 2016). *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), significantly impacts the quality and quantity of products derived from beans, grains, dried fruits, nuts, flour, peas, and spices, making it a significant pest in stored goods (Caballero-Gallardo et al., 2011, Khan et al., 2014).

In addition, the importance of *T. castaneum* in this study is its potential as a model organism. Many species of Coleopteran have been used as a model organism especially in biomedical and environmental researches. Pharmacological studies were conducted to assess the impact of novel active substances on beetles. It should be emphasized that the insects themselves may be the origin of substances that exhibit antimicrobial and anticancer effects. Up to the present, the sequence of 11 insect species is available and seven have been released (McKenna 2018). The genome of *T. castaneum*, a significant pest in stored products, was the first beetle genome to be sequenced (Tribolium Genome Sequencing Consortium, 2008). Some developmental characteristics of *T. castaneum* were found to be more comparable to mammals than *Drosophila* (Schroder et al., 2008). Genetic characteristic of *T. castaneum* made this beetle an important model in many research areas.

The molecular docking method is a method used to predict the best-matching binding mode of a ligand to macromolecules. Nowadays, 3D structures of various compounds can be designed *in silico* and their physicochemical structures can be determined. In addition to studies on the use of various substances as active pharmaceutical ingredients, *in silico* tools are also used in the characterization of plant viral disease agents (Güller et al., 2024).

In the research, the impact of *H. perforatum* was investigated about its cytotoxic activity against breast cancer cell line. In addition, we used molecular docking analyses to determine the interaction between PINK1 protein of both cancer and *T. castaneum* and hypericin, hyperoside and hyperforin compounds of *H. perforatum*.

## MATERIALS AND METHODS

### Plant material

*H. perforatum* were collected in June 2017 in Uşak region of Turkey by Hatice Baş. The species identification was conducted by Prof. Dr. Ümit BUDAK (Yozgat Bozok University, Faculty of Science and Arts, Department of Biology). Dried aerial parts of plants were exposed for 4 hours to water distillation using with a Clevenger type apparatus. The derived essential oil was stored at 4 °C until beginning of the study.

### Cytotoxic effect of *Hypericum perforatum* on cancer cells

MCF-7 cancer cells were cultured in 75T cell culture flasks using RPMI/1640 culture medium, which was enriched with 10% fetal bovine serum (FBS) and 1% solution of gentamicin. The cells were maintained at 37°C in an environment with 5% CO<sub>2</sub>. The impact of *H. perforatum* L. on the viability of MCF-7 cells was assessed using the Cell Proliferation Kit (XTT), following the guidelines provided by the manufacturer. In brief, cells were seeded in 96-well plates at 5 x 10<sup>4</sup> cells/cm<sup>2</sup> and the final exposure concentrations of *H. perforatum* ranged from 0 to 500 µg/mL. On each plate, an assay was conducted featuring a blank medium control column and a cell control column. Subsequently, XTT reagent was added and the soluble product was quantified at 482 nm using the BIOTEK 96-well plate reader.

In our previous study, the *H. perforatum*'s essential oil was tested for its fumigant efficacy against adult stage of the *T. castaneum*. Different concentrations of essential oil (0-30 µL/L air) were exposed to insect adults for 24 hours. It was observed that the mortality percentage of adults increased with increasing dose of essential oil. Based on the findings from probit analysis, LC<sub>50</sub> and LC<sub>99</sub> values of essential oil were calculated as 16,512-32,732, µL/L air against *T. castaneum* adult stage, respectively. Determination of binding energy by molecular docking of a known essential oil with insecticidal effect proves the accuracy of this effect.

### Molecular Docking Studies

Molecular docking computations were executed using the Lamarckian Generic Algorithm (Morris et al., 1998) implemented in Autodock Vina (Trott and Olson, 2010). Water molecules and cofactors were excluded from the protein structure to enhance the visibility of the interactions between the ligand and the receptor. Binding affinities were determined using Autodock Vina. Additionally, the PINK1 protein's 3D theoretical model can be obtained freely from the RCSB Protein Data Bank (PDB ID: 5yj9 for *T. castaneum*) (PDB ID: 6glc for *Homo sapiens*) (<https://www.rcsb.org>).

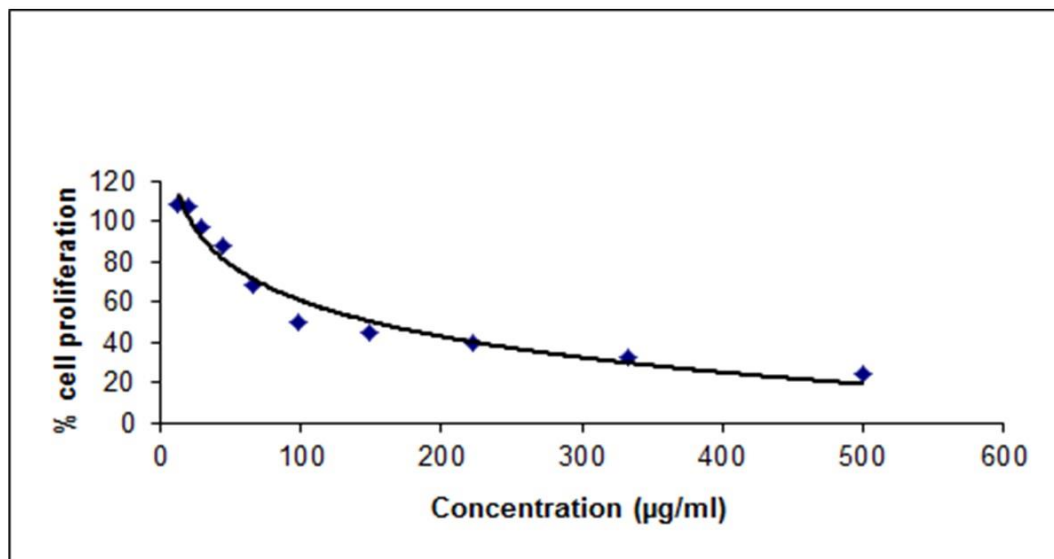
The 3D molecular structure of hypericin, hyperforin and hyperoside metabolites were retrieved from chemical databases namely PubChem. And *in silico* docking was conducted utilizing Autodock Vina in combination with protein cavity modeling software. The present work describes the molecular interaction of hypericin, hyperforin and hyperoside metabolites of *H. perforatum* L. with PINK1 protein using an molecular docking analysis softwares, Autodock Vina, Molegro Molecular Viewer 2.5 (Molegro Molecular viewer free software) (<http://www.molegro.com>) Thomsen and Christensen 2006). In this study, the grid size of PINK-1 was set to 124x124x80 points with 1.000 Å spacing centered on hyperforin, 126x126x94 points with 1.000 Å spacing centered on hypericin, 126x116x82 points with 1.000 Å spacing centered on hyperoside for *T. castaneum*, 126x102x96 points with 1.000 Å spacing centered on hyperforin, 126x104x94 points with 1.000 Å spacing centered on hypericin and 126x86x114 points with 1.000 Å spacing centered on hyperoside for *Homo sapiens*.

Molecular Dynamic Studies  
Molecular docking computations were executed using Lamarck's generic algorithm in our previous study (Ercan et al. 2019). The structure of the PINK1 protein is freely available in the RCSB Protein Data Bank as a theoretical 3D model (PDB ID: 5yj9 for *T. castaneum*) (PDB ID: 6glc for *Homo sapiens*) (<https://www.rcsb.org>). The 3D molecular structure of hypericin, hyperforin, and hyperoside metabolites was retrieved from chemical databases, namely PubChem, and used for dynamic *in silico* studies. The simulation of the complex formed by the ligand and protein was carried out using webgro (Bekker et al. 1993; Abraham et al. 2015; Lindorff-Larsen et al. 2010; Bjelkmar et al. 2010; Oostenbrink et al. 2004). The MD simulation lasting 20 ns was conducted to assess the stability of the complexes formed by the ligand and protein.

## RESULTS AND DISCUSSION

### The antiproliferative effects of the *Hypericum perforatum* extracts on MCF-7 cell line

In this research, we explored the impact of *H. perforatum* L. extracts on the proliferation of the MCF-7 cell line, assessed through the XTT Cell Proliferation Kit following the guidelines provided by the manufacturer. HeLa cells were seeded into 96-well microtiter plates at a concentration of 5.0X10<sup>4</sup>. The impact of *H. perforatum* L. on the viability of MCF-7 cells was explored through the XTT cell proliferation assay, and the IC<sub>50</sub> values were determined. In this study, the IC<sub>50</sub> value of *H. perforatum* L. was found as 98.765 µg/ml on MCF-7 cells (Figure 1). This study provides new evidence for the antiproliferative effect of *H. perforatum* on MCF-7 cell line and could serve as a promising naturally derived antitumor agent against cancer.



**Figure 1.** Cytotoxicity analyses of *H. perforatum* on MCF-7 cells

#### Molecular Docking Studies

Docking outcomes were acquired through Autodock Vina, Molegro, and VMD. The binding strength was determined using a scoring function derived from the Lamarckian Genetic Algorithm. The binding free energy might encompass electrostatic, hydrogen bonding, and Van der Waals interactions. The highest scoring indicates a strong binding affinity between the protein and the ligand. In our investigation, the most significant binding score was observed between *T. castaneum* PINK1 protein with the hypericin molecule. The docking results computed by the Vina for PINK1 proteins of *T. castaneum* and human with hypericin, hyperforin and hyperoside metabolites of *H. perforatum* (Table 1.)

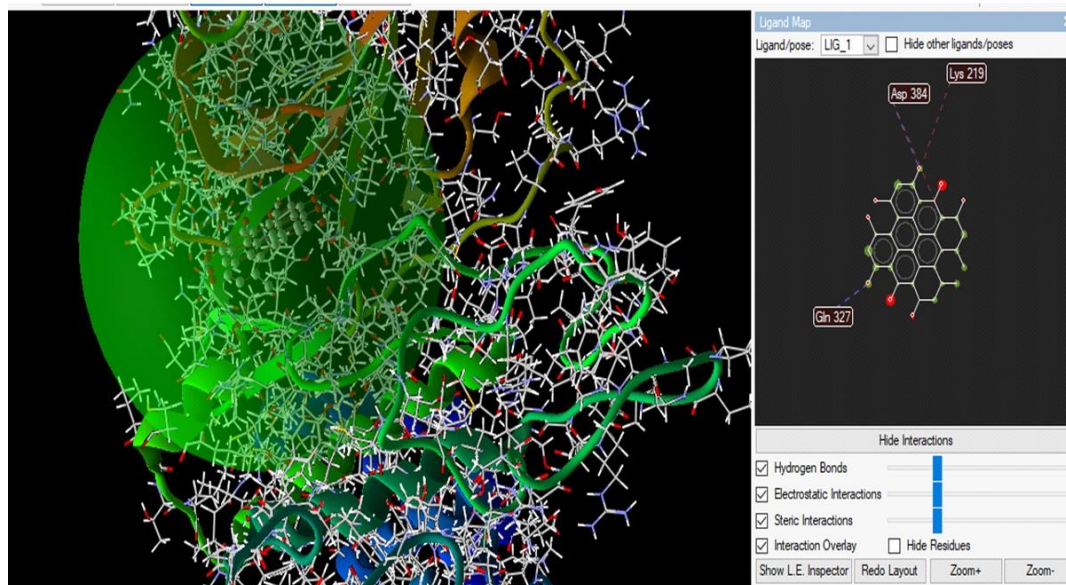
**Table 1.** Docking binding energy results of hypericin, hyperforin and hyperoside metabolites as inhibitor with PINK1 proteins of both human and *T. castaneum*.

PINK1	Binding Energy (K.Cal/mol) Human	Binding Energy (K.Cal/mol) Tribolium castaneum
Hypericin	-10.8	-12.5
Hyperforin	-9.1	-8.5
Hyperoside	-10.4	-9.9

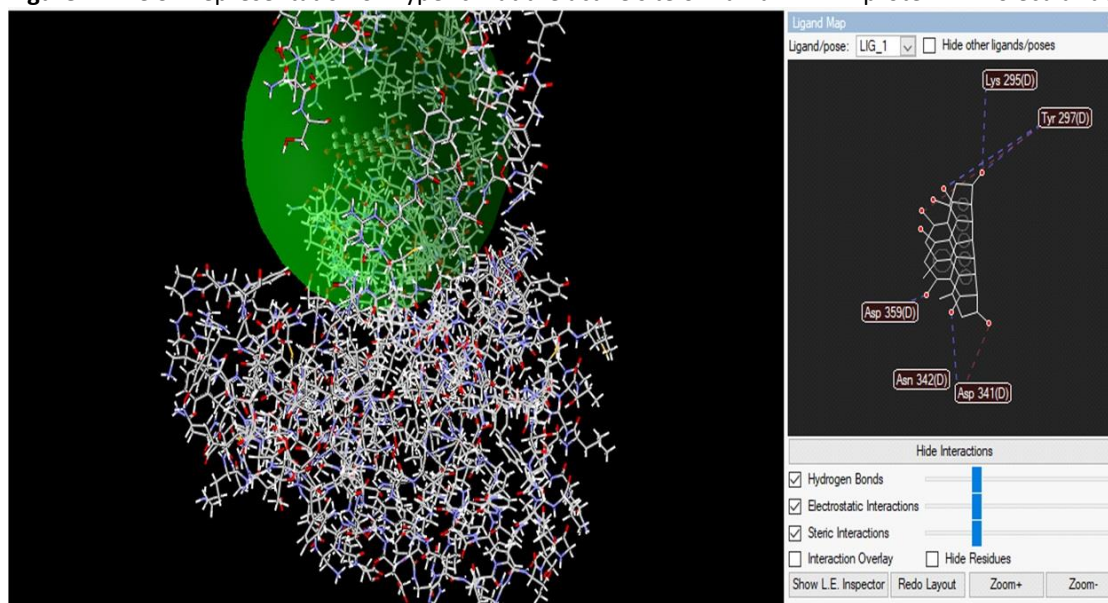
Based on these findings, the most significant binding score was achieved in the interaction between the Hypericin molecule and the insect PINK1 protein, with an affinity energy of -12.5 kcal/mol. Hyperforin molecule showed



lower binding free energy for insect PINK1 protein. All tested molecules were found to be docked at both human and insect PINK1 protein with good information. Figure 2 and Figure 3 illustrate the interactions between Hypericin and the PINK1 protein. In the hypericin and human PINK1 compound, hydrogen bonds with oxygen atom of the ester and Gln 327 residue was identified. Electrostatic interaction with amino acid residue Lys 219 was also determined. For *T. castaneum*, both hydrogen and electrostatic interactions can be seen with hypericin and amino acid residue Tyr 297 (Figure 3).



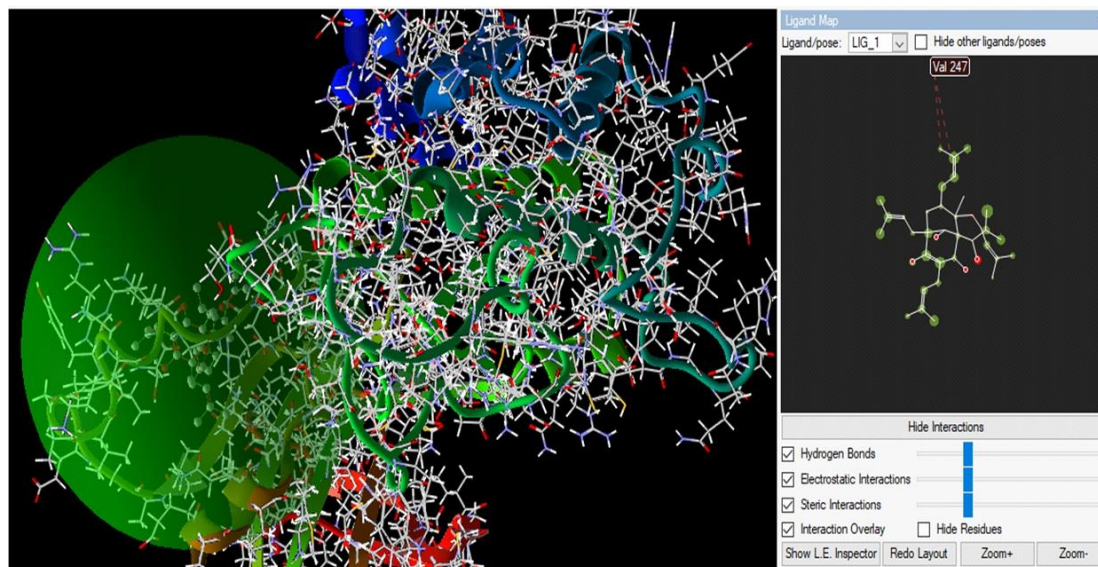
**Figure 2.** The 3D representation of Hypericin at the active site of human PINK1 protein in molecular docking.



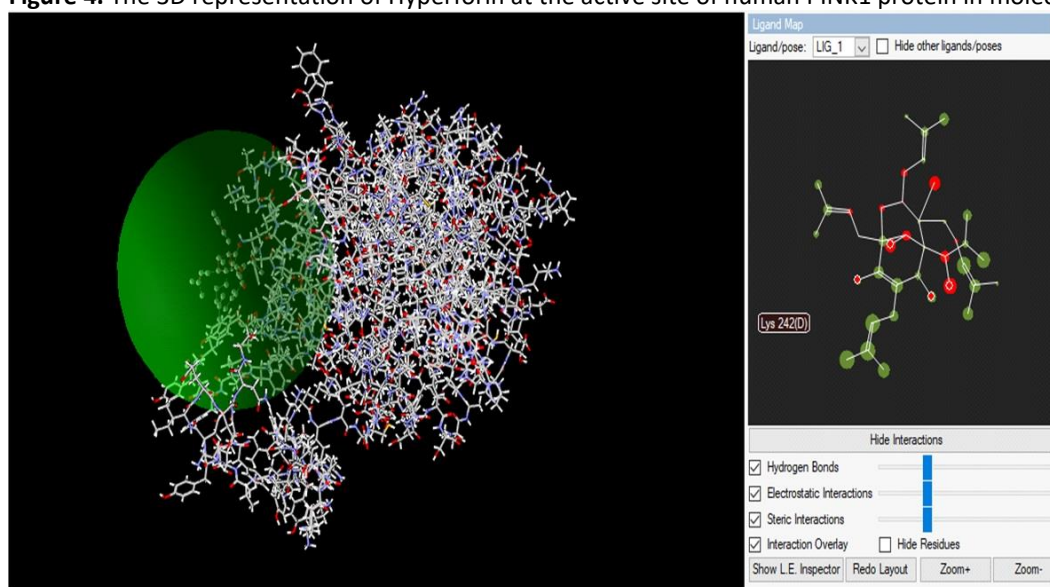
**Figure 3.** The 3D representation of Hypericin at the active site of insect PINK1 protein in molecular docking.

Hyperforin and PINK 1 protein docking results were summarized in Figure 4 and Figure 5. For human PINK1 protein, only an electrostatic interaction was identified with amino acid residue Val 247. In human, the highest count of hydrogen bond interactions was observed in the interaction between hyperoside and the PINK1 protein. Hydrogen bonds with hyperoside and Asp 362, Asp 366, Asp 384, Lys 219 and Ala 384 were shown in Figure 6. In *T. castaneum* PINK1 protein and hyperoside interaction, hydrogen bonds can be observed with residue Glu 502, Glu 530 and Ser 509; electrostatic interactions were seen between ligand and residue Pro 487 and Lys 528 (Figure 7).

Molecular docking is a structure based method that makes possible to determine the molecules will fit with an enough binding energy. In the present study, the cytotoxicity and docking results disclosed the significant anti-neoplastic activity of the *H. perforatum*. Our findings indicate that hypericin exhibits a strong affinity for the PINK1 protein, suggesting its potential utility as an inhibitor of PINK1 and a novel, natural chemotherapy agent. Hypericin is naturally occurred in *H. perforatum* and is known that can be used as a photosensitizer in the photodynamic treatment of tumors, inflammatory diseases and infections (Miskovsky 2002).



**Figure 4.** The 3D representation of Hyperforin at the active site of human PINK1 protein in molecular docking



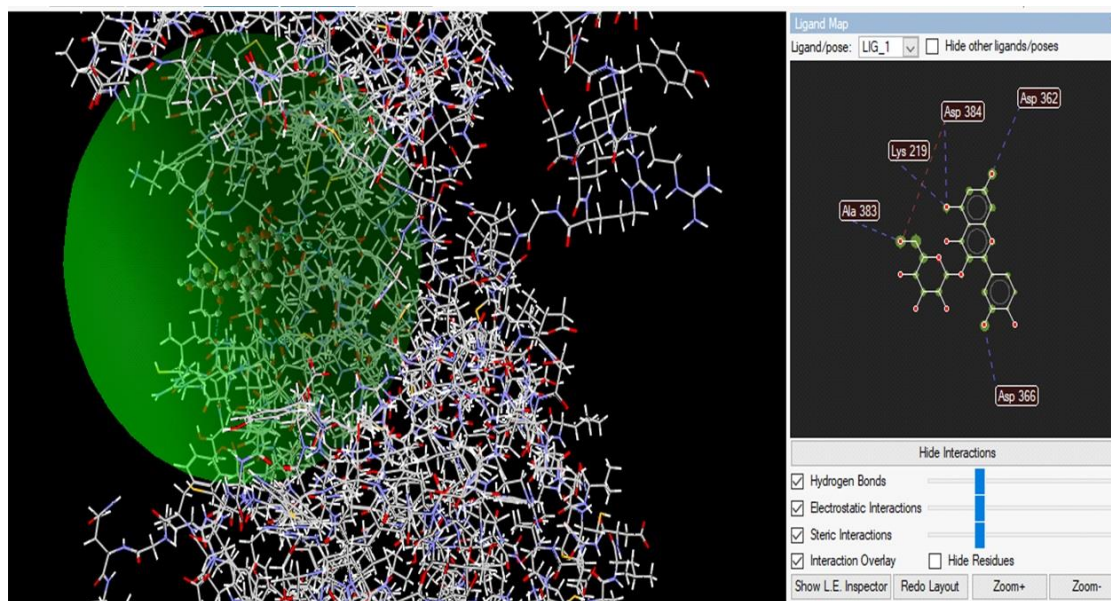
**Figure 5.** The 3D representation of Hyperforin at the active site of insect PINK1 protein in molecular docking

Previous studies have shown that Hypericin also exhibits strong anti-proliferative and anti-metastatic effects without light activation (Blank et al., 2004). Like hypericin, hyperforin is one of the most important active components of *H. perforatum*. This compound is known to have several important medicinal properties such as antidepressant, anticarcinogenic and proapoptotic (Medina et al., 2006). In the study, Hyperforin, a phloroglucinol compounds of *H. perforatum*, shown the lowest binding energy against PINK1 protein of both human and insect.

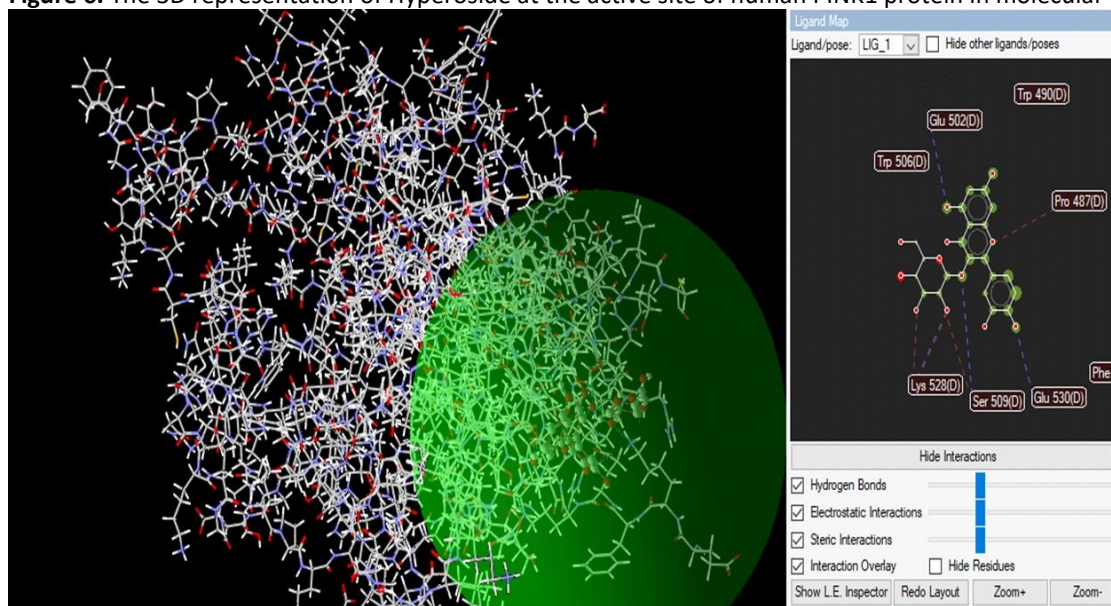
Hyperoside, is a flavonol glycoside that has been isolated from many medicinal plants such as *H. perforatum* (Zhou et al., 2006). In previous studies, anti-inflammatory, anti-depressant, cardio-protective, neuroprotective,



anti-diabetic, anti-fungal, anti-cancer and antioxidant properties of this compound are known (Huang et al., 2008). Both cytotoxicity and docking results of our study support the potential of this plant, in particular the hypericin, to be used in anticancer drug studies.



**Figure 6.** The 3D representation of Hyperoside at the active site of human PINK1 protein in molecular docking

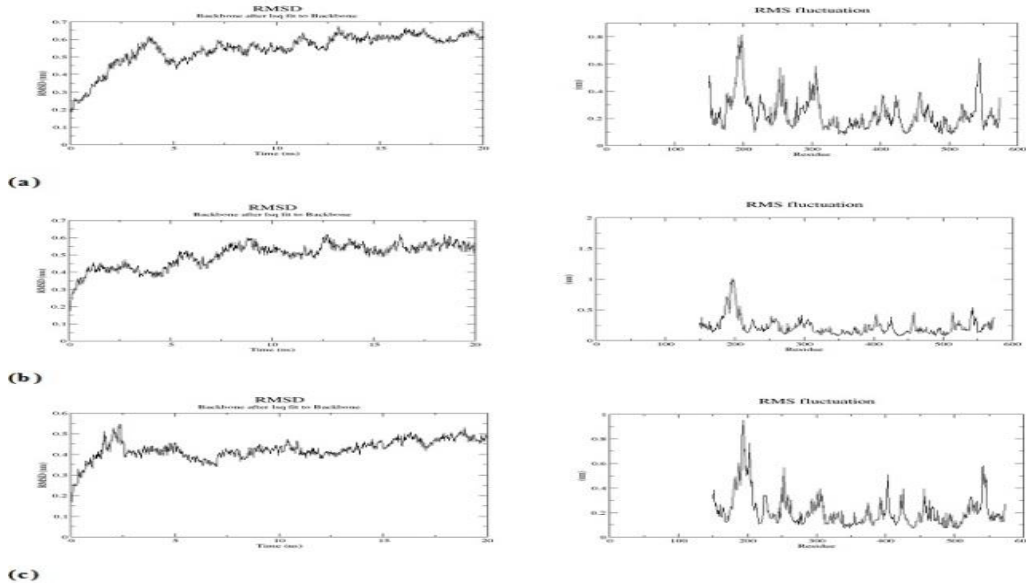


**Figure 7.** The 3D representation of Hyperoside at the active site of insect PINK1 protein in molecular docking

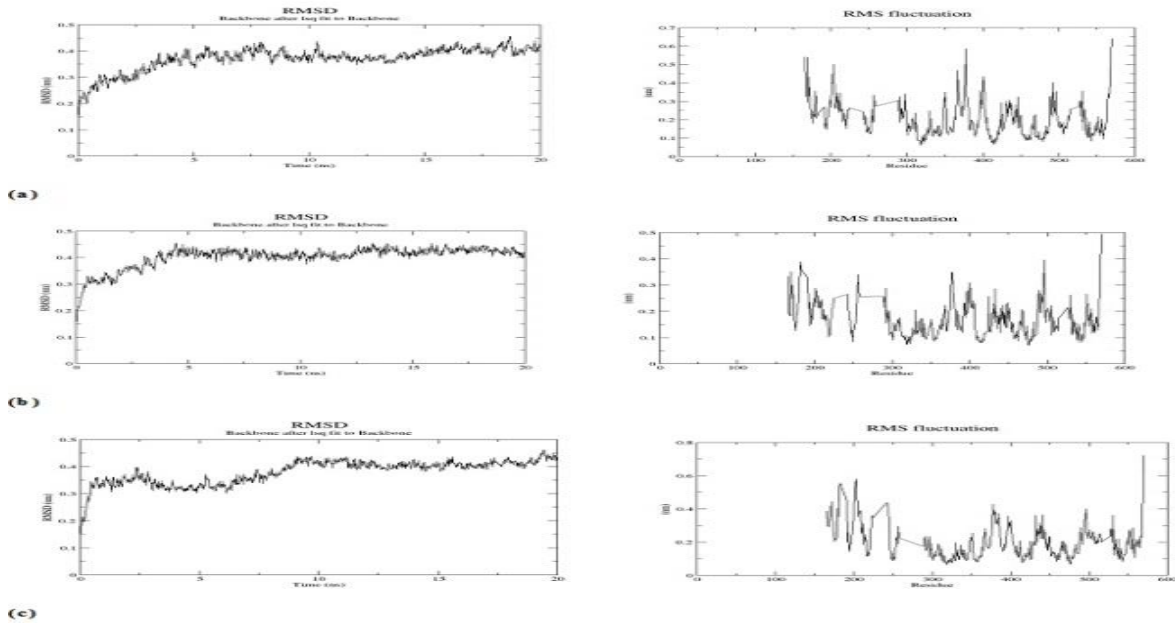
### Molecular Dynamic Studies

Molecular dynamics simulations were executed for protein-ligand complex using WebGro, incorporating GROMOS9643a1 force field for 20 ns at physiological pH of 7.4. For dynamic analysis, root mean square deviation (RMSD) and the root means square fluctuations (RMSF) values were obtained. RMSD is a vital parameter for analyzing the stability of MD orbitals and is predicted for backbone atoms of protein and ligand-protein complexes. The comparisons of the RMSD and RMSF value of ligands-protein were shown in Figures 8 and 9 in both human and model organism. To determine the flexibility of the protein backbone structure, the RMSF of the backbone atoms of each residue within the Ligand-protein complex was examined. A high RMSF value suggests increased flexibility, whereas a low RMSF value indicates restricted movements. RMSD of backbone atoms of Hyperforin was observed between 0,25 and 0.6 Å, whereas for Hypericin 0,25–0.6 Å and Hyperocide 0,25-0,6 Å values were observed in human. RMSD of backbone atoms of Hyperforin, Hypericin, and Hyperocide

was observed between 0,2 and 0.4 Å in *T. castaneum*. In homo sapiens, RMSF of Hypericin was within the limit of 2.5 Å, but RMSF for other residues exceeds 3.0 Å (Figure 8-9).



**Figure 8.** (a) Hyperforin and Human PINK 1 protein Molecular dynamic results. (b) Hypericin and Human PINK 1 protein Molecular dynamic results. (c) Hyperocide and Human PINK 1 protein Molecular dynamic results.



**Figure 9.** (a) Hyperforin and *T. castaneum* PINK 1 protein Molecular dynamic results. (b) Hypericin and Human *T. castaneum* PINK 1 protein Molecular dynamic results. (c) Hyperocide and Human *T. castaneum* PINK 1 protein Molecular dynamic results.

## CONCLUSION

In recent years, biologic potential of active components of *H. perforatum* has major effect. Within the framework of this information, we analysed on the biological potential of *H. perforatum* both cancer cells and *T. castaneum*. Our findings suggest that *H. perforatum* could be valued as excellent source as therapeutic agent and fumigant. However, these findings should be supported by animal experiments in future studies..




**Acknowledgements:** The authors are grateful to Kırşehir Ahi Evran University Research Fund (Project No: ZRT.A4.19.001).


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

**Contribution Rate Statement Summary of Researchers:** FSE was responsible for molecular docking and prepared the manuscript. SYA prepared the in vitro analyses. HB prepared in silico analyses. SY was responsible for in vitro analyses. All authors contributed to writing and editing the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

### Author Orchid Numbers

Fahriye SÜMER ERCAN  <http://orcid.org/0000-0002-0111-8460>

Serap YALÇIN AZARKAN  <http://orcid.org/0000-0002-9584-266X>

Hatice BAŞ  <http://orcid.org/0000-0001-8296-0360>

Seda YALÇINKAYA  <http://orcid.org/0000-0003-0947-8505>

### REFERENCES

- Abraham, M.J., Murtola, T., Schulz, R., Páll, S., Smith, J.C., Hess, B. and Lindahl, E. 2015. GROMACS: High performance molecular simulations through multi-level parallelism from laptops to supercomputers, *SoftwareX*, 1-2 19-25.
- Agostinis, P., Vantieghe, A., Merlevede, W., de Witte, P.A. 2002. Hypericin in cancer treatment: More light on the way. *International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 34:221-241.
- Barnes, J., Anderson, L.A., Phillipson, J.D. 2001. St John's Wort (*Hypericum perforatum* L.): A review of its chemistry, pharmacology and clinical properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 53:583-600.
- Bekker, H., Berendsen, H.J.C., Dijkstra, E.J., Achterop, S., van Drunen, R., van der Spoel, D., Sijbers, A., Keegstra, H. et al. 1993. Gromacs: A parallel computer for molecular dynamics simulations; pp. 252–256 in *Physics computing 92*. Edited by R.A. de Groot and J. Nadrchal. World Scientific, Singapore.
- Bjelkmar, P., Larsson, P., Cuendet, M.A., Hess, B., Lindahl, E. 2010. Implementation of the CHARMM force field in GROMACS: Analysis of protein stability effects from correction maps, virtual interaction sites, and water models. *Journal of Chemical Theory and Computation*, 6: 459-466.
- Blank, M., Lavie, G., Mandel, M., Hazan, S., Orenstein, A., Meruelo, D., Keisari, Y. 2004. Antimetastatic activity of the photodynamic agent hypericin in the dark. *International Journal of Cancer*, 111: 596-603.
- Borawska, M.H., Naliwajko, S.K., Moskwa, J., Markiewicz-Żukowska, R., Puścion-Jakubik, A., Soroczyńska, J. 2016. Anti-proliferative and anti-migration effects of Polish propolis combined with *Hypericum perforatum* L. on glioblastoma multiforme cell line U87MG. *B.M.C. Complementary and Alternative Medicine*, 16: 367.
- Caballero-Gallardo, K., Olivero-Verbel, J., Stashenko, E.E. 2011. Repellent activity of essential oils and some of their individual constituents against *Tribolium castaneum* Herbst. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59:1690-1696.
- Crockett, S.L., Robson, N.K. 2011. Taxonomy and chemotaxonomy of the genus *Hypericum*. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, 5(Special Issue 1), 1-13.
- Çırak, C., Kurt, D. 2014. *Hypericum* Species as Important Medicinal Plants, *Anadolu, J. of AARI*, 24 (1) 2014, 42 – 58.
- Ercan, F., Yalçın, S., Baş, H., Yalçinkaya, S., Ercan, N. 2019. Evaluation of Malondialdehyde, Superoxide Dismutase and Catalase Activity of *Tribolium castaneum* exposed to essential oil of *Hypericum perforatum*. 2nd International Erciyes Scientific Research Congress, 27-29 September 2019 Kayseri, p: 89.
- Ferreira, A., Proença, C., Serralheiro, M.L., Araújo, M.E. 2006. The in vitro screening for acetylcholinesterase inhibition and antioxidant activity of medicinal plants from Portugal. *Journal of Ethnopharmacology*, 108:31-7.
- Guedes, A.P., Franklin, G., Fernandes-Ferreira, M. 2012. *Hypericum* sp.: Essential oil composition and biological activities. *Phytochemistry Reviews*, 11:127-152.
- Güller, A., Usta, M., Korkmaz, G., Demirel, S. 2024. *In Silico* and Molecular Analysis of Some Mosaic Diseases on Cucurbit Plants in Iğdır Province, Türkiye. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 11(1): 90–103.

- Huang, K., Yang, X.B., Huang, Z.M. 2008. Research progress in pharmacological activities of hyperoside. *Herald Med*, 28: 1046-1048.
- Jang, M.H., Lee, T.H., Shin, M.C., Bahn, G.H., Kim, J.W., Shin, D.H., Kim, E.H., Kim, C.J. 2002. Protective effect of *Hypericum perforatum* Linn (St. John's wort) against hydrogen peroxide-induced apoptosis on human neuroblastoma cells. *Neuroscience Letters*, 329:177-80.
- Jaric, S., Popović, Z., Macukanović-Jocić, M., Djurdjević, L., Mijatović, M., Karadžić, B., Mitrović, M., Pavlović, P. 2007. An ethnobotanical study on the usage of wild medicinal herbs from Kopaonik Mountain (Central Serbia). *Journal of Ethnopharmacology*, 111:160-75.
- Khan, A., Islam, M.H., Islam, M.E., Al-Bari, M.A.A., Parvin, M.S., Sayeed, M.A., Islam, M.N., Haque, M.E. 2014. Pesticidal and pest repellency activities of rhizomes of *Drynaria quercifolia* (J. Smith) against *Tribolium castaneum* (Herbst). *Biological Research*, 47:51.
- Kimira, M., Arai, Y., Shimoi, K., Watanabe, S. 1998. Japanese intake of flavonoids and isoflavonoids from foods. *Journal of Epidemiology*, 8:168-175.
- Lindorff-Larsen, K., Piana, S., Palmo, K., Maragakis, P., Klepeis, J.L., Dorr, R.O., Shaw, D.E. 2010. Improved side-chain torsion potentials for the AMBER ff99SB protein force field. *PROTEINS: Struct. Funct. Gen*, 78: 1950-1958.
- McKenna, D.D. 2018. Beetle genomes in the 21st century: prospects, progress and priorities. *Current Opinion in Insect Science*, 25:76-82.
- Medina, M.A., Martínez-Poveda, B., Amores-Sánchez, M.I., Quesada, A.R. 2006. Hyperforin: More than an antidepressant bioactive compound? *Life Sciences*, 79: 105–111.
- Mirmalek, S.A., Azizi, M.A., Jangholi, E., Yadollah-Damavandi, S., Javidi, M.A., Parsa, Y., Parsa, T., Salimi-Tabatabaee, S.A., Ghasemzadeh Kolagar, H., Alizadeh-Navaei, R. 2016. Cytotoxic and apoptogenic effect of hypericin, the bioactive component of *Hypericum perforatum* on the MCF-7 human breast cancer cell line. *Cancer Cell International*, 16:3.
- Miskovsky, P. 2002. Hypericin, a new antiviral and antitumor photosensitizer: mechanism of action and interaction with biological macromolecules. *Current Drug Targets*, 3: 55-84.
- Morris, G.M., Goodsell, D.S., Halliday, R.S., Huey, R., Hart, W.E., Belew, R.K., Olson, A.J. 1998. Automated docking using a Lamarckian genetic algorithm and an empirical binding free energy function. *Journal of Computational Chemistry*, 19, 1639-1662.
- Oostenbrink, C., Villa, A., Mark, A.E., Van Gunsteren, W.F. 2004. A biomolecular force field based on the free enthalpy of hydration and solvation: The GROMOS force-field parameter sets 53A5 and 53A6. *Journal of Computational Chemistry*, 25(13): 1656-1676.
- Parchin, R.A., Ebadollahi, A. 2016. Biological Activities of *Hypericum perforatum* L. Essential Oil Against Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Entomology*, 13:91-97.
- Rouis, Z., Laamari, A., Abid, N., Elaissi, A., Cioni, P.L., Flamini, G., Aouni, M. 2013. Chemical composition and larvicidal activity of several essential oils from *Hypericum* species from Tunisia. *Parasitology Research*, 112:699-705.
- Thomsen, R., Christensen, M.H. 2006. MolDock: a new technique for high-accuracy molecular docking. *Journal of Medicinal Chemistry*, 49: 3315-3321.
- Tribolium* Genome Sequencing Consortium. 2008. The genome of the model beetle and pest *Tribolium castaneum*. *Nature*, 452:949-955.
- Trott, O., Olson, A.J. 2010. AutoDock Vina: improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. *Journal of Computational Chemistry*, 31: 455-461.
- Yuca, H., Aydın, B., Tekman, E., Göger, G., Karakaya, S., Güvenalp, Z., Özkan, A.M.G. 2022. *Peganum harmala* L. (Nitrariaceae) Bitkisinin  $\alpha$ -Amilaz ve  $\alpha$ -Glukozidaz Enzim İnhibisyon, Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 9(4): 925–932.
- Zhou, T., Chen, B., Fan, G., Chai, Y., Wu, Y. 2006. Application of high-speed counter-current chromatography coupled with high-performance liquid chromatography–diode array detection for the preparative isolation and purification of hyperoside from *Hypericum perforatum* with online purity monitoring. *Journal of Chromatography A*, 1116: 97-101.

## Social and Economic Problems of Agricultural Enterprises: The Case of Bayburt<sup>§</sup>

Emrah ÖZEL<sup>1</sup> , Yusuf ESMER<sup>2\*</sup> 

<sup>1</sup>Bayburt University, Institute of Graduate Education, Department of Organic Agricultural Management (Interdisciplinary), Bayburt

<sup>2</sup>Bayburt University, Faculty of Applied Sciences, Department of Management Information Systems, Bayburt

\* Corresponding Author: [yesmer@bayburt.edu.tr](mailto:yesmer@bayburt.edu.tr)

Geliş Tarihi: 04.03.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 22.08.2024 Kabul Tarihi: 26.08.2024

### ABSTRACT

Agricultural enterprises are enterprises that make significant contributions to the economic, social and cultural development of countries by engaging in agricultural production, agricultural product processing and agricultural marketing activities. It can be said that agricultural enterprises in Türkiye face many problems because they are mostly SMEs. The aim of this study is to examine the social and economic problems of agricultural enterprises based on the Bayburt example. In the study, it was deemed appropriate to use face-to-face interview technique within the scope of qualitative research method. In the interview, a questionnaire containing 32 questions about the social and economic problems of agricultural enterprises was used in addition to questions about participants and agricultural enterprises such as position, sector experience, enterprise size, enterprise title. Data were collected from 27 agricultural enterprises engaged in production, processing and marketing activities in Bayburt province. Content analysis technique was used to analyze the data. The responses of the participants were processed in depth within the scope of the themes determined in accordance with the content analysis technique, and the social and economic problems of agricultural enterprises were identified and solution suggestions were developed. As a result of the analysis, it was determined that agricultural enterprises have various problems related to management, production, marketing, finance and risk management, accounting, human resources, R&D and infrastructure, and suggestions were made within the scope of each theme. In conclusion, it is thought that this study will shed light on all agricultural enterprises operating in the sector and relevant stakeholders by addressing the existing problems, identifying the obstacles and developing recommendations.

**Key words:** Agricultural entrepreneurship, agricultural enterprises, social and economic problems, Bayburt.

### Tarımsal İşletmelerin Sosyal ve Ekonomik Sorunları: Bayburt Örneği

### ÖZ

Tarımsal işletmeler, tarımsal üretim, tarımsal ürün işleme ve tarımsal pazarlama faaliyetinde bulunarak ülkelerin ekonomik, sosyal ve kültürel gelişimine önemli katkılar sağlayan girişimlerdir. Türkiye’de tarımsal işletmelerin büyük oranda KOBİ niteliğinde olmaları nedeniyle birçok sorunla karşı karşıya kaldıkları söylenebilmektedir. Bu çalışmanın amacı, Bayburt örneğinden hareketle tarımsal işletmelerin sosyal ve ekonomik sorunlarını incelemektir. Çalışmada nitel araştırma yöntemi kapsamında yüz yüze görüşme tekniğinin kullanılması uygun görülmüştür. Görüşmede pozisyon, sektör deneyimi, işletme büyüklüğü, işletme unvanı gibi katılımcılar ve tarımsal işletmelerle ilgili soruların yanında tarımsal işletmelerin sosyal ve ekonomik sorunlarına ilişkin 32 sorunun yer aldığı bir soru formu kullanılmıştır. Bayburt ilinde üretim, işleme ve pazarlama faaliyetinde bulunan 27 tarımsal işletmeden veri toplanmıştır. Verilerin analizinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. Katılımcıların yanıtları içerik analizi tekniğine uygun bir biçimde belirlenen temalar kapsamında derinlemesine işlenerek tarımsal işletmelerin sosyal ve ekonomik sorunları tespit edilmiş ve çözüm önerileri geliştirilmiştir. Analiz sonucunda tarımsal işletmelerin yönetim, üretim, pazarlama, finans ve risk yönetimi, muhasebe, insan kaynakları, Ar-Ge ve altyapı ile ilgili çeşitli sorunlarının olduğu belirlenmiş olup, belirlenen her tema kapsamında

önerilerde bulunulmuştur. Sonuç olarak, bu çalışmada mevcut sorunlara değinilerek engellerin tespit edilmesinin ve geliştirilen önerilerin, sektörde faaliyet gösteren tüm tarımsal işletmelere ve ilgili paydaşlara ışık tutacağı düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Tarımsal girişimcilik, tarımsal işletme, sosyal ve ekonomik sorunlar, Bayburt.

---

## INTRODUCTION

The agricultural sector is one of the main elements of economic growth and development in rural settlements and the main source of livelihood of the local people, as well as the main elements of both domestic and foreign production sector. In this context, the strategic importance of the sector, which is increasing due to climate change and population density on natural resources, together with its critical roles in the economic, social, cultural and political lives of countries, makes it an important need to determine and correctly implement accurate agricultural policies (Karahan Uysal, 2015). On the other hand, the agricultural sector is a whole with nature, and the methods used, whether traditional or new and technological, cause the structure of components such as air, soil and water, which are important for agriculture, to deteriorate, which affects the future of the sector and brings environmental pollution and destruction of natural life. Therefore, as in other sectors, the impact and importance of the entrepreneurial function in the agricultural sector cannot be ignored. Therefore, in order for the agricultural sector to survive, not only labor force and management but also entrepreneurship is needed. Agriculture is not only considered as animal husbandry and crop production, but has a long and important value chain where new ideas and initiatives can be implemented before and after these areas rather than fields or farms. At this point, it is necessary to mention the concept of agripreneurship. Agricultural entrepreneurship involves analyzing and understanding the strategies of agricultural entrepreneurs in response to institutional changes, economic and technological disruptions to which the agricultural industry is subject (Cheriet et al., 2020). Agricultural entrepreneurship consists of four components: innovation-creativity, risk, competitiveness and pioneering (Başar et al., 2001; Ağızan, 2018). The most important initiative of agricultural entrepreneurs in the agricultural sector is to establish agricultural enterprises. According to Article 3 of the Türk Agricultural Law, agricultural enterprise is "*an enterprise that carries out agricultural activities for the production of plant and/or animal and/or aquaculture products by using production factors or that carries out activities for processing, storage, preservation and marketing in addition to the agricultural activity in question*" (Türk Agricultural Law, art. 3/i). Agricultural enterprises are categorized into three groups: enterprises engaged in agricultural production, enterprises engaged in agricultural product processing and enterprises engaged in agricultural marketing. Agricultural production enterprises are enterprises engaged in plant and/or animal production activities such as livestock breeding, greenhouse farming, poultry farming, nursery, vegetable and fruit growing. Agricultural product processing enterprises are enterprises engaged in the processing of agricultural products into other products such as tomato paste, canned food, fruit juice and pickles. Agricultural marketing enterprises are enterprises that undertake all stages of transportation of agricultural products from producers to consumers (Gökçe, 2010; Esmer and Gezer, 2021). Agricultural enterprises are the smallest building blocks of the agricultural sector, and in recent years, social, economic, technical and environmental research has been conducted on the sustainability and problems of agricultural enterprises (Bayramoğlu et al., 2014). Arı (2006) investigated the place of the agricultural sector in the economy and the current problems of the sector in Türkiye. She stated that the basic element of the agricultural strategies and policies implemented in Türkiye is stability and that creating agricultural-based industrial units and creating industrial sprouts by preventing the decrease in agricultural sufficiency without creating migration problems can be a solution. McElwee (2006) argued that agricultural producers in Europe need to acquire new skills, in short, they need to become entrepreneurs and investigated the entrepreneurial capacity of farmers. The researcher emphasized that agricultural producers need to improve their general business and management skills, planning, marketing and financial skills and that such development needs economic support and training. Benek (2007) examined the situation of agricultural enterprises in Türkiye during the harmonization process with the European Union (EU) and mentioned the differences between the EU agricultural structure and the Türk agricultural structure. He emphasized that agricultural enterprises in Türkiye have higher operating costs and limited employment areas compared to the EU and concluded that the problems in the use of modern agricultural methods, product diversity and productivity level increase as Türkiye moves from the western regions to the eastern regions and suggested that the structural problems of agricultural enterprises should be improved and turned into commercial organizations. Patel and Chavda (2013) categorized the challenges faced by agricultural entrepreneurs in India as familial, social, financial, policy and technological, while the problems faced by agricultural entrepreneurs were classified as financial problems, marketing problems, managerial problems and human resource problems. Gökkür (2016) emphasized that although the land integrity of agricultural enterprises

in Türkiye is below the world average, the profit from agricultural production is very low due to high input costs. He stated that the consolidation works carried out to increase the land size of agricultural enterprises and the new regulations on inheritance law, which are thought to prevent land fragmentation, will have positive contributions in the medium and long term, and that small and medium-sized agricultural enterprises should be supported and the exclusion of these enterprises from the market should be prevented. Bayramoğlu and Ağızan (2019) emphasized that agricultural enterprises in Türkiye are mostly family-owned and small-scale and do not have sufficient financial strength. They also stated that the fragmented land type of agricultural enterprises, insufficient education and social opportunities in rural areas, high input costs and lower per capita income compared to other sectors make it difficult to adopt new ideas and risks to be taken. Zinina and Olentsova (2020) examined the sustainable development elements of agricultural enterprises and investigated the obstacles that stand in the way of sustainable development of enterprises and their ability to resist the factors that make it difficult for enterprises to hold on in the sector. They emphasized that the sustainable development problems of agricultural enterprises can be solved by achieving an innovative structure of enterprises, developing enterprise capabilities to adapt to changes and restructuring their management structures. The researchers emphasized that the basis of these elements is economic security in general, and by explaining the basic conditions of economic security as economic independence, stability and sustainability of the national economy, they concluded that sustainable development is linked to the economic security of a country, region or enterprise.

The continuous increase in the world population increases the need for basic food, which is an indispensable factor for human life, and new methods need to be developed in agriculture in order to meet this need (Ağızan and Bayramoğlu, 2018). However, the chemicals used and the methods applied both threaten human health with the destruction of the food gene map and harm the environment and nature. With the passing process, the demand for reliable food supply and the increasing responsibility for the protection of the natural environment, the value of entrepreneurship in agricultural activities increases. Entrepreneurship is a concept focused on individualism and capitalism (Kaya, 2017), and since it is the organization of production factors (labor, nature, capital, technology and knowledge), it is an effective factor in meeting unlimited human needs. The phenomenon of entrepreneurship is an important building block for the change of the economic and social structure, which is valid mostly in developing countries, the formation of employment and new enterprise areas, and the formation of new/innovative ideas in the production sector. Considering that agriculture is one of the most important production sectors, the entrepreneurial factor is indispensable in the agricultural production function. However, it can be seen that agricultural entrepreneurship is still not at the desired level in developing countries such as Türkiye. The agricultural sector is a sector that exists. Therefore, everything that needs to be done to sustain, maintain and develop an existing sector should be implemented as soon as possible. Agricultural activities, especially in the Eastern Region of Türkiye, remain under the influence of climate and geographical features. In the region where production diversity is negatively affected, problems such as insufficient use of agricultural technology and access to the market network cause the efficiency of agricultural activities to decrease. Together with all these external influences, the problems experienced in the agricultural sector negatively affect the sustainability of agricultural enterprises. In addition to all these difficulties, the existence and multiplicity of such factors have made the existence and sustainability of agricultural enterprises important. Agricultural enterprises are enterprises that have an important role in the social, economic and cultural development of countries, and it is important to identify the problems faced by these enterprises and to develop solutions. In this context, agricultural enterprises operating in Bayburt were examined within the scope of the research, and the obstacles to the development of these enterprises and their social and economic problems were investigated and tried to be determined. It is thought that determining the problems of agricultural enterprises and making suggestions for these problems will help the sustainability of agricultural enterprises and entrepreneurs who want to invest in the sector to get to know the sector closely and will make important contributions to the strategy determination process.

## **MATERIAL and METHOD**

Qualitative research method was used in the study. Qualitative research is a research method consisting of ideas, impressions, conversations and opinions, which aims to examine the researched subject in depth in order to obtain information on any subject (Açiler, 2020). According to Seale (1999), qualitative research method is the process of understanding known or undiscovered problems by using data collection methods such as interview, observation and document analysis and examining the facts of these problems obtained in the social environment in an in-depth, natural and interpretive way (Baltacı, 2019). In the research, it was deemed appropriate to use the interview technique, which is one of the qualitative research techniques frequently preferred by social scientists, to determine the social-economic problems of agricultural enterprises in detail, and the data were collected with a questionnaire based on the relevant literature. In the development of the

questionnaire, Ağızan (2018)'s research titled "*Analysis of the factors affecting entrepreneurship in agricultural enterprises*" was utilized. The questionnaire consists of three parts. In the first part, there are 2 questions about the position of the participants in the enterprise and their sector experience. In the second part, there are 6 questions on the size, titles, types, fields of activity, duration of activity and number of employees of the enterprises. In the third part, there are 23 questions to determine the social and economic problems of agricultural enterprises.

The population of the research consists of small, medium and large-scale agricultural enterprises engaged in agricultural production (crop production, animal husbandry, beekeeping, fishery), product processing and marketing activities within the borders of Bayburt province. Vegetable, fruit, alfalfa, wheat and oats are produced within the scope of plant production, cattle, buffalo, sheep and goat breeding is carried out within the scope of animal husbandry, organic honey production is realized within the scope of beekeeping, and trout production is carried out within the scope of fisheries. According to Dernek (2005), agricultural enterprises that produce on a maximum of 500 decares of land are small-scale, agricultural enterprises that produce on land between 501 and 5000 decares and have less than 250 employees are medium-scale, and enterprises that produce on 5000 decares and more are large-scale. In addition, agricultural enterprises that produce on land between 1 and 100 decares are small family enterprises, agricultural enterprises operating on land between 101 and 250 decares are medium family enterprises, and agricultural enterprises operating on land between 251 and 500 decares are large family enterprises (Dernek, 2005). The main reason for the choice of the population is that agricultural enterprises make significant contributions to the provincial economy in terms of production and employment level. In this context, after obtaining the fields of activity, address and contact information of the agricultural enterprises operating in the central district of Bayburt and its neighbouring villages, Aydıntepe district and its neighbouring villages, Demirözü district and its neighbouring villages from Bayburt Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, 27 agricultural enterprise representatives selected by convenience sampling method and who could be reached were determined as the sample of the research. According to Yağar (2023), the sample size for in-depth interviews was determined as approximately 24. Therefore, it can be said that this number is sufficient in terms of sample size (Başkale, 2016). The research was conducted in February 2021 and the face-to-face interview with each participant lasted approximately 60 minutes. Content analysis technique was used to analyse the data. Content analysis is "*a research technique that aims to provide unbiased and systematic information about a text*" (Koçak and Arun, 2006). The answers given by the participants were processed in depth within the scope of the themes determined in accordance with the content analysis technique, the problems of agricultural enterprises were identified and solution suggestions were developed (Yıldırım and Şimşek, 2008).

## RESULTS and COMMENTS

In this section, numerical results and content analysis results of the participants and agricultural enterprises are given in tables and commented.

### Numerical Results on Participants and Agricultural Enterprises

The positions and sector experiences of the interviewed participants in the enterprises where they work are given in Table 1.

Table 1. Numerical results related to participants

	Variables	Frequency	%
Position	Owner of the enterprise	20	74,07
	Manager	7	25,93
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,00</b>
Sector experience (Years)	1-10	6	22,22
	11-20	7	25,93
	21-30	4	14,81
	31-40	5	18,52
	41 and above	5	18,52
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,00</b>

According to Table 1, it is seen that 74,07% of the participants are owner of the enterprise. In addition, when the experience of the participants in the sector is analysed, it is understood that there is a homogeneous

distribution and the largest share with 25,93% is represented by the participants who have been active between 11-20 years.

Results on the size, titles, types, fields of activity, duration of activity and number of employees of the agricultural enterprises selected as the research sample are given in Table 2.

Table 2. Numerical results related to agricultural enterprises

	<b>Variables</b>	<b>Frequency</b>	<b>%</b>
Enterprise size	Small-scale	3	11,11
	Medium-scale	18	66,67
	Large-scale	6	22,22
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,00</b>
Enterprise title	Sole proprietorship	19	70,37
	Family-owned company	1	3,70
	Incorporated company	1	3,70
	Limited company	6	22,22
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,00</b>
Enterprise type	Agricultural production	16	59,26
	Agricultural product processing	3	11,11
	Agricultural marketing	4	14,81
	Agricultural production and marketing	1	3,70
	Agricultural product processing and marketing	2	7,41
	Production, product processing and marketing	1	3,70
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,00</b>
Field of activity	Crop production	5	18,52
	Animal production	6	22,22
	Crop and animal production	15	55,56
	Fisheries	1	3,70
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,00</b>
Duration of activity (Years)	1-10	7	25,93
	11-20	6	22,22
	21-30	7	25,93
	31-40	4	14,81
	41 and above	3	11,11
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,00</b>
Number of employees (Person)	1-5	15	55,56
	6-10	7	25,93
	11-15	4	14,81
	16 and above	1	3,70
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,00</b>



When Table 2 is analysed, it is seen that 66.67% of the enterprises included in the research are in the medium-scale enterprise size group. The size scales of the enterprises in agricultural activities were calculated according to the amount of land they cultivate and the number of animals they own. The majority of the enterprises, 70.37%, are sole proprietorships, while 22.22% of the enterprises are limited liability companies. It is seen that the effect of small-scale family-type enterprises, which is one of the chronic problems of the agricultural sector, continues. In addition, 59.26% of the enterprises are engaged in agricultural production, 18.52% in crop production, 22.22% in animal production and 55.56% in both crop and animal production. It is understood that more than half of the agricultural enterprises within the scope of the research include plant production in addition to animal production in order to get rid of external dependency and to meet the inputs used in animal production from within the enterprise. Approximately 75% of the enterprises have been operating for 11 years or more. The number of employees of 55.56% of the enterprises was measured as 1-5 people. This situation is due to the fact that the majority of the enterprises are small-scale family enterprises, and it shows that their employees consist of family members.

### Results of Content Analysis

In line with the answers given by the participants, the problems of agricultural enterprises were subjected to content analysis under 7 themes and these themes are presented in Table 3.

Table 3. Themes of analysis

Order No	Theme Name
Theme 1	Problems with management
Theme 2	Problems with production
Theme 3	Problems with marketing
Theme 4	Problems with finance and risk management
Theme 5	Problems with accounting
Theme 6	Problems with human resources
Theme 7	Problems with research and development and infrastructure

The codes that make up the analysis themes, excerpts from the participants' responses and the evaluations made are presented below respectively.

### Theme 1- Problems with management

Table 4. Codes of problems with management

Theme Name	Codes
<b>Problems with management</b>	Inadequate theoretical/practical knowledge and trainings on management, lack of awareness and activities of cooperatives and agricultural organizations in the relevant agricultural field, thinking that such activities are not beneficial, inefficient agricultural policies, lack of supervision in this regard.

Some of the participants' responses under this theme are as follows:

*P1: "I don't think the training is sufficient. There is always a need for training. I think that training on animal care and feeding or crop production should be provided at least through visual media."*

*P4: "No, I am not satisfied. I believe that the hand of the state should be in this sector. I believe that planned production should be carried out, the potential amount of product should be controlled and marketed at the determined price and the producer should be supported. I think that the market should be kept in balance by managing and supervising the process correctly."*

*P10: "I am not a member since there is no cooperative or professional association that addresses our enterprise in agricultural marketing. There is only a union of feed manufacturers to which the factories are affiliated, and I can follow it on social media."*

*P26: "Membership fees of cooperatives or professional organizations do not match the services provided. They charge high dues even though they do not provide any service. I don't think they have any functional benefits."*

When the answers given by the participants are examined, it can be concluded that the level of knowledge of agricultural enterprise managers is not sufficient and that there is a need for practical training on agricultural management and organization, that these trainings can be provided by provincial agriculture and forestry directorates, universities and professional organizations, and that there is no awareness of cooperatives and organization in agriculture, that the necessary importance is not given to this issue because it is thought that such activities are not useful, and that agricultural policies cannot achieve their goals due to lack of supervision.



In this context, Zinina and Olentsova (2020) emphasized that the problems of agribusinesses can be solved by the innovative structure of the enterprises, the development of their capabilities to adapt to changes and the restructuring of their management structures.

### Theme 2- Problems with production

Table 5. Codes of problems with production

Theme Name	Codes
<b>Problems with production</b>	Failure to reach the targeted production capacity due to reasons such as unfavorable market conditions, high input costs in production, inadequate utilization of current technology in production, low productivity in plant and animal production, climatic conditions affecting production negatively and limiting product diversity.

Some of the participants' responses under this theme are as follows:

*P2: "In the field of animal production, we have an average of 20 cattle in our enterprise, although it varies with birth rates, and milk production varies accordingly. In crop production, we cultivate 2000 decares of 3000 decares of land in total and leave 1000 decares of land fallow. When we look at Central Anatolia and the west of Türkiye, our production capacity is low. Climatic conditions also have a great effect on this issue, so the yield is low. There is no potential to increase it because the potential of the soil and the region is unfortunately this much."*

*P3: "Input costs are very high. The products we produce do not cover the costs. Input costs are very unstable and increase suddenly. The calculations we make at the beginning of the year and the prices we set at the end of the year change drastically."*

*P6: "There are negative effects of climate in terms of increasing costs in crop and animal production stages. The production season is very limited due to the climate. This is not a region with many alternatives in terms of product diversity."*

*P9: "Unfortunately, we cannot use technology. We carry out our activities entirely with physical strength. Because it is very costly to have technology. We cannot make money from our work anyway. How can we invest in technology when we are struggling to sustain our existence in order not to make a loss."*

*P23: "The biggest problem is input costs. Of course, the unfavourable climatic conditions are also effective regionally. Because there is only one crop in this region due to unfavourable climatic conditions. In this case, input costs gain great importance."*

According to the answers of the participants, it is understood that agricultural enterprises cannot reach the targeted production capacity due to the negative effects of climatic conditions on production, limiting product diversity, high input costs, insufficient utilisation of technology, low productivity and unfavourable market conditions. In this context, Gökkür (2016) emphasized that profits from agricultural activities in Türkiye are very low due to high input costs.

### Theme 3- Problems with marketing

Table 6. Codes of problems with marketing

Theme Name	Codes
<b>Problems with marketing</b>	Lack of marketing personnel and the execution of marketing activities by the enterprise owner, insufficient level of knowledge on this subject and the need for training, the use of traditional methods such as word-of-mouth marketing in product promotion, the negative impact of variable price policies caused by fluctuations in the economy on customers, unfair competition in the sector.

Some of the participants' responses under this theme are as follows:

*P3: "Since we are a family company, we carry out marketing activities ourselves. We feel the need for a lot of training. We have even applied to a programme and we will receive training support from the university."*

*P8: "There is an inequality of competition in the sector and especially in the region. Sometimes another enterprise can sell the product we market at the same price we buy. This leads to inequality of competition."*

*P15: "Our customers are generally our own circle. Since we are a well-known business in our region, we have new customer acquisitions guided by the customers who use our products in line with their satisfaction."*

*P18: "We have problems with unbalanced price transitions. When we work with stocks, this problem does not occur much, but if a product we buy goes up or down in price in a short time, this time there are problems in*

*marketing. Marketing Chain can be useful according to the way it is used. However, the extension of the chain is harmful for both the producer and the consumer. The shorter it is kept, the better."*

When the answers of the participants are analysed, it can be concluded that there is no personnel responsible for marketing in agricultural enterprises and marketing activities are carried out by the owners of the enterprises, the level of knowledge of the owners of the enterprises in this regard is not sufficient and they need training, traditional methods are used in product promotion, price changes due to instability in the economy negatively affect customer demand, competition in the agricultural sector in the region is limited and unfair competition is also seen. In this context, Gökkür (2016) stated that small and medium-sized agricultural enterprises should be supported and their exclusion from the market should be prevented.

#### Theme 4- Problems with finance and risk management

Table 7. Codes of problems with finance and risk management

Theme Name	Codes
<b>Problems with finance and risk management</b>	The existence of commercial risks, unfavorable conditions and bureaucratic difficulties in the process of obtaining loans and grants, inaccuracies in the way agricultural incentives and subsidies are provided, agricultural incentives and subsidies erode and lose their usefulness in the face of high input costs, high interest rates of loans other than zero-interest loans, the perception that agricultural insurances are not useful in terms of scope and function.

Some of the participants' responses under this theme are as follows:

*P4: "I have not benefited from agricultural loans. We have not used them as an enterprise due to the conditions of acquisition and interest rates, and we do not plan to use them."*

*P5: "We established our enterprise with our own capital. We had small cattle before. After the establishment, we started cattle and animal production. In a way, we changed our capital. We did not experience any problems except for commercial risk."*

*P7: "No, I don't have insurance. Frankly speaking, I don't believe that it will be useful. Insurance is narrow in scope and its conditions are heavy. When I fulfil the conditions required from the enterprise for me to have insurance, I have already eliminated the risks. Therefore, I do not need it."*

*P8: "We received grants for the purchase of animals in addition to our own capital. We had problems arising from both the agricultural structure and the bureaucratic structure of the region. We had a lot of bureaucratic problems during the use of the grant."*

*P20: "Yes, we benefit. But there are many shortcomings. The support provided does not provide any benefit when compared to input costs."*

When the responses of the participants are analysed, it is seen that there are some commercial risks in the use of financial resources. In this context, it is understood that the conditions are not suitable enough and bureaucratic difficulties are experienced in the process of obtaining loans and grants, there are mistakes in the way agricultural incentives and subsidies are given, agricultural incentives and subsidies lose their benefits by melting in the face of high input costs, the interest rates of loans other than zero-interest loans are high, and therefore agricultural enterprises do not favour the use of agricultural incentives, subsidies and loans. In addition, since agricultural insurances are not considered to be useful in terms of scope and function, it can be said that agricultural enterprises do not have agricultural insurance. In this context, Bayramoğlu and Ağızan (2019) emphasized that agricultural enterprises in Türkiye are not financially adequate due to the fact that they are mostly family-owned and small-scale.

#### Theme 5- Problems with accounting

Table 8. Codes of problems with accounting

Theme Name	Codes
<b>Problems with accounting</b>	Lack of specialized accounting personnel in sole proprietorships, keeping of accounting records by the owner of the enterprise and failure to manage the accounting process correctly, lack of clarity in the amount of equity of enterprises engaged in agricultural marketing activities.

Some of the participants' responses under this theme are as follows:

P1: "We do not have professional accounting records, but I keep a personal diary due to my experience and professional experience in the sector. I follow my past profit and loss situation from here. I get support from these records in my future work."

P2: "We do not have a professional accountant, but we keep records ourselves. Otherwise, we would need to provide employment. This means extra cost for the enterprise. Therefore, we prefer to keep them ourselves."

P23: "Our enterprise has 950 bovine animals and a facility built on an area of 117,000 square metres for the care of these animals. In addition, we cultivate 5,400 decares of land for crop production. I do not have information about the past process."

According to the answers of the participants, it is understood that there are no specialised accounting personnel in agricultural sole proprietorships and the accounting records are kept by the owner of the enterprise, for these reasons, the accounting process cannot be managed correctly, and the amount of equity of enterprises engaged in agricultural marketing activities other than agricultural production and agricultural product processing is not clear. In this context, Benek (2007) suggested that agricultural enterprises should be turned into commercial enterprises by improving their structural problems.

#### Theme 6- Problems with human resources

Table 9. Codes of problems with human resources

Theme Name	Codes
<b>Problems with human resources</b>	Employees are not trained in the sector or the training provided is not sufficient, agriculture is not considered important by potential human resources, young people want to work in the agricultural sector, agriculture is not seen as a profession.

Some of the participants' responses under this theme are as follows:

P3: "No, I don't think so. In the first place, in order to have an organised agriculture, cooperatives and organisation should be fully and properly established. Apart from that, farmers should be orientated towards conscious production. In addition, the state should also provide access and convenience to this awareness. As a result of all these, I believe that the activities or practices should be audited."

P4: "No, I have not received any training. I do not consider myself sufficient. I believe that one should always improve oneself. In this regard, I try to attend agricultural fairs or conferences. Such activities have positive returns. Because this sector is a sector that requires constant vitality and needs development."

P11: "No, I don't think it is important. I think the perspective on agriculture should change. I believe that its functionality should be increased and efficiency should be increased in practice."

When the responses of the participants are analysed, it is understood that the employees of the enterprises do not receive training in the sector or the training they receive is not sufficient, theoretical training alone is not sufficient, theoretical and practical training should be given together, potential human resources do not care about agriculture, do not see agriculture as a profession, and in this context, young people do not show enough interest in agriculture. . In this context, Benek (2007) emphasized that the costs of agricultural enterprises in Türkiye are high and that they have problems in terms of employment.

#### Theme 7- Problems with research and development and infrastructure

Table 10. Codes of problems with research and development and infrastructure

Theme Name	Codes
<b>Problems with research and development and infrastructure</b>	Limited R&D studies, the use of traditional methods, inadequate irrigation facilities and the failure of the policies implemented in this regard to meet expectations.

Some of the participants' responses under this theme are as follows:

P4: "We have our own R&D activities within the enterprise. We are constantly trying new products. We try to shape our product and make it more beautiful according to customer feedback on the new products we have obtained."

P7: "I think that the policies implemented in recent years regarding irrigation and ponds are beneficial, but I do not think they are sufficient. There are steps taken by the state, but this time there is the farmer dimension of the work. Although it is obligatory, old methods are still used in irrigation."

*P8: "We use medium level technology. Because we produce in wood fire and copper cauldrons in completely natural and traditional ways. This is reflected in our product quality. This is one of the reasons why customers prefer us."*

According to the responses of the participants, it can be concluded that agricultural enterprises carry out limited R&D studies with their own means, they mostly use traditional methods in production and this affects the quality negatively, irrigation facilities in the region are not sufficient and the policies implemented in this regard do not provide the expected benefit. In this context, Arı (2006) argued that the main element of the agricultural strategies and policies implemented in Türkiye is stability and that it is necessary to create agro-industrial units.

As a result, it was determined that agricultural enterprises have various problems related to management, production, marketing, finance and risk management, accounting, human resources, R&D and infrastructure. In this context, Patel and Chavda (2013) categorized the problems faced by agricultural enterprises as financial problems, marketing problems, managerial problems and human resources problems.

## CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Agricultural enterprises are economic, social, cultural and technical units engaged in agricultural production, agricultural product processing and agricultural marketing activities and are also enterprises that have an important role in the economic growth and development processes of countries. Since agricultural enterprises in Türkiye are mostly small and medium-sized (SMEs), it can be said that they face many problems in the competitive and risk environment they are in (Gezer and Esmer, 2023). In this context, the study examined the social and economic problems of agricultural enterprises based on the Bayburt example. In the research, 27 enterprise representatives were interviewed about the problems of agricultural enterprises. The responses of the participants were evaluated under the themes of management, production, marketing, finance and risk management, accounting, human resources, R&D and infrastructure, and some inferences were made.

Since most of the agricultural enterprises are family enterprises, the management function has not been fully characterized. The functions and decisions of other functions in the enterprises are left to the monopoly of the management, whose main purpose is to maintain the family's livelihood and which consists of the family head or family members. This situation can be seen as a major obstacle to enterprises gaining a corporate identity. In addition, the fact that the management of the whole or certain parts of the enterprise is not carried out by professional managers makes it difficult to fulfill the other functions of the enterprises.

The aim of agricultural enterprises is to produce the demanded product in appropriate quantity, time, price and quality. However, compared to other sectors, production in agricultural enterprises is highly dependent on nature as well as input costs and other risks related to the sector. Especially when the climatic conditions of Bayburt are taken into consideration, it is seen that although the yield in plant production is low, the enterprises cannot reach the planned production amount with the effect of climate. The situation is similar in animal production. While agricultural enterprises cannot use up-to-date technology that will ensure efficient production in order to increase the amount of production, there are also marketing concerns for the products produced in the agricultural sector where uncertainties and risks are dominant.

Since most of the agricultural enterprises are small-scale family enterprises, they have to sell their products in a short time in order to quickly cash out the products they produce in order to realize their daily activities. On the other hand, in Bayburt, where brokers or stockists are not common, even if the producers market their products themselves, they market their products below their value by taking the cost of inputs into consideration due to the need for cash. In addition, the excess supply in the market due to unplanned production and climatic conditions is another problem in the marketing of the products produced.

While the financing of agricultural enterprises is generally composed of equity, loans, grants, supports and incentives are other financial resources of the enterprises. However, input costs and the need for cash in marketing lead to a decrease in the earnings from the products, thus depleting the equity. In addition, the high interest rates of agricultural loans and the difficulties experienced in the process of obtaining loans, as well as the low efficiency of the support or incentives provided, cause agricultural enterprises to experience financing difficulties and this situation negatively affects the sustainability of the sector.

In many agricultural enterprises, the accounting process is not managed correctly. With the complacency of being family enterprises and experience in the sector, agricultural activities carried out in enterprises are unrecorded. This situation prevents enterprises from being audited by themselves or by other stakeholders and prevents a healthy analysis of the current situation of the sector and agricultural production.

The need for human resources in agricultural activities increases periodically due to seasonal production. Human resources in agricultural enterprises are generally composed of family members. However, in agricultural production, which is dominated by uncertainties about the sector, the interest of the new generation in

agricultural activities decreases and the effort to find a job in different sectors increases. In addition, agricultural enterprises, which cannot employ personnel from external sources, employ non-specialized/uneducated personnel and cannot provide training for their existing personnel. This situation leads to low quality of goods and services, weakening the competitiveness of enterprises, waste of time and financial losses.

R&D studies are important for the development of enterprises and increase in productivity and profitability (Zerenler et al., 2007). However, it was determined that not enough budget and time could be allocated for R&D activities in agricultural enterprises. The income obtained from labor-intensive production, the inadequate level of technology in agricultural enterprises and the lack of trained personnel are the obstacles to reach the desired level in R&D studies. The spread of such studies in agricultural enterprises is directly proportional to the income level.

*In line with the results of the research, some recommendations have been developed for the sector and agricultural enterprises:*

According to the responses of the participants, the level of education and belief in scientific production in agricultural enterprises is quite low. It can be said that it would be appropriate to provide both theoretical and practical training, especially in the field, by universities and professional organizations, especially by provincial agriculture and forestry directorates, in order to specialize the enterprise owner or personnel engaged in agricultural activities. In addition, it should be ensured that agricultural professional unions or organizations provide trainings that increase the knowledge and skills of people engaged in agriculture and encourage enterprises by directing them to such training activities.

One of the most important problems of agricultural enterprises is input costs. While the continuous increase in input costs pushes producers engaged in agricultural activities to an unprogrammed production, it ultimately reflects negatively on the sales volume of the products obtained. Producers are crushed under the burden of input costs and are forced to sacrifice their earnings. This situation affects the sustainability of producers and negatively affects the life course of enterprises. Cash subsidies provided on the inputs used remain dysfunctional in the face of input prices. It is thought that stabilizing input prices with such supports and creating a certain market will be more beneficial for enterprises and agricultural production. In addition, necessary steps should be taken for enterprises to use scientific production methods. With the activities carried out in the light of scientific data, it is thought that production methods will become easier, production costs will decrease and productivity will increase. In addition, it can be said that conscious production by ensuring the specialization of the working personnel will be beneficial to protect the future of the sector while ensuring quality standardization in production.

The agricultural organization action in agricultural enterprises with the condition of being a member of a cooperative, professional union or professional organization is only due to the distribution of agricultural supports through these organizations. Although this situation has enabled the interaction of enterprises with unions, it has not gone beyond this. A working method should be developed in interaction with enterprises in order to obtain sufficient efficiency from unions, whose founding purpose is to protect and direct the interests of their members. It can be said that such professional associations will benefit agricultural enterprises if they perform their duties in line with the interests of their members in the agricultural field in which they operate, without pursuing any commercial or political interests. Organization is of great importance especially for the development and growth of small and medium-sized enterprises. With such professional organizations, enterprises provide production inputs at affordable prices and help to sell the products produced at their value. Some of the enterprises stated that there are no cooperatives or professional associations that can address the enterprises in their regions of operation. In such deprived regions, it is thought that it would undoubtedly be an effective and useful method for enterprises to unite, establish cooperatives and organize among themselves.

The demand from enterprises for the promotion and advertising organizations of the products produced is quite low. This situation arising from the coexistence of the producer and the regional consumer narrows the market opportunities in the regional sense. Producers see this narrowing as the lack of the existing market and shape their production accordingly. However, the fact that the products produced go beyond the regional market and are delivered to potential customers with the necessary promotions and advertisements ensures the development of the agricultural market and the increase in sales volume. In this context, necessary promotional platforms should be created by expanding fairs, conferences or organizations where agricultural enterprises can advertise and promote the products they produce, and where customers and producers can come together and interact.

It is seen that almost all of the agricultural enterprises do not keep professional accounting records. It can be said that informing and encouraging the enterprises about the importance and necessity of such records by the relevant institutions will facilitate access to healthy information about the financial status and activities of the enterprises. On the other hand, effective and efficient policies should be developed by following the

development of the agricultural sector. Although corporatization in agricultural production is not common in Türkiye, enterprises do not have sufficient knowledge and experience about the advantages of corporatization. Especially sole proprietorships need to review their accounting process and recording methods by conducting necessary studies. In addition, the corporatization of such small enterprises in order to expand their investments and enterprises enables them to benefit more easily from the support and privileges provided by the state and facilitates the development of the agricultural sector.

Ensuring adequate financing in agricultural production has always been an important problem. Although the support or incentives provided by the state have alleviated the financial burden of the enterprises to some extent, the interviewed enterprises want permanent and useful policies to be established in the sector rather than such cash supports, and the supports provided should be made functional and efficient in terms of production and therefore for the producer. In addition, it is thought that it would be beneficial for both the country's economy and agricultural activities if the supervision mechanism works actively in terms of the usage areas and forms of the supports provided.

Marketing mix elements (Gürbüz, 2018), which consist of product, price, distribution, promotion, physical evidence, people and process components and interact with each other, are generally seen by agricultural enterprises as "an issue that can be handled by dialog between buyers and sellers". It is important to provide scientific training to enterprise owners and managers about the importance and necessity of marketing. In this context, it can be said that employing a specialized personnel related to marketing activities within the enterprise will ensure the correct and effective management of marketing mix elements.

Necessary facilities should be provided to enterprises in accessing and utilizing agricultural credits. In addition, the active and efficient functioning of the supervision mechanism in this field increases the benefit of the credits used. Agricultural production is open to natural conditions and external influences. Even in this respect, the products produced are exposed to all kinds of disasters and damages. In this respect, the value of agricultural insurance in the sector is an undeniable fact. However, as seen in the research, the rate of agricultural insurance of the enterprises is quite low. The analyzed enterprises found the insurance coverage insufficient. With the necessary legal arrangements, the scope of agricultural insurances in force should be expanded, the conditions for obtaining them should be eased, and more comprehensive and protective insurances should be developed. Enterprises should be encouraged to benefit from such insurances. In addition, the fact that agricultural production is carried out consciously by the enterprises in the light of scientific data ensures that the inputs in production are used in a controlled and efficient manner.

Young generations should be made aware of the fact that the agricultural sector is at least as important and valuable as other sectors through education at high school and university level. In particular, it should be emphasized that such activities are not a sector that only low-income people living in rural areas have to deal with. In addition, the inclusion of agricultural entrepreneurship course in the curriculum is also thought to be beneficial for the development of the sector. On the other hand, it is understood that the policies implemented by the state are short-term and are temporary solutions in the sector. Especially the usefulness and scope of the support and incentive programs provided are thought-provoking. It can be said that the development of such programs for production and the implementation of policies that will develop the sector in the long term will provide more benefits to enterprises operating in agricultural production.

It is seen that agricultural enterprises do not give enough importance to R&D activities. R&D activities are of great importance for the growth of enterprises and the increase of successful entrepreneurship examples. Necessary opportunities should be created for agricultural enterprises to invest in R&D activities. It is thought that with such investments, enterprises can improve their production methods, enrich their product diversity and market their products easily.

In conclusion, a healthy and prosperous society needs a strong economy, a strong economy needs production, and many areas of production need agriculture. Therefore, a sustainable and strong structure of the sector can be achieved through innovations and keeping up with the changing age. Therefore, as a country, the most important goal should be to be a pioneer of the age and to direct the changes of the age. In order to achieve all these goals, the basic principle should be to be aware of the problems of agricultural enterprises and to spread and support the perception of agricultural entrepreneurship.

**Ethical Statement:** Ethics committee approval was obtained from Bayburt University Ethics Committee for this study titled "Social and Economic Problems of Agricultural Enterprises: The Case of Bayburt" (Date: 29/01/2021 and Decision Number: 2021/23).

**Conflict of Interest Declaration:** The authors declare that there is no conflict of interest between them.




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

‡: This study is derived from the master's thesis titled "Social-Economic Problems of Agricultural Enterprises and Solution Proposals: The Case of Bayburt Province" with thesis number 672546, completed by Emrah ÖZEL on 26.04.20201 under the supervision of Assoc. Prof. Dr. Yusuf ESMEER.

## ORCID NUMBERS OF AUTHORS

Emrah ÖZEL  <http://orcid.org/0000-0001-6844-6031>

Yusuf ESMEER  <http://orcid.org/0000-0003-3691-1730>

## REFERENCES

- Açiler, S. 2020. Qualitative research methods. iienstitu. <https://www.iienstitu.com/blog/nitel-arastirma-yontemleri> (Date of access: 12 February 2024).
- Ağızan, K. 2018. Analysis of the factors affecting entrepreneurship in agricultural enterprises. Master's Thesis, Selçuk University Institute of Science and Technology, Konya.
- Ağızan, K., Bayramoğlu, Z. 2018. Ecosystem of agricultural entrepreneurship. 1475th ASM International Congress of Social Science, (pp. 147-161). Antalya.
- Arı, F. A. 2006. Agriculture's place and its issues in Turkish economy. *The Journal of Labor and Society*, 2(9): 61-81.
- Baltacı, A. 2019. The qualitative research process: How to conduct a qualitative research? *Ahi Evran Institute of Social Sciences Journal*, 5(2), 368-388. <https://doi.org/10.31592/aeusbed.598299>
- Başar, M., Tosunoğlu, T., Demirci, E. (2001). Girişimcilik ve girişimcinin yol haritası: İş planı. Eskişehir Ticaret Odası Yayınları.
- Başkale, H. 2016. Determination of validity, reliability and sample size in qualitative studies. *E-Journal of Dokuz Eylül University Nursing Faculty*, 9(1): 23-28.
- Bayramoğlu, Z., Ağızan, K. 2019. Determination of entrepreneurship level in agricultural enterprises. *Harran Journal of Agricultural and Food Science*, 23(2): 234-246. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.482352>
- Bayramoğlu, Z., Oğuz, C., Arısoy, H., Karakayacı, Z. 2014. Türkiye'de uygulanan tarımsal desteklerin tarım işletmelerinin ekonomik sürdürülebilirliğine etkisi: Konya ili örneği. 1002 Project Report, TÜBİTAK, Konya.
- Benek, S. 2007. The present status of agricultural enterprises in Turkey in the process of adaptation to european union. *Marmara Geographical Review*, (15): 191-206.
- Cheriet, F., Messeghem, K., Lagarde, V., McElwee, G. (2020). Agricultural entrepreneurship: Challenges and perspectives. *Revue de l'Entrepreneuriat*, 4(19): 13-29. <https://doi.org/10.3917/entre.194.0013>
- Dernek, Z. 2005. Tarım ekonomisi ve işletmeciliği. Isparta: Süleyman Demirel University Press.
- Esmer, Y., Gezer, Y. 2021. Strategic analysis in agricultural enterprises: The case of Erzurum province. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 52(2): 119-1127. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.745928>
- Gezer, Y., Esmer, Y. 2023. Green management practices in agricultural enterprises: A qualitative research. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 15(2): 172-187. <https://doi.org/10.55978/sobiadsbd.1265186>
- Gökçe, O., 2010. Tarımsal girişimcilik ve geliştirilmesi. <http://osmangokce.net/wp/2010/05/16/tarimsalgrmclik-ve-geltrlmesi/> (Date of access: 3 March 2024).
- Gökkür, S. 2016. Agricultural and livestock problems and solution proposals. *Apelasyon*, (37): 1-3.
- Gürbüz, E. 2018. Marketing mix and positiveness/trust. *Turkish Studies Economics, Finance and Politics*, 13(30): 165-178. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.14498>
- Karahan Uysal, Ö. 2015 . Analysis of the factors effecting farmers' approaches to agricultural production in the villages of the yunt mountain in Manisa Turkey. *Journal of Social Sciences and Humanities Researches*, (35): 76-99.
- Kaya, A. 2017. Bilisim ve iletişim isiginda girisimcilik ve KOBİ yonetimi (3.Ed.). Konya: Eğitim Publishing House.
- Koçak, A., Arun, Ö. 2006. The sampling problem in content analysis studies. *Journal of Selcuk Communication*, 4(3): 21-28. <https://doi.org/10.18094/si.51496>
- McElwee, G. 2006. The enterprising farmer: A review of entrepreneurship in agriculture. *Journal of the Royal Agricultural Society of England*, 167(9): 1-8.
- Patel, B., Chavda, K. 2013. Rural entrepreneurship in India: Challenge and problems. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, 1(2): 28-37.
- Seale, C. 1999. Quality in qualitative research. *Qualitative Inquiry*, 5(4): 465-478. <https://doi.org/10.1177/1077800499005004>

- Türk Agriculture Law 2006. Article 3, definitions, agricultural enterprise. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5488.pdf> (Date of access: 25 December 2024).
- Türköz, O., Bektaş, M., Çiçek, H. 2021. Future anxiety in graduate education individuals. *Journal of Bucak Business Administration Faculty*, 4(2): 132-152. <https://doi.org/10.38057/bifd.936821>
- Yağar, F. 2023. Determining sample size in qualitative research: Data saturation. *Aksaray University Journal of Institute of Social Sciences*, 7(2): 138-152. <https://doi.org/10.38122/ased.1030365>
- Yıldırım, A., Şimşek, H. 2008. Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (6. Ed.). Ankara: Seçkin Publishing.
- Zerenler, M., Türker, N., Şahin, E. 2007). Kuresel teknoloji, araştırma-gelistirme (Ar-Ge) ve yenilik ilişkisi. *The Journal of Selcuk University Social Sciences Institute*, (17): 653-667.
- Zinina , O. V., Olentsova, J. A. 2020. Elements of sustainable development of agricultural enterprises. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 421(2): 1-4. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/2/022003>



## Metagenomic Analysis of Bacterial Communities in Bee Bread in Türkiye

Esengül ERDEM<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Şırnak University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 73000,

\*Sorumlu Yazar: [eozdemir@sirnak.edu.tr](mailto:eozdemir@sirnak.edu.tr)

Geliş Tarihi: 20.03.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 13.09.2024 Kabul Tarihi: 13.09.2024

### ABSTRACT

This study aims to investigate the bacterial community structure in bee bread samples collected from 10 provinces of Türkiye using next-generation sequencing (NGS) and metagenomic analysis. Bacterial genomic DNA was extracted and sequenced using Illumina MiSeq. Bioinformatic analysis involved quality assessment, OTU classification, principal coordinate analysis (PCoA), and diversity index calculations. Heatmap and PCoA were utilized to explore the impact of locality and ecological zones on microbial diversity. Metagenomic analysis of 12 bee bread samples revealed 276,583 high-quality sequencing reads. The dominant bacterial phyla identified were *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Cyanobacteria*, and *Firmicutes*. At the genus level, *Streptomyces*, *Streptococcus*, *Bacillus*, and *Synechococcus* were the most abundant, with *Streptomyces* and *Bacillus* playing key roles in the fermentation process of bee bread. The Shannon diversity index (ranging from 2.92 to 4.26) and Simpson's index (0.83 to 0.95) indicated high species diversity and relative abundance in bee bread. The study underscores the need for locality-specific approaches in beekeeping management and highlights the potential significance of beneficial bacterial taxa, particularly those involved in fermentation, in contributing to the nutritional and health properties of bee bread. These findings provide a foundation for further research on the microbial dynamics that support bee colony health.

**Key words:** Bee bread, bacterial community structure, metagenomic analysis, microbial diversity, Türkiye.

### Türkiye'de Arı Ekmeğinde Bulunan Bakteriyel Toplulukların Metagenomik Analizi

#### ÖZ

Bu çalışma, Türkiye'nin 10 ilinden toplanan 12 adet arı ekmeği örneğindeki bakteriyel topluluk yapısını next-generation sequencing (NGS) ve metagenomik analiz kullanarak araştırmayı amaçlamaktadır. Bakteriyel genomik DNA, Illumina MiSeq kullanılarak ekstrakte edilmiş ve dizilenmiştir. Biyoinformatik analiz, kalite değerlendirmesi, OTU sınıflandırması, principal coordinate analysis (PCoA) ve çeşitlilik indeksi hesaplamalarını içermektedir. Isı haritası ve PCoA, lokasyon ve ekolojik bölgelerin mikrobiyal çeşitlilik üzerindeki etkisini belirlemek amacı ile kullanılmıştır. 12 arı ekmeği örneği analiz edilerek 276,583 yüksek kaliteli DNA dizilimi elde edilmiştir. En baskın bakteri şubeleri *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Cyanobacteria* ve *Firmicutes* olarak belirlenmiştir. *Streptomyces*, *Streptococcus*, *Bacillus* ve *Synechococcus* en bol bulunan cinsler olarak belirlenmiştir. *Streptomyces* ve *Bacillus*, arı ekmeğinin fermantasyon sürecinde kilit rol oynamaktadır. Shannon çeşitlilik indeksi (2.92 ile 4.26 arasında değişmekte) ve Simpson indeksi (0.83 ile 0.95 arasında değişmekte) arı ekmeğinde yüksek tür çeşitliliği ve göreceli bolluğu göstermiştir. Çalışma, arıcılıkta lokasyona özgü yaklaşımların gerekliliğini vurgulamakta ve özellikle fermantasyon sürecine katılan faydalı bakteriyel taksonların arı ekmeğinin besin ve sağlık özelliklerine katkıda bulunmadaki potansiyel önemine dikkat çekmektedir. Bu bulgular, koloni sağlığını destekleyen mikrobiyal dinamikler üzerine gelecekte yapılacak araştırmalar için bir temel sağlamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Arı ekmeği, bakteri topluluk yapısı, metagenomik analiz mikrobiyal çeşitlilik, Türkiye.

## INTRODUCTION

Situated at the crossroads of the Mediterranean, Euro-Siberian, and Irano-Turanian phytogeographic regions, Türkiye boasts a mosaic of diverse vegetation types and a rich flora, shaped by its unique geographical position (Davis, 1965-1985; Davis et al., 1988; Güner et al., 2000; Kösoğlu et al., 2019). A comprehensive compilation of floristic studies conducted until 2012 revealed a staggering 11,707 taxa, with an endemism rate of 31.82% in Türkiye (Güner et al., 2012). This botanical wealth, coupled with favorable ecological conditions, has not only positioned Türkiye as a global hotspot for biodiversity but has also laid the foundation for a thriving beekeeping industry.

Globally ranked as the third-largest beekeeping country, boasting around 8,179,085 colonies and 72,325 professional beekeepers, Türkiye holds significant potential in apiculture, following closely behind China and India (Anonymous, 2022). Beyond its pivotal role in ecosystem pollination, the honey bee contributes to both wholesome nutrition and economically valuable products, encompassing honey, bee pollen, bee bread, royal jelly, beeswax, propolis, bee venom, and apilarnil. The honey bee, diligently foraging for nectar and pollen, utilizes nectar as a carbohydrate source, while pollen serves as the primary reservoir of protein, lipids, sterols, and micronutrients (minerals and vitamins) (Vaudo et al., 2020; Crone et al., 2022). Pollen, containing the male reproductive cells of flowering plants, constitutes a crucial component in the diet of both adult and larval honey bees, collected meticulously by foragers from flowering plants.

In recent years there has been an increasing research interest in bee pollen and bee bread due to their nutritional and health-related properties (Kieliszek et al., 2018). Bee pollen, harvested from flowering plants by foragers, undergoes a transformative process within the hive, culminating in bee bread. This final product is a fermented amalgamation characterized by a high content of carbohydrates, essential amino acids, fatty acids, and organic acids, as well as vitamins and minerals. This intricate transformation involves the collaborative efforts of various microbial entities, including bacteria, yeast, and LAB (lactic acid bacteria). Notably, the bacterial diversity within bee bread surpasses that of bee pollen, influenced by factors such as storage duration, processing, fermentation, and the high-sugar environment (Vásquez and Olofsson, 2009; Ghosh et al., 2022), highlighting the need for detailed exploration.

Advancements in next-generation technologies have significantly contributed to the exploration of microbial communities associated with bee products. Metagenomic and metabarcoding studies, prominently applied in apiculture research, have identified the core honeybee gut bacterial microbiota (Martinson et al., 2011; Corby-Harris et al., 2014; Moran, 2015; Kwong and Moran, 2016; Jones et al., 2018; Yun et al., 2018; Papp et al., 2022) and microbiota linked to bee products (Arserim Uçar, et al. 2022; Ghosh et al., 2022). These technologies have also been pivotal in determining the botanical origins of honey. Analysis of the gut community through 16S rDNA revealed primarily nine bacterial types in the workers' intestines (Martinson et al., 2011; Corby-Harris et al., 2014; Moran, 2015; Kwong and Moran, 2016; Jones et al., 2018; Yun et al., 2018; Papp et al., 2022). The gut microbiome plays a crucial role in carbohydrate metabolism on the pollen cell wall and fermentation as probiotics. For instance, certain strains of *Gilliamella apicola* possess genes for pectin degradation, a component of the pollen grain cell wall. This degradative activity aids in pollen digestion, as bees cannot produce pectinases themselves (Kwong and Moran, 2016). Moreover, microbiota may contribute to detoxification processes by degrading xenobiotics, including pesticides (Pang et al., 2020). Beyond the gut microbiota of honeybees, the hive microbiota also contributes to the microbiota of bee bread (Donkersley et al., 2018; Anderson et al., 2013; Lozo et al., 2015).

Despite the growing interest in bee pollen and bee bread, there remains a scarcity of data on the bacterial communities associated with these essential beekeeping products in the Turkish context. This study aims to fill this knowledge gap by employing next-generation sequencing (NGS) and metagenomic analysis to investigate the bacterial community structure and identify dominant bacterial populations present in bee bread samples collected from Türkiye. In doing so, we aspire to deepen our understanding of the intricate microbial dynamics within bee bread, unveiling the unique interplay between Türkiye's diverse flora and the microbial communities contributing to the formation and properties of this crucial beekeeping product.

## MATERIALS and METHOD

### Sampling locations

Twelve bee bread samples were collected from 10 different provinces of Türkiye during in June 2022 (Figure 1). The sampling locations were selected based on their climatic conditions, landscape, and beekeeping type (Table 1).

The bee bread samples were collected from fresh honeycombs using a sterile steel comb to avoid contamination. To minimize external microbial influence, all tools used in the sampling process were sterilized

with alcohol before each use. Additionally, the samples were taken directly from newly formed bee bread that had been freshly stored by the bees to ensure the accuracy of the microbial analysis. Each sample was placed into sterile, labeled containers and immediately frozen at  $-20^{\circ}\text{C}$  to preserve the microbial community and prevent any post-sampling contamination.

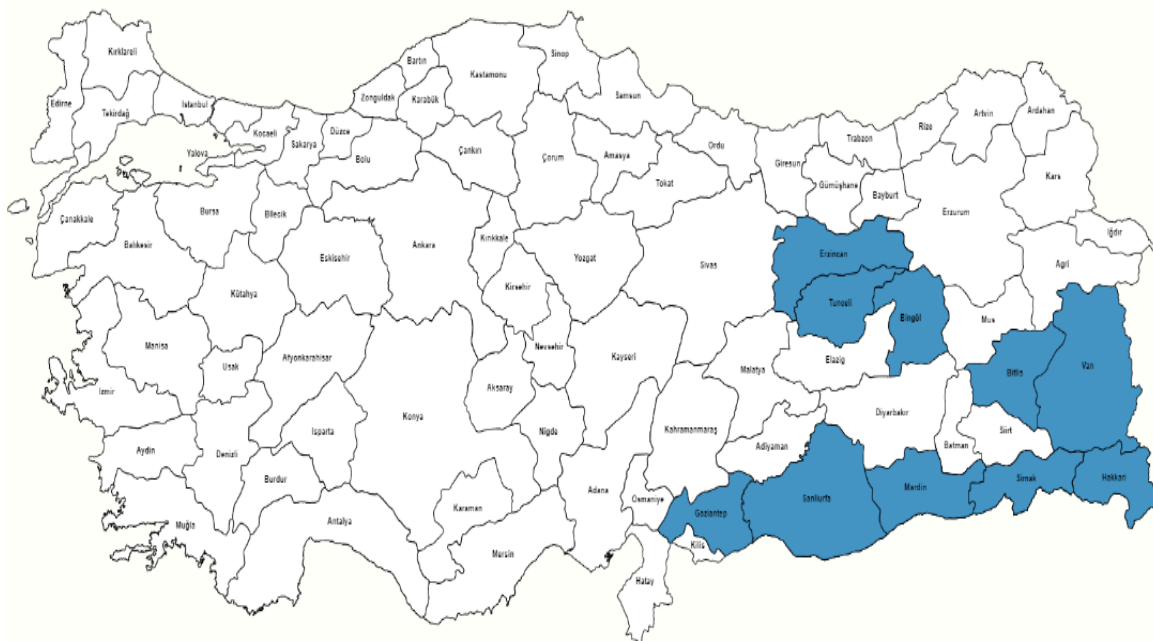


Figure 1. Map of bee bread sampling areas

### Bacterial genomic DNA extraction and sequencing

In adherence to the guidelines provided by the manufacturer, bacterial DNA extracted from bee bread using the QIAGEN DNeasy PowerSoil Kit (QIAGEN, Hilden, Germany). The quantification of nucleic acid content within each DNA sample was accomplished utilizing the Qubit dsDNA BR Assay Kit. Extracted DNA samples were kept at  $-20^{\circ}\text{C}$  prior to library preparation. Amplification of the V3–V4 region of the 16S rRNA gene was conducted using the primer pair 341F (5'-CCTACGGGNGGCWGCAG-3') and 805R (5'-GACTACHVGGGTATCTAATCC-3'), followed by sequencing on an Illumina MiSeq (Macrogen, Seoul, Korea).

### Sequence analysis

The purification of 16S rRNA gene V3-V4 amplicon products was carried out using the Column-Pure Gel and PCR Clean-Up Kit. Subsequently, library construction for the 16S rRNA V3-V4 amplicon products was achieved using the Nextera XT DNA Library Prep Kit. Indexing was conducted with the TG Nextera XT Index Kit v2 Set A, which comprises 96 indices for 384 samples, also from Illumina. The sequencing process adopted a paired-end (PE) approach with  $2 \times 150$  bp read lengths, executed on the Illumina MiSeq platform.

The quality assessment of raw NGS reads (FASTQ format) was conducted through FASTQC (Andrews, 2010), followed by trimming using Trimmomatic v0.32 (Bolger et al., 2014). Demultiplexing and filtering of low-quality reads were performed using CLC Genomics Workbench from Qiagen. The Kraken2 metagenomics system was employed to apply operational taxonomic unit (OTU) criteria for the classification of the resulting clean reads (Wood & Salzberg, 2014). Principal coordinate analysis (PCoA) plots based on Bray-Curtis distances were generated using OmicsBox software from BioBam Bioinformatics in Spain. Heatmaps were created using the PermutMatrix v1.9.3 package, utilizing Euclidean distance.

### Shannon and Simpson diversity index

The Shannon and Simpson's diversity indices were computed at the species level by analyzing read count values in Excel. These indices were employed to assess species richness, evenness, and overall bacterial diversity in bee bread samples. The Shannon Diversity Index ( $H'$ ) was computed utilizing the formula:  $(H') = -\sum_{i=1}^S (p_i \ln p_i)$  where  $p_i$  represents the proportion of read counts of a sequence corresponding to a bacterial genus ( $i$ -th) divided by the total read counts of all bacterial genera in a sample. Regarding the Simpson Index (1-D), the formula used was  $(1-D) = 1 - [\sum_{i=1}^S (n_i(n_i - 1) / N(N - 1))]$  where  $n_i$  denotes the read counts of a sequence representing a bacterial genus ( $i$ -th), and  $N$  is the total read counts of all bacterial genera in a sample. Typically, the Shannon

diversity index ranges between 1.5-3.5, increasing with evenness, while the Simpson diversity index (1-D) is a value between 0 and 1, with 1 indicating complete evenness.

Table 1. List of the location, flora, and beekeeping types of the collected bee bread samples used in the study

Code	Location	Landscape	Flora	Beekeeping type
1	Sirnak	Alpine meadow	Irano-Turanian floristic <i>region</i>	Stationary
2	Hakkari-2	Alpine meadow-above 1800 m	Irano-Turanian floristic <i>region</i>	Migratory
3	Hakkari-1	Alpine meadow-above 1800 m	Irano-Turanian floristic <i>region</i>	Stationary
4	Hakkari-3	Alpine meadow-above 1800 m	Irano-Turanian floristic <i>region</i>	Migratory
5	Van	Alpine meadow-above 1800 m	Irano-Turanian floristic <i>region</i>	Stationary
6	Gaziantep	Mesopotamian steppes between 400-1000 m	Irano-Turanian floristic <i>region</i> at the border of the Mediterranean phytogeographic region -and shows east Mediterranean climate	Stationary
7	Bitlis	Subalpine areas of east Anatolian steps 1000 m - 1800 m	Irano-Turanian floristic <i>region</i>	Migratory
8	Sanliurfa	Mesopotamian steppes between 400-1000 m	Irano-Turanian floristic <i>region</i> at the border of the Mediterranean phytogeographic region -and shows east Mediterranean climate	Migratory
9	Mardin	Mesopotamian steppes between 400-1000 m	Irano-Turanian floristic <i>region</i> at the border of the Mediterranean phytogeographic region -and shows east Mediterranean climate	Migratory
10	Bingöl	Subalpine areas of east Anatolian steps between 1000 m – 1800 m	The Irano-Turanian floristic <i>region</i> at the border of the Euro-Siberian phytogeographic region	Migratory
11	Erzincan	Subalpine areas of east Anatolian steps between 1000 m - 1800 m	The Irano-Turanian floristic <i>region</i> at the border of the Euro-Siberian phytogeographic region	Stationary
12	Tunceli	Subalpine areas of east Anatolian steps between 1000 m - 1800 m	The Irano-Turanian floristic <i>region</i> at the border of the Euro-Siberian phytogeographic region	Stationary

## RESULTS

In this study, 12 bee bread samples of *A. mellifera* collected from different provinces of Türkiye were used in metagenomic analysis. Next-generation sequencing from samples resulted in a total of 276,583 high-quality sequencing reads (Table 2). In terms of quantitative assessment, the bacterial diversity was quantified using the Shannon diversity index and Simpson's index, as represented by Table 2. The Shannon diversity index exhibited values ranging from 2.92 to 4.26, while Simpson's index ranged from 0.83 to 0.95. These indices collectively indicate a notable species diversity and relative abundance observed in bee bread samples.

Table 2. Sequencing statistics, Shannon and Simpson indices of species-level diversity

Sample code	Number of the reads	Average reading length (base)	Number of the classified reads	Shannon Index (H) / (H / LN (N))	Simpson Index (1-D)
1	18644	137.7	18644 / 100.00%	3.657 / 0.5599	0.9433
2	32756	139.2	32756 / 100.00%	2.927 / 0.4264	0.8428
3	11829	139.8	11829 / 100.00%	2.97 / 0.4684	0.8355
4	9400	141.2	9400 / 100.00%	4.346 / 0.6696	0.9531
5	13772	138.0	13772 / 100.00%	3.243 / 0.5014	0.8476
6	24812	140.4	24812 / 100.00%	3.977 / 0.5415	0.9273
7	13345	139.6	13345 / 100.00%	3.929 / 0.5739	0.9269
8	14523	140.4	14523 / 100.00%	4.137 / 0.5899	0.9403
9	20530	140.1	20530 / 100.00%	4.022 / 0.5565	0.93
10	39717	122.3	39717 / 100.00%	3.521 / 0.4882	0.8989
11	19247	139.8	19247 / 100.00%	3.96 / 0.5661	0.9078
12	58008	140.8	58008 / 100.00%	4.262 / 0.5631	0.9417

The relative abundance of OTUs belonging to the phylum, the family, the genus and the species were shown in Figure 2-5. The main bacterial taxonomic units (94%) identified in the samples were belonging to five phyla Proteobacteria, Actinobacteria, Cyanobacteria, Firmicutes, and Bacteroidetes respectively (Figure 2). The relative abundance of Proteobacteria, Actinobacteria, Cyanobacteria, and Firmicutes were the highest accounting for 59.59%, 50.14%, 45.12%, and 40.47% of Bingöl, Hakkari-3, Van, and Erzincan, respectively. The others belonged to the phyla Fusobacteriales, Acidobacteria, Planctomycetes, Spirochaetes, Tenericutes, and Verrucomicrobia.

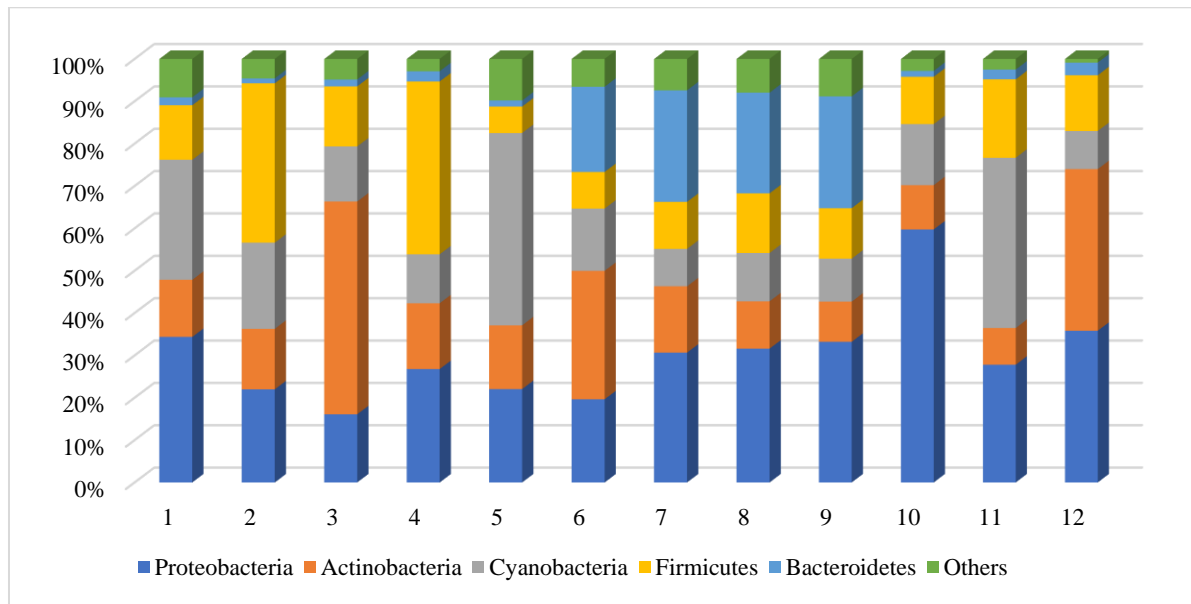


Figure 2. The phylum-level taxonomic distribution of bee bread samples

We also mapped the OTUs to the representative bacterial families (Figure 3). Out of the top 15 dominant families (>2% relative abundance), the relative abundance of Enterobacteriaceae (Bingöl), Streptomycetaceae (Hakkari-1), Bacillaceae (Hakkari-2) Synechococcaceae (Van-5) were the highest with 38.23%, 35.91%, 33.64%, and 31.30%, respectively.

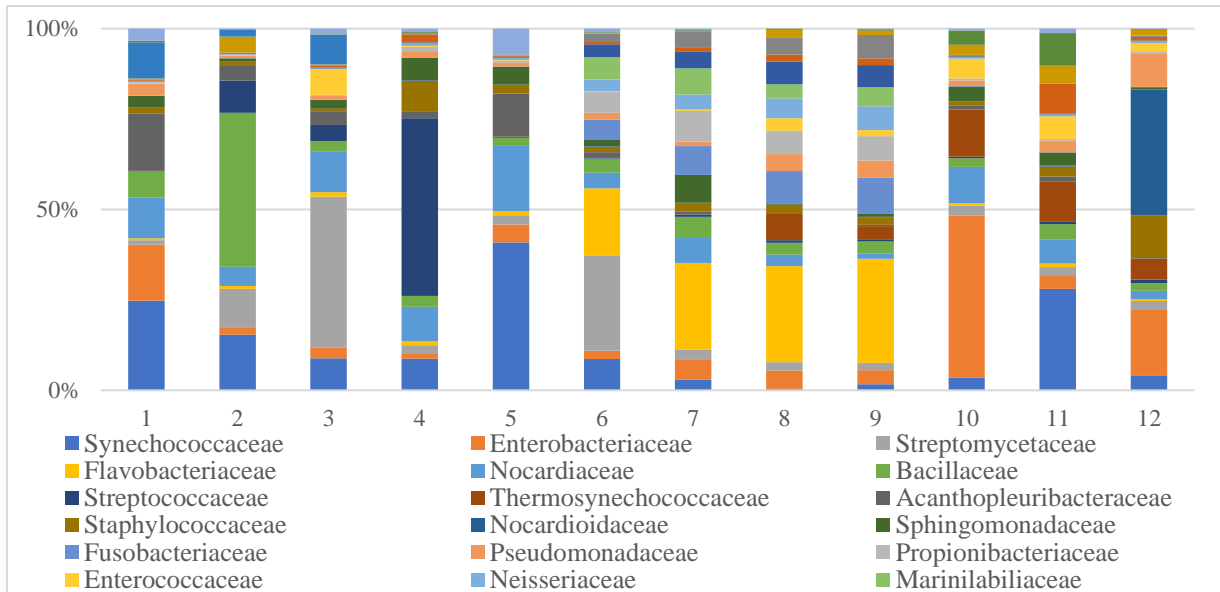


Figure 3. Family-level distribution of bacterial population in bee bread

Based on their readings, 22 of the 1412 bacterial taxa identified by the analysis were deemed to be the most abundant (Figure 4). *Streptomyces* (36.22 %), *Streptococcus* (35.71 %), *Bacillus* (34.56 %), and *Synechococcus* (31.33 %) had the highest relative abundances in Hakkari-1, Hakkari-3, Hakkari-2, and Van samples, respectively.

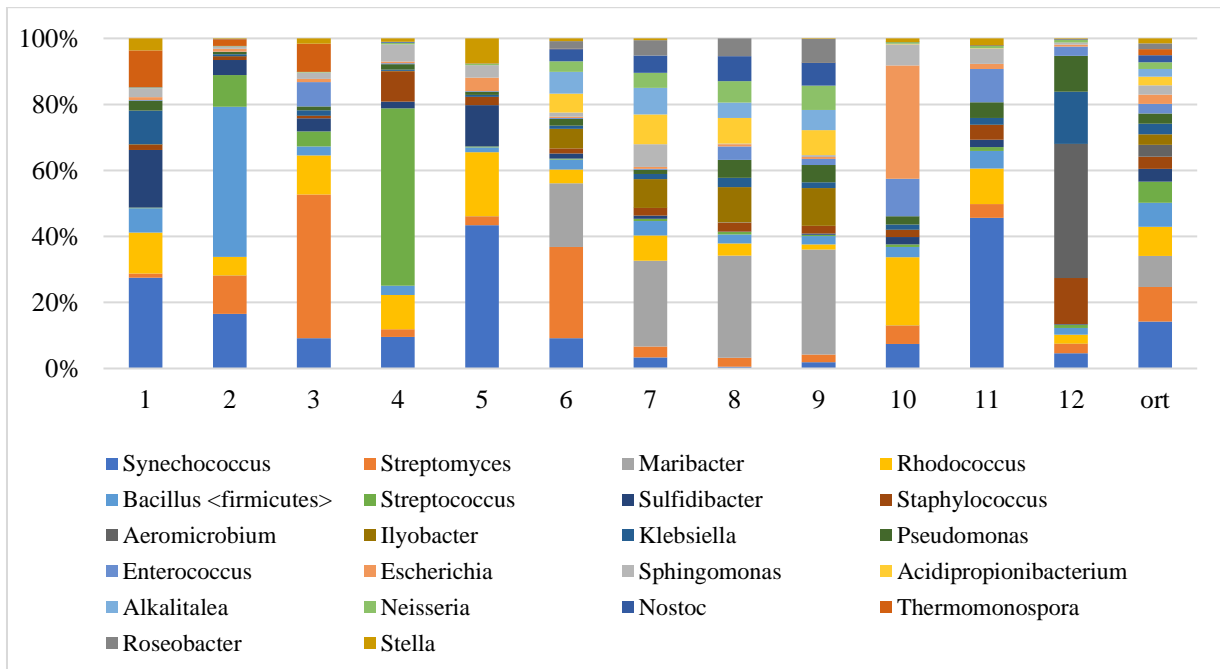


Figure 4. Genus-level distribution of bacterial population in bee bread

A total of 4914 species were identified in all bee bread samples. To determine the impact of the locality and ecological zones on the metagenomic diversity and richness heatmap clustering and PCoA analysis were performed. According to the heatmap, *Synechococcus* sp. PCC\_7336, and *Rhodococcus coprophilus*, are two species with the highest abundance (> 1%) in 11 of the 12 samples. *Maribacter hydrothermalis* (Bitlis, Şanlıurfa, and Mardin), and *Synechococcus* sp. PCC\_7336 (Şırnak, Van, and Erzincan) are measured as the species with the highest abundance in three samples. *Bacillus thuringiensis* (Hakkari-2), *Streptomyces gilvosporeus* (Hakkari-1), *Rhodococcus coprophilus* (Hakkari), *Streptomyces lincolnensis* (Gaziantep), *Klebsiella pneumoniae* (Tunceli), and *Enterobacter bugandensis* (Bingöl) were the most abundant species in one sample (Figure 5).

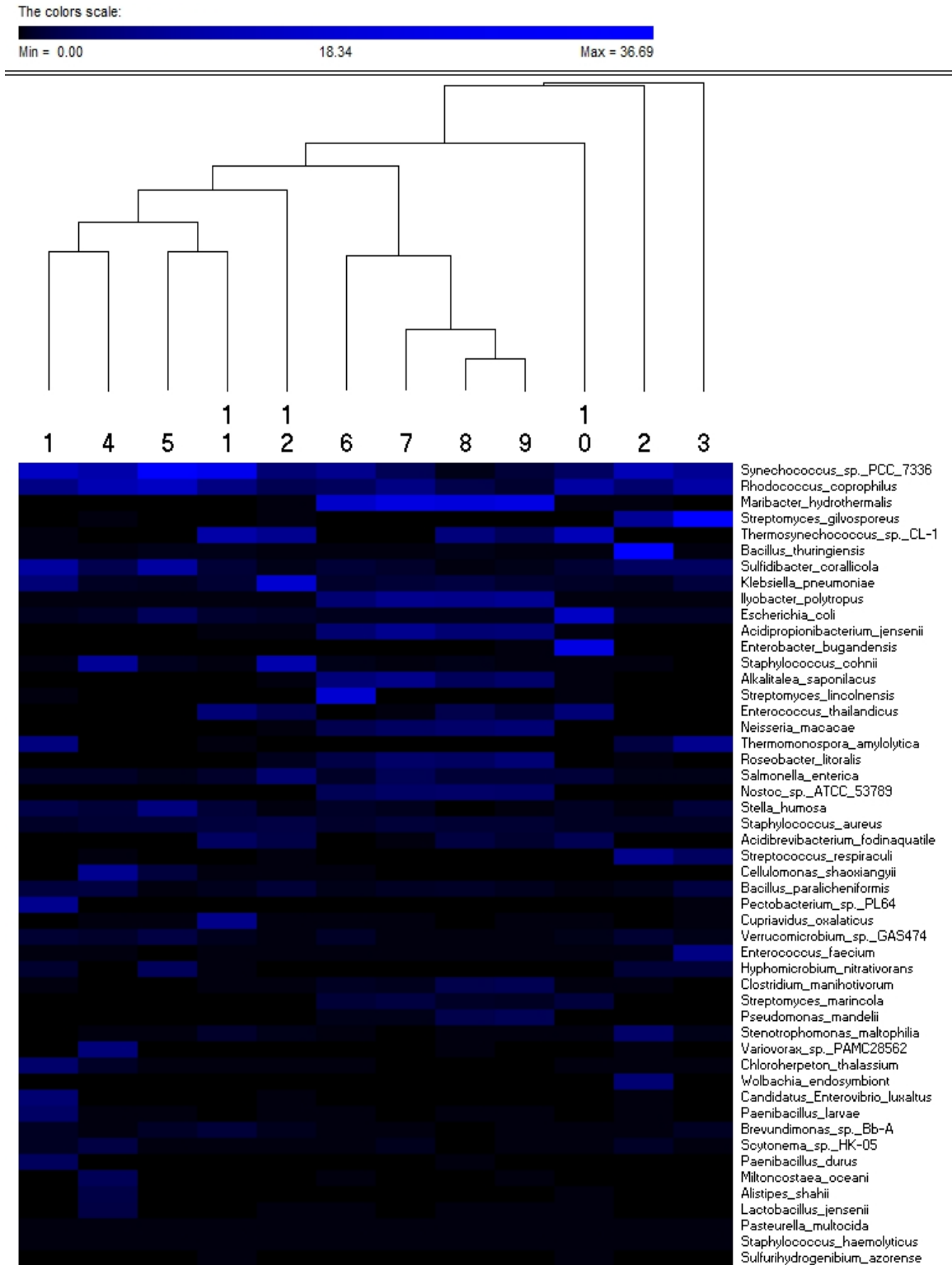
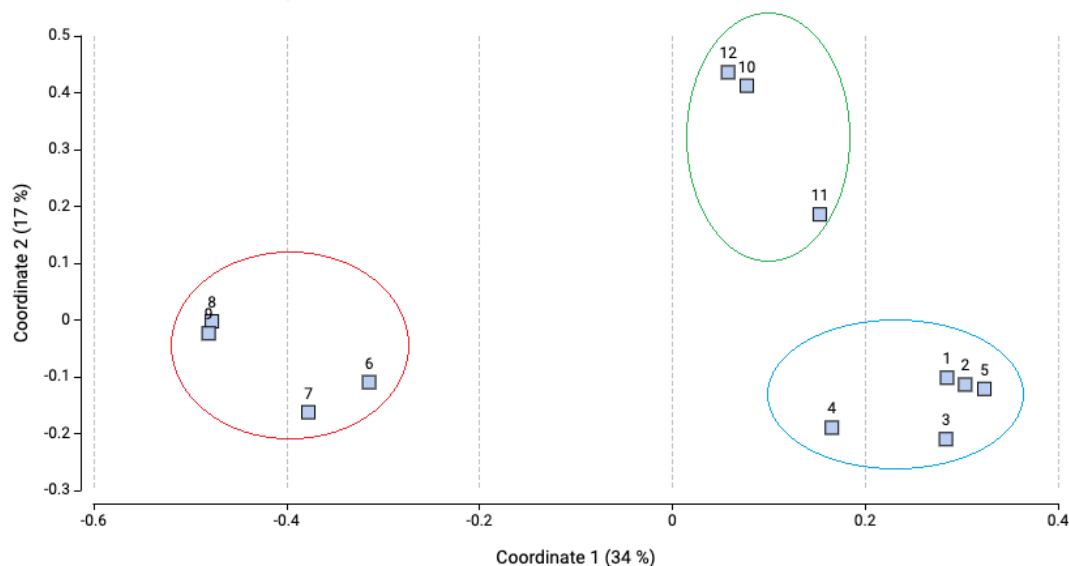


Figure 5. A Community Heatmap was constructed by assessing the abundance of the top 50 most prevalent species in the bee bread samples. The columns in the heatmap are aligned with individual samples, while each row represents the microbiota at the species level. Hierarchical clustering was performed using the Euclidean distance metric.

PCoA analysis for the bacterial species demonstrated the separation of clusters for alpine meadows, Mesopotamian steps, subalpine areas of Mesopotamian steps and except for sample 7 (Bitlis) (Figure 6).





**Figure 6.** Principal Coordinate Analysis (PCoA) of microbiota structure in bee bread samples. Each data point on the plot represents an individual sample. The PCoA was calculated using Bray-Curtis distance with a multivariate t-distance.

## DISCUSSION

The rich floral diversity of Türkiye, influenced by its unique geographical position at the convergence of diverse phytoecographic regions, has created an optimal environment for a flourishing beekeeping industry. The present study delves into the bacterial communities within bee bread, a product of complex interactions between bee-collected pollen, bacterial symbionts, and environmental factors. Through metagenomic analysis, we aimed to unravel the intricate dynamics of bacterial communities within bee bread, shedding light on the interplay between Türkiye's diverse flora and the microbial populations that contribute to the formation of this vital beekeeping product.

The results reveal a high level of bacterial diversity within the bee bread samples, as indicated by the Shannon and Simpson diversity indices. The Shannon diversity index, ranging from 2.92 to 4.26, underscores the richness and evenness of bacterial species, while the Simpson index, within the range of 0.83 to 0.95, further supports the high species diversity and relative abundance in bee bread. This is consistent with previous studies, emphasizing the complex microbial networks associated with bee bread (Anderson et al., 2013; Anderson et al., 2014; Disayathanoowat et al., 2020; Saraiva et al., 2015; Ghosh & Jung, 2022; Uçar Arserim et al., 2022).

The dominant phyla identified in the bee bread samples—Proteobacteria, Actinobacteria, Cyanobacteria, Firmicutes, and Bacteroidetes—align with findings in other bee-related studies (Vásquez & Olofsson, 2009; Ghosh et al., 2022; Saraiva et al., 2015). The variations in the relative abundance of these phyla across different provinces, such as Bingöl, Hakkari-3, Van, and Erzincan, highlight the influence of regional factors on microbial composition.

Enterobacteriaceae, Streptomycetaceae, Bacillaceae, and Synechococcaceae emerged as dominant families, showcasing regional variations in bacterial populations. The relative abundance of these families, especially Enterobacteriaceae and Bacillaceae, has implications for the fermentation and preservation processes in bee bread (Stabler et al., 2021; Ghosh et al., 2022). The study reported by Anderson et al. (2013) encompasses the bacterial families found in bee bread samples obtained from the United States. The bacterial families Streptomycetaceae, Pseudonocardiaceae, Corynebacteriaceae, Staphylococcaceae, Bacillaceae, Leuconostocaceae, Lachnospiraceae, Enterobacteriaceae, Cornabacteriaceae, Enterococcaceae, and Lactobacillaceae were detected in these bee bread samples. The resemblance with this study was attributable to the diverse flora of plants and crops. Indeed, honeybees are natural pollinators of crops, contribute to the shaping of the microbiota in both plants, and subsequently influence the microbiota of bee products. At the genus level, *Streptomyces*, *Streptococcus*, *Bacillus*, and *Synechococcus* exhibited the highest relative abundances in specific samples, suggesting their key roles in the microbial ecology of bee bread. The varying abundance of these genera across samples may be attributed to differences in floral sources and environmental conditions (Disayathanoowat et al., 2020; Ghosh & Jung, 2022, Ghosh et al., 2022).



The identification of 4914 bacterial species in all bee bread samples further emphasizes the complexity of microbial communities associated with this beekeeping product. Notably, species such as *Synechococcus* sp. PCC\_7336 and *Rhodococcus coprophilus* displayed high abundances across multiple samples, indicating their potential significance in the microbial ecology of bee bread.

Heatmap clustering and PCoA analysis revealed distinct clustering patterns based on the geographical locations of sampling. Species-specific abundance patterns, such as *Maribacter hydrothermalis* in Bitlis, Şanlıurfa, and Mardin, and *Bacillus thuringiensis* in Hakkari-2, highlight the impact of regional factors on the composition of microbial communities in bee bread. PCoA analysis further delineates spatial separation, indicating a correlation between microbial diversity and regional characteristics.

In terms of bacterial community structure, several factors such as climate, geographic locations, land use, plant, and honeybee types can affect and shape the microbiota of bee bread (Disayathanoowat et al., 2020; De Palma et al., 2016; Anderson et al., 2013; Anderson et al., 2014; Danner et al., 2017). While the limited number of the studies regarding the microbial diversity in bee bread samples have been reported throughout the world (Anderson et al., 2013; Anderson et al., 2014; Asama et al., 2015; Disayathanoowat et al., 2020; Saraiva et al., 2015) there is only one study had been conducted in Türkiye (Uçar Arserim et al., 2022). In this study, the bacterial community structure of 11 bee bread samples from Bingöl, Konya, and Hakkari were determined. This scarcity highlights the need for more comprehensive research in Türkiye. Understanding the microbial dynamics within bee bread is crucial for optimizing beekeeping practices, ensuring the production of high-quality bee products, and promoting the overall health of honeybee colonies. The variations observed in bacterial composition across regions underscore the need for locality-specific approaches in beekeeping management.

## CONCLUSION

This study represents a significant step in elucidating the intricate microbial dynamics within bee bread in the context of Türkiye's diverse flora. The regional variations in bacterial diversity and abundance emphasize the need for tailored beekeeping practices, considering the unique ecological and climatic conditions of each locality. As the beekeeping industry continues to play a pivotal role in Türkiye's agricultural landscape, the insights gained from this study contribute to the sustainable management of honeybee colonies and the production of high-quality bee products. Further research into the functional roles of specific bacterial taxa and their contributions to the nutritional and health properties of bee bread will undoubtedly enhance our understanding of this symbiotic relationship between bees and their microbial partners.

The metagenomic analysis of 12 bee bread samples collected from various provinces of Türkiye provides valuable insights into the bacterial diversity associated with *Apis mellifera*. The next-generation sequencing approach generated a substantial dataset of 276,583 high-quality sequencing reads, facilitating a comprehensive exploration of microbial composition within the bee bread samples.

The quantification of bacterial diversity using the Shannon diversity index and Simpson's index revealed consistently high species diversity and relative abundance across all samples. The Shannon diversity index ranged from 2.92 to 4.26, while Simpson's index ranged from 0.83 to 0.95. These findings underscore the richness and evenness of microbial communities present in bee bread.

The taxonomic analysis identified Proteobacteria, Actinobacteria, Cyanobacteria, Firmicutes, and Bacteroidetes as the dominant phyla, collectively constituting 94% of the bacterial taxa. Notably, Proteobacteria, Actinobacteria, Cyanobacteria, and Firmicutes exhibited the highest relative abundance in specific provinces, emphasizing regional variations in microbial composition. The identification of less dominant phyla, such as Fusobacteriales, Acidobacteria, Planctomycetes, Spirochaetes, Tenericutes, and Verrucomicrobia, contributes to a more nuanced understanding of bee bread microbial ecology.

At the family level, Enterobacteriaceae (Bingöl), Streptomycetaceae (Hakkari-1), Bacillaceae (Hakkari-2), and Synechococcaceae (Van-5) emerged as the top four dominant families, each with distinctive prevalence in specific locations. The 22 most abundant bacterial taxa, including *Streptomyces*, *Streptococcus*, *Bacillus*, and *Synechococcus*, exhibited varying relative abundances across samples, suggesting niche-specific preferences.

The examination of the most common genera and their biochemical properties further enriches our understanding of the functional roles these bacteria may play within the bee bread ecosystem. A total of 4914 species were identified, with a subset showing a minimum abundance of 0.5% in at least one sample. This detailed taxonomic profiling enhances our ability to discern key contributors to the bee bread microbiome.

The heatmap clustering and Principal Coordinates Analysis (PCoA) based on locality highlight distinct patterns in metagenomic diversity. *Synechococcus* sp. PCC\_7336 and *Rhodococcus coprophilus* emerge as species with consistently high abundance (>1%) across multiple samples, indicating their ecological significance. Additionally, locality-specific species, such as *Maribacter hydrothermalis* and *Streptomyces gilvosporeus*, contribute to the regional diversity of bee bread microbiota.


The PCoA analysis reveals clustering patterns associated with different ecological zones, including alpine meadows, Mesopotamian steps, and subalpine areas of Mesopotamian steps. The observed separation of clusters aligns with the notion that environmental factors associated with distinct geographical regions contribute significantly to shaping the bee bread microbiome.

This study highlights the complex microbial dynamics of bee bread and its dependency on ecological and geographical factors. The findings suggest that bacterial communities in bee bread are influenced by the soil-plant-bee interaction, where bacteria may be introduced through pollen and nectar, bee gut microbiota, and the fermentation process within the hive. Particular attention should be paid to beneficial bacteria, such as those from the *Lactobacillaceae* family, which play a significant role in fermentation, preserving bee bread, and enhancing its nutritional value. Emphasizing the role of these beneficial bacteria could contribute to improving the overall health and resilience of bee colonies. Further research into how these bacteria are introduced and their precise roles in bee bread fermentation will help in developing strategies for sustainable beekeeping.

**Acknowledgments:** The author expresses gratitude to the Turkish Beekeepers Association and the beekeepers who willingly shared the bee breads, for their invaluable contribution throughout the sampling duration.

**Authors Contribution:** The author confirms sole responsibility for the following: study conception and design, data collection, analysis and interpretation of results, and manuscript preparation.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Esengül ERDEM  <https://orcid.org/0000-0002-8274-282X>

## REFERENCES

- Abou-Shaara, H.F., A.A. Owayss, Y.Y. Ibrahim & N.K. Basuny, 2017. A review of impacts of temperature and relative humidity on various activities of honey bees. *Insects Soc.*, (64):455–463.
- Anderson, K.E., M.J. Carroll, T. Sheehan, B.M. Mott & P. Maes, 2014. Corby-Harris, V. Hive-stored pollen of honey bees: Many lines of evidence are consistent with pollen preservation, not nutrient conversion. *Mol. Ecol.*, (23): 5904–5917.
- Anderson, K.E., T.H. Sheehan, B.M. Mott, P. Maes, L. Snyder, M.R. Schwan, A. Walton, B.M. Jones & Corby- V. Harris, 2013. Microbial ecology of the hive and pollination landscape: Bacterial associates from floral nectar, the alimentary tract and stored food of honey bees (*Apis mellifera*). *PLoS ONE* 8: e83125.
- Andrews, S., 2010. FastQC: a quality control tool for high throughput sequence data.
- Arserim Uçar, D.K., M.N.Z. Yurt, B.B. Taşbaşı, E.E. Acar, Z. Yeğin, V.C. Özalp & M. Sudağdan, 2022. Identification of Bacterial Diversity of Bee Collected Pollen and Bee Bread Microbiota by Metagenomic Analysis. *Acta Veterinaria Eurasia*, 48(3).
- Asama, T., T.H. Arima, T. Gomi, T. Keishi, H. Tani & Y. Kimura. 2015. Lactobacillus kunkeei YB38 from honeybee products enhances IgA production in healthy adults. *Journal of Applied Microbiol.*, 119 (3): 818.
- Bolger, A.M., M. Lohse & B. Usadel, 2014. Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data. *Bioinformatics*, 30(15): 2114–2120.
- Crone, M. K., D.J. Biddinger & C.M. Grozinger, 2022. Wild bee nutritional ecology: Integrative strategies to assess foraging preferences and nutritional requirements. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6: 847003.
- Danner, N., A. Keller, S. Härtel & I. Steffan-Dewenter, 2017. Honey bee foraging ecology: Season but not landscape diversity shapes the amount and diversity of collected pollen. *PloS one*, 12(8): e0183716.
- Davis, P.H. (ed), 1965-1985. Flora of Türkiye and the East Aegean Islands. Vols. 1-9. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Davis, P.H., R.R. Mill & K. Tan (eds). 1988. Flora of Türkiye and the East Aegean Islands (supplement). Vol. 10. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- De Palma, A., S. Abrahamczyk, M.A. Aizen, M. Albrecht, Y. Basset, A. Bates... & A. Purvis, 2016. Predicting bee community responses to land-use changes: Effects of geographic and taxonomic biases. *Scientific Reports*, 6(1): 31153.
- Disayathanoowat, T., H. Li, N. Supapimon, N. Suwannarach, S. Lumyong, P. Chantawannakul & J. Guo, 2020. Different dynamics of bacterial and fungal communities in hive-stored bee bread and their possible roles: a case study from two commercial honey bees in China. *Microorganisms*, 8(2): 264.
- Donkersley, P., G. Rhodes, R.W. Pickup, K.C. & K. Jones, 2018. Wilson, Bacterial communities associated with honeybee food stores are correlated with land use. *Ecol. Evol.*, 8: 4743–4756.

- Erlacher, A., T. Cernava, M. Cardinale, J. Soh, C.W. Sensen, M. Grube & G. Berg, 2015. Rhizobiales as functional and endosymbiotic member in the lichen symbiosis of *Lobaria pulmonaria* L. *Front. Microbiol.*, 6: 53.
- Anonymous, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <https://www.fao.org/faostat/en/> (Accession date: 06/08/2028)
- Garrity, G.M., J.A. Bell, T. Lilburn & I. Class, 2005. *Alphaproteobacteria* class. nov. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*; Garrity, G.M., Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T., Eds.; Springer: New York, NY, USA, Volume 2.
- Ghosh, S. & C. Jung, 2022. Temporal changes of nutrient composition from pollen patty to bee bread with special emphasis on amino and fatty acids composition. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 25(1): 101873.
- Ghosh, S., S.M. Namin & C. Jung, 2021. Metagenomics of pollen-borne microbes and gut microbiota of the honey bee. In *Metagenomics and Microbial Ecology*; (Eds. De Mandal, S., A.K. Panda, N.S. Kumar, S.S. Bisht, F. Jin), CRC Press: New York, NY, USA.
- Güner, A., N. Özhatay, T. Ekim & K.H.C. Bafler, 2000. Flora of Türkiye and the East Aegean Islands. Vol. 11. Edinburgh: Edinburgh University Press, 656 pp.
- Güner, A., S. Aslan, T. Ekim M. Vural & M.T. Babaç, 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler) [List of Türkiye Plants]. Nezahat Gökyiğit Botanic Garden and Flora Research Society Publishing, Istanbul, 610 pp.
- Jones, J.C., C.Fruciano, J. Marchant, F.Hildebrand, S. Forslund, P. Bork, P. Engel & W.O.H. Hughes, 2018. The gut microbiome is associated with behavioural task in honey bees. *Insectes sociaux*, 65: 419-429.
- Kieliszek, M., K. Piwowarek, A.M. Kot, S. Błażej, A. Chlebowska-Śmigiel & I. Wolska, 2018. Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 71: 170-180.
- Kleinhenz, M., B. Bujok, S. Fuchs & J. Tautz, 2003. Hot bees in empty broodnest cells: Heating from within. *J. Exp. Biol.*, 205: 4217–4231.
- Kösoğlu, M., E. Topal, N. Özsoy, Ü. Karaca, Ç. Takma & A. Özkırım, 2019. Perspective of Izmir Province Beekeepers on Bee Diseases and Pests. *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.*, 56 (2):187-193.
- Kwong, W.K. & N.A. Moran, 2016. Gut microbial communities of social bees. *Nature reviews microbiology*, 14(6): 374-384.
- Lozo, J., T. Beric, A. Terzic -Vidojevic, S. Stankovic , D. Fira & L. Stanislavljevic, 2015. Microbiota associated with pollen, bee bread, larvae and adults of solitary bee *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae). *Bull. Entomol. Res.*, 105: 470–476.
- Martinson, V.G., J. Moy, & N.A. Moran, 2012. Establishment of characteristic gut bacteria during development of the honeybee worker. *Applied and environmental microbiology*, 78(8): 2830-2840.
- Moran, N.A. 2015. Genomics of the honey bee microbiome. *Current opinion in insect science*, 10: 22-28.
- Muñoz-Colmenero, M., I. Baroja-Careaga, M. Kovacic, J. Filipi, Z. Puškadija, N. Kezic, A. Estonaba, R. Büchler & I. Zarraonaindia, 2020. Differences in honey bee bacterial diversity and composition in agricultural and pristine environments. *Apidologie*, 51:1018–1037.
- Pang, S., Z. Lin, W. Zhang, S. Mishra, P. Bhatt & S. Chen, 2020. Insights into the microbial degradation and biochemical mechanisms of neonicotinoids. *Front. Microbiol.*, 11: 868.
- Papp M, L. Békési, R. Farkas, L. Makrai, M.F. Judge, G. Maróti, et al., 2022. Natural diversity of the honey bee (*Apis mellifera*) gut bacteriome in various climatic and seasonal states. *PLoS ONE*, 17(9): e0273844.
- Saraiva, M.A., A.P.P. Zemolin, J.L. Franco, J.T. Boldo, V.M. Stefenon, E W. Triplett,... & L.F.W. Roesch, 2015. Relationship between honeybee nutrition and their microbial communities. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 107: 921-933.
- Stabler, D., P. P. Paoli, S. W. Nicolson & G. A. Wright, 2015. Nutrient balancing of the adult worker bumblebee (*Bombus terrestris*) depends on the dietary source of essential amino acids. *J. Exp. Biol.*, 218: 793–802.
- Vásquez, A. & T.C. Olofsson, 2009. The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. *Journal of apicultural research*, 48(3): 189-195.
- Vaudo, A.D., J.F. Tooker, H.M. Patch, D. J. Biddinger, M. Coccia, M.K. Crone, M. Fiely et al., 2020. Pollen protein: lipid macronutrient ratios may guide broad patterns of bee species floral preferences. *Insects*, 11(2): 132.
- Wood, D.E. & S.L. Salzberg, 2014. Kraken: Ultrafast metagenomic sequence classification using exact alignments. *Genome Biology*, 15: R46.
- Yun, J.H., M.J. Jung, P.S. Kim & J.W. Bae, 2018. "Social status shapes the bacterial and fungal gut communities of the honey bee. *Scientific reports*, 8(1): 2019.

## Mısır Üretiminde Organomineral ve Yaprak Gübre Uygulaması Etkinliğinin Verim ve Karlılık Açısından Değerlendirilmesi\*

Zübeyir AĞIRAĞAÇ<sup>1\*</sup>, Şeyda ZORER ÇELEBİ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van

\*Sorumlu Yazar: [zubeyiragiragac@yyu.edu.tr](mailto:zubeyiragiragac@yyu.edu.tr)

Geliş Tarihi:26.03.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 31.08.2024 Kabul Tarihi: 10.09.2024

### ÖZ

Bu çalışma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü araştırma arazisinde 2022 ve 2023 yıllarında yürütülmüştür. Bu çalışmada, silajlık mısır bitkisinde farklı organomineral ve yaprak gübresi uygulamalarının hasıl verim, Üretim değeri (ÜD), değişen masraflar ve brüt kar, net kar değerleri dikkate alınarak ekonomik analizinin yapılmasını amaçlanmıştır. Çalışmada, Simpatico mısır çeşidi kullanılmış olup, gübre kaynağı olarak DAP (Diamonyum fosfat), Üre, Organomineral taban (OMT), Organomineral üst (OMÜ), Deniz yosunu (DY), Vermikompost (VK) ve Humik asit (HA) gübrelerinin farklı kombinasyonları kullanılmıştır. Deneme "Tesadüf Blokları Deneme Deseni"ne göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Birleştirilmiş yıl ortalamasına göre en yüksek hasıl verim OMT-OMÜ-VK uygulamasından 6823.00 kg da<sup>-1</sup>, en düşük değer ise DAP-ÜRE uygulamasından 6610.83 kg da<sup>-1</sup>olarak kaydedilmiş ve aralarında %3.1 oranında verim farkı oluşmuştur. Çalışmada, üretim değeri açısından en yüksek değer OMT-OMÜ-VK uygulamasından 11599.10 (₺ da<sup>-1</sup>) olarak kaydedilmiştir. Buna karşın, DAP ve ÜRE gübrelerinin bulunduğu uygulamalar maliyet açısından daha düşük oldukları için net kar oranları daha yüksek olarak belirlenmiştir. Buna göre DAP-ÜRE uygulaması net kar 7828.85 ₺ da<sup>-1</sup>,brüt kar 8267.96 ₺ da<sup>-1</sup> ve nispi kar 3.296 ₺ da<sup>-1</sup> olarak kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında, bitki yetiştiriciliğinde sürdürülebilir üretim için, organomineral ve yaprak gübrelerinin bitki besleme sistemlerine eklenmesi, tarımsal verimlilik ve toprak koruma açısından önemli bir adım olarak değerlendirilebilir.

**Anahtar kelimeler:** Ekonomik analiz, organomineral, silaj verimi, yaprak gübresi

## Evaluation of the Effectiveness of Organomineral and Foliar Fertilizer Applications in Corn Production in Terms of Yield and Profitability

### ABSTRACT

This study was conducted in the research field of the Department of Field Crops at Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, during the years 2022 and 2023. The study aimed to perform an economic analysis of silage corn by evaluating different organomineral and foliar fertilizer applications, considering forage yield, production value (PV), variable costs, gross profit, and net profit. The Simpatico corn variety was used, with different combinations of fertilizers, including DAP (Diammonium phosphate), Urea, Organomineral base (OMT), Organomineral top (OMU), Seaweed (SW), Vermicompost (VC), and Humic acid (HA). The experiment was designed using the "Randomized Block Design" with three replications. According to the combined annual average, the highest forage yield was obtained from the OMT-OMU-VC application at 6823.00 kg da<sup>-1</sup>, while the lowest yield was recorded from the DAP-Urea application at 6610.83 kg da<sup>-1</sup>, showing a 3.1% yield difference. In terms of production value, the highest was recorded from the OMT-OMU-VC application at 11599.10 (₺ da<sup>-1</sup>). However, the DAP and Urea applications, being lower in cost, resulted in higher net profit ratios. Accordingly, the DAP-Urea application recorded a net profit of 7828.85 ₺ da<sup>-1</sup>, a gross profit of 8267.96 ₺ da<sup>-1</sup>, and a relative profit of 3.29 ₺ da<sup>-1</sup>. For production, the addition of organomineral and foliar fertilizers to plant nutrition systems can be considered an important step in terms of agricultural productivity and soil conservation.

**Key words:** Economic analysis, organomineral, silage yield, foliar fertilizer

## GİRİŞ

Son yıllarda dünya genelinde meydana gelen iklim değişiklikleri, tarım alanlarının daralması, üretim maliyetlerinin yükselmesi, sosyo-kültürel değişimler ve kırsaldan kente göç gibi sebeplerle, tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini tehdit etmekte ve dünya nüfusunun gıda ihtiyaçlarını karşılayacak seviyede artmasını zorlaştırmaktadır. Bu sürecin orta ve uzun vadede tüm insanlığı tehdit etmesi kaçınılmazdır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde yeterli gıdaya ulaşım, günümüzde dahi ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Meşe ve Gülümser, 2020). Mısır, yüksek verim potansiyeli, kolay yetiştirilebilirliği, yeşil ot, tane ve silaj yem olarak farklı kullanım alanlarına sahip olması gibi özellikleri ile bu sorunun giderilmesine katkıda bulunacak önemli bir bitkidir ve gün geçtikçe bu önemi artmaktadır (Yıldız vd., 2017). Dünyada ekim alanı açısından buğday ve çeltiğin ardından üçüncü sırada yer alan mısır, üretim miktarı bakımından ise ilk sıradadır. Türkiye’de mısır, buğday ve arpa sonrasında en fazla üretilen tahıl ürünüdür ve toplamda 8.500.000 ton Üretim miktarına ulaşmıştır (TÜİK, 2022). Silajlık mısırın yetiştirilmesi sürecinde daha yüksek kaliteli ve verimli ürünler elde etmek için tüm bitkisel üretimde olduğu gibi bir dizi faktörün önemi büyüktür. İklim, toprak yapısı, rakım, ekim zamanı, ekim sıklığı, sulama, hasat zamanı ve kullanılan çeşit gibi faktörlerin yanı sıra, en kritik faktör gübrelemedir. Gübreler, tarımsal üretimden kaybolan bitki besin maddelerini toprağa yeniden kazandırarak verimliliği artırır. Bu, tarımsal Üretimi artırmakla kalmaz, aynı zamanda gıda kalitesini de iyileştirir. Diğer tarımsal girdilerle karşılaştırıldığında, gübreler tek başına %40’ın üzerinde bir verim artışı sağlayarak dünya gıda güvenliğine, yaşam standardının yükseltilmesine ve açlıkla mücadelede önemli katkı sağlarlar (Eraslan vd., 2010). Mısır Üretiminde yoğun kimyasal gübre kullanımıyla yüksek verim elde etme çabası devam ederken, uzun süreli kullanımı tarım alanlarında tuzlulaşma, besin dengesizliği, ağır metal birikimi gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Ayrıca, nitrat birikimi gibi olumsuz durumlar da görülebilir (Gronle vd., 2015). Organik ve organomineral gübreler, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerini sağlamanın yanı sıra toprağın yapısal özelliklerini iyileştirme özelliğine sahiptirler. Bu özellikleriyle, kimyasal gübrelerin yerini alabilecekleri belirtilmektedir (Ağırağaç ve Zorer Çelebi, 2022). Ayrıca bitkilerin büyümesi için topraktan alınan besin maddeleri önemlidir, ancak bazı besin elementleri yetersiz veya bağlı olabilir. Bu durumda, yaprak gübreleri önemli bir destek sağlayabilir. Yaprak gübreleri, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerini hızlı ve etkili bir şekilde almasını sağlarlar (Nazar vd., 2012). Bunların yanı sıra bitki yetiştiriciliğinde üzerinde durulması gereken önemli konulardan biri de ekonomik analizdir. Tarımsal Üretim işletmeleri, yalnızca bol ve kaliteli ürün elde etmeyi değil, aynı zamanda Üretim sürecinin sonunda kar elde etmeyi de hedeflerler. Bu hedefe ulaşmak için, Üretim süreci ve girdi temini ekonomik açıdan titizlikle değerlendirilmelidir. Bu bağlamda gübre uygulaması, topraklara zarar vermeden tarımsal Üretimdeki verimliliği artırarak sürdürülebilirliği sağlamalı ve ekonomik olmalıdır. Bu bağlamda mısır yetiştiriciliğinde, doğru gübre seçiminin yanı sıra gübre miktarı, gübreleme zamanı ve gübreleme yöntemi gibi faktörlerin ekonomik analizi son derece önemlidir. Özellikle son yıllarda gübre fiyatlarında yaşanan hızlı artışlar ve aşırı kimyasal gübre kullanımının çevre kirliliğine neden olması gibi etkenler, bu konunun daha da önem kazanmasını sağlamıştır. Bu durum, optimum gübre dozu yerine ekonomik optimum dozun farklı uygulama şekillerinin belirlenmesi sonucunu doğurmuştur. Bu yaklaşım, sadece verimliliği artırmakla kalmaz, aynı zamanda çevresel olumsuz etkileri azaltır ve işletmelerin sürdürülebilir karlılığını artırır. Sonuç olarak, tarımsal Üretimde gübreleme stratejilerinin ekonomik açıdan dikkatlice planlanması hem çiftçilerin hem de çevrenin yararına olacaktır (Özkan ve Kuzgun, 1996).

Bu çalışma, geleneksel silajlık mısır yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan kimyasal gübrelerin yanı sıra son dönemlerde popülerlik kazanan organomineral gübrelerin de içerisine alındığı çeşitli kombinasyonların, organik kökenli humik asit, deniz yosunu ve vermikompost yaprak gübreleri ile bir araya getirilerek silajlık mısırın verim, üretim değeri, değişen masraflar, brüt ve net kar değerleri göz önünde bulundurularak ekonomik analizinin yapılmasını amaçlamaktadır.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Araştırma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama alanında 2022 ve 2023 yaz sezonunda yürütülmüştür. Çalışmanın gerçekleştirildiği lokasyon için vejetasyon dönemlerine ait uzun yıllar ortalamaları ile 2022 ve 2023 yıllarına ait ortalama sıcaklık, nisbi nem ve toplam yağış miktarları Van Meteoroloji 14. Bölge Müdürlüğü’nden temin edilmiş ve Çizelge 1’de sunulmuştur. Bu bağlamda, uzun yıllar ortalaması ile birinci ve ikinci yıl mısır yetiştirme dönemlerine ait ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla 19.5 °C, 20.0 °C ve 20.6 °C olarak belirlenmiştir. Toplam yağış miktarı, uzun yıllar ortalamasında 73.3 mm iken, birinci yıl 58.2 mm ve ikinci yıl 60.9 mm olarak ölçülmüştür. Nisbi nem değerleri ise uzun yıllar ortalamasında %46.1, birinci yıl %43.0 ve ikinci yıl %46.0 olarak kaydedilmiştir. Bu verilere göre, mısır yetiştirme döneminde

uzun yıllar ortalamasına kıyasla sıcaklıkta bir artış, yağış ve nem değerlerinde ise bir azalma yaşandığı görülmektedir.

Çizelge 1. Deneme yerinin 2022,2023 ve uzun yıllar ortalamasına ait yağış, nem ve sıcaklık değerleri\*

Aylar	Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)			Nem (%)		
	2022	2023	UYO	2022	2023	UYO	2022	2023	UYO
Mayıs	12.0	13.2	13.5	51.8	42.8	44.5	62.5	60.8	55.4
Haziran	20.5	19.8	19.0	6.3	7.5	16.2	41.2	49.3	46.7
Temmuz	23.2	24.1	22.8	0.1	0.4	7.2	36.3	42.1	42.3
Ağustos	24.3	25.3	23.0	0	10.2	5.4	32.1	31.8	40.3
Ortalama	20	20.6	19.5				43.0	46.0	46.1
Toplam				58.2	60.9	73.3			

\*: Van Meteoroloji 14.Bölge Müdürlüğü'nden alınmıştır.

Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları incelendiğinde toprağın hafif alkali olduğu ve tekstür sınıfının kumlu-tınlı olduğu, organik maddenin az olduğu, kireç içeriği bakımından az kireçli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Deneme alanına ait toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	Kil (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kireç (%)	EC dS m <sup>-1</sup>	Tekstür Sınıfı	Toplam N (%)	Yarayışlı P(ppm)	Organik Madde (%)
0-30	7.89	35	44.05	21	3.61	0.198	Kumlu-Tınlı	0.079	7.20	1.86

Denemede bitki materyali olarak Simpatico (FAO 300) mısır çeşidi kullanılmıştır. Taban gübresi olarak, DAP (% 18N-46P) ve %12 azot (N), %22 fosfor (P), %15 organik madde, %12 kükürtoksit (SO<sub>3</sub>), ME (Mikro Elementler) ve %5 humik-fulvik (HF) içeriğine sahip organomineral taban (OMT) gübreleri kullanılmıştır. Üst gübre olarak ise, ÜRE (%46 N) ve %30 azot (N) + %20 organik madde + %5 kükürtoksit (SO<sub>3</sub>) ve %5 humik-fulvik (HF) içeriğine sahip OMÜ (Organomineral üst) gübreleri tercih edilmiştir. Yaprak gübresi olarak Deniz yosunu (EXOVA), Humik asit (GO ENERGY) ve Vermikompost (RİVASOL) firmaların belirttiği (Deniz yosunu: 50-60 cc/da, Humik asit: 25-40 g/da ve Vermikompost: 200-250 ml/da) dozlarda kullanılmıştır.

## Yöntem

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Ekim işleminde mısır ekim mibzeri kullanılmış olup, sıra arası mesafesi 70 cm ve sıra üzeri 12 cm olarak planlanan denemede parsel büyüklüğü 21 m<sup>2</sup> olarak düzenlenmiştir. Ekim işlemi birinci yıl 10 Mayıs, ikinci yıl 5 Mayıs tarihinde yapılmıştır. Hasat işlemi ise birinci yıl 18 Ağustos, ikinci yıl 10 Ağustos tarihinde bitkiler R3 (süt olum) evresindeyken yapılmıştır. Uygulama planına bakıldığında, granül gübreler standart mısır yetiştiriciliği koşullarına uygun olarak taban ve üst gübre olarak ikiye bölünmüştür. Ekim sırasında toprağa 9 kg da<sup>-1</sup> saf fosfor uygulanmıştır. Kullanılan fosfor dozu ekim aşamasında DAP gübresiyle 3.4 kg da<sup>-1</sup>, OMT gübresiyle ise 4.9 kg da<sup>-1</sup> saf azotun ekim döneminde kullanılmasına denk gelmiştir. İkinci uygulama ise bitkiler 8-12 yaprak dönemine geldiğinde gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada kalan azot ihtiyacı ÜRE (13.6 kg da<sup>-1</sup>) ve OMÜ (12.1 kg da<sup>-1</sup>) kullanılarak tamamlanmıştır. Deniz yosunu, humik asit ve vermikompost yaprak gübrelerinin ilk uygulaması bitkinin 4-6 yaprak döneminde gerçekleştirilmiş, diğer uygulamalar ise üst gübreleme yapıldıktan sonraki 8-12 yaprak döneminden sonra 15 gün ara ile olmak üzere toplamda 4 kez yaprağa püskürtülerek uygulanmıştır. Çalışmada kontrol grubu olarak standart gübre uygulaması (DAP-ÜRE) baz alınmıştır.



Çizelge 3. Uygulama planı

No	Uygulamalar	
	Ekim öncesi	Ekim sonrası
DAP-ÜRE	3.4 kg/da saf azot ve 9 kg/da saf fosfor (DAP)	13.6 kg/da saf azot (ÜRE)
DAP-OMÜ	3.4 kg/da saf azot ve 9 kg/da saf fosfor (DAP)	13.6 kg/da saf azot (OMÜ)
OMT-OMÜ	4.9 kg/da saf azot ve 9 kg/da saf fosfor (OMT)	12.1 kg/da saf azot (OMÜ)
DAP-ÜRE-DY	3.4 kg/da saf azot ve 9 kg/da saf fosfor (DAP)	13.6 kg/da saf azot (ÜRE) + Deniz yosunu
DAP-ÜRE-HA	3.4 kg/da saf azot ve 9 kg/da saf fosfor (DAP)	13.6 kg/da saf azot (ÜRE) + Humik asit
DAP-ÜRE-VK	3.4 kg/da saf azot ve 9 kg/da saf fosfor (DAP)	13.6 kg/da saf azot (ÜRE) + Vermikompost
DAP-OMÜ-DY	3.4 kg/da saf azot ve 9 kg/da saf fosfor (DAP)	13.6 kg/da saf azot (OMÜ) + Deniz yosunu
DAP-OMÜ-HA	3.4 kg/da saf azot ve 9 kg/da saf fosfor (DAP)	13.6 kg/da saf azot (OMÜ) + Humik asit
DAP-OMÜ-VK	3.4 kg/da saf azot ve 9 kg/da saf fosfor (DAP)	13.6 kg/da saf azot (OMÜ) + Vermikompost
OMT-OMÜ-DY	4.9 kg/da saf azot ve 9 kg/da saf fosfor (OMT)	12.1kg/da saf azot (OMÜ) + Deniz yosunu
OMT-OMÜ-HA	4.9 kg/da saf azot ve 9 kg/da saf fosfor (OMT)	12.1 kg/da saf azot (OMÜ) + Humik asit
OMT-OMÜ-VK	4.9 kg/da saf azot ve 9 kg/da saf fosfor (OMT)	12.1kg/da saf azot (OMÜ) + Vermikompost

Çalışmada yeşil ot verimi hesaplanmasında, parsellerden kenar tesiri çıkarıldıktan sonra iki sıra üç metre olarak belirlenen bir biçim işlemi gerçekleştirilmiştir. Bitkiler toprak yüzeyinden 10 cm yükseklikten biçilmiş ve ardından biçilen materyaller tartılmıştır. Elde edilen veriler,  $\text{kg da}^{-1}$ 'a çevrilerek kaydedilmiştir (Altınok vd., 2005). Yeşil ot verimleri birleştirilmiş yıl ortalamaları olarak verilmiş olup tartışma ve yorumlarda buna göre yapılmıştır. Elde edilen bulguların istatistik analizleri SPSS 27.0 istatistik paket programı kullanılarak, Tesadüf Blokları Deneme Deseni'ne göre yapılmıştır. Ayrıca, Duncan çoklu karşılaştırma testi ile gözlemler arasındaki farklılıklar tespit edilmiştir (Düzgüneş vd., 1987).

Ekonomik analiz çalışmasında daha önce yapılan araştırmalardan da faydalanılmıştır (Ayçiçek ve Karakaya, 2022). Bu çalışmada silajlık mısır üretiminde birim alanda Toplam Değişken Masraf (TDM), Toplam Sabit Masraf (TSM) ve Toplam Üretim Maliyeti (TÜM) ile 1 kg silajlık mısır üretim maliyeti hesaplanmıştır. Üretim değeri (ÜD), birim alandan alınan ürün miktarı ile o ürünün birim fiyatının çarpımıyla belirlenmiştir. Çalışmada silajlık mısırdaki ÜD, brüt kar, net kar ve nispi kar değerleri hesaplanmıştır (Semerci, 2021; Durmuş ve Semerci, 2023; Semerci ve Yurt, 2023).

$$\text{Brüt kar} = \text{ÜD} - \text{TDM}$$

$$\text{Net kar} = \text{ÜD} - \text{TM}$$

$$\text{Nispi Kar} = \frac{\text{Üretim Değeri}}{\text{Üretim Maliyeti}}$$

Ekonomik analiz, verim değerlerinde olduğu gibi yine iki deneme yılına ait ortalama yeşil ot verimi üzerinden hesaplanmıştır. Çalışmada tohum, gübre, toprak işleme, gübrelemede kullanılan ekipman, hasat ve nakliye giderleri ile döner sermaye faizi (%5) TDM'yi oluşturan kalemler olarak belirlenmiştir. TSM'yi oluşturan unsurlar ise, tarla kirası, sermaye faizi ve genel idare giderleri (%3) olarak hesaplanmıştır. Genel idare giderleri, işletmenin sevk ve idaresi ile işletmenin bütün üretim faaliyetlerini kapsayan ortak hizmetler için yapılan masraflardan oluşmaktadır. Bu masrafların hesaplanması için değişen masraflar toplamının genellikle %3'ü alınmaktadır (Kıral ve ark., 1999). Değerlendirmeler, çalışma yılındaki gelir ve gider değerleri baz alınarak 1 dekar alan üzerinden yapılmıştır.

**BULGULAR ve TARTIŞMA****Yeşil ot verimi**

Farklı gübre uygulamalarının silajlık mısır bitkisinde yeşil ot verimi değerleri üzerine etkisine ilişkin iki yıllık varyans analizi sonuçları Çizelge 4'te sunulmuştur. Ayrıca, Duncan çoklu karşılaştırma grupları Çizelge 5 'te görülmektedir. Elde edilen veriler incelendiğinde uygulamaların yeşil ot verimi üzerine etkisi her iki yıl için %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Birleştirilmiş yıl verilerine bakıldığında uygulama, yıl ve uygulama × yıl interaksiyon etkisinin de %1 düzeyinde önemli olduğu kaydedilmiştir.

Silajlık mısır yetiştiriciliğinde, üreticilerin elde edecekleri silaj miktarını belirleyen en temel kriterlerden biri, yeşil ot verimidir. Mısır bitkisi, birim alanda yüksek miktarda yeşil aksam üretimi, silaj yapımına uygun olması, yüksek besleme değeri ve lezzetliliği gibi nedenlerle en önemli silaj bitkilerinden biri olarak öne çıkmaktadır (Açıkgöz vd., 2011). Yeşil ot verimi bitki ağırlığının bir dekadaki toplam bitki sayısı ile çarpılması sonucu elde edilir. Bu verim, bitkilerin agronomik performanslarını karşılaştırmak adına kullanılan temel bir kriterdir. Bitki sayısı, olgunlaşma süreci, bitki cinsi ve türü, yararlanma şekli, biçim, zaman ve yetiştirme teknikleri gibi çeşitli faktörlerin etkileşimi sonucunda belirlenen kantitatif bir karakteri temsil eder. Bu özellik, çevre koşullarına bağlı olarak değişebilen dinamik bir özellik olarak dikkat çeker (İptaş, 2002).

Çizelge 4. Uygulamaların silajlık mısırdaki yeşil ot verimine etkileri ile ilgili varyans analizi sonuçları

Yıllara Göre					
Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		F Değeri	
		2022	2023	2022	2023
Blok	2	40.194	305.762	0.155	0.309
Uygulama	11	13805.323	23172.812	53.294**	23.419**
Hata	22	259.043	989.475		
Birleştirilmiş yıl					
Blok	2		147.181		0.419
Uygulama	11		26791.343		76.340**
Yıl	1		93888.889		267.529**
Uygulama*Yıl	11		872.010		2.485**
Hata	46		350.949		

\*P<0.05 düzeyinde önemlidir, \*\*P<0.01 düzeyinde önemlidir

Birleştirilmiş yıl ortalamasına göre en iyi sonuca 6823.00 kg da<sup>-1</sup> olarak OMT-OMÜ-VK uygulamasından ulaşıldığı ve buna en yakın değer de OMT-OMÜ-HA (6819.17 kg da<sup>-1</sup>) uygulamasından elde edildiği görülmektedir. En düşük değer ise DAP-ÜRE uygulamasından 6610.83 kg da<sup>-1</sup> olarak elde edilirken, istatistik olarak aynı grupta yer alan DAP-OMÜ (6662.33 kg da<sup>-1</sup>) ve OMT-OMÜ (6672.17 kg da<sup>-1</sup>) uygulamaları buna en yakın değerleri almışlardır. Organomineral gübrenin taban ve üst formunun, kullanılan taban DAP ve üst ÜRE gübresine göre daha iyi performans göstermesi, içeriklerindeki zengin besin elementleri ile birlikte uygulama zamanıyla da ilişkilidir. Bitkiler, sağlıklı bir büyüme ve gelişme için çeşitli besin elementlerine ihtiyaç duyarlar (Jones ve Jacobsen, 2001; Fageria vd., 2009). Organomineral gübreler, içerdikleri organik madde ve humik asit kaynağı sayesinde tarımsal verimliliği artırarak daha kaliteli ve besleyici ürünler elde edilmesini sağlar. Ayrıca leonardit veya humik asit içeriğiyle bilinen bu gübreler, toprağın yapısını düzenleyip ıslah ederek çevreye zarar vermeden mevcut kirlilikleri giderir, yararlı mikroorganizma faaliyetlerini artırır, toprağın pH yapısını düzenler ve nötralize eder (İstanbuluoğlu, 2012). Yeşil ot veriminin artmasında yaprak gübrelerinin etkisini göz ardı etmemek önemlidir. Yapılan çalışmaların sonuçları incelendiğinde, yaprak gübresi içeren uygulamaların yaprak gübresi

olmayan uygulamalara kıyasla genellikle %1.4 ile %2.2 arasında daha yüksek yeşil ot verimine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, yapraktan uygulamaların 15 günde bir düzenli olarak gerçekleştirilmesi ve içerdikleri besin elementleri sayesinde bitki gelişimini desteklemeleriyle açıklanabilir. Yaprak gübrelemenin avantajları göz önüne alındığında, bitki gübrelemesi ile besin elementlerini tedarik etmenin toprak gübrelemeye kıyasla daha etkili, kontrollü ve çevre dostu bir strateji olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Ayrıca, yaprak gübreleri ürün kalitesini, verimini ve metabolizmayı geliştirmekte aktif bir rol oynamaktadır (Fernández ve Brown, 2013).

Çizelge 5. Uygulamaların hasıl verim üzerine etkileri ile ilgili ortalama değerler ve oluşan gruplar

Uygulamalar	2022	2023	Birleştirilmiş Yıllar Ortalaması
DAP-ÜRE	6596.00 h	6625.67 f	6610.83 g
DAP-OMÜ	6627.67 g	6697.00 e	6662.33 f
OMT-OMÜ	6639.33 fg	6705.00 e	6672.17 f
DAP-ÜRE-DY	6657.00 ef	6751.00 d	6704.00 e
DAP-ÜRE-HA	6661.00 def	6766.67 cd	6713.83 de
DAP-ÜRE-VK	6677.00 de	6790.33 bc	6733.67 d
DAP-OMÜ-DY	6689.00 d	6778.33 bcd	6733.67 d
DAP-OMÜ-HA	6764.33 bc	6834.00 a	6799.17 bc
DAP-OMÜ-VK	6749.00 c	6810.00 ab	6779.50 c
OMT-OMÜ-DY	6750.67 c	6812.00 ab	6781.33 c
OMT-OMÜ-HA	6790.33 ab	6841.00 a	6819.17 ab
OMT-OMÜ-VK	6798.00 a	6848.00 a	6823.00 a
Ortalama	6699.94 B	6772.17 A	6736.06

OMÜ: Organomineral üst, OMT: Organomineral taban, DY: Deniz yosunu, HA: Humik asit, VK: Vermikompost

### Ekonomik analiz

Çalışmada, ekonomik değerlendirme birleştirilmiş yıl ortalama verilerine dayanmaktadır. Toplam masraf hesaplamalarında arazi hazırlığı, tohum maliyeti, gübre giderleri, ekim maliyetleri, çapalama, sulama ve hasat masrafları göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir. Gübreleme harcamaları, kullanılan uygulamalara bağlı olarak değişiklik göstermiş olup, diğer tüm giderler ortak kabul edilmiştir. Tüm gelir-gider hesaplamaları, 1 dekarlık arazi üzerinden yapılmıştır. Uygulamaların silajlık mısır bitkisi üzerine karlılık durumuna ilişkin verileri değerlendirdiğimizde; Gayrisafi Üretim Değeri ( $\text{₺ da}^{-1}$ ) açısından en yüksek değer OMT-OMÜ-VK uygulamasından 11599.10 ( $\text{₺ da}^{-1}$ ) olarak kaydedilirken, buna en yakın değer yine taban ve üst gübre olarak organominerallerin

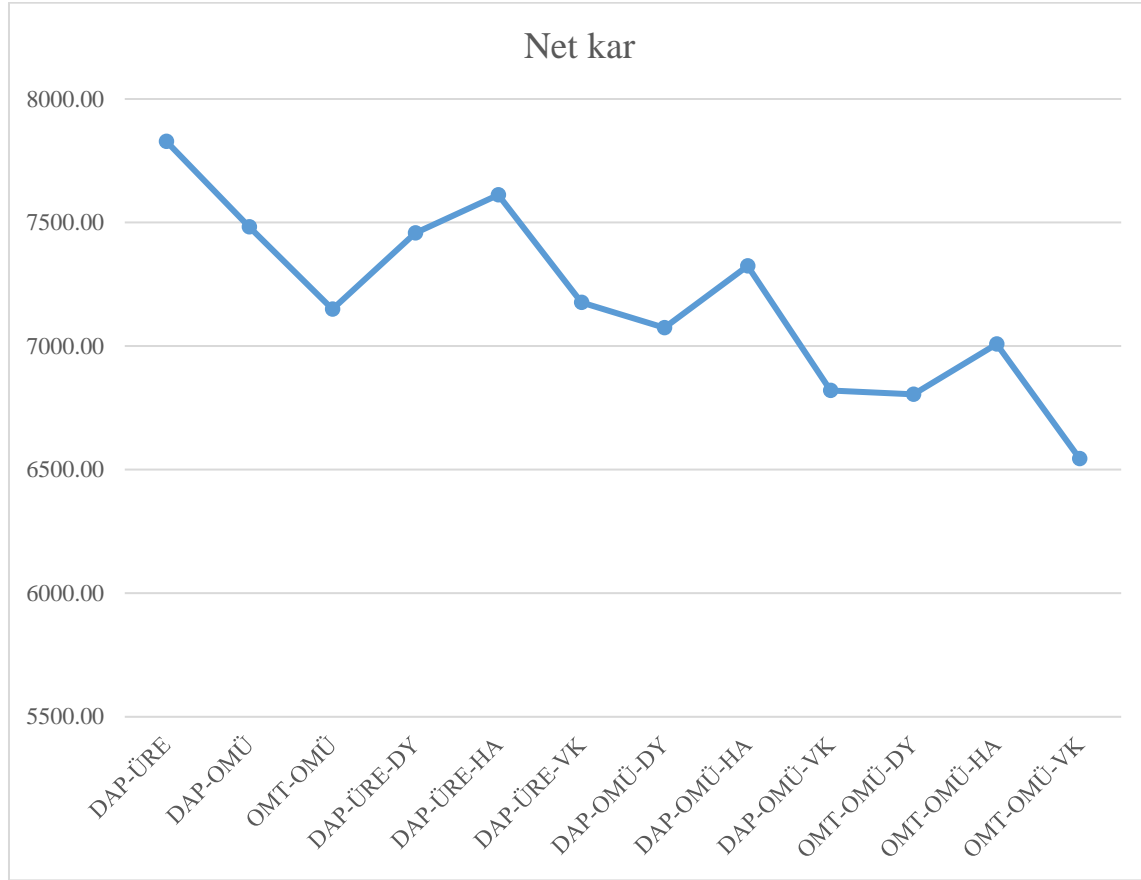
bulunduğu OMT-OMÜ-HA uygulamasından 11592.59 (₺ da<sup>-1</sup>) olarak sağlanmıştır. En düşük değer ise 11238.11 (₺ da<sup>-1</sup>) olarak DAP-ÜRE uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 6. İncelenen uygulamaların karlılık durumu

Uygulamalar	Gayrisafi Üretim Değeri (₺ da <sup>-1</sup> )	Değişen Masraflar (₺ kg <sup>-1</sup> )	Üretim Masrafları Toplamı (₺ da <sup>-1</sup> )	Brüt Kâr (₺ da <sup>-1</sup> )
DAP-ÜRE	11238.41	2970.45	3409.56	8267.96
DAP-OMÜ	11325.96	3391.45	3843.19	7934.51
OMT-OMÜ	11342.68	3731.45	4193.39	7611.23
DAP-ÜRE-DY	11396.8	3484.95	3939.49	7911.85
DAP-ÜRE-HA	11413.51	3350.45	3800.96	8063.06
DAP-ÜRE-VK	11447.23	3806.45	4270.64	7640.78
DAP-OMÜ-DY	11447.23	3905.95	4373.12	7541.28
DAP-OMÜ-HA	11558.58	3771.45	4234.59	7787.13
DAP-OMÜ-VK	11525.15	4227.45	4704.27	7297.7
OMT-OMÜ-DY	11528.26	4245.95	4723.32	7282.31
OMT-OMÜ-HA	11592.58	4111.45	4584.79	7481.13
OMT-OMÜ-VK	11599.1	4567.45	5054.47	7031.65

Değişen masraflar kalemine bakıldığında gübre faktörünün elde edilen veriler üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Bu bağlamda en yüksek değişen masraflar toplamı 4567.45 (₺ da<sup>-1</sup>) olarak OMT-OMÜ-VK uygulaması tarafından gösterilirken, en düşük değer ise 2970.45 (₺ da<sup>-1</sup>) olarak DAP-ÜRE uygulamasından sağlanmıştır. Değişken masraflar, işletmelerin Üretim miktarına bağlı olarak değişen maliyet unsurlarıdır. Bu masraflar, üretim miktarının artmasıyla birlikte artar, azalması durumunda ise düşer. Yani, bu masraflar üretim seviyesine duyarlı olarak değişim gösterirler (Karagölge, 2013). Üretim masrafları toplamına bakıldığında en yüksek değer yine OMT-OMÜ-VK uygulamasından 5054.47 (₺ da<sup>-1</sup>) olarak kaydedildiği ve en düşük değerinde 3409.56 (₺ da<sup>-1</sup>) olarak DAP-ÜRE uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Elde edilen brüt kar verilerine bakıldığında en yüksek değer 8267.96 (₺ da<sup>-1</sup>) olarak DAP-ÜRE uygulamasından sağlandığı ve en düşük değerinde 7031.65 (₺ da<sup>-1</sup>) olarak OMT-OMÜ-VK uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Silajlık mısırın brüt kârının hesaplandığı çalışmalar içerisinde, Kızıloğlu ve Kızılaslan (2016), Tokat ilinde silajlık mısırın brüt kârını 1711.09 (₺ da<sup>-1</sup>) olarak bulmuştur. Bayramoğlu ve Ağızan (2018) Konya ilinde yaptığı çalışmada silajlık mısırın brüt kârını 597.98 ₺ da<sup>-1</sup> olarak tespit etmişlerdir. Kahramanmaraş İli Pazarcık İlçesi'nde silajlık mısırın ana ürün verimi ortalama 5188.89 kg/da olarak tespit edilmiştir. Buna göre, 1 kg silajlık mısırın maliyeti 0.11 TL, satış fiyatı 0.122 TL, devlet desteği 0.014 TL ve net kârı ise 0.0136 TL olarak hesaplanmıştır (Paksoy ve Ortasöz, 2018). Ayçiçek ve Karakaya (2022) tarafından yapılan çalışmada incelenen işletmelerde ortalama verim miktarı 4468.2 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Gayrisafi üretim değeri işletmeler ortalamasında 1546.9₺ olarak hesaplanmıştır. 1 kg silajlık

mısırın üretim maliyeti 0.18₺ olarak belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde ortalama brüt kar; 846.6, net kar ise 720.4 olarak bulunmuştur. 1 kg ürün net kârı; işletmeler ortalamasında 0.16₺ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 1. Uygulamaların silajlık mısır bitkisi üzerine net kar verilerine ait grafik

Uygulamalar sonucu elde edilen net kar grafiğine bakıldığında en yüksek değer DAP-ÜRE uygulamasından 7828.85 ₺ da<sup>-1</sup> olarak elde edildiği görülmektedir. Bunu DAP-ÜRE-HA uygulaması 7612.55 ₺ da<sup>-1</sup> olarak takip etmiştir. OMT-OMÜ ve DAP-ÜRE-VK uygulamaları gösterdikleri 7149.30 da<sup>-1</sup> ve 7176.60 ₺ da<sup>-1</sup> değerler ile net kar durumları birbirlerine yakın olmuştur. En düşük değer ise OMT-OMÜ-VK uygulamasından 6544.63 ₺ da<sup>-1</sup> olarak kaydedilmiştir. Bunu OMT-OMÜ-DY (6804.93 ₺ da<sup>-1</sup>) ve DAP-OMÜ-VK (6820.88 ₺ da<sup>-1</sup>) uygulamaları takip etmiştir.

Tarımsal faaliyetlerde, üreticilerin dikkate aldığı önemli bir kriter, elde edilecek gelirdir. Herhangi bir ürünün üretim değeri (ÜD), üretim miktarı ve fiyatla doğrudan ilişkilidir (Rader vd., 1985; Birinci ve Koray, 2006). Çalışma kapsamında yapılan ekonomik analizde, taban gübresi olarak DAP ve üst gübre olarak ÜRE'nin kullanıldığı uygulamalar silajlık mısır maliyeti daha düşük olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan, taban organomineral (OMT) ve üst organomineralin (OMÜ) yer aldığı uygulamalar ise maliyet açısından daha yüksek çıkmıştır. Ancak DAP-ÜRE'nin bulunduğu uygulamalar verim açısından daha düşük çıkarken OMT-OMÜ ve yaprak gübrelere yer aldığı uygulamaların verim değerleri daha yüksek çıkmıştır. OMT ve OMÜ'nün çıkan yüksek verim değerlerine rağmen maliyetinin de yüksek olmasının temel nedeni, organomineral gübrelere birim maliyetinin yüksek olması ve içeriğinden dolayı kimyasal gübrelere oranla birim alana miktar olarak daha fazla kullanılmalarıdır. Çünkü kimyasal gübreler, DAP içerisinde %46 fosfor ve ÜRE içerisinde %46 azot barındırırken, OMT %22 fosfor ve OMÜ ise %30 azot içermektedir. Bu nedenle, bir dekara uygulanan 9 kg saf fosfor ve 17 kg saf azot miktarı sağlamak için oransal olarak organomineral gübre daha fazla kullanılmaktadır, bu da maliyeti artırıcı bir unsurdur. Mısır gübrelemesinde genellikle saf madde üzerinden toplamda 15-20 kg da<sup>-1</sup>azot ve 8-12 kg da<sup>-1</sup> fosfor içeren bir gübreleme uygulanmaktadır (Küçük, 2011; Olgun ve ark., 2012; Okan, 2015; Çağan ve İşikten, 2019; Yılmaz ve ark., 2020). Zorer Çelebi vd. (2010), Van koşullarında yaptıkları bir çalışmada, mısır bitkisine farklı dozlarda azot ve fosfor uygulamış ve en iyi sonuçları 8 kg da<sup>-1</sup> saf fosfor ve 20 kg da<sup>-1</sup> saf azot dozlarından elde etmişlerdir.

Standart gübreleme olan DAP-ÜRE uygulamasının, içerisinde organomineral üst ve humik asit yaprak gübresinin bulunduğu DAP-OMÜ-HA uygulamasına kıyasla %6.4 gibi bir net kar farkının olması, kullanılacak uygulamanın tercihe bağlı olduğunu vurgulamaktadır. Bu bağlamda bitki yetiştiriciliği konusunda sadece ekonomik getiriye değil, aynı zamanda çevre ve toprağın sürdürülebilirliğini de göz önünde bulundurmak gerektiği düşünülmektedir. Çünkü kimyasal gübreler maliyet açısından daha ekonomik olabilir, ancak bu tür gübrelerin bir kısmının bitkiler tarafından kullanılmasıyla, geriye kalan kısmının yer altı ve yüzey sularına karışarak insan, bitki ve hayvan sağlığını tehdit ettiği unutulmamalıdır (Kashem ve Singh, 2002). Ayrıca, gübre ihtiyacını karşılamak amacıyla kurulan üretim tesislerinden kaynaklanan atık suların çevresel etkileri göz önüne alındığında, sorunun ciddiyetinin önemli boyutlara ulaştığını daha belirgin bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu gübre tesislerinin atık sularındaki nitrat azotu ve amonyum azotu miktarlarının belirlenen yönetmelik sınırlarını aşmasının endişe verici bir durumu temsil ettiği aşikardır (Atılğan vd., 2007). Organomineral gübreler, birim maliyet fiyatları kimyasal gübrelere kıyasla daha yüksek olabilir; ancak organomineral gübreler, toprakların organik madde miktarını artırarak su tutma kapasitesini yükseltme, toprağın pH yapısını düzenleme, mevcut kirlilikleri giderme, toprağın sıkışmasını önleme ve daha iyi havalanma sağlama gibi avantajlar sunarak sürdürülebilirliğe önemli katkılarda bulunabilir (İstanbulluoğlu, 2012).

Yaprak gübrelerinin bulunduğu uygulamaların kendi kontrol gruplarıyla (DAP-OMÜ ile DAP-OMÜ-VK gibi) ortalama %2 ile %8 arasında maliyet farkı bulunmaktadır. Bununla beraber yine uygulamaların kendi gruplarıyla ortalama %1.8 ile %2.2 arasında verim farkı bulunmaktadır. Yaprak gübrelerinin sağladığı avantajlar ve her geçen gün artan besin ihtiyacı göz önünde bulundurulduğunda bu maliyetin çok yüksek olmadığı düşünülmektedir. Ayrıca, doğru zamanda uygulandıklarında ortaya çıkan sonuçlar da olumlu olmaktadır. Yapraktan gübre uygulamasının toprakta yıkanma ile besin kayıplarını önlediği ve bitkide hızlı bir reaksiyona yol açtığı bilinmektedir. Bitki besinleri, yapraklara uygulanması ile birlikte, saatler içinde bitkilerin tüm kısımlarına taşınabilir (Guvenc vd., 1995).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmanın bulgularına göre, geleneksel gübre uygulamalarının düşük maliyetli olduğu görülmekte, ancak elde edilen ürünün miktarı, kalitesi ve sürdürülebilir toprak ve canlı yaşam için organomineral gübrelerin uygulanmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Dünya nüfusunun artış hızına bağlı olarak oluşacak gıda talebine cevap verebilecek maliyet değil, birim alandan maksimum ürün eldesidir. Bu bağlamda organomineral gübreler verim açısından doğru tercihtir. Özellikle organomineral gübrelerin, inorganik gübrelerle kıyaslandığında, toprak yapısının biyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu bir şekilde etkileme yeteneği, bitki sağlığını destekleme özelliği ve sürdürülebilirliği artırma potansiyeli nedeniyle, bitki yetiştiriciliğinde gübre uygulama desenlerinde bulunması gerekmektedir. Ayrıca, ürün kalite analizi temel alınarak fiyatlandırma yapılmaması ve tüm ürünlerin tek bir fiyattan satılmasının, geleneksel gübre uygulamasının karlılığını artırdığı belirlenmiştir. Bununla birlikte piyasada organomineral gübrelere talebin az olmasından kaynaklı olarak Üretim arzıda sınırlıdır. Bu durum organomineral gübre fiyatlarının yüksek olma sonucunu beraberinde getirmektedir. Organomineral gübrelerin üretimde verim artışı sağladığı ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından önemli olduğu üzerine yapılacak çalışma sonuçları bu gübrelere talebi artıracak ve sonuçta gübre arzı artacak ve maliyet azalacaktır. Üretici ve tüketicilerin bilinç düzeylerinin artırılması ve organomineral gübrelere verilen desteklemelerin artırılmasıyla birlikte üretim maliyetlerinin düşürülmesi, sürdürülebilir tarımsal üretim sistemlerinin daha geniş bir şekilde benimsenmesine olanak sağlayacaktır.



Çizelge 7. Maliyet hesabında kullanılan ortak ve değişken değerler

Uygulamalar	DAP-ÜRE	DAP-OMÜ	OMT-OMÜ	DAP-ÜRE-DY	DAP-ÜRE-HA	DAP-ÜRE-VK	DAP-OMÜ-DY	DAP-OMÜ-HA	DAP-OMÜ-VK	OMT-OMÜ-DY	OMT-OMÜ-HA	OMT-OMÜ-VK
<b>Toprak Hazırlığı (₺ da<sup>-1</sup>)</b>												
1.Sürüm	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
2.Sürüm	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
<b>Ekim (₺ da<sup>-1</sup>)</b>												
Mibzer Kirası	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tohum	960	960	960	960	960	960	960	960	960	960	960	960
<b>Bakım (₺ da<sup>-1</sup>)</b>												
Granül Gübre	938	1389	1729	1075	1008	1236	1526	1459	1687	1866	1799	2027
Yaprak Gübresi	0	0	0	137.5	70	298	137.5	70	298	137.5	70	298
Dron Kirası	0	0	0	240	240	240	240	240	240	240	240	240
Çapalama	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Sulama	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Gübre+ Mazot Destek	-125	-155	-155	-125	-125	-125	-155	-155	-155	-155	-155	-155
<b>Hasat Harman (₺ da<sup>-1</sup>)</b>												
Hasat (Biçme)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Taşıma	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Döner Sermaye Faizi	87.45	87.45	87.45	87.45	87.45	87.45	87.45	87.45	87.45	87.45	87.45	87.45
A) Değişen Masraflar Toplamı	2970.45	3391.45	3731.45	3484.95	3350.45	3806.45	3905.95	3771.45	4227.45	4245.95	4111.45	4567.45
Tarla Kirası	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Genel idare gideri (A*%3)	89.11	101.74	111.94	104.55	100.51	114.19	117.18	113.14	126.82	127.38	123.34	137.02
B) Sabit Masraflar Toplamı	439.11	451.74	461.94	454.55	450.51	464.19	467.18	463.14	476.82	477.38	473.34	487.02
C) Üretim Masrafları Toplamı(A+B)	3409.56	3843.19	4193.39	3939.50	3800.96	4270.64	4373.13	4234.59	4704.27	4723.33	4584.79	5054.47
D) Silajlık Mısır Verimi (kg da <sup>-1</sup> )	6610.83	6662.33	6672.17	6704	6713.83	6733.67	6733.67	6799.17	6779.5	6781.33	6819.17	6823
E) Silajlık Mısır Satış Fiyatı (₺ kg <sup>-1</sup> )	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
F) Üretim Değeri (D*E)	11238.41	11325.96	11342.69	11396.80	11413.51	11447.24	11447.24	11558.59	11525.15	11528.26	11592.59	11599.10
Bir Kg Silajlık Mısır Üretim Maliyeti (ÜM/D)	0.535	0.601	0.652	0.607	0.585	0.653	0.673	0.646	0.717	0.720	0.696	0.764
Brüt Kar (F-A)	8267.96	7934.51	7611.24	7911.85	8063.06	7640.79	7541.29	7787.14	7297.7	7282.31	7481.14	7031.65
Net Kar (F-C)	7828.85	7482.77	7149.3	7457.3	7612.55	7176.6	7074.11	7324	6820.88	6804.93	7007.8	6544.63
Nispi Kar (F/C)	3.296	2.947	2.705	2.893	3.003	2.680	2.618	2.730	2.450	2.441	2.528	2.295

\* : Bu araştırma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Zübeyir AĞIRAĞAÇ tarafından Prof. Dr. Şeyda ZORER ÇELEBİ danışmanlığında hazırlanan ve kabul edilen doktora tezinden üretilmiştir.

**Teşekkür:** Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FDK-2022-10224 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

Zübeyir AĞIRAĞAÇ  <http://orcid.org/0000-0003-1414-1472>


Şeyda ZORER ÇELEBİ  <http://orcid.org/0000-0003-1278-1994>

## KAYNAKLAR

- Açıkgöz, E., Turgut, İ., Filya, İ. (2011). *Silaj bitkileri ve yapımı*. Hasad Yayıncılık, İstanbul, Türkiye.
- Ağırağaç, Z., Zorer Çelebi, Ş. (2022). *Organomineral gübrelere tarımsal açıdan önemi*. Tarımsal Perspektif. Iksad, Ankara, Türkiye.
- Altınok, S., Genç, A., Erdoğan, İ. (2005). Farklı ekim şekillerinde yetiştirilen mısır ve soyadan elde edilen silajlarda kalite özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi. 2 Eylül, S. 1011-1016, Antalya, Türkiye.
- Atılğan, A., Coşkan, A., Saltuk, B., Erkan, M. (2007). Antalya yöresindeki seralarda kimyasal ve organik gübre kullanım düzeyleri ve olası çevre etkileri. *Ekoloji*, 15(62), 37-47.
- Ayçiçek, M., Karakaya, E. (2022). Bingöl ili silajlık mısır üretim faaliyetinin mevcut durumu ve ekonomik analizi. *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Agriculture Faculty*, 10(2), 254-266.
- Bayramoğlu, Z., Ağızan, S. (2018). Farklı sulama sistemlerinin üretim maliyetleri üzerindeki etkileri. Uluslararası Su ve Çevre Kongresi SUÇEV. 22-24 Mart, Bursa, Türkiye.
- Çaçan, E., İşikten, S. (2019). Bingöl ili ekolojik koşullarında bazı silajlık mısır çeşitleri için uygun ekim zamanının belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 39-49.
- Durmuş, E., Semerci, A. (2023). Input usage and cost analysis in table tomato production: Çanakkale Province Turkey Example. *Custos e @gronegocio on line*, 19 (2) 23-49
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. (1987). *Statistical Methods-II*. Ankara University Press, Ankara, Turkey.
- Eraslan, F., İnal, A., Güneş, A., Erdal, İ., Coşkan, A., 2010. Türkiye'de kimyasal gübre üretim ve tüketim durumu, sorunlar, çözüm önerileri ve yenilikler, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11 – 15 Ocak, Ankara.
- Fageria, N. K., Filho, M. P. B., Moreira, A., Guimarães, C. M. (2009). Foliar fertilization of crop plants. *Journal of Plant Nutrition*, 32(6), 1044-1064.
- Fernández, V., Brown, P. H. (2013). From plant surface to plant metabolism: The uncertain fate of foliar-applied nutrients. *Frontiers in Plant Science*, 4, 289. doi:10.3389/fpls.2013.00289
- Güvenc, I., H. Padem, and R. Alan. 1995. Effect of foliar application of different levels of urea on yield and component of Tomatoes. II. Turkey National Horticulture Symposium. Adana, Turkey.
- Gronle, A., Lux, G., Böhm, H., Schmidtke, K., Wild, M., Demmel, M., ... & Heß, J. (2015). Effect of ploughing depth and mechanical soil loading on soil physical properties, weed infestation, yield performance and grain quality in sole and intercrops of pea and oat in organic farming. *Soil and Tillage Research*, 148, 59-73.
- İptaş, S. (2002). Tokat-Kazova koşullarında birinci ürün silajlık mısır yetiştirme olanakları. *Journal of Agricultural Sciences*, 8(4), 267-273. doi:10.1501/Tarimbil\_0000000754
- İstanbuluoğlu, S. (2012). Leonardit nedir? <https://www.siamad.com.tr/leonardit-nedir>, (Erişim tarihi: 09.11 2023).
- Jones, L., Ennos, A. R., Turner, S. R. (2001). Cloning and characterization of irregular xylem4 (irx4): A severely lignin-deficient mutant of Arabidopsis. *Plant Journal*, 26(2), 205-216. doi:10.1046/j.1365-313X.2001.01021.x
- Karagölge, C. (2013). *Tarımsal İşletmecilik*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi: Erzurum, Türkiye.

- Karakaya, E., ve Ayçiçek, M. 2022. Bingöl İli Silajlık Mısır Üretim Faaliyetinin Mevcut Durumu ve Ekonomik Analizi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(2), 254-266. <https://doi.org/10.33202/comuagri.1177119>
- Kashem, M. A., Singh, B. R. (2002). The effect of fertilizer additions on the solubility and plant-availability of Cd, Ni and Zn in soil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 62(3), 287-296. doi:10.1023/A:1021226201136
- Kıral, T., Kasnakoğlu, H., Tatlıdil, F. F., Fidan, H., Gündoğmuş, E., 1999. Tarımsal ürünler için maliyet hesaplama metodolojisi ve veri tabanı rehberi. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Kızıloğlu R, Kızılaslan H, 2016. Tokat ili merkez ilçede silajlık mısır üreten işletmelerin destek alımını etkili faktörlerin belirlenmesi, XII. Tarım Ekonomisi Kongresi, 22-27 Mayıs, Isparta, Türkiye.
- Küçük, B. (2011). Bazı silajlık mısır çeşitlerinde morfolojik özelliklerin ve yem verimlerinin belirlenmesi. (Yüksek lisans tezi) Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Meşe, A., Gülümser, E. (2020). Farklı silajlık mısır çeşitlerinin Bilecik ekolojik koşullarında tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Dicle University Journal of the Institute of Natural and Applied Sciences*, 9(2), 89-98.
- Nazar, H., Ereku, O., Koca, Y. O. (2012). Ekmeklik buğday çeşitlerinin tane verimi ve kalitesi üzerine farklı yaprak gübresi uygulamalarının etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 5-12.
- Okan, M. (2015). Diyarbakır Bismil koşullarında bazı silajlık mısır çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. (Yüksek lisans tezi) Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl, Türkiye.
- Olgun, M., Kutlu, İ., Ayter, N., Başçıftçi, Z., Kayan, N. (2012). Farklı silajlık mısır genotiplerinin Eskişehir koşullarında adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(1), 93-97.
- Özkan, B., Kuzgun, M. (1996). Ana ve ikinci ürün mısır üretiminde azot gübrelemesinin ekonomik analizi. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 9(1), 152-161.
- Semerci, A. 2021. Tarımsal destekleme uygulamalarının ürün geliri, üretim maliyeti ve brüt kar değeri üzerine etkileri. *International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, 5 (18), 169-185.
- Semerci, A., Yurt, İ. (2023). Cost and gross profit analysis in oily Sunflower (*Helianthus Annuus*, L.) production: the case of Canakkale province, Turkey. *Custos e @gronegocio on line*, 19 (3), 2-39
- Paksoy, M., Ortasöz, N. (2018). Kahramanmaraş ili Pazarcık ilçesinde mısır üretim faaliyetinin ekonomik analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21, 95-101.
- TÜİK, (2022). Bitkisel üretim istatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/>, (Erişim tarihi 05.12. 2023).
- Yıldız, H., İlker, E., Yıldırım, A. (2017). Bazı silajlık mısır (*Zea mays*) çeşit ve çeşit adaylarının verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2), 81-89.
- Yılmaz, N., Akman, O., Aşçı, Ö. Ö. (2020). Bazı silajlık mısır çeşitlerinde (*Zea mays* L.) verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(2), 271-278. doi:10.29278/AZD.684510
- Zorer Çelebi, Ş., Korhan, A., Çelebi, R., Esen Çelen, A. (2010). 'TTM-815' Mısır (*Zea mays* L.) çeşidinde azotlu gübre form ve dozlarının silaj verimine etkisi'. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 47(1), 61-69.

## Domateste Pektin Kaplamanın Muhafaza Süresince Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi

Fırat İŞLEK<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş

\*Sorumlu Yazar: [f.islek@alparslan.edu.tr](mailto:f.islek@alparslan.edu.tr)

Geliş Tarihi: 17.04.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 04.06.2024 Kabul Tarihi: 04.06.2024

### ÖZ

Klimakterik özellik gösteren domates meyvesi, hasattan sonra da metabolik aktivitelerine devam etmektedir. Domates meyvesinin depolama ömrü sınırlı olduğundan önemli derecede ürün ve kalite kayıpları görülmektedir. Taze sebze ve meyvelerde hasat sonrası uygulanan yenilebilir film ve kaplamalar ürün yüzeyinde bir film tabakası oluşturmakta böylelikle solunum hızını, ağırlık kaybını ve kalite kayıplarını azaltıp muhafaza ömrünü uzatabilmektedir. Bu çalışmada Asya F1 domates çeşidi kırmızı olum döneminde hasat edilmiş olup hasadı takiben hemen soğuk hava deposunda ön soğutma işlemine tabi tutulmuştur. Ön soğutma işlemi sonrasında domates meyveleri saf su ile yıkanmıştır. Aynı olgunluğa sahip meyveler %1 pektin kaplama + %2 gliserin, %2 pektin kaplama + %2 gliserin içeren çözeltilere 2 dakika süreyle daldırılmıştır. Meyveler 10° C sıcaklıkta 24 gün boyunca depolanan domates meyvelerine depolama süresince 8 gün aralıklarla analizler yapılarak farklı dozda pektin uygulamalarının etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda pektin uygulamasının ağırlık kaybı, pH, suda çözünür kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA), toplam fenolik içeriği ve toplam antioksidan kapasitesi üzerine kontrole kıyasla olumlu sonuçlar verdiği ve kaliteyi koruduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Depolama, Domates, Pektin.

## The Effect of Pectin Coating on Some Quality Parameters in Tomatoes During Storage

### ABSTRACT

Tomato fruit, which is climacteric, continues its metabolic activities after harvest. Significant product and quality losses are observed due to limited storage life. Edible films and coatings applied to fresh vegetables and fruits after they are harvested form a film layer with product molds, and the distances between them can extend the storage life by reducing weight loss and quality losses. This ripening Asian F1 tomato variety was harvested during the red maturity period and was immediately subjected to pre-cooling in the cold storage following harvest. After the pre-cooling process, tomato fruits were washed with pure water. Fruits of the same maturity were dipped into a solution containing 1% pectin coating + 2% glycerin, 2% pectin coating + 2% glycerin for 2 minutes. Analyzes were carried out at 8-day intervals to ensure storage and storage at 10o C for 24 days. As a result of the study, it was determined that control comparison on pectin distribution, weight loss, pH, soluble solids content (SSC), titratable acidity (TA), total phenolic content and total antioxidant capacity yielded positive results and maintained the quality.

**Key words:** Pectin, Storage, Tomato.

### GİRİŞ

Domates (*Solanum lycopersicum* L.) dünyada 186 milyon ton üretim ile en çok üretimi ve en çok tüketimi yapılan sebzelerden biridir. Bu üretimde Türkiye, 13.2 milyon ton ile önemli bir yer edinmektedir. Tarımsal üretimde önemli bir paya sahip olan domates, taze olarak meyvelerinin tüketilmesinin yanı sıra gıda sanayinde

ketçap, sos, salça, turşu, konserve, domates püresi, domates suyu gibi geniş kullanım olanaklarına sahip olduğundan dünyada tercih edilen bir sebze konumundadır. (FAO, 2022).

Yaşam standartlarının değişmesi sonucu insanların, kaliteli ve güvenilir tarımsal ürün tüketim talebinin karşılanması sadece tarımsal üretimin artışı ile mümkün olmamaktadır. Üretimin yanı sıra ürünün kalitesini kaybetmeden muhafaza edilmesi de ayrı bir önem arz etmektedir.

Klimakterik özellik gösteren domates meyvesi, hasattan sonra da metabolik aktivitelerin devam etmektedir. Özellikle yeme (kırmızı olum) olumunda hasat edilen domateslerde hızlı bir bozulma meydana gelmektedir. Üretimin yoğun olduğu dönemlerde muhafaza süresini uzatmak önem teşkil etmektedir. Taze sebze ve meyvelerde hasat sonrası uygulanan yenilebilir film ve kaplamalar ürün yüzeyinde bir film tabakası oluşturmakta böylelikle solunum hızını, ağırlık kaybını ve kalite kayıplarını azaltıp muhafaza ömrünü uzatabilmektedir.

Son yıllarda, gıda ve tarım ürünlerinin ambalajlanmasında plastik bazlı malzemelerin kullanımı büyük bir artış göstermiştir (Mangaraj ve ark., 2011). Gıda ambalajı için plastiklerin artan kullanımı, bu sentetik polimerlerin istenen fizikomekanik özelliklerinin sergilenmesine, dayanıklılıklarına, üretim kolaylığına ve daha ucuz işleme maliyetine bağlanmaktadır (Jeevahan ve ark., 2020; Tavassoli-Kafrani ve ark., 2020). 2019'da dünya çapında plastik üretimi 368 milyon tona ulaşmıştır ve üretilen toplam plastiğin %40'ının ambalajla ilgili uygulamalar için kullanıldığı tahmin edilmektedir (Plastics Europe, 2021). Bu plastik polimerler sınırlı geleneksel petrol bazlı kaynaklardan elde edilmekte olup işlenmeleri ve bertaraf edilmeleri çevresel bozulmaya yol açarak yakma sırasında büyük miktarda sera gazı ve diğer zehirli gazların salınımına neden olarak insan sağlığını doğrudan tehdit etmektedir (Din ve ark., 2020; Tripathi ve ark., 2014). Diğer bir sorun ise sentetik polimerlerin sürdürülebilir olmayan doğasıdır, yani doğada biyolojik olarak parçalanamazlar ve atık yönetimi konusunda büyük bir zorluk teşkil ederler (Horodytska ve ark., 2018; Schnurr ve ark., 2018; Ahmadi ve ark., 2020).

Sentetik polimerlerle ilişkili riskler konusunda artan farkındalık nedeniyle, tüketiciler gıda ambalajlama uygulamaları için daha çevre dostu ve sürdürülebilir teknolojileri araştırmaktadır (Saklani ve ark., 2019). Tüketici talebindeki bu değişim, ürünü dış ortamdan koruyabilen ancak gıda güvenliğini sağlamak için kalite özelliklerini koruyan güvenli, biyouyumlu, biyolojik olarak parçalanabilir ve sürdürülebilir ambalaj malzemelerinin geliştirilmesi için bir alan yaratmıştır. Bu bağlamda, yenilebilir ambalajlar, sentetik polimerlerin yarattığı zorlukların üstesinden gelmek için son zamanlarda yüksek öncelik verilen sürdürülebilir teknolojilerden biridir (Aguirre-Joya ve ark., 2018; Petkoska ve ark., 2021; Umaraw ve ark., 2020). Yenilebilir ambalajlar (film ve kaplamalar), gıdayı dış ortamdan korumak için uygun bariyer özelliklerine ve yapısal bütünlüğe sahip yenilebilir polimerlerin ince katmanları veya tabakalarıdır ve böylece ürünün raf ömrünün uzamasına neden olur (Yadav ve ark., 2021). Yenilebilir kaplamalar ve formülasyonlar, doğada bol miktarda bulunan, çevre dostu, toksik olmayan, biyolojik olarak parçalanabilen ve gıda ürünüyle birlikte tüketilebilen yenilebilir polimerlerden yapılırlar (Benbettaieb ve ark., 2019; Cheng ve ark., 2021). Yenilebilir kaplamalar ve formülasyonlar, polimerik matrisle göre kategorize edilebilirler; polisakkarit bazlı (nişastalar, sakızlar, kitosan), protein bazlı (zein, gluten, jelatin), lipit bazlı (yağ, mumlar) karışımlardan veya çoklu bileşenlerden oluşan kompozitler şeklinde kategorize edilebilirler.

Polisakkarit, lipit ve protein kökenli yenilebilir film ve kaplamalar (Yılmaz ve ark., 2007) üretiminin basit bir yapıya sahip olması, doğal bileşiklerden elde edilmeleri, üretiminin ucuz olması gibi nedenlerle tercih edilmektedir (Appendini ve Hotchkiss, 2002).

Klimakterik özelliğe sahip olan domates meyvelerinin hasat sonrası ömrü kısa olması ve depolama sürecinde fungal hastalıklara karşı dayanımı az olduğundan, hasat sonrası ömrünün artırılmasında doğal ve çevre dostu uygulamalar önem arz etmektedir. Bu çalışmada yenilebilir kaplama olan pektinin domatesin bazı meyve kalite parametrelerine olan etkisi incelenmiştir.

## MATERYAL ve METOT

Çalışma materyali olan Asya F1 domates çeşidi 2023 yılında çiftçi şartlarında yetiştirilip kırmızı olum döneminde hasat edilmiş olup hasadı takiben hemen soğuk hava deposunda ön soğutma işlemine tabi tutulmuştur. Ön soğutma işlemi sonrasında domates meyveleri saf su ile yıkanmıştır. Aynı olgunluğa sahip meyveler %1 pektin kaplama + %2 gliserin, %2 pektin kaplama + %2 gliserin içeren çözeltiye 2 dakika süreyle daldırılmıştır. Zorlanmış hava akımı altında 2 saat kurumaya bırakıldıktan sonra kontrol (uygulama yapılmayan), %1 pektin kaplama + %2 gliserin ve %2 pektin kaplama + %2 gliserin uygulanan meyveler 3 grup ve 3 tekerrür olacak şekilde köpük tabaklara yerleştirilmiştir. 10° C sıcaklıkta %90 nispi nemde 24 gün boyunca depolanmış ve depolama süresince 8 gün aralıklarla 0. günde, 8. günde, 16. günde ve 24. günde analizler yapılmıştır.

Muhafaza süresince analiz günlerinde ağırlık kayıplarını belirlemek amacıyla ayrılan domates meyvelerinde ağırlık ölçümleri, hassas terazi aracılığı ile ölçülmüş olup ağırlık kayıpları başlangıca göre % olarak hesaplanmıştır.

pH hesaplaması meyve suyunda direk pH metrede okuma yoluyla belirlenmiştir.

Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), domates meyvelerinden elde edilen su dijital refraktometre (ATAGO, Pocket PAL-1, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür, değerler °Briks olarak ifade edilmiştir. Titre edilebilir asitlik (TEA) sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Toplam fenolik madde (TF) içeriği Swain ve Hillis, (1959), yöntemi revize edilerek spektrofotometre ile belirlenmiştir. Örnekler 700nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuş, gallik eşit eşdeğeri (GEA) mg/100g cinsinden ifade edilmiştir. Toplam antioksidan aktivitesinin (TA) belirlenmesinde, Toplam antioksidan aktivitesinin (TA) belirlenmesinde, FRAP yöntemi kullanılmış olup (Benzie ve Strain, 1996). Değerler  $\mu\text{mol}$ trolox eşdeğeri (TE)/g olarak ifade edilmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen verilerin, Tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre JMP (Pro 13) istatistik paket programından faydalanılarak varyans analizleri yapılmıştır. Uygulamalar ve depo süreleri arasındaki farklılıklar ise TUKEY çoklu karşılaştırma testi uyarınca  $P < 0.05$  önem derecesine göre farklı harflerle gruplandırılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan çalışmada uygulamalar arası ve depolama süreleri arası fark istatistik olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Muhafaza süresince depolama sonunda başlangıca kıyasla bütün gruplarda ağırlık kaybı belirlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek ağırlık kaybının kontrol grubunda, en düşük ağırlık kaybının ise %1 Pektin uygulamasında olduğu tespit edilmiştir. Ağırlık kaybı, taze meyve ve sebzelerde kaliteyi etkileyen en önemli parametrelerinden biridir.

Meyve ve sebzelerde hasat sonrası metabolik aktivitelerin devam etmektedir. Metabolik aktivitelerin devam etmesi üründe su kaybına dolayısıyla ağırlık kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir (Zhu ve ark., 2008). Yapılan bir çalışmada tazelik göstergesini önemli derecede etkileyen su kaybı depolama süresince artış gösterdiği belirlenmiştir (Liu ve ark., 2016). Yapılan başka bir çalışmada ise yenilebilir kaplama uygulamaları ile taze sebze ve meyve depolanmasında uygulama yapılmayan gruba kıyasla hasat sonrası ömrün uzadığı ve ağırlık kaybının korunduğu tespit edilmiştir (Ayrancı ve Tunç, 2004). Domesteste yapılan bir çalışmada farklı dozlarda protein bazlı yenilebilir kaplama uygulaması ile ağırlık kaybının kontrol grubuna kıyasla korunduğu ve depolama ömrünün uzadığı belirlenmiştir (Begum ve ark., 2017).

Depolama sonunda başlangıca göre pH miktarında genel olarak bir artış gözlemlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek artış kontrol grubunda (4,95) en az artış ise %1 Pektin uygulamasında (4,89) olduğu belirlenmiştir.

pH'i etkileyen etmenlerden biri solunumdur (Kader ve Ben-Yehoshua, 2000). Bal ve Çerçinli (2013), yaptıkları bir çalışmada yenilebilir kaplama uygulamaları ile solunum hızının yavaşlatıldığını, depolama sonunda kaplama yapılmayan meyvelerde kaplama yapılan meyvelere kıyasla daha yüksek pH değeri ölçüldüğünü tespit etmişlerdir. Karagöz (2018), yenilebilir kaplama ile kaplanan elmalarda depolama sonunda pH değerinin kontrol grubu meyvelerinden düşük olduğunu belirlemiştir. Temiz (2020), çilek meyvesine uygulanan yenilebilir kaplama ile kontrol grubuna kıyasla depolama sonunda pH değeri kontrol altına alındığını gözlemlemiştir. Tulukoğlu Kunt (2018), depolama süresince kiraz meyvelerinde pH değerinde artış olduğunu, yenilebilir kaplama uygulanan örneklerde depolama sonunda kontrol meyvelerinden daha düşük pH değeri ölçüldüğünü tespit etmiştir.

SÇKM miktarı incelendiğinde depolama sonunda en yüksek SÇKM miktarı kontrol grubunda (4,93) belirlenirken en düşük SÇKM miktarı ise %1 Pektin uygulamasında (4,76) saptanmıştır.

Kalite parametreleri arasında önemli bir yer teşkil eden SÇKM değeri, olgunlaşma ile meyvede bulunan nişastanın parçalanıp şekere dönüşmesinden kaynaklı artış göstermektedir (Augusto ve ark., 2016).

Yenilebilir kaplama uygulaması ile elmalarda muhafaza süresince SÇKM miktarındaki artış uygulama yapılmayan örneklerle kıyasla kontrol altında tutulduğu belirlenmiştir (Augusto ve ark., 2016; Liu ve ark., 2016; Maadheedi, 2019). Tulukoğlu Kunt (2018), kiraz meyvelerinin depolama süresince SÇKM değerinde artış olduğunu yenilebilir kaplama uygulaması yapılan meyvelerin depolama sonunda kontrol meyvelerinden daha düşük SÇKM miktarına sahip olduğunu tespit edilmiştir. Ayrıca, armut (Lin ve ark., 2008), şeftali (Li ve Yu, 2001), kiraz (Petriccione ve ark., 2015) ve çilekte (Hernández-Muñoz ve ark., 2008) yenilebilir kaplama uygulamalarının SÇKM miktarındaki artışı uygulama yapılmayan örneklerle kıyasla yavaşlattığını bildirmişlerdir.

TEA oranı depolama süresince düşüş göstermiş olup en fazla düşüş kontrol grubunda (0,20) en az düşüş %1 Pektin uygulamasında (0,25) gözlenmiştir.

Hasat sonrası taze meyve ve sebzelerde gerçekleşen solunum ile organik asit ve şeker tüketilmekte böylelikle TEA miktarında düşüş gözlenmektedir (Kaynaş, 2017; Cemeroglu, 2004). Nitekim Karagöz (2018), elmalarda depolama süresince TEA miktarında düşüş olduğunu belirlemiştir. Fakat yenilebilir kaplama uygulaması yapılan örneklerde uygulama yapılmayan örneklerle kıyasla daha az düşüş olduğunu tespit etmiştir.



Toplam fenol içeriği ve antioksidan miktarında incelendiğinde; muhafaza sonunda başlangıca kıyasla toplam fenol içeriği ve antioksidan miktarında düşüş olduğu belirlenmiştir. Depolama sonunda TF içeriğinde en yüksek düşüş %2 kontrol uygulamasında (5,44), TA miktarında en yüksek düşüş ise yine kontrol grubunda (0,97) olduğu tespit edilmiştir.

Meyve ve sebzelerde hücre geçirgenlik özelliğinin kaybı ve hücre membran yapısının bozulması, TF ve TA kapasitesinde düşüşe neden olabilmektedir (Taylor ve Kahan, 2007). Nitekim Khodaei ve Hamidi-Esfahani (2019), yaptıkları çalışmada bu durumun fenol içeriğinde düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir. Çilek meyvelerine yenilebilir kaplama uygulaması ile TF ve TA kapasitesinde düşüş depolama sonunda kontrol grubuna nazaran daha az olduğu belirlenmiştir (Temiz, 2020).

Çizelge 1. Asya F1 domates çeşidinde yapılan analizler.

		Muhafaza süresi (Günler)			
Uygulamalar		0	8	16	24
Ağırlık Kaybı	Kontrol	0,00 <sup>h</sup>	0,56 <sup>ef</sup>	0,71 <sup>d</sup>	1,33 <sup>a</sup>
	%1 Pektin	0,00 <sup>h</sup>	0,43 <sup>g</sup>	0,56 <sup>ef</sup>	0,98 <sup>c</sup>
	%2 Pektin	0,00 <sup>h</sup>	0,52 <sup>fg</sup>	0,64 <sup>de</sup>	1,14 <sup>b</sup>
Ph	Kontrol	4,72 <sup>f</sup>	4,90 <sup>bc</sup>	4,99 <sup>a</sup>	4,95 <sup>ab</sup>
	%1 Pektin	4,72 <sup>f</sup>	4,75 <sup>f</sup>	4,82 <sup>e</sup>	4,89 <sup>cd</sup>
	%2 Pektin	4,72 <sup>f</sup>	4,83 <sup>de</sup>	4,89 <sup>cd</sup>	4,90 <sup>bc</sup>
SÇKM	Kontrol	4,43 <sup>g</sup>	4,71 <sup>d</sup>	4,85 <sup>b</sup>	4,93 <sup>a</sup>
	%1 Pektin	4,43 <sup>g</sup>	4,55 <sup>f</sup>	4,63 <sup>e</sup>	4,76 <sup>c</sup>
	%2 Pektin	4,43 <sup>g</sup>	4,60 <sup>e</sup>	4,71 <sup>d</sup>	4,86 <sup>b</sup>
TEA	Kontrol	0,38 <sup>a</sup>	0,30 <sup>cd</sup>	0,28 <sup>cde</sup>	0,20 <sup>f</sup>
	%1 Pektin	0,38 <sup>a</sup>	0,34 <sup>ab</sup>	0,30 <sup>bcd</sup>	0,25 <sup>e</sup>
	%2 Pektin	0,38 <sup>a</sup>	0,32 <sup>bc</sup>	0,27 <sup>cde</sup>	0,21 <sup>f</sup>
TF	Kontrol	7,35 <sup>a</sup>	6,31 <sup>bc</sup>	5,82 <sup>e</sup>	5,44 <sup>f</sup>
	%1 Pektin	7,35 <sup>a</sup>	6,41 <sup>b</sup>	6,24 <sup>c</sup>	5,78 <sup>e</sup>
	%2 Pektin	7,35 <sup>a</sup>	6,33 <sup>bc</sup>	5,96 <sup>d</sup>	5,78 <sup>e</sup>
TA	Kontrol	1,89 <sup>a</sup>	1,38 <sup>d</sup>	1,18 <sup>f</sup>	0,97 <sup>g</sup>
	%1 Pektin	1,89 <sup>a</sup>	1,52 <sup>b</sup>	1,39 <sup>d</sup>	1,28 <sup>e</sup>
	%2 Pektin	1,89 <sup>a</sup>	1,45 <sup>c</sup>	1,27 <sup>e</sup>	1,14 <sup>f</sup>

Farklı harflerle gösterilen değerler uygulamalar ve depo süreleri arasındaki farkı %5 önem seviyesinde göstermektedir.

Sodyum aljinat ile kaplanan elmalarda depolama süresince TF ve TA kapasitesinde düşüş meydana geldiği belirlenmiştir. Fakat bu düşüş kontrol grubu meyvelerinden daha az olduğu bildirilmiştir Karagöz (2018), kirazda (Kunt, 2018) ve elmada (Maadheedi, 2019), TF ve TA kapasitesinde depolama süresince düşüş olduğu, yenilebilir kaplama uygulaması yapılan meyvelerde depolama sonunda kontrol grubu meyvelerinden daha yüksek oranda TF içeriğinin bulunduğunu tespit edilmiştir. Dilimlenmiş kavunlarda yapılan bir çalışmada yenilebilir kaplamaların kontrol grubuna kıyasla ağırlık kaybı, SÇKM, pH, TEA, TF ve TA değerlerini kontrol altında tuttuğu belirlenmiştir (İşlek ve Çavuşoğlu, 2022). Çalışmamız önceki çalışmalarla paralellik göstermekte olup domates meyvelerinde yenilebilir pektin kaplaması kalite parametrelerini kontrol altında tuttuğu ve muhafaza ömrünü artırdığı sonucuna varılmıştır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Yaşam standartlarının değişmesi sonucu insanların, kaliteli ve güvenilir tarımsal ürün tüketim talebinin karşılanması sadece tarımsal üretimin artışı ile mümkün olmamaktadır. Üretimin yanı sıra ürünün kalitesini kaybetmeden muhafaza edilmesi de ayrı bir önem arz etmektedir. Taze sebze ve meyvelerde hasat sonrası uygulanan yenilebilir film ve kaplamalar ürün yüzeyinde bir film tabakası oluşturmakta böylelikle solunum hızını, ağırlık kaybını ve kalite kayıplarını azaltıp muhafaza ömrünü uzatabilmektedir. Yaptığımız çalışmada çevre

dostu yenilebilir kaplama olan pektin kaplamanın farklı dozları uygulanmış olup çalışma sonucunda domateste pektin kaplama ile depolama süresinin uzatılabileceği ve kalitenin korunabileceği tespit edilmiştir.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Fırat İŞLEK  <http://orcid.org/0000-0003-3157-3680>

## KAYNAKLAR

- Aguirre-Joya, J. A., De Leon-Zapata, M. A., Alvarez-Perez, O. B., Torres-León, C., Nieto-Oropeza, D. E., Ventura-Sobrevilla, J. M., ve Aguilar, C. N. 2018. Basic and applied concepts of edible packaging for foods. In A. M. Grumezescu and A.M. Holban (eds.). *Food packaging and preservation*. Academic Press.
- Ahmadi, P., Jahanban-Esfahlan, A., Ahmadi, A., Tabibiazar, M. ve Mohammadifar, M. 2020. Development of ethyl cellulose-based formulations: a perspective on the novel technical methods. *Food Reviews International*, 1–48.
- Appendini, P. ve Hotchkiss, J. H. 2002. Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3(2): 113-126.
- Augusto, A., Simões, T., Pedrosa, R. ve Silva, S. F., 2016. Evaluation of Seaweed Extracts Functionality as Post-Harvest Treatment For Minimally Processed Fuji Apples, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33: 589-595.
- Ayrancı, E. ve Tunç, S. 2004. The Effect of Edible Coatings on Water and Vitamin C Loss of Apricots (*Armeniaca vulgaris* Lam.) and Green Peppers (*Capsicum annuum* L.). *Food Chemistry*, 87 (3): 339-342.
- Bal, T. ve Çerçinli, F., 2013. The Analysis of Cherry Production and Trade in Turkey: The Case of Uluborlu District. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19 (3): 398-405.
- Begum, N., Paul, S. K., Kumar, P., Sahu, J. K. ve Husain, S. A. 2017. Development of Tulsi Impregnated Starch-Based Edible Coating to Extend The Shelf-Life of Tomatoes. *The Pharm Innov*, 6 (9): 249-255.
- Benbettaieb, N., Debeaufort, F. ve Karbowiak, T. 2019. Bioactive edible films for food applications: mechanisms of antimicrobial and antioxidant activity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59 (21): 3431–3455.
- Benzie, I. E. F. ve Strain, J. J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power” the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239: 70–76.
- Cemeroğlu, B. 2004. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 38, Ankara. 690.
- Cheng, H., Chen, L., McClements, D. J., Yang, T., Zhang, Z., Ren, F. ve Jin, Z. 2021. Starch-based biodegradable packaging materials: a review of their preparation, characterization and diverse applications in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 70–82.
- Din, M. I., Ghaffar, T., Najeeb, J., Hussain, Z., Khalid, R. ve Zahid, H. 2020. Potential perspectives of biodegradable plastics for food packaging application-review of properties and recent developments. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 37(4), 665–680.
- FAO. 2022. Food and Agriculture Organization, <https://www.fao.org/faostat/en/#data>. (Erişim Tarihi: 02.02.2024).
- Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., Del Valle, V., Velez, D. ve Gavara, R., 2008. Effect of Chitosan Coating Combined With Postharvest Calcium Treatment on Strawberry (*Fragaria x ananassa*) Quality During Refrigerated Storage. *Food Chemistry*, 110 (2): 428-435.
- Horodytska, O., Valdés, F. J. ve Fullana, A. 2018. Plastic flexible films waste managementa state of art review. *Waste Management*, 77, 413–425.
- İşlek, F. ve Çavuşoğlu, Ş. 2022. Kavunda (*Cucumis melo* L.) Farklı Sürdürülebilir Gübreler ile Yenilebilir Kaplamaların Dilimlenmiş Meyvelerde Hasat Sonrası Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri Ege 7. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 24-25 Aralık, İZMİR. 689-700.
- Jeevahan, J. J., Chandrasekaran, M., Venkatesan, S. P., Sriram, V., Joseph, G. B., Mageshwaran, G., ve Durairaj, R. B. 2020. Scaling up difficulties and commercial aspects of edible films for food packaging: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 100, 210–222.
- Kader, A. ve Ben-Yehoshua, S. 2000. Effects of Superatomic Oxygen Levels on Postharvest Physiology and Quality of Fresh Fruits and Vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 1-13.
- Karagöz, Ş. 2018. *Stevia İçeren Yenilebilir Film Formülasyonlarının Geliştirilmesi ve Yenilebilir Film Kaplama ile Modifiye Atmosferde Ambalajlama Kombinasyonunun Az İşlem Görmüş Elmaların Raf Ömrüne Etkileri*. (doktora tezi, basılmamış). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.

- Kaynaş, K. 2017. Bahçe Ürünlerinin Biyokimyasal Yapısı. Bölüm 4. *Bahçe ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması* (Editörler: Türk, R., Tuna Güneş, N., Erkan, M., Koyuncu, M. A.). Somtad Yayınları Ders Kitabı No:1, Antalya. 37-60.
- Khodaei, D. ve Hamidi-Esfahani, Z. 2019. Influence of Bioactive Edible Coatings Loaded With *Lactobacillus plantarum* on Physicochemical Properties of Fresh Strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, 156: 110-944.
- Li, H. ve Yu, T. 2001. Effect of Chitosan on Incidence of Brown Rot, Quality and Physiological Attributes of Postharvest Peach Fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81 (2): 269-274.
- Lin, L., Wang, B., Wang, M., Cao, J., Zhang, J., Wu, Y. ve Jiang, W. 2008. Effects of a Chitosan-Based Coating With Ascorbic Acid on Post-Harvest Quality and Core Browning of 'Yali' pears (*Pyrus bertschneideri* Rehd.), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88 (5): 877-884.
- Liu, X., Ren, J., Zhu, Y., Han, W., Xuan, H. ve Ge, L. 2016. The Preservation Effect Of ascorbic Acid and Calcium Chloride Modified Chitosan Coating on Fresh-cut Apples at Room Temperature. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 502: 102-106.
- Maadheedi, M. T. K. 2019. *Taze Kesilmiş Elmalarda Kararmayı Engelleyici Maddelerin Yenilebilir Kaplama ile Birlikte Kullanımının Muhafaza Süresince Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Mangaraj, S. ve Goswami, T. K. 2011. Measurement and modeling of respiration rate of guava (cv. Baruipur) for modified atmosphere packaging. *International Journal of Food properties*, 14 (3), 609–628.
- Petkoska, A. T., Daniloski, D., D'Cunha, N. M., Naumovski, N. ve Broach, A. T. 2021. Edible packaging: sustainable solutions and novel trends in food packaging. *Food Research International*, 140, 109981.
- Petriccione, M., Mastrobuoni, F., Pasquariello, M. S., Zampella, L., Nobis, E., Capriolo, G. ve Scortichini, M. 2015. Effect of Chitosan Coating on the Postharvest Quality and Antioxidant Enzyme System Response of Strawberry Fruit During Cold Storage. *Foods*, 4 (4): 501-523.
- Plastic Europe. 2021. Plastic- The Facts 2020. An analysis of European plastics production, demand and waste data. Available at: [https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/09/Plastics\\_the\\_facts-WEB-2020\\_versionJun21\\_final.pdf](https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/09/Plastics_the_facts-WEB-2020_versionJun21_final.pdf)
- Saklani, P., Das, S. K. ve Singh, S. M. 2019. A review of edible packaging for foods. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8 (7), 2885–5.
- Schnurr, R. E. J., Alboiu, V., Chaudhary, M., Corbett, R. A., Quanz, M. E. ve Sankar, K. 2018. Reducing marine pollution from single-use plastics (SUPs): A review. *Marine Pollution Bulletin*, 137, 157–171.
- Swain, T. ve Hillis, W. E. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica* L. – The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10: 63–68
- Tavassoli-Kafrani, E., Gamage, M. V., Dumée, L. F., Kong, L. ve Zhao, S. 2020. Edible films and coatings for shelf life extension of mango: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62, 2432–2459.
- Taylor, S. U. E. ve Kahan, J. 2007. Effects of Butylated Hydroxyanisole (BHA) and Butylated Hydroxytoluene (BHT) on Growth and Aflatoxin Production of *Aspergillus Flavus*. *Journal of Food Safety*, 1: 39-51.
- Temiz, N. N. 2020. *Probiyotik ile Zenginleştirilmiş Yenilebilir Kaplamaların Geliştirilmesi ve Taze Çileklerin Raf Ömrü Üzerine Etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Tripathi, A. D., Srivastava, S. K. ve Yadav, A. 2014. Biopolymers potential biodegradable packaging material for food industry. In S. Alavi, S. Thomas, K. P. Sandeep, N. Kalarikkal, J. Varghese and S. Yaragalla (eds.). *Polymers for packaging applications*, 1st ed. Apple Academic Press.
- Tulukoğlu Kunt, K. S., 2018. *Kiraz (Prunus avium L) Meyvelerinde Yenilebilir Antimikrobiyal Kaplamanın Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Anabilim Dalı, Niğde.
- Umaraw, P., Munekata, P. E., Verma, A. K., Barba, F. J., Singh, V. P., Kumar, P., ve Lorenzo, J. M. 2020. Edible films/coating with tailored properties for active packaging of meat, fish and derived products. *Trends in Food Science & Technology*, 98: 10–24.
- Yadav, A., Kumar, N., Upadhyay, A. P. ve Anurag, R. K. 2021. Edible packaging from fruit processing waste: a comprehensive review. *Food Reviews International*, 1–32.
- Yılmaz, L., Bayazit, A. A. ve Yılsay, T. Ö. 2007. Süt Proteinlerinin Yenilebilir Film ve Kaplamalarda Kullanılması. *Gıda Teknolojiler Elektronik Dergisi*, 1: 59-64.
- Zhu, X., Wang, Q., Cao, J. ve Jiang, W. 2008. Effects of Chitosan Coating on Postharvest Quality of Mango (*Mangifera indica* L. cv. Tainong) fruits", *Journal of Food Processing and Preservation*, 32 (5): 770-784.

## Aras Vadisi Ichneumonidae (Hymenoptera) Biyoçeşitliliğine Katkılar

Kibar Hakan KORUKCU<sup>1</sup> , Saliha ÇORUH<sup>2\*</sup> 

<sup>1</sup>Tarım Kredi Kooperatifleri Erzurum Bölge Birliği, Erzurum

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Erzurum

\*Sorumlu Yazar: [spekel@atauni.edu.tr](mailto:spekel@atauni.edu.tr)

Geliş Tarihi: 17.04.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 01.08.2024 Kabul Tarihi: 01.08.2024

### ÖZ

Bu çalışma, zengin bir böcek çeşitliliğine sahip olan Aras Vadisi'nin Ichneumonidae (Hymenoptera) biyoçeşitliliğini ortaya koymak için planlanmıştır. Ichneumonidae türlerinin son durumunu belirlemek için 2023 yılı yaz aylarında planlanarak yürütülmüş olan bu çalışma sonucunda, Anomaloniinae'den 26, Banchinae'den 14, Campopleginiinae'den 11, Cremastinae'den 2, Cryptinae'den 25 ve Diplazontinae'den 23 olmak üzere toplam 8 türe ait 91 birey elde edilmiştir. Bu türlerden *Lissonota (Loxonota) flavovariegata* (Lucas, 1849), *Cryptus viduatorius* Fabricius, 1804, *Syrphophilus bizonarius* (Gravenhorst, 1829), *Campoletis crassicornis* (Tschek, 1871), *Aptesis senicula* (Kriechbaumer, 1893) ve *Promethes sulcator* Gravenhorst, 1829 Aras Vadisi'nden ilk defa kaydedilirken, *Temelucha signata* (Holmgren, 1860) türü ise hem Aras Vadisi, hem de Doğu Anadolu Bölgesi için yeni kayıt durumundadır. Yapılan bu çalışma ile Ichneumonidae türlerinin yayılışlarına yeni lokaliteler eklenerek dağılım bilgileri verilmiş ve bazı türlerin konukçu bilgileri de literatür bilgisi olarak eklenmiştir. Çalışmadaki asıl amaç, yaklaşık 12 yıldır detaylı bir çalışmanın yürütülmediği bu yeni Aras Vadisi'ndeki Ichneumonidae türlerini tespit etmek ve bu türleri daha önce toplanan örnekler ile karşılaştırarak bozulan coğrafyanın Ichneumonidae çeşitliliğine etkisini ortaya koymaktır.

**Anahtar kelimeler:** Ichneumonidae, Hymenoptera, Biyoçeşitlilik, Aras Vadisi, Türkiye

### Contribution to the Knowledge Ichneumonidae (Hymenoptera) Fauna of Aras Valley

#### ABSTRACT

This study was planned to reveal the Ichneumonidae (Hymenoptera) biodiversity of the Aras Valley, which has a rich insect diversity. The result of this study, which was planned and continued in the summer months of 2023, was 8 species of 91 years old, belonging to a total of 8 species: 26 from Anomaloniinae, 14 from Banchinae, 11 from Campopleginiinae, 2 from Cremastinae, 25 from Cryptinae and 23 from Diplazontinae. Among these species, *Lissonota (Loxonota) flavovariegata* (Lucas, 1849), *Cryptus viduatorius* Fabricius, 1804, *Syrphophilus bizonarius* (Gravenhorst, 1829), *Campoletis crassicornis* (Tschek, 1871), *Aptesis senicula* (Kriechbaumer, 1893) and *Promethes sulcator* Gravenhorst, 1829 were detected for the first time from Aras Valley, the *Temelucha signata* (Holmgren, 1860) also is new record for both the Aras Valley and the Eastern Anatolia region. With this study, distribution information was given by adding new localities to the distribution of Ichneumonidae species, and host information of some species was also added as literature information. The main purpose of the study is to identify the Ichneumonidae species in this new Aras Valley, which has not been studied in detail for about 12 years, and to reveal the Ichneumonidae diversity of the disturbed geography by comparing these species with previous samples.

**Key words:** Ichneumonidae, Hymenoptera, Biodiversity, Aras Valley, Türkiye.

## GİRİŞ

Kendiliğinden var olan ve insan etkinliğinin dışında kendini sürekli olarak yeniden oluşturan ve değiştiren, canlı ve cansız nesnelere oluşan varlığın tümü “doğa” olarak adlandırılmıştır (Anonim, 2024). Hava, su ve toprak doğanın fiziksel unsurlarını, insan, hayvan, bitki ve diğer mikroorganizmalar ise biyolojik unsurlarını teşkil etmektedir. Bu bağlamda biyoçeşitlilik, bir ekosistem, biyom veya tüm Dünya’da bulunan yaşam formlarının çeşitliliğidir (Anonim, 2024).

Hayvanlar âlemi içinde yerini alan böcekler, eklem bacaklılar (Arthropoda) şubesinin sınıf ve tür olarak en kalabalık hayvan grubu durumunda olup, Dünya’nın hemen hemen her yerinde bulunma özelliğine de sahiptirler (Wilson, 2009).

Doğada, 416 milyon yıl öncesine kadar uzayan bir geçmişe sahip olan bu canlılar, yaşama adaptasyon ve uyum mekanizmaları gereği olağanüstü başarı göstermişlerdir. Bugün, tanımı yapılmış 1.659.420 hayvan türünü içinde barındıran ve hayat veren dünyada, 1.302.809 eklem bacaklı yaşamaktadır. Bu rakamların içinde böcekler 1.080.760 tür ile eklem bacaklıların % 80’ini, hayvanlar âleminin ise % 65’ini oluşturmuş durumdadır (Zhang, 2013).

Hymenoptera, parazitoidlerin de dâhil olduğu önemli takımlardan biridir. Symphya ve Apocrita isimli iki alttakımdan oluşan Hymenoptera’nın, %7’lik kısmını Symphya, %93’lük kısmını da Apocrita alttakımı bireyleri oluşturmaktadır (Huber, 2009). Hymenoptera dünya genelinde 153.000’den fazla türe sahiptir ve bu türler 132 familyaya bağlı 8423 cinsle gruplandırılmışlardır (Aquiari ve ark., 2013).

Doğada oluşturulan denge, çoğunluğunu böceklerin oluşturduğu parazit, parazitoid, predatör ve patojen faaliyetine bağlıdır (Akre ve ark., 1991). Biyolojik mücadele kavramıyla bilinen bu olayda paydaşların konumu ve başarısı oldukça önemlidir. İşte Ichneumonidae, bu paydaşlar içinde tür sayısı ve başarısı bakımından oldukça kayda değer bir yere sahiptir. Bu isme ilk olarak M.Ö. 343 yılında Aristoteles’in “History Animals” adlı eserinde rastlanılmış olup, eserde ichneumon’un örümcekleri avladığı, sıradan eşekarılardan daha küçük bir eşekarı olduğu, avını larvaların içine koydukları bir deliğe taşıdığını ve deliği çamurla kapattıkları bildirilmiştir (Aristoteles, 2015). “Ichneumonidae Dünya Kataloğu”nda bu grup, 1.601 cins 25.285 tanımlanmış tür sayısı ile verilirken (Yu ve ark., 2016), bu sayı ile Hymenoptera’nın en geniş familyası durumunda olduğu (Cummins ve ark., 2011) ve bu sayının çok daha fazla olabileceği de tahmin edilmektedir (Surhone ve ark., 2010).

Konukçu olarak, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera ve diğer Hymenoptera’ya ait bireyleri daha çok tercih ederken, zaman zaman Agriotypinae üyelerinin Trichoptera’yı, birkaç Campopleginae üyesinin Mecoptera ve Raphidioptera’yı ve Brachycyrtinae ve bazı Cryptinae üyelerinin de Neuroptera türlerinden yana tercihlerini kullandıkları, hatta bazı türlerin de, arthropodların yumurta keselerine beslendiği ve bazılarının da örümceklere saldırdığı da bildirilmektedir (Eberhard, 2000).

Dağılım alanı olarak Dünya’nın hemen hemen her tarafında var olma özelliği gösteren ichneumonidler, kutuplardan ekvatorlara kadar tüm karasal ortamlarda yaşama imkânına sahip olmuşlar ve kuzey ılıman bölgelerde en pik noktaya ulaşmışlardır (Gauld, 1984).

“Parazitik arılar” veya “asalak arılar” ismiyle bilinen familya, dâhil olduğu takım içerisinde parazitoid olma yönüyle önemli bir yere sahip durumdadır. Sahip olduğu bu özelliğini konu alan çalışmalar değerlendirildiğinde, 161 farklı ülke veya yerleşkede 268 önemli zararlıya karşı aktif olarak kullanıldığı da tespit edilmiştir (Yu ve ark., 2016). Bütün bunların yanısıra Ichneumonoidea’nın içerisinde yer alan türlerinde Hymenoptera, Diptera ve Coleoptera takımlarına bağlı 10 üstfamilyaya giren 626 tür tarafından parazitlendiği de kaydedilmektedir (Yu ve ark., 2016).

Türkiye’de Ichneumonidae türleri ile ilgili bazı çalışmalar yapılmış ise de diğer ülkelerde yapılmış olan çalışmalara oranla daha sınırlı sayıdadır. Yapılan en detaylı çalışma Kolarov (1995), tarafından ele alınmış, “A Catalogue of the Turkish Ichneumonidae” adı altında yayımlanan katalogdur ve bu katalogta toplam 393 tür verilmiştir. Çalışmalar, Trakya Bölgesi’nde başlamış, Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi’nde devam etmiş ve son olarak da çalışmalara Akdeniz Bölgesi katılmıştır. Aradan geçen 29 sene süresine bu sayı 1460 civarına ulaşmıştır (Barik ve Çoruh, 2023a).

Aras Vadisi, Kars Platosunun güneyinde yer alan Erzurum-İğdir anayolu boyunca doğu batı doğrultusunda uzanan Aras Nehri’nin oluşturduğu bir vadi olarak konumlanmış durumdadır. Nehir, ana kollarından biri olan Kötek Çayı’nı içine alırken, güneyde Aras Dağları ile sınırlanmış, batıda ise sarp kayalıklarla çevrili derin vadilere dönüşmüş bir yapı kazanmıştır. Sahip olduğu iklimi ve toprak yapısı nedeniyle pek çok meyve ve sebze türünün yetişmesine olanak sağlayan vadede, 1999-2012 yılları arasında çok sayıda Ichneumonidae örneği toplanmış ve yeni kayıtlar da verilerek Ichneumonidae literatürüne ciddi katkılar sağlanmıştır. Ancak, son yıllarda vadiyi de içine alacak şekilde oluşturulan baraj ve göller, vadiyi orijinal doğasından uzaklaştırmış, yeni yapılan yollarla oldukça ciddi değişiklikler meydana gelmiştir. Bu güne kadar Aras Vadisi’nde Ichneumonidae türleri üzerine yürütülen bazı çalışmalar yıl sıralamasına göre aşağıda verilmiştir:

Pekel (1999), yürüttüğü bir çalışmada, daha önce belirlenen bir tür ile Türkiye için yeni bir kayıt olan bir türle ilgili bir yayın hazırlamış, Pekel ve ark. (2000)'de yine bölgeden mevcut bir türü de Aras Vadisi etiketi ile literatüre kazandırmışlardır.

*Scambus signatus* (Pfeffer, 1913) türü ilk defa yeni kayıt olarak Aras Vadisi'nden verilirken (Çoruh ve ark., 2002), Özbek ve ark. (2003) başka bir türü yeni kayıt olarak tespit etmişler, Çoruh ve ark. (2004) da *Barylypa uniguttata* (Gravenhorst, 1829) ve *Therion circumflexum* (L., 1758) türlerini bölge etiketi ile Ichneumonidae faunasına kazandırmışlardır.

2005 yılında sürdürülen bir seri çalışma sonucunda, üç yaygın tür ve Türkiye için iki yeni kayıt bölge datasıyla bilim dünyasında paylaşılmış (Çoruh ve Özbek, 2005; Çoruh ve ark., 2005a,b), bölgede yürütülen bir survey çalışmasında, 19 tür tespit edilmiş (Çoruh ve ark., 2007), bir başka çalışmada ise beşi yeni kayıt olmak üzere 18 tür listelenmiştir (Çoruh ve Özbek, 2008).

2009 ve 2010 yılında bölgede yapılan araştırmalar devam etmiş, toplamda 42 tür değerlendirilmiş, üçü cins bazında olmak üzere 9 tür de Türkiye için yeni kayıt olarak bildirilmiştir (Kolarov ve ark., 2009; Riedel ve ark., 2010; Çoruh ve Kolarov, 2010a,b). Çoruh ve ark. (2011), çalışma bölgesinden bilinen bir türü yeni lokalite ekleyerek kaydederken, Kolarov ve Çoruh (2012)'de, Aras Vadisi'nden toplanan 8 türü değerlendirmiş, *Ctenochira pratensis* (Gravenhorst 1829) türünü yeni kayıt olarak tespit etmişlerdir.

Son olarak 2011 ve 2012 yılında sürdürülen çalışmalarda, beş mevcut tür, bir nadir tür Aras Vadisi etiketi ile kayıtlara geçirilmiş, *Colpotrochia triclitor* (Aubert, 1979) türü şimdilik endemik olarak bildirilmiştir (Çoruh ve Özbek, 2011; Kolarov ve Çalmaşur, 2011; Çoruh ve Kolarov, 2012).

Bu taksonomik çalışmaların yanısıra bölgede biyolojik çalışmalar da yapılmıştır. Yapılan bir araştırmada, karakavak (*Populus nigra* L.) üzerinde zarar yapan ve önemli bir zararlı durumunda olan *Saperda populnea* (L.) (Kavak Küçük Teke Böceği) (Coleoptera: Cerambycidae)'nin biyolojisi ve zararı 2005–2006 yıllarında Aras Vadisi (Kars ve Erzurum Yöresi)'nde doğal koşullarda çalışılmış, zararlının parazitoidleri olan *Paraperithous gnathaulax* (Thomson), *Dolichomitus populneus* (Ratzeburg) ve *D. tuberculatus* (Geoffroy) kışlayan larvalardan elde edilmiştir (Özbek ve ark., 2009; Tozlu ve ark., 2010). Aynı yıl sürdürülen başka bir biyolojik çalışmada, ülkemizde yeni bir dişbudak zararlısı olarak belirlenen *Abraxas pantaria* (L.) (Lepidoptera: Geometridae)'nin biyolojisi, zararı ve parazitoidleri 2004–2006 yıllarında çalışılmış, *Coelichneumon* sp. ve *Cratichneumon fabricator* F. zararlının Ichneumonidae parazitoidleri olarak kayıtlara geçirilmiştir (Özbek ve Çalmaşur, 2010).

Şimdiye kadar yürütülen araştırmalarda, yaklaşık 71 türün var olduğu tespit edilirken, yeni kayıtlar, nadir türler ve endemik bir türün bulunması vadinin Ichneumonidae biyoçeşitliliğinin ne kadar zengin olduğunu göstermektedir. Bu çalışmadaki amacımız, yaklaşık 12 yıldır Ichneumonidae örneğinin alınmadığı vadide faunal bir araştırma yaparak Ichneumonidae türlerini tespit etmek, vadiyi etkisi altına alan ekolojik ve coğrafik değişim sürecinin böcekler üzerinde ne boyutta bir etki yarattığını tespit etmektir.

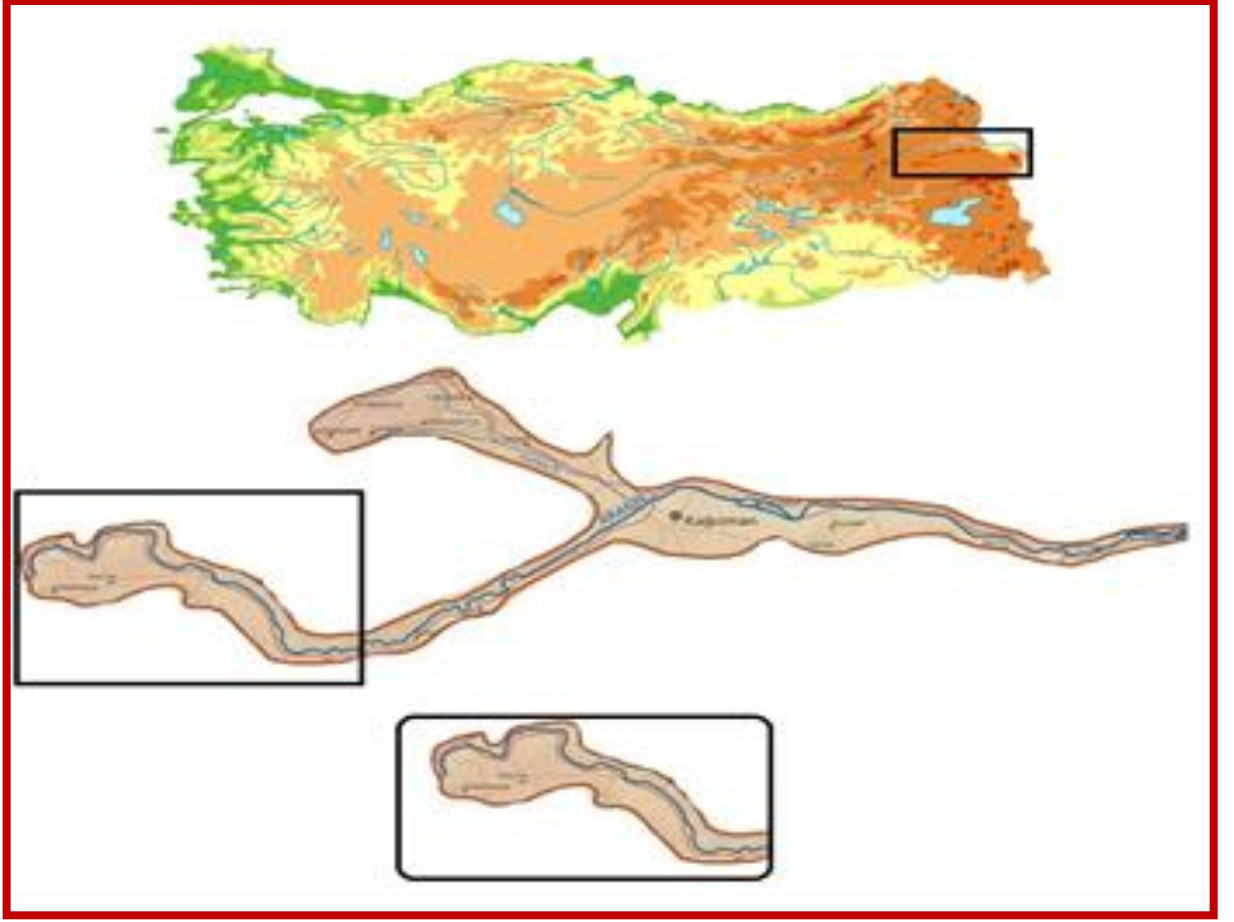
## MATERYAL ve METOT

### 1. Arazi Çalışmaları

Çalışmanın materyalini, Aras Vadisi boyunca (Şekil 1) (Horasan-Tavşancık) belirlenen doğal bahçeler, meyve bahçeleri, tarım alanları ve yabancı otlar üzerinden toplanan Ichneumonidae türleri oluşturmaktadır. Çalışma bölgesine ait bazı görüntüler Şekil 2'de verilmiştir.

Kars Platosunun güneyinde bulunan Erzurum-Iğdır anayolunu takiben doğu batı doğrultusunda uzanan Aras Nehri, Aras Vadisi'ni oluştururken, nehrin ana kollarından biri Kötek Çayını içine almış, güneyde Aras Dağlarıyla sınırlanmış, batıda ise sarp kayalıklarla çevrilerek derin vadiler oluşturmuştur.





Şekil 1. Çalışma bölgesi



Şekil 2. Çalışma alanından bazı görüntüler

Örneklerin toplanma saati olarak gündüz, 11<sup>00</sup> ile 16<sup>00</sup> saatleri tercih edilmiş, örnekler çiçekli habitatların yoğun olduğu bahçelerden ve yabancı otlar üzerinden alınmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Arazi çalışmaları

Atrapla toplanan erginler, alkol içerikli kutularda muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiştir. Tüm örnekler birinci yazar tarafından toplanmıştır.

Böceklerin toplandığı lokalitelerin rakımı ve toplama tarihlerinden oluşan etiket bilgileri de kaydedilmiştir. Çalışma alanlarının yükseklik ve koordinatları GPS cihazı kullanılarak ölçülmüştür.



## 2. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvara getirilen ichneumonid erginleri teşhis için hazırlanmış, ayırt edici taksonomik karakterlerine göre değerlendirilerek, altfamilya düzeyinde ayrımı yapılmış ve böcek saklama kutularında muhafaza altına alınmıştır. Arazi çalışmaları tamamen bittikten sonra cins ve tür ayırımına gidilmiş, örneklerin teşhisinde çeşitli kaynaklardan yararlanılmış, teşhisler ikinci yazar tarafından yapılmıştır.

Koleksiyon haline getirilen türler teşhis edildikten sonra Erzurum, Bitki Koruma Bölüm Müzesi (EMET)'nde depolanmış, Doğu Anadolu Bölgesi için yeni olan türün fotoğrafı Atatürk Üniversitesi Biyoçeşitlilik Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde örneklerin dorsal, lateral ve ventral görünümünün fotoğrafları Leica Makroskop, Canon 70 DSLR fotoğraf makinesi ve Canon EOS utility programı kullanılarak çoklu olarak, Adobe Photoshop CS6 programında, bazı fotoğraflar ise Canon EOS 1100D fotoğraf makinesi, Canon EF 100 mm, f/2.8L Macro lens, Kaiser dijital çekim ünitesi ile çekilerek, Lenovo marka bilgisayarda Helicon focus 6.7.1. programı kullanılarak birleştirilmiştir. Türlerle ait isim, ilişkili olduğu bitki verileri ve dünya için dağılışları Yu ve ark. (2016) kataloğundan yararlanılarak oluşturulmuştur.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Ichneumonidae familyası Hymenoptera takımı içinde incelenen tür sayısı bakımından zengin bir familya durumundadır. Araştırma sonucunda altı altfamilyaya bağlı 91 örnek toplanmış, 8 tür tespit edilmiştir.

### **Familya: ICHNEUMONIDAE Latreille, 1802**

#### **Altfamilya: Anomaloninae Viereck, 1918**

#### **Cins: *Anomalon* Panzer, 1804**

#### ***Anomalon cruentatum* (Geoffroy, 1985)**

**İncelenen Materyal:** Erzurum: Horasan, Küme evler, 40° 03' 45" K, 42° 13' 31" D, 21.VII.2023, 1530 m, 4 ♂♂ 8 ♀♀, 40° 03' 35" K, 42° 13' 34" D, 21.VII.2023, 1530 m, 3 ♂♂ 11 ♀♀.

**Türkiye'de Yayılışı:** Kayseri (Kohl, 1905); Ankara (Sedivy, 1959); İstanbul (Kolarov, 1989); Tekirdağ (Özdemir ve Kılınçer, 1990); Ankara, Yozgat (Öncüer, 1991); Adana, Adıyaman, Antalya, Edirne, Gaziantep, İstanbul, Kırklareli, Mersin, Tekirdağ (Yurtcan ve ark., 1994); Ankara, İstanbul, Kayseri, Tekirdağ, Yozgat (Kolarov, 1995); Çanakkale (Kolarov ve ark., 1997a); Afyon, Muğla (Kolarov ve ark., 2002); Isparta (Gürbüz, 2004); Antalya, Bayburt, Bingöl, Diyarbakır, Erzincan, Erzurum, Iğdır, Kahramanmaraş, Kars (Çoruh ve ark., 2004); Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Elazığ, Malatya, Mardin (Akkaya, 2005); Isparta, Antalya (Kolarov ve Gürbüz, 2006); Tekirdağ (Beyarlan ve ark., 2006); Bolu, Zonguldak, Kastamonu (Okyar ve Yurtcan, 2007); Elazığ (Bolu ve ark., 2007); Isparta (Buncukçu, 2008; Kırtay, 2008); Adana (Gürbüz ve ark., 2008); Isparta (Gürbüz ve ark., 2009a,b); Afyonkarahisar (Özdemir ve Güler, 2009); Balıkesir, Çanakkale (Hepdurgun ve ark., 2009); Elazığ, Malatya (Çıkman ve ark., 2009); Isparta (Biol, 2010); Adana, Hatay (Gürbüz ve ark., 2011); Erzurum, Tunceli (Çoruh ve ark., 2014b; Kolarov ve ark., 2014); Erzurum (Kolarov ve ark., 2016); Bayburt, Erzurum, Kars, (Çoruh ve Kolarov, 2016); Isparta (Özdan ve Gürbüz, 2016); Erzincan, Erzurum, Gümüşhane (Kolarov ve ark., 2017); Isparta (Özek ve Avcı, 2017); Erzurum (Sarı, 2017; Sarı ve Çoruh, 2018); Isparta (Özdan ve Gürbüz, 2019); Denizli (Kıraç ve Gürbüz, 2020); Bingöl (Kaplan ve Riedel, 2022, Doğru, 2022); Muğla (Çoruh ve ark., 2022); Erzurum (Barik ve Çoruh, 2023a), (Şekil 4a).

**Ziyaret ettiği bitkiler:** *Anthriscus sylvestris* (L.), *Peucedanum oreoselinum* (L.).

**Genel Coğrafi Dağılımı:** Oriental ve Palaearktik Bölgeler.

#### **Altfamilya: Banchinae Wesmeal, 1845**

#### **Cins: *Lissonota* Gravenhorst, 1829**

#### ***Lissonota (Loxonota) flavovariegata* (Lucas, 1849)**

**İncelenen Materyal:** Erzurum: Horasan, Çiftlik, 40° 4' 23" K, 42° 15' 03" D, 16.VI.2023, 1540 m, 4 ♀♀; 40° 03' 35" K, 42° 13' 34" D, 21.VII.2023, 1530 m, 3 ♂♂ 2 ♀♀; 40° 3' 25" K, 42° 12' 28" D, 29.VII.2023 1530 m, 5♀♀.

**Türkiye'de Yayılışı:** Adıyaman, Ankara, Antalya, Burdur, Edirne, Elazığ, Gaziantep, Isparta (Kolarov ve Beyarlan 1994); Bolu, Konya (Kolarov, 1995); Ankara, Çankırı, Kırşehir, Nevşehir, Yozgat (Özdemir, 1996); Ankara, Bayburt, Erzurum, Erzincan, Kars, Trabzon (Pekel, 1999; Çoruh ve ark., 2014b); İzmir (Kolarov et al., 2002); Isparta (Kolarov ve Gürbüz, 2006); Erzurum, Erzincan, Giresun, Gümüşhane, Ordu (Kolarov ve ark., 2017) Erzurum (Sarı ve Çoruh, 2018) (Şekil 4b).

**Genel Coğrafi Dağılımı:** Palearktik Bölge.

**Altfamilya: Campopleginae Förster, 1869**

**Cins: *Campoletis* Förster, 1869**

***Campoletis crassicornis* (Tschek, 1871)**

**İncelenen Materyal:** Erzurum: Erzurum-Horasan yol boyu, 40° 03' 21" K, 42° 12' 20" D, 11.VIII.2023 1530 m, 2 ♂♂ 3♀♀; 40° 04' 21" K, 42° 15' 01" D, 17.VIII.2023, 1530 m, 2 ♂♂, 40° 2' 21" K, 42° 12' 20" D, 25.VII.2023, 1530 m, 4 ♂♂.

**Türkiye'de Yayılışı:** Adana, Burdur (Kolarov & Beyarslan, 1995); Erzurum (Çoruh ve ark., 2013); Giresun (Çoruh ve ark., 2016); Erzurum (Çoruh ve ark., 2018); Bursa (Çaylak ve Çoruh, 2020b); Trabzon (Kolarov ve ark., 2021) (Şekil 4c).

**Ziyaret ettiği bitkiler:** *Peucedanum oreoselinum* (L.).

**Genel Coğrafi Dağılımı:** Avrupa ve Batı Palearktik Bölgeler.

**Altfamilya: Cremastinae Förster, 1869**

**Cins: *Temelucha* Förster, 1869**

***Temelucha signata* (Holmgren, 1860)**

**İncelenen Materyal:** Erzurum: Erzurum-Horasan yol boyu, 40° 3' 21" K, 42° 12' 20" D, 11.VIII.2023, 1530 m, 2 ♂♂.

**Türkiye'de Yayılışı:** Kayseri (Kolarov ve Yurtcan, 2009; Çoruh, 2022) (Şekil 4d).

**Ziyaret ettiği bitkiler:** *Peucedanum oreoselinum* (L.).

**Genel Coğrafi Dağılımı:** Palaearktik Bölge.

**Kısa not:** Bu tür Doğu Anadolu ve Aras Vadisi için yeni kayıt durmaktadır.

**Altfamilya: Cryptinae Kirby, 1877**

**Cins: *Aptesis* Förster, 1850**

***Aptesis senicula* (Kriechbaumer, 1893)**

**İncelenen Materyal:** Erzurum: Horasan, Küme evler, 40° 03' 45" K, 42° 13' 31" D, 21.VII.2023, 1530 m, 5 ♀♀; Erzurum-Horasan yol boyu, 40° 03' 21" K, 42° 12' 20" D, 11.VIII.2023, 1530 m, 2 ♂♂ 2 ♀♀.

**Türkiye'de Yayılışı:** Adana, Mersin (Bayarslan ve Kolarov, 1994); Tunceli (Kolarov ve ark., 2014; Çoruh ve ark., 2014b); Rize (Kolarov ve ark., 2016); Bursa (Çaylak & Çoruh, 2020b) (Şekil 4e).

**Genel Coğrafi Dağılımı:** Avrupa ve Batı Palearktik Bölgeler.

**Cins: *Cryptus Fabricius, 1804***

***Cryptus viduatorius Fabricius, 1804***

İncelenen Materyal: Erzurum: Horasan, Tavşancık, 40° 06' 55" K, 42° 22' 20" D, 10.VII.2023, 1532 m, 4 ♂♂ 2♀♀, Erzurum-Horasan yol boyu, 40° 03' 21" K, 42° 12' 20" D, 11.VIII.2023, 1530 m, 2 ♂♂ 8♀♀.

**Türkiye'de Yayılışı:** İstanbul (Kolarov, 1987, Öncüer, 1991); Kırklareli, İçel (Beyarslan ve Kolarov, 1994); İstanbul (Kolarov, 1995); Bilecik, Bursa, (Kolarov ve ark., 1997b); Isparta (Gürbüz ve Kolarov, 2008); Erzurum (Çoruh ve Çoruh, 2008); Isparta (Gürbüz ve ark., 2009a); Erzurum (Çoruh ve Çoruh, 2012; Çoruh ve ark., 2014b); Rize (Çoruh ve ark., 2014a); Afyonkarahisar, Ağrı, Bitlis, Bolu, Burdur, Kayseri, Konya, Nevşehir, Sivas, Trabzon, Van (Schwarz, 2015); Erzurum (Çoruh ve ark., 2016; Kolarov ve ark., 2016; Çoruh ve ark., 2018; Sarı ve Çoruh, 2018); Bayburt (Yılmaz, 2020); ; Isparta (Biro, 2022); Diyarbakır (Kaplan ve Riedel, 2022); Erzurum (Barik ve Çoruh, 2023b) (Şekil 4f).

**Ziyaret ettiği bitkiler:** *Anethum graveolens* L., *Angelica sylvestris* L., *Daucus carota* L., *Euphorbia nicaeensis* All., *Euphorbia virgata* Waldst & Kit., *Ferula communis* L., *Heracleum sphondylium* L., *Medicago sativa* L., *Peucedanum oreoselinum* (L.).

**Genel Coğrafi Dağılımı:** Oriental ve Palaearktik Bölgeler.

**Altfamilya: Diplazontinae Viereck, 1918**

**Cins: *Promethes Förster, 1869***

***Promethes sulcator* Gravenhorst, 1829**

İncelenen Materyal: Erzurum: Horasan, Tavşancık, 40° 06' 55" K, 42° 22' 20" D, 10.VII.2023, 1532 m, ♂ 2♀♀; Erzurum: Horasan, Küme evler, 40° 3' 35" K, 42° 13' 34" D, 21.VII.2023, 1530 m, 3 ♂♂ 4♀♀.

**Türkiye'de Yayılışı:** Ankara (Öncüer, 1991; Kolarov, 1995); Ankara, Çankırı, Kayseri, Konya, Isparta, Kırşehir (Özdemir, 2001); Edirne, Tekirdağ (Yurtcan ve ark., 1999); Ardahan, Erzurum (Çoruh, 2011; Çoruh ve ark., 2014b); Mersin Muğla, Iğdır, Isparta, Kahramanmaraş, Afyon, Antalya (Kolarov, 2015) (Şekil 4g).

**Ziyaret ettiği bitkiler:** *Angelica sylvestris* L., *Medicago sativa* L., *Oryza sativa* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, *Phaseolus vulgaris* L., *Picea abies* (L.) H. Karst, *P. excels* (Lam.), *Poa pratensis* L., *Trifolium incarnatum* L., *Triticum aestivum* L. (Özdemir, 2001).

**Genel Coğrafi Dağılımı:** Holarctik and Oriental Bölgeler.

**Cins: *Syrphophilus Dasch, 1964***

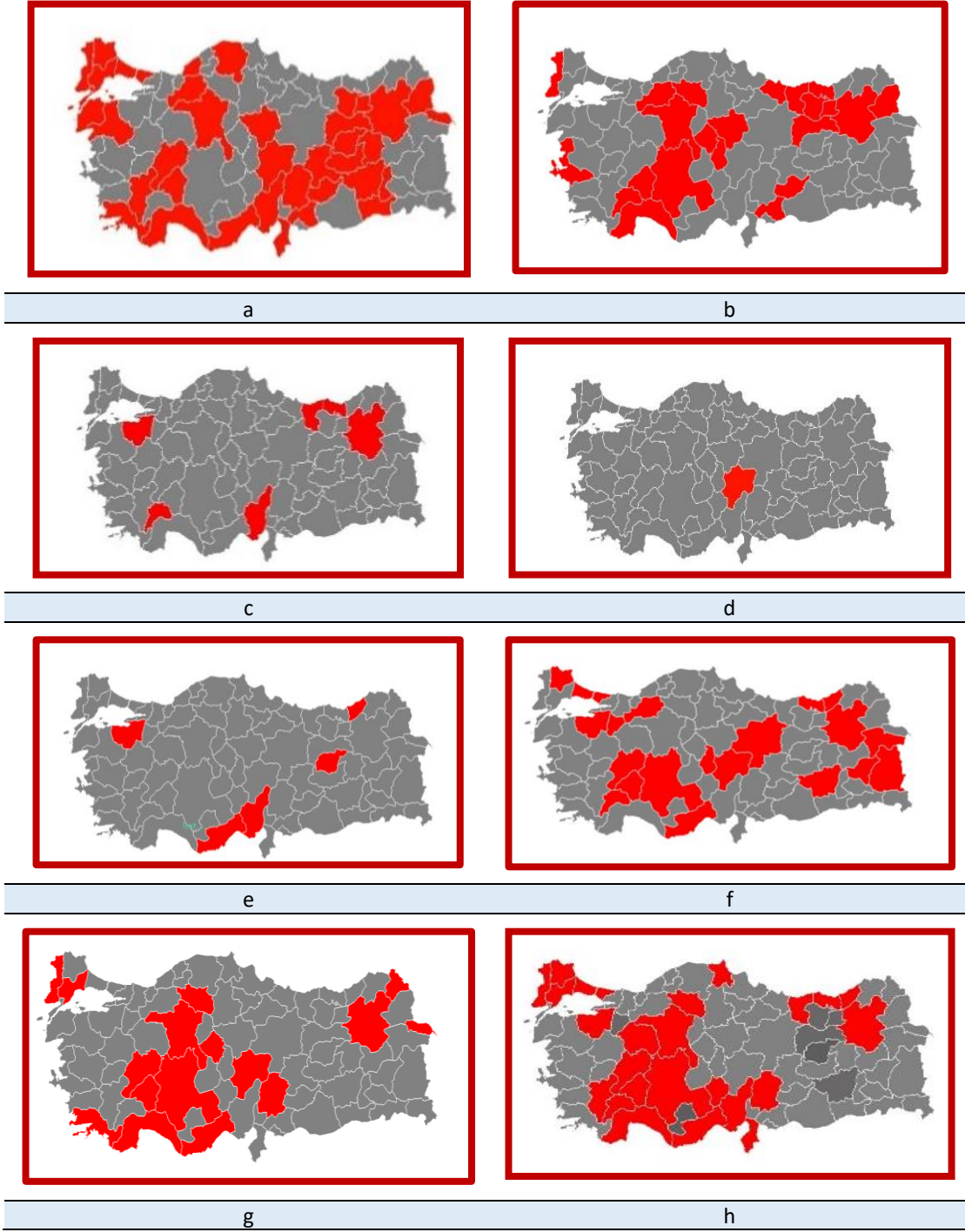
***Syrphophilus bizonarius* (Gravenhorst, 1829)**

İncelenen Materyal: Erzurum: Horasan, Tavşancık, 40° 06' 55" K, 42° 22' 20" D, 10.VII.2023, 1532 m, 5 ♂♂ 2♀♀; Erzurum-Horasan yol boyu, 40° 03' 21" K, 42° 12' 20" D, 11.VIII.2023 1530 m, ♂ 5♀♀.

**Türkiye'de Yayılışı:** Konya (Sedivy, 1959; Öncüer, 1991); Ankara; İstanbul (Kolarov, 1989; Kolarov 1995); İstanbul (Kolarov, 1995); Edirne, Kırklareli, Tekirdağ (Yurtcan ve ark., 1999); Ankara, Burdur, Çankırı, Eskişehir, Konya, Niğde (Özdemir, 2001); Isparta (Gürbüz, 2004); Adana, Afyon, Antalya, Burdur, Denizli, Edirne, Isparta, Kahramanmaraş, Mersin, Sinop (Kolarov, 2015); Adana, Hatay (Gürbüz ve ark., 2011); Giresun, Trabzon (Kolarov ve ark., 2016); Giresun, Rize (Kolarov ve ark., 2017); Erzurum (Çoruh ve ark., 2018); Bursa (Çaylak ve Çoruh, 2020a); Erzurum (Barik ve Çoruh 2023a) (Şekil 4h).

**Ziyaret ettiği bitkiler:** *Angelica* sp., *Betula nana* L., *Epilobium angustifolium* L., *Oryza sativa* L., *Poa pratensis* L., *Veronica anagallis-aquatica* L.

**Genel Coğrafi Dağılımı:** Holarktik ve Oriental Bölgeler.



Şekil 4. Türlerin Türkiye'deki dağılışları: a) *Anomalon cruentatum* (Geoffroy, 1985); b) *Lissonota (Loxonota) flavovariegata* (Lucas, 1849); c) *Campoletis crassicornis* (Tschek, 1871); d) *Temelucha signata* (Holmgren, 1860); e) *Aptesis senicula* (Kriechbaumer, 1893); f) *Cryptus viduatorius* Fabricius, 1804; g) *Promethes sulcator* Gravenhorst, 1829; h) *Syrphophilus bizonarius* (Gravenhorst, 1829)



Şekil 5. *Temelucha signata* (Holmgren, 1860)

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmada, Ichneumonidae familyasına ait, Anomaloninae, Banchinae, Campopleginae, Cremastinae, Cryptinae ve Diplazontinae altfamilyalarından sekiz tür tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışma kapsamındaki tür ve birey sayısı

Türlerin Sistematik Sırası	Tür Sayısı	Birey Sayısı
Altfamilya: Anomaloninae Viereck, 1918	1	26
Cins: <i>Anomalon</i> Panzer, 1804	1	26
Altfamilya: Banchinae Wesmeal, 1845	1	14
Cins: <i>Lissonota</i> Gravenhorst, 1829	1	14
Altfamilya: Campopleginae Förster, 1869	1	11
Cins: <i>Campoletis</i> Förster, 1869	1	11
Altfamilya: Cremastinae Förster, 1869	1	2
Cins: <i>Temelucha</i> Förster, 1869	1	2
Altfamilya: Cryptinae Kirby, 1877	2	25
Cins: <i>Aptesis</i> Förster, 1850	1	9
<i>Cryptus viduatorius</i> Fabricius, 1804	1	16
Altfamilya: Diplazontinae Viereck, 1918	2	23
Cins: <i>Promethes</i> Förster, 1869	1	10
Cins: <i>Syrphophilus</i> Dasch, 1964	1	13
<b>Toplam</b>	<b>8 tür</b>	<b>91 birey</b>

Tür sayısı bakımından Cryptinae ve Diplazontinae ilk sırayı alırken, birey sayısı açısından da *Anomalon cruentatum* (Geoffroy) ilk sırada yer almış, *Temelucha signata* (Holmgren)'da en az bireye sahip tür olarak tespit edilmiştir.

Tespit edilen türlerden, *Anomalon cruentatum* (Geoffroy), *Lissonota (Loxonota) flavovariegata* (Lucas), *Cryptus viduatorius* F., *Syrphophilus bizonarius* (Gravenhorst) bölgenin yaygın türleri, *Campoletis crassicornis*

(Tschek) *Aptesis senicula* (Kriechbaumer) *Promethes sulcator* Gravenhorst bölgenin az bilinen türleri, *Temelucha signata* (Holmgren)'da bölgenin yeni kayıt türü olarak değerlendirilmiştir (Şekil 5).

Binlerce böceğe ev sahipliği yapan Aras Vadisi, doğal bir flora özelliğini taşıdığı yıllarda pek çok ichneumonid türünü de bünyesinde barındırmıştır. Bu bölgeden 1999 ve 2012 yılları arasında pek çok örnek, gerek atrap ile ve gerekse kurulan malezya tuzaklarıyla toplanmıştır. Bölgeden toplanan örnekler, yayımlanan bilimsel çalışmaların ışığı altında, yaygın türler, az bilinen türler ve yeni kayıt özelliği taşıyan türler olmak üzere gruplandırmalara tabi tutularak listelenmiştir (Çizelge 2, 3, 4).

Çizelge 2. Aras Vadisi etiketli yaygın bilinen türlerin listesi

Tür ismi	Altfamilya
<i>Anomalon cruentatum</i> (Geoffroy, 1785)	Anomaloninae Viereck, 1918
<i>Lissonota cruentatus</i> Geoffroy, 1785	Banchinae Wesmael, 1845
<i>Meringopus titillator</i> (Linnaeus, 1758)	Cryptinae Kirby, 1837
<i>Dolichomitus populneus</i> (Ratzeburg, 1848)	Pimplinae Wesmael, 1845
<i>Endromopoda detrita</i> (Holmgren, 1860)	
<i>Endromopoda phragmitidis</i> (Perkins, 1957)	
<i>Exeristes roborator</i> (Fabricius, 1793)	
<i>Itopectis maculator</i> (Fabricius, 1775)	
<i>Itopectis tunetana</i> (Schmiedeknecht, 1914)	
<i>Paraperithous gnathaulax</i> (Thomson, 1877)	
<i>Perithous divinator</i> (Rossi, 1790)	
<i>Pimpla arcadica</i> Kasparyan, 1973	
<i>Pimpla artemonis</i> Kasparyan, 1973	
<i>Pimpla aquilonia</i> Cresson, 1870	
<i>Pimpla contemplator</i> (Muller, 1776)	
<i>Pimpla illecebrator</i> (Villers, 1789)	
<i>Pimpla spuria</i> Gravenhorst, 1829	
<i>Pimpla rufipes</i> (Miller, 1759)	
<i>Pimpla turionellae</i> (Linnaeus, 1758)	
<i>Scambus brevicornis</i> (Gravenhorst, 1829)	
<i>Scambus nigricans</i> (Thomson, 1877)	
<i>Scambus sagax</i> (Hartig, 1838)	
<i>Zaglyptus varipes</i> (Gravenhorst, 1829)	
<i>Tryphon (Typhon) atriceps</i> (Stephens 1835)	Tryphoninae Shuckard, 1840
<i>Tromatobia ornata</i> (Gravenhorst, 1829)	
<i>Tromatobia ovivora</i> (Boheman, 1821)	
<i>Tromatobia variabilis</i> (Holmgren, 1856)	
<i>Tryphon signator</i> Gravenhorst, 1829	
<i>Tryphon rutilator</i> (Linnaeus, 1761)	
<i>Tryphon thomsonii</i> Dalla Torre, 1901	
<i>Tryphon zavreli</i> Gregor, 1939	

Çizelge 2, bir seri çalışma sonucunda bölgeden toplanan ve kayıtlara geçmiş olan yaygın ichneumonid türlerini içermektedir. Anomaloninae, Banchinae, Cryptinae, Pimplinae ve Tryphoninae altfamilyalarına ait 31 tür olarak listelenirken (Çoruh ve Özbek, 2008; Riedel ve ark., 2010; Çoruh ve Kolarov, 2010; Çoruh and Kolarov 2010a,b), birey ve tür yoğunluğu açısından Pimplinae altfamilyasının ön plana çıktığı gözlenmiştir. Böyle olmasına rağmen, bu çalışmada bu altfamilyadan herhangi bir tür elde edilememiştir. Sadece *Anomalon cruentatum* türü ortak yakalanan tür olarak belirlenirken, *Exeristes roborator* gibi çok yaygın ve çok yakalanan bir türün bu çalışmada elde edilememesi oldukça ilginç olarak değerlendirilmiştir. Bozulan coğrafik dokunun ve arazi ziyaretlerindeki tarih ve sıklığın bu durumu etkileyebileceği düşünülmektedir.

Çizelge 3. Aras Vadisi etiketli az bilinen türlerin listesi

Tür ismi	Altfamilya
<i>Diadegma armillatum</i> (Gravenhorst, 1829)	Campopleginae
<i>Collyria coxator</i> (Villers, 1789)	Collyriinae Cushman, 1924
<i>Temelucha turcata</i> Kolarov and Beyarslan, 1999	Cremastinae Förster, 1869
<i>Trematopygus triangulator</i> Aubert, 1981	Ctenopelmatinae Förster, 1869
<i>Scolobates nigripennis</i> Sichel, 1860	
<i>Cryptus spiralis</i> (Geoffroy, 1785)	Cryptinae Kirby, 1837
<i>Cratichneumon fabricator</i> (Fabricius, 1793)	Ichneumoninae Latreille, 1802
<i>Diphyus amatorius</i> (Muller, 1776)	
<i>Protichneumon fusorius</i> (Linnaeus, 1761)	
<i>Syspasis carinator</i> (Fabricius, 1798)	
<i>Syspasis scutellator</i> (Gravenhorst, 1829)	
<i>Exochus mitratus</i> Gravenhorst, 1829	Metopiinae Förster, 1869
<i>Exochus castaniventris</i> Brauns, 1896	
<i>Drepanoctonus tricoloratus</i> (Sedivy, 1971)	
<i>Trieces tricaratus</i> (Holmgren, 1858)	
<i>Orthopelma mediator</i> (Thunberg, 1822)	Orthopelmatinae Schmiedeknecht, 1910
<i>Clistopyga rufator</i> Holmgren, 1856	Pimplinae Wesmael, 1845
<i>Delomerista mandibularis</i> (Gravenhorst, 1829)	
<i>Zatypota bohemani</i> (Holmgren, 1854)	
<i>Scambus signatus</i> (Pfeffer, 1913)	
<i>Diaparsis nitida</i> Horstmann, 1981	
<i>Monoblastus brachyacanthus</i> (Gmelin, 1790)	Tersilochinae Schmiedeknecht, 1910
<i>Tryphon signator</i> Gravenhorst, 1829	Tryphoninae Shuckard, 1840

Aras Vadisi etiketli az bilinen türleri içeren Çizelge 3’de Collyriinae, Cremastinae, Ctenopelmatinae, Cryptinae, Ichneumoninae, Metopiinae, Orthopelmatinae, Pimplinae, Tersilochinae ve Tryphoninae altfamilyalarına ait 23 tür listelenmiştir. Bu çalışma sırasında toplanan ve az bilinen tür olarak listelediğimiz, *Campoletis crassicornis* (Tschek, 1871) *Aptesis senicula* (Kriechbaumer, 1893) *Promethes sulcator* Gravenhorst, 1829 türlerinin bu listede yer almadığı görülmüştür.

Çizelge 4. Aras Vadisi etiketli yeni kayıt türlerin listesi

Tür ismi	Altfamilya
<i>Acaenitus dubitator</i> (Panzer, 1800)	Acaenitinae Förster, 1869
<i>Terion brevicorne</i> (Gravenhorst, 1829)	Anomaloninae Viereck, 1918
<i>Lissonota variabilis</i> Holmgren, 1860	Banchinae Wesmael, 1845
<i>Syzeuctus irrisorius</i> (Rossi, 1794)	
<i>Diadegma elishae</i> (Bridgman, 1884)	Campopleginae Förster, 1869
<i>Dicaelotus (Gnathichneumon) mandibulator</i> (Aubert, 1958)	Ichneumoninae Latreille, 1802
<i>Drepanoctonus tricoloratus</i> (Sedivy, 1971)	Metopiinae Förster, 1869
<i>Lapton femoralis</i> Nees, 1816	
<i>Trieces facialis</i> (Thomson, 1887)	
<i>Ophion internigrans</i> Kokujev, 1906	
<i>Orthopelma brevicorne</i> Morley, 1907	Orthopelmatinae Schmiedeknecht, 1910
<i>Pimpla sodalis</i> Ruthe, 1859	Pimplinae Wesmael, 1845
<i>Pimpla coxalis</i> Habermehl, 1917	
<i>Scambus signatus</i> (Pfeffer, 1913)	
<i>Ctenochira pratensis</i> (Gravenhorst, 1829)	Tryphoninae Shuckard, 1840
<i>Tryphon talitzkii</i> Telenga, 1930	

Şimdiye kadar, Aras Vadisi'nde Türkiye için yeni kayıt olarak bildirilen türlerin listelendiği Çizelge 4 analiz edildiğinde, listedeki hiç bir türün bu çalışmada elde edilemediği tespitler arasındadır.

Çalışma bölgesinde sürdürülen çalışmalarda *Colpotrochia tricolor* (Aubert, 1979) türü endemik bir tür olarak kayıtlara geçmiş, ancak bu çalışmada bu türe de rastlanılmamıştır.

Bir akarsu üzerindeki baraj sayısı ve büyüklüğündeki artış doğal tahribatın büyüklüğü ile doğru orantılıdır (Bayrakdar, 2004). Suyun toplandığı bölgede bulunan bitki ve hayvan çeşitliliği yok edildiği gibi, bu bölgede bulunan tarım alanları, orman sahaları, tarihi ve kültürel her türlü varlık sular altında bırakılmaktadır. Değişen iklim, ılımanlaşan havayı beraberinde getirirken, nemin ciddi oranda artması, bitki ve hayvan çeşitliliğinde değişmelere sebep olmaktadır. Suyun sıcaklığının değişmesi ve su tutumu nedeniyle, nehrin ekosisteminin bozulması böcek faunasını etkilediği gibi Ichneumonidae biyoçeşitliliğini de etkilemiştir. Geçmişte yakalanan türlerin bugün tespit edilememesi ve böcek sayı ve türündeki azalma bununla ilişkilendirilmiştir.

Yapılan yapısal değişiklikler, doğayı doğrudan ve dolaylı olarak tehdit etmiş ve etmeye de devam edecektir.

Yaşamın devamı, biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliğiyle doğru orantılıdır. Bu bağlamda atılacak olan adımların bu bilinçle atılması doğadaki denge ve devamı için önemli olmalı ve önemli kalmalıdır.

Yapılacak olan her faunistik çalışma, bir sonraki çalışmaya ışık tutacak, Ichneumondae'ye gönül vermiş araştırmacılara yol gösterecek ve biyoçeşitliliğe katkıda bulunacaktır.

**Teşekkür:** Fotoğraf çekim işlemimizi gerçekleştirdiğimiz Biyoçeşitlilik Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ve Dr. Öğr. Üyesi Melek GÜÇLÜ'ye 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

Kibar Hakan KORUKCU  <http://orcid.org/0009-0001-6343-9083>

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

## KAYNAKLAR

- Akkaya, A., 2005. Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgesi'nde Anomaloninae, Banchinae, Collyriinae, Ophioninae ve Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) Türlerinin Sistemik Yönden İncelenmesi. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Akre, R.D., Hansen, L.D., Zack, R.S., 1991. Insect jewelry. American Entomologist, 37 (2): 90-95.
- Anonim, 2024. <https://evrimagaci.org/boceklerin-iliginc-dunyasi-ve-envai-cesitliliği-kac-farkli-bocek-turu-var-3860>, (22.03.2024)
- Aguiar A. P., Deans, A. R., Engel, M. S., Forshage, M., Huber, J. T., Jennings, J. T., Johnson, N. F., Lelej, A. S., Longino, J. T., Lohrmann, V., Mikó, I., Ohl, M., Rasmussen, C., Taeger, A., Yu, D.S.K. 2013. Order Hymenoptera Linnaeus, 1758. In: Zhang Z.-Q. (ed.), Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness (Addenda 2013). Zootaxa, 3703 (1): 51-62.
- Aristoteles, 2015. History of Animals. The University of Adelaide Library, University of Adelaide, South Australia. 50 pp.
- Barik, G., Çoruh, S., 2023a. A faunistic study of Ichneumonidae (Hymenoptera) from Northeastern Region of Turkey (Erzurum, Yakutiye and Uzundere). Trends in Entomology, 19: 75-88.
- Barik, G., Çoruh, S., 2023b. A faunistic study of Ichneumonidae (Hymenoptera) from Northeastern Anatolia Region (Erzurum: Yakutiye and Uzundere) of Türkiye. Turkish Journal of Entomology, 47 (1): 15-30.
- Bayrakdar, C., 2004. Doğal Çevre Sorunları Yaratan Hatalı Arazi Kullanımından Biri: Barajlar. Mersin Üniversitesi Çevre Topluluğu. 6. Ulusal Çevre Sorunları Öğrenci Yaklaşımları Sempozyumu, 01-03 Mayıs 2003, Mersin.
- Beyarslan, A., Kolarov J., 1994. Investigations on Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Turkey. II. Cryptinae. Turkish Journal of Zoology, 18: 227-231.
- Beyarslan, A., Yurtcan, M., Erdoğan, Ö.Ç., Aydoğdu, M., 2006. A Study on Braconidae and Ichneumonidae from Ganos Mountains (Thrace Region, Turkey) (Hymenoptera, Braconidae, Ichneumonidae). Linzer Biologische Beiträge, 38 (1): 409-422.

- Biröl, O., 2010. Isparta İli Davraz Dağı Ichneumonidae (Hymenoptera) Faunası Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Biröl, O., 2022. A study of Ichneumonidae (Hymenoptera) with new records to Turkish Fauna. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research, 62 (2): 265-275.
- Bolu, H., Özdemir, Y., Özgen, İ. 2007. New record of Ichneumonidae (Hymenoptera) in almond orchards from Turkey. Journal of the Entomological Research Society, 9(2): 41-46.
- Buncucucu, A., 2008. Isparta İli Merkez ve Adana, Yumurtalık İlçesi-Halep Çamlığı Ichneumonidae Türlerinin Tespiti ve Kültüre Edilebilen Türlerin Biyolojilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Cummins, H.M., Wharton, R.A., Colvin, A.M., 2011. Eggs and Egg Loads of Field-Collected Ctenoplectrininae (Hymenoptera: Ichneumonidae): Evidence for Phylogenetic Constraints and Life-History Trade-Offs. Annals of the Entomological Society of America, 104 (3): 465-475.
- Çaylak, F.Z., Çoruh, S., 2020a. First record of *Woldstedtius citropectoralis* Schmiedeknecht, 1926 (Hymenoptera: Ichneumonidae: Diplazontinae) from Turkey. Munis Entomology & Zoology, 15 (2): 457-462.
- Çaylak, F.Z., Çoruh S., 2020b. Contribution to the knowledge of Ichneumonidae (Hymenoptera) of Bursa Uludağ National Park area including new records. Turkish Journal of Entomology, 43 (4): 503-517.
- Çıkman, E., Beyarslan, A., Yurtcan, M. 2009. Elazığ ve Malatya İllerinde Saptanan Ichneumonidae (Hymenoptera) Türleri. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz 2009, Van, 345.
- Çoruh, S., 2019. Taxonomic and biogeographic evaluations of the subfamily Cryptinae (Hymenoptera: Ichneumonidae). Turkish Journal of Entomology, 43(3): 313-337.
- Çoruh, S., 2011. *Diplazon annulatus* (Gravenhorst, 1829) (Hymenoptera: Ichneumonidae: Diplazontinae), new for the Turkish fauna and new localities for some species of this subfamily. Türkiye Entomoloji Bülteni, 1 (1): 19-21.
- Çoruh, S., 2022. An overview on the subfamily Cremastinae Förster, 1869 (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Turkey. Acta Entomologica Serbica, 27 (1): 25-34.
- Çoruh, S., Özbek, H., 2005. New records of Cryptinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Turkey with some hosts. Turkish Journal of Entomology, 29: 183-186.
- Çoruh, İ., Çoruh, S., 2008. Ichneumonidae (Hymenoptera) species associated with some Umbelliferae plants occurring in Palandöken mountains of Erzurum, Turkey. Turkish Journal of Zoology, 32: 121-124.
- Çoruh, S., Özbek, H., 2008. New and rare Ichneumonidae (Hymenoptera) species from Turkey. Zoology in the Middle East, 43: 114-116.
- Çoruh, S., Kolarov, J., 2010a. Ichneumonidae (Hymenoptera) from Northeastern Turkey. I. Bulletin of the Natural History Museum, 3: 177-186.
- Çoruh, S., Kolarov, J. 2010b. A review of the Turkish Orthopelmantinae (Insecta: Hymenoptera: Ichneumonidae). Scientific Research and Essays, 5 (22): 3518-3521.
- Çoruh, S., Özbek, H., 2011. New and little known some Ichneumonidae (Hymenoptera) species from Turkey with some ecological notes. Turkish Journal of Entomology, 35 (1): 119-131.
- Çoruh, S., Çoruh, İ., 2012. Weeds visited by Ichneumonidae (Hymenoptera) species. Journal of Agricultural Faculty of Atatürk University, 43 (1): 13-16.
- Çoruh, S., Kolarov, J., 2012. Description of the Male of *Ophion internigrans* Kokujev, 1906 (Hymenoptera: Ichneumonidae: Ophioninae) with a Key to the Turkish *Ophion* Fabricius, 1798 Species. Journal of Entomological Research Society, 14 (2): 55-60.
- Çoruh, S., Kolarov J., 2016. Faunistic notes on the Ichneumonidae (Hymenoptera), with a new record from northeastern Turkey. Acta Entomologica Serbica, 21: 123-132.
- Çoruh, S., Özbek, H., 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., Kolarov J., 2004. New and little known Anomaloniinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) from Turkey. Linzer Biologische Beiträge, 36 (2): 1199-1204.
- Çoruh, S., Özbek, H., Kolarov, J., 2005a. A contribution to the knowledge of Ichneumonidae (Hymenoptera) from Turkey. Journal of the Entomological Research Society, 7 (3): 53-57.
- Çoruh, S., Özbek, H., Kolarov, J., 2005b. A contribution to the knowledge of Tryphoninae (Hymenoptera, Ichneumonidae) from Turkey. Zoology in the Middle East, 35: 93-98.
- Çoruh, S., Özbek, H., Kolarov J., 2007. Aras Vadisi (Kars)'ne yerleştirilen malezya tuzağından elde edilen Ichneumonidae (Hymenoptera) türleri. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 27-29 Ağustos, 2007, Isparta, 209.
- Çoruh, S., Kolarov, J., Çoruh, İ., 2014a. Ichneumonidae (Hymenoptera) from Anatolia. II. Turkish Journal of Entomology, 38 (3): 279-290.

- Çoruh, S., Kolarov, J., Özbek, H., 2014b. 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., Çoruh, İ., 2016. A study of Ichneumonidae (Hymenoptera) from northeastern Anatolia II, with new records. *Turkish Journal of Entomology*, 40 (3): 265-280.
- Çoruh, S., Kolarov, J., Çoruh, İ., 2018. Ichneumonidae (Hymenoptera) from Anatolia II. *Linzer Biologische Beiträge*, 50 (1): 217-224.
- Çoruh, S., Özbek, H., Riedel, M., 2011. An additional contribution to the Ichneumoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) fauna of Turkey . *Turkish Journal of Entomology*, 35 (4): 603-613.
- Çoruh, S., Tezcan, S., 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.
- Çoruh, S., Gürbüz M.F., Kolarov J., Yurtcan M., Buncukçu Özdan A., 2013. New and little known species of Ichneumonidae (Hymenoptera) for the Turkish Fauna. *Journal of the Entomological Research Society*, 15 (3): 71-83.
- Doğru, T., 2022. Türkiye'de Konakları Saptanmış Ichneumonidae (Hymenoptera) Türleri. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Eberhard, W.G., 2000. The natural history and behavior of *Hymenoepimecis argyraphaga* (Hymenoptera: Ichneumonidae) a parasitoid of *Plesiometa argyra* (Araneae: Tetragnathidae). *Journal of Hymenoptera Research*, 9: 220-240.
- Gauld, I.D., 1984. An Introduction to The Ichneumonidae of Australia. British Natural History Museum, London, 420 pp.
- Gürbüz, M.F., 2004. Isparta İli Ichneumonidae (Hymenoptera) Familyası Türleri Üzerine Faunistik ve Sistemik Çalışmalar. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Gürbüz, M.F., Kolarov, J., 2008. A study of the Ichneumonidae (Hymenoptera). IV. Cryptinae, Cryptini. *Turkish Journal of Zoology*, 32: 373-377.
- Gürbüz, M.F., Aksoylar, M.Y., Buncukçu, A., 2009a. A faunistic study on Ichneumonidae (Hymenoptera) in Isparta, Turkey, *Linzer Biologische Beiträge*, 41 (2): 1969-1984.
- Gürbüz, M.F., Kırtay, H., Birol, O., 2009b. A study of Ichneumonidae (Hymenoptera) of Kasnak Oak Forest Nature Reserve in Turkey with new records. *Linzer Biologische Beiträge*. 41 (2): 1985-2003.
- Gürbüz, M.F., Kolarov, J., Özdan, A., Tabur, M.A., 2011. Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of natural protection areas in East Mediterranean Region of Turkey, Part I., *Journal Entomological Research Society*, 13 (1): 23-39.
- Hepdurgun, B., Turanlı, T., Kaplan, C., 2009. Balıkesir ve Çanakkale İllerinde Zeytin Bahçelerinde Bulunan Ichneumonidae Türleri. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz 2009, Van.
- Huber, J.T., 2009. Biodiversity of Hymenoptera. In Footit R.G., Adler P.H., (Ed.), *Insects Biodiversity Science and Society* (303-333). Willey Blackwell, Oxford, .623 pp.
- Kaplan, E., Riedel, M., 2022. New and additional records from Bingöl and Diyarbakır Provinces for the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna. *Transactions of the American Entomological Society*, 148: 35-49.
- Kıraç, A., Gürbüz, M.F., 2020. Honaz Dağı Milli Parkı Ichneumonidae (Insecta, Hymenoptera) Faunası. *Bilge International Journal of Science and Technology and Research*, 4 (2): 150-159.
- Kırtay, H., 2008. An Investigation on Ichneumonidae (Hymenoptera) Fauna in Kasnak Oak (*Quercus vulcanica* Boiss. and Heldr. ex Kotschy) Forest Nature Protect Area. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kohl, F.F., 1905. In Penther, A., Zederbauer, E.: *Ergebnisse einer naturwissenschaftlichen Reise zum Erdschias-Dag (Kleinasien)*. *mAnn. Naturhist. Hofmus. Wien* 20, Hymenopteren, 220-246.
- Kolarov, J., 1987. Ichneumonidae (Hymenoptera) from Balkan Peninsula and some adjacent regions. I. Pimplinae, Tryphoninae, Cryptinae. *Turkish Journal of Entomology*, 11 (1): 11-28.
- Kolarov, J., 1989. Ichneumonidae (Hym.) from Balkan peninsula and some adjacent regions. III. Ophioninae, Anomalinae, Metopiinae, Mesochorinae, Acaenitinae, Oxytorinae, Orthopelmatinae, Collyriinae, Orthocentrinae, Diplazontinae and Ichneumoninae. *Turkish Journal of Entomology*, 13 (3): 131-140.
- Kolarov, J., 1995. A catalogue of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). *Entomofauna*, 7: 137-188.
- Kolarov, J., 2015. Diplazontinae species (Hymenoptera, Ichneumonidae) from Balkan Peninsula, Turkey and Iran. *Entomofauna*, 36 (24): 297-304.
- Kolarov, J., Beyarslan A., 1994. Beitrag zur Erkennung der Türkischen Ichneumonidae (Hymenoptera) III. Banchinae, Ctenopalmatinae und Tersilochinae, Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi, 25-28 Ocak, 1994, İzmir.



- Kolarov, J., Beyarslan, A. 1995. New and little know Turkish Campopleginae (Hymenoptera, Ichneumonidae). Treta Natsionalna Nauchna Konferentsiya po Entomologiya, 18-20.
- Kolarov, J., Gürbüz, M.F., 2006. A Study of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). III. Anomaloninae, Banchinae, Ophioninae and Xoridinae. Acta Entomologica Serbica, 11 (1/2): 91-94.
- Kolarov, J. ve Yurtcan, M., 2009. A study of the Cremastinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Turkey. Turkish Journal of Zoology, 33: 371-374.
- Kolarov, J., Yurtcan, M., 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., Çalmaşur, Ö., 2011. A study of Ichneumonidae (Hymenoptera) from North Eastern Turkey. Linzer Biologische Beiträge, 43 (1): 777-782.
- Kolarov, J., Çoruh, S., 2012. Ichneumonidae (Hymenoptera) Established from Northeastern Turkey. Acta Zoologica Bulgarica, 64 (1): 97-100
- Kolarov, J., Beyarslan, A., Yurtcan, M., 1997a. Ichneumonidae (Hymenoptera) from The Gökçeada and Bozcaada Islands-Turkey. Acta Entomologica Bulgarica, 3-4: 13-15.
- Kolarov, J., Yurtcan, M., Beyarslan, A., 1997b. New and rare Ichneumonidae (Hymenoptera) from Turkey. I. Pimplinae, Tryphoninae, Phygadeuontinae, Banchinae and Ctenopelmatinae. Acta Entomologica Bulgarica, 3-4: 10-12.
- Kolarov, J., Yurtcan, M., 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., Yıldırım, E., Çoruh, S., Yüksel, M., 2014. Contribution to the knowledge of the Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Turkey. Zoology in the Middle East, 60 (2): 154-161.
- Kolarov, J., Coruh, S., Coruh, I., 2016. Contribution to the knowledge of the Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Turkey from northeastern Anatolia, Part I. Turkish Journal of Zoology, 40 (1): 40-56.
- Kolarov, J., Çoruh, S., Çoruh, İ., 2017. A study of Ichneumonidae (Hymenoptera) from Northeastern Anatolia III, with new records and description male of *Temelucha pseudocaudata* Kolarov, 1982. Turkish Journal of Entomology, 41 (2): 125-146.
- Kolarov, J., Çoruh, S., Ercelep, Ö.S., 2021. A contribution to the Ichneumonidae (Hymenoptera) of Trabzon, Turkey. II. Campopleginae. Munis Entomology & Zoology, 16 (2): 745-750.
- Kolarov, J., Çoruh, S., Yurtcan, M., Gürbüz, M.F. 2009. A study of Metopiinae from Turkey with description of a new species (Hymenoptera: Ichneumonidae). Zoology in the Middle East, 46: 75–82.
- Öncüer, C., 1991. Türkiye Bitki Zararlısı Böceklerinin Parazit ve Predatör Kataloğu. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 505: 354 s.
- Okyar, Z., Yurtcan, M., 2007. Phytophagous Noctuidae (Lepidoptera) of the Western Black Sea Region and their ichneumonid parasitoids, Entomofauna, 28: 377-388.
- Özbek, H., Tozlu, G., Çoruh, S., 2009. Parasitoids of the small poplar longhorn beetle, *Saperda populnea* (L.) (Coleoptera: Cerambycidae), in the Aras Valley (Kars and Erzurum provinces), Turkey. Turkish Journal of Zoology, 33 (1): 111–113.
- Özbek, H., Çalmaşur, Ö., 2010. *Abraxas pantaria* (L.) (Lepidoptera: Geometridae) Türkiye için yeni bir dişbudak (*Fraxinus excelsior* (L.) zararlısı. Turkish Journal of Zoology, 34 (3): 351-358.
- Özek, T., Avcı, M., 2017. Isparta Orman Bölge Müdürlüğü göknar, çam ve sedir ormanlarında kozalak zararlıları. Türkiye Ormancılık Dergisi, 18 (3): 178-186.
- Özbek, H., Çoruh, S., Kolarov, J., 2003. A Contribution to the Ichneumonidae fauna of Turkey. Subfamily Ichneumoninae (Hymenoptera). Entomofauna, Zeitschrift für Entomologie, 10: 157-164.
- Özdan, A., Gürbüz, M.F., 2016. Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Gelincik Mountain Natural Park (Isparta, Turkey). Turkish Journal of Entomology, 40 (4): 425-444.
- Özdan, A., Gürbüz M.F., 2019. Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Kovada Lake National Park, Isparta, Turkey. 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. Bitki Koruma Bülteni, 36 (3-4): 91-103.
- Özdemir, Y., 2001. İç Anadolu Bölgesinde Saptanan Diplazontinae ve Tryphoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) Türleri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 25 (3): 183-191.
- Özdemir, Y., Kılınçer N., 1990. İç Anadolu Bölgesinde Saptanan Pimplinae ve Ophioninae (Hym: Ich) Türleri. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi, 26-29 Eylül, 1990, Ankara.

- Özdemir, Y., Güler Y., 2009. Sultandağı Havzası kiraz bahçelerinde tespit edilen Ichneumonidae (Hymenoptera) türleri. Bitki Koruma Bülteni, 49 (3): 135-143.
- Pekel, S., 1999. New and little known Turkish Banchinae (Hymenoptera, Ichneumonidae). Acta Entomologica Bulgarica, 1: 37-41.
- Pekel, S., Kolarov, J., Özbek, H. 2000. New records of the subfamily Banchinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) from Turkey. Journal of the Entomological Research Society, 2 (3): 1-4.
- Riedel, M., Çoruh, S. ve 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.
- Sarı, Ü., 2017. Erzurum İli Aşkale İlçesi Ichneumonidae (Hymenoptera) Türleri Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Sarı, Ü., Çoruh S., 2018. Ichneumonidae (Hymenoptera) from Northeastern Anatolia Region (Erzurum, Aşkale). Turkish Journal of Entomology, 42 (3): 215-228.
- Schwarz, M., 2015. Zur Kenntnis palaarktischer *Cryptus*-Arten (Hymenoptera, Ichneumonidae, Cryptinae). Linzer Biologische Beitrage, 47 (1): 749-896.
- Sedivy, J., 1959. Wissenschaftliche Ergebnisse der zoologischen Expedition des National Museums in Prag nach der Tuerkei. 26. Hymenoptera, Ichneumonidae. Acta Faunistica Entomologica Musei Nationalis, Prague, 33: 107-116.
- Surhone, L.M., Tennoe, M.T., Henssonow, S.F., 2010. Ichneumonidae: Ichneumonoidea, Apocrita, Hymenoptera, Insect, Arthropod, Banchinae. Betascript Publishing.
- Tozlu, G., Çoruh, S., Özbek, H. 2010. Aras Vadisi'nde (Kars ve Erzurum yöresi) *Saperda populnea* (L.) (Kavak Küçük Tekeböceği) (Coleoptera: Cerambycidae)'nin biyolojisi ve zararı. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 25 (3): 151-158.
- Wilson, E.O., 2009. Threats to Global Diversity. Retrieved 2009-05-17.
- Yılmaz, N., 2020. Bayburt İli Hububat Alanlarındaki Böcek Faunasının Belirlenmesine Yönelik Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Yu, D.S., Van Achterberg, C., Horstmann, K., 2016. Taxapad 2016, Ichneumonoidea 2015. Database on flash-drive. www.taxapad.com, Nepean, Ontario, Canada.
- Yurtcan, M., Beyarslan, A., Kolarov, J., 1994. Yeni ve az bilinen Türkiye Anomaloninae türleri (Hymenoptera, Ichneumonidae). 12. Ulusal Biyoloji Kongresi, 07-09 Ekim, 1990, Edirne.
- Yurtcan, M., Beyarslan, A., Kolarov, J., 1999. Investigations on the Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Turkey V. Diplazontinae and Ichneumoninae. Acta Entomologica Bulgarica, 5 (1): 34-36.
- Zhang, Z.Q., 2013. Phylum Arthropoda. In: Zhang, Z.-Q.(Ed.) Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness (Addenda 2013). Zootaxa, 3703 (1): 17-26.

## Yüksekova Havzasında Nohutta (*Cicer arietinum* L.) Sorun Olan Yabancı Ot Türlerin Yoğunluk ve Rastlama Sıklığının Araştırılması

Mesut SİRRI<sup>1\*</sup> , Sipan SOYSAL<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Siirt Üniversitesi, Kurtalan Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Siirt

<sup>2</sup>Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt

\*Sorumlu yazar:m.sirri@siirt.edu.tr

Geliş Tarihi: 10.05.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 06.08.2024 Kabul Tarihi: 07.08.2024

### Öz

Baklagiller, bilhassa toprak verimliliğini artırmaları ve bitki koruma sorunlarının çözümüne katkıları yönüyle, kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde vazgeçilmez münavebe bitkileri arasında yer almaktadırlar. Bu nedenle yazın kurak geçen iklimi ve oldukça kısa olan vejetasyon dönemi nedeniyle Yüksekova Havzasında tarımsal sürdürülebilirlik için nohut (*Cicer arietinum* L.) başta olmak üzere baklagil bitkilerinin yaygınlaştırılması bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi baklagil kültür bitkilerinde de verimi etkileyen sorunların başında yabancı otlar gelmektedir. Bu çalışma, Yüksekova Havzasında 50 nohut tarlasında yabancı ot tür, yoğunluk ve rastlama sıklığının belirlenmesi amacıyla 2022 ve 2023 yıllarında yürütülmüştür. Çalışma sonucunda 18 farklı familyaya dahil toplam 37 yabancı ot türü tespit edilmiştir. Tespit edilen yabancı otların 1'inin tohumuz, 4'ünün monokotiledon, 32'sinin ise dikotiledon olduğu belirlenmiştir. Yüksekova Havzasında ortalama yabancı ot yoğunluğunun 12.84 adet/m<sup>2</sup> olduğu saptanmıştır. Araştırma alanında tespit edilen yabancı ot yoğunluğunun yüksekten düşüğe doğru sıralaması; *Convolvulus arvensis* L. (2.56 adet/m<sup>2</sup>), *Xanthium strumarium* L. (1.38 adet/m<sup>2</sup>), *Sinapis arvensis* L. (1.28 adet/m<sup>2</sup>) ve *Chenopodium album* L. (1.08 adet/m<sup>2</sup>) ve en sık rastlanan türlerin sırasıyla; *Convolvulus arvensis* L. (%64.71), *Sinapis arvensis* L. (%45.10), *Xanthium strumarium* L. (%35.29), *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (%33.33) ve *Cichorium intybus* L. (% 31.37) olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları ve alanda yapılan gözlemler Yüksekova havzasında yabancı otların verimi etkileyen nohut üretimini sınırlandıran önemli faktörlerden biri olduğunu ortaya koymuştur.

**Anahtar kelimeler:** Yüksekova, Nohut, *Cicer arietinum* L., Yabancı ot, Yoğunluk, Rastlama sıklığı

## Investigation of the Density and Frequency of Occurrence of Problematic Weed Species in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) in the Yüksekova Basin

### ABSTRACT

Legumes are among the indispensable rotation crops in arid and semi-arid climatic zones, especially for their contribution to increasing soil fertility and solving plant protection problems. Therefore, due to the arid climate in summer and the very short vegetation period, it is a necessity to expand legume crops, especially chickpea (*Cicer arietinum* L.), for agricultural sustainability in the Yüksekova Basin. Like in other crop plants, weeds are among the primary factors affecting productivity in legume crops. This study was conducted in 2022 and 2023 to determine the weed species, density, and frequency in 50 chickpea fields in the Yüksekova Basin. As a result of the study, a total of 37 weed species belonging to 18 different families were identified. It was determined that 1 of the identified weeds was seedless, 4 were monocotyledonous, and 32 were dicotyledonous. In the Yüksekova Basin, the average weed density was found to be 12.84 plants/m<sup>2</sup>. In the research area, the weed densities, listed from highest to lowest, were found to be: *Convolvulus arvensis* L. (2.56 plants/m<sup>2</sup>), *Xanthium strumarium* L. (1.38 plants/m<sup>2</sup>), *Sinapis arvensis* L. (1.28 plants/m<sup>2</sup>), and *Chenopodium album* L. (1.08 plants/m<sup>2</sup>). The most frequently encountered species were, in order: *Convolvulus arvensis* L.

(64.71%), *Sinapis arvensis* L. (45.10%), *Xanthium strumarium* L. (35.29%), *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (33.33%), and *Cichorium intybus* L. (31.37%). The study results and observations made in the area have revealed that weeds are one of the significant factors limiting chickpea production in the Yüksekova basin.

**Key words:** Yüksekova, Chickpea, *Cicer arietinum* L., Weeds, Density, Frequency

## GİRİŞ

Baklagiller, yüksek besin içerikleri sebebiyle insan/hayvan beslenmesine katkıları, toprak yapısını/verimliliğini iyileştirmeleri, nadas alanların daraltmasına olumlu etkileri, bitki koruma sorunlarının çözümüne yardımcı olmaları vb. nedenlerle tarımsal üretimde vazgeçilmez kültür bitkileri arasında yer almaktadırlar (Özer ve ark. 2001; Soysal ve Erman 2020). Nohutun, dünya genelinde yaklaşık 15 milyon ha alanda yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye, 456 bin ha ekim alanıyla Hindistan, Pakistan ve Avustralya'nın ardından dördüncü sırada yer almaktadır. Dünyanın toplam nohut ekim alanlarının %3,2'sine sahip olan ülkemiz toplam 580 bin ton üretim miktarıyla dünyanın en önemli nohut üreticileri arasında bulunmaktadır. FAO (2022) verilerine göre dünya genelinde birim alana ortalama verim miktarı 1221 kg/ha iken ülkemizde ise ortalama verim ise 1270 kg/ha olarak kaydedilmiştir (Anonim, 2024a). Ancak son yıllarda küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine bağlı olarak dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de tarımsal üretimde önemli sorunlarla karşılaşmaktadır (Akalin, 2014). Dolayısıyla bir yandan sıcaklık ve kuraklık stresine dayanıklı ve toprak verimliliğine önemli katkı sunan kültür bitkilerin (mercimek ve nohut gibi) tarımsal üretimdeki paylarının artırılması gereği ortaya çıkarken (Dilek ve Yavuz, 2021; Anonim, 2024b), diğer yandan başta yabancı otlar olmak üzere bitki koruma etmenlerinden kaynaklanması muhtemel kayıpların önüne geçilmesi gerekmektedir. Zira verim ve kalitesini olumsuz etkileyen çok sayıda biyotik ve abiyotik etmenlerin olduğu (Chaithra ve ark., 2019) ve bunların iklim değişikliğine bağlı olarak etkilerini daha da arttıracakları (Önen ve Özcan, 2010) bilinmektedir.

Yabancı otlar nohudun gelişimini, dolayısıyla da verim ve kalitesini olumsuz etkileyen en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Nitekim İran'da yapılan bir çalışmada nohut üretiminde yabancı otlardan kaynaklanan verim kayıplarının %36-57 seviyesinde olabildiği hesaplanmıştır (Veisi ve ark., 2019). Ülkemizde yürütülen farklı çalışmalarda, özellikle parazit yabancı otların baklagil bitkilerinde bitki gelişimi, verim ve kalite (toplam azot, yağ, protein vb.) üzerinde değişen oranlarda negatif etki yaptığı bildirilmiştir (Ustüner ve ark., 2019; Ustüner ve ark., 2020; Ustüner ve Ustüner, 2021). Zira yabancı otlar, nohut bitkisiyle gelişimin ilk aşamalarından itibaren rekabete girerek bitkinin gelişiminin önemli düzeyde geri kalmasına neden olmaktadır (Yıllar ve ark., 2021). Bunun yanı sıra yabancı otların ürün hasadını zorlaştırması ve zehirli tohumların ürüne karışmasıyla ürünün kalitesini olumsuz yönde etkilemesi de söz konusudur (Tursun ve ark., 1997; Sırrı, 2023). Ancak ekolojik faktörler (iklim ve toprak özellikleri vb), tarımsal uygulamalar ve zamana bağlı olarak yabancı ot tür ve yoğunlukları aynı kültür bitkisinde dahi bölgesel olarak, hatta aynı tarla içerisinde, farklılık gösterebilmektedir (Önen ve Özer, 2001). Bu nedenle, yabancı otların etkili ve sürdürülebilir bir şekilde yönetimi için öncelikle sorun olan yabancı ot tür ve yoğunluklarının belirlenmesi ve değişen çevre koşulları da dikkate alınarak yabancı ot popülasyonlarının sürekli olarak takip edilmesi önem taşımaktadır (Önen, 2015). Zira, tarımsal ekosistemlerde yabancı otların kontrolünde istenilen düzeyde başarı elde edilebilmesi için farklı mücadele yöntemlerinin entegre bir şekilde bir arada kullanılması gerekmektedir. Bunun için ise, üretim alanında sorun olan yabancı ot tür ve yoğunluklarına ilişkin detaylı bilgi birikimine ihtiyaç duyulmaktadır.

Yüksekova havzasında vejetasyon döneminin kısa olması kültür bitki çeşitliliğini oldukça sınırlandırmaktadır. Nohut alternatif bir ürün olarak yaygınlaşmaktadır. Bu nedenle yabancı otların idaresine katkı sunulması ve yabancı ot kontrolünde karşılaşılması muhtemel sorunlara çözüm önerilerinin geliştirilmesi amacıyla, nohut ekim alanlarında sorun olan yabancı ot tür ve yoğunluklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Çalışmanın materyali 2022 ve 2023 üretim sezonlarında Yüksekova Havzasında nohut ekim alanları ve görülen yabancı ot türleri oluşturmaktadır.

Sürvey çalışmaları vejetasyon dönemi dikkate alınarak iki farklı sezonda yürütülmüştür. Tarla büyüklüklerine genel olarak homojen olduğundan 1 dekarlık alanda 1 m<sup>2</sup>'lik 4 adet çerçeve atılarak yabancı ot sayımları yapılmıştır. Her bir tarlada kenar tesirini ortadan kaldırmak için yaklaşık 10 metre tarla içerisine girilmiş, çerçeveler atılmış ve çerçeve içerisine giren yabancı otların tür ve yoğunlukları kayıt altına alınmıştır. Çerçeve dışında denk gelinen yabancı otlar da kaydedilmiştir. Çalışmada tespit edilen yabancı otların yoğunluk ve rastlama sıklıklarının belirlenmesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Uygur, 1991).

Yoğunluk =  $a/y$  (a: alınan örnekte toplam birey sayısını, y: toplam örnekleme sayısı)

Rastlama sıklığı (RS%) =  $100 * x/y$  (x: türün bulunduğu örnekleme sayısı, y: toplam örnekleme sayısı)

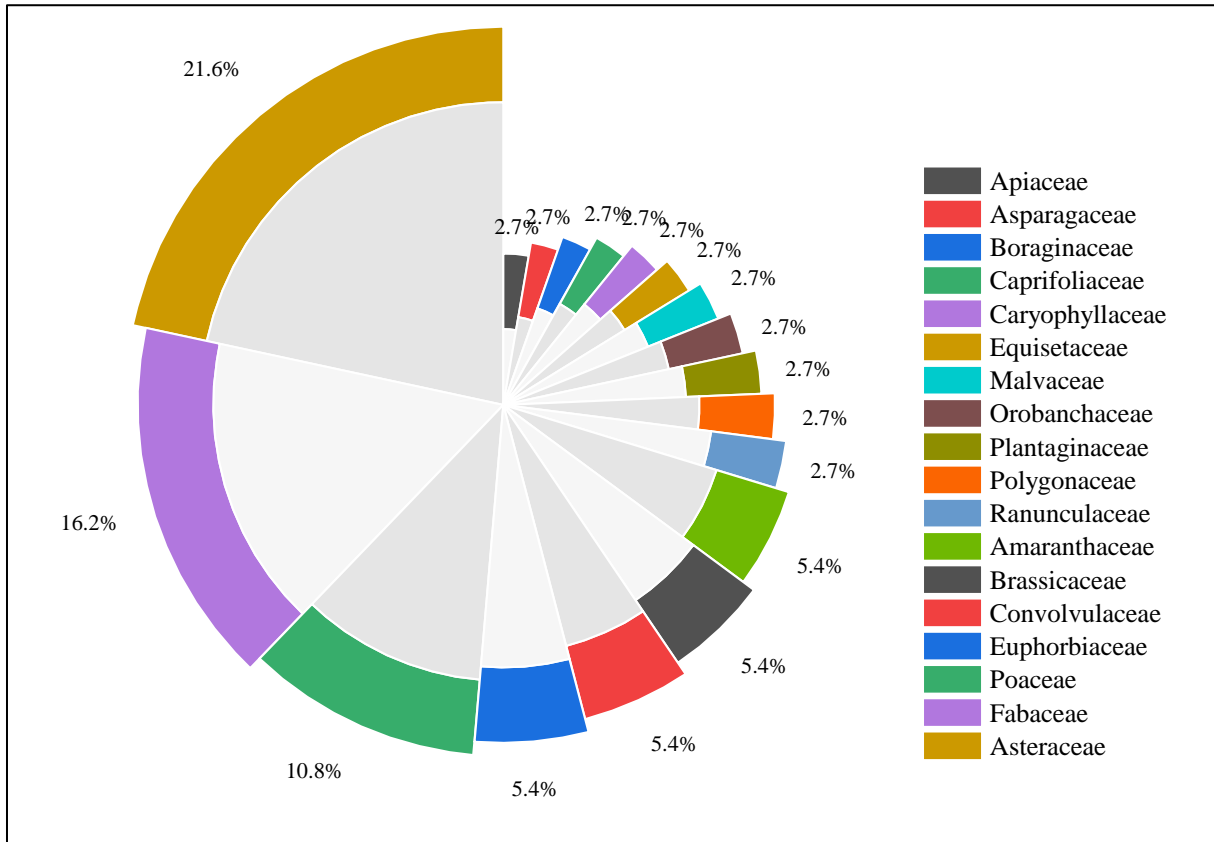
Yabancı ot sayımları geniş yapraklılarda birey sayısı, dar yapraklılarda kardeş sayısı dikkate alınırken, parazit yabancı otların sayımları bulaşık olduğu tür sayısı baz alınarak dal veya sürgün sayısına göre değerlendirilmiştir.

Sürvey çalışmaları sırasında tespit edilen yabancı otlar tanımlanan ve tanımlanamayan bitkiler olarak kod verilerek kayıt altına alınmıştır. Her bir bitki ayrı ayrı fotoğraflanmış ve tekniğine uygun olarak herbaryuma alınarak etiketlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında teşhis edilemeyen türler laboratuvar ortamında incelenmiş ve farklı kaynaklar: Flora of Turkey (Davis 1965-1989), Uluğ ve ark. (1993), Özer ve ark. (1996, 1999), Serin (2008) ve konuya ilişkin web sayfaları referans alınarak teşhisler ve isimlendirilmesi yapılmıştır. Bitkilere ait genel özellikleri Özer ve ark. (1996, 1999), Bakis ve ark. (2011), Randall (2017) ve Önen (2023) kaynaklarından yararlanılarak belirlenmiştir. Yabancı otların oluşturdukları ekonomik ve/veya ekolojik sorunlar dikkate alınarak yer aldıkları yabancı ot kategorileri ise Önen (2023)'den yararlanılarak tasnif edilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Yüksekova Havzasında nohut tarlalarında yapılan yabancı ot çalışmaları sonucunda; 18 familyaya dahil toplam 37 yabancı ot türü tespit edilmiştir (Şekil1 ve Çizelge 1). Bu bitki türlerinden 1 tanesi tohumuz, 4 tanesi monokotiledon, 32 tanesi ise dikotiledon tür olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çalışma alanında saptanan bu yabancı otlardan; 2 parazitik (1'tam, 1'i yarı), 2 tür zehirli ve 2 tür istilacı yabancı ot kategorisinde yer almaktadır. Tespit edilen yabancı otlardan 17 tür tek yıllık (%46), 1 tür iki yıllık (% 3) geri kalan 19 tür (%51) ise çok yıllık bitkilerden oluşmaktadır. Çalışma sonucunda belirlenen yabancı otların %21'i Asteraceae, %16'sı Fabaceae ve %10'u Poaceae familyalarına ait olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Bu familyaya ait yabancı otlar, nohut üretim alanları dahil olmak üzere tarımsal ekosistemlerde en yaygın rastlanılan türler içerisinde yer almaktadırlar (Özer ve ark., 2001; Tepe, 2014; Güncan ve Karaca, 2018).



Şekil 1. Nohut tarlasında tespit edilen yabancı otların dahil olduğu familyalar ve oranları (%)

Yüksekova Havzasında nohut tarlalarında en yoğun bulunan yabancı otların sırasıyla, *Convolvulus arvensis* (2.56 adet/m<sup>2</sup>), *Xanthium strumarium* (1.38 adet/m<sup>2</sup>), *Sinapis arvensis* (1.28 adet/m<sup>2</sup>) ve *Chenopodium album* (1.08 adet/m<sup>2</sup>) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Sürvey alanlarında yabancı otların rastlama sıklıkları değerlendirildiğinde ise en sık karşılaşılan türlerin sırasıyla; *Convolvulus arvensis* (%64.71), *Sinapis arvensis* (%45.10), *Xanthium strumarium* (%35.29), *Phragmites australis* (%33.33) ve *Cichorium intybus* (% 31.37) olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Nohut tarlasında tespit edilen yabancı otların, EPPO kod, rastlama sıklığı (%) ve yoğunlukları (adet/m<sup>2</sup>)

Latince isim	Türkçe isim	EPPO kod	Genel Özellikleri	Y.ot kategorisi	Yoğunluk	Rastlama sıklığı
<b>Amaranthaceae</b>						
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	K.K.Tilkikuyruğu	AMARE	Tek yıllık, İYB	C	0.08	7.84
<i>Chenopodium album</i> L.	Sirken	CHEAL	Tek yıllık	C	1.08	27.45
<b>Apiaceae</b>						
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	Pıtrak	CUCLF	Tek yıllık	B	0.08	7.84
<b>Asparagaceae</b>						
<i>Ornithogalum narbonense</i> L.	Akbaldır	OTGNA	Çok yıllık, Soğanlı		0.08	5.88
<b>Asteraceae</b>						
<i>Centaurea iberica</i> Trev. ex Spreng.	Kısa dikenli gelin düğmesi	CENIB	Tek yıllık	B	0.08	7.84
<i>Centaurea pterocaula</i> Trautv.	Peygamber çiçeği	CENPT	Tek yıllık	B	0.04	3.92
<i>Cichorium intybus</i> L.	Yabani hindiba	CICIN	Çok yıllık	B-C	0.62	31.37
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Köygöçüren	CIRAR	Çok yıllık	C	0.12	3.92
<i>Lactuca serriola</i> L.	Dikenli yabani marul	LACSE	İki yıllık	C	0.2	17.65
<i>Sonchus arvensis</i> L. subsp. <i>uliginosus</i> (M.Bieb.) Nyman	Eşek marulu	SONAU	Çok yıllık	C	0.04	3.92
<i>Tanacetum polycephalum</i> Sch. Bip. subsp. <i>argyrophyllum</i> (K.Koch) Podlech	Yalınpireotu	TANAR	Çok yıllık		0.04	3.92
<i>Xanthium strumarium</i> L.	Domuz pıtrak	XANST	Tek yıllık, İYB	C	1.38	35.29
<b>Boraginaceae</b>						
<i>Anchusa azurea</i> var. <i>azurea</i> Mill.	İtalyan sığirdili	ANCIT	Çok yıllık	B	0.08	7.84
<b>Brassicaceae</b>						
<i>Lepidium draba</i> L.	Yabani tere	CADDR	Çok yıllık, Rizomlu	C	0.16	7.84
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Yabani hardal	SINAR	Tek yıllık	C	1.28	45.10
<b>Caprifoliaceae</b>						
<i>Cephalaria syriaca</i> (L.) Schrad.	Pelemir	CPISY	Tek yıllık	B	0.34	13.73
<b>Caryophyllaceae</b>						
<i>Vaccaria hispanica</i> ( Mill. ) Rauschert	Ekinebesi	VAAPY	Tek yıllık	B	0.06	3.92
<b>Convolvulaceae</b>						
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarlasarmaşığı	CONAR	Çok yıllık, Rizomlu	C	2.56	64.71
<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.	Tarla küskütü	CVCCA	Tek yıllık, Parazit	A	0.32	7.84
<b>Equisetaceae</b>						
<i>Equisetum arvense</i> L.	Tarla atkuyruğu	EQUAR	Çok yıllık, Rizomlu	B-C	0.82	31.37



## Çizelge 1'in devamı

Euphorbiaceae						
<i>Euphorbia falcata</i> subsp. <i>falcata</i> L.	Tırpanvari sütleğen	EPHFA	Tek yıllık	Z, W, B	0.28	11.76
<i>Euphorbia</i> sp.	Sütleğen	EPHSP	Tek yıllık	Z, W, B	0.12	5.88
Fabaceae						
<i>Glycyrrhiza glabra</i> L. var. <i>glabra</i>	Meyan kökü	GYCGL	Çok yıllık, Rizomlu	B-KB	0.14	9.80
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	Çayır mürdümüğü	LTHPR	Çok yıllık	W-KB	0.14	7.84
<i>Lotus corniculatus</i> L. var. <i>corniculatus</i>	Boynuzlu lüferotu	LOTCO	Çok yıllık	W-KB	0.22	15.69
<i>Melilotus albus</i> Desr.	Ak taşyoncası	MEUAL	Tek yıllık	W	0.16	9.80
<i>Trifolium pratense</i> L. var. <i>pratense</i>	Çayır tırfılı	TRFPR	Çok yıllık	B-BK	0.02	1.96
<i>Vicia cracca</i> L. subsp. <i>cracca</i>	Kuşfiği	VICCR	Çok yıllık	B	0.32	15.69
Malvaceae						
<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Ebegümece	MALNE	Tek yıllık	C-B	0.06	5.88
Orobanchaceae						
<i>Orobanche aegyptiaca</i> Pers.	Mısırlı canavarotu	ORAAE	Tek yıllık, Parazit	A	0.02	1.96
Plantaginaceae						
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Dar yapraklı sinir otu	PLALA	Çok yıllık	B	0.02	1.96
Poaceae						
<i>Agropyron cristatum</i> subsp. <i>incanum</i> (Nab.) Melderis	Adi otlakayrığı	AGRCR	Çok yıllık	B	0.08	3.92
<i>Phleum pratense</i> L.	İt kuyruğu	PHLPR	Çok yıllık	B	0.02	1.96
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Kamış	PHRCO	Çok yıllık, Rizomlu	B	0.9	33.33
<i>Triticum aestivum</i> L.	Kendi gelen buğday	TRZAX	Tek yıllık	KB	0.2	9.80
Polygonaceae						
<i>Rumex crispus</i> L.	Kıvırcıklabada	RUMCR	Çok yıllık	B	0.08	7.84
Ranunculaceae						
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Tarla düğün çiçeği	RANAR	Tek yıllık, B	B	0.6	23.53

\***İB**: istilacı yabancı bitki, \***A**: parazit yabancı otlar ve lokal düzeyde istilacı olabilen türler, \***B**: Farklı ekosistemlerde ve kültür bitkilerinde önemli yoğunluk oluşturabilen, sınırlı düzeyde/öbekler halinde dağılım gösteren türler, \***C**: kozmopolit türler, \***W**: Tarım alanlarında nadir olarak görülen, istilacı nitelikler sergilemelerine rağmen henüz ekolojik, ekonomik ve/veya sosyal açıdan sorun oluşturdukları tam olarak desteklenmeyen/kanıtlanmayan (şüpheli) türler (Önen, 2023), \***K.B**: kendi gelen ve üretim alanlarında sorun oluşturabilen türler, \***Z**: zehirli türler, \***Y**: yoğunluk, \***RS (%)**: rastlama sıklığı,

Yüksekova Havzasında nohut üretim alanları, yabancı ot yoğunluğu yönüyle de değerlendirilerek, bölgede toplam yabancı ot yoğunluğunun ortalama 12.84 adet/m<sup>2</sup> olduğu saptanmıştır. En yoğun bulunan yabancı ot türleri *C. arvensis* (2.56 adet/m<sup>2</sup>), *X. strumarium* (1.38 adet/m<sup>2</sup>), *S. arvensis* (1.28 adet/m<sup>2</sup>) ve *C. album* (1.08 adet/m<sup>2</sup>) olmuştur. Ülkemizin farklı illerinde yapılan çalışmalarda Kırşehir'de yabancı ot yoğunluk ortalaması 10.19 adet/m<sup>2</sup> belirlenmiş ve en yoğun bulunan türler *Hordeum vulgare* (2.46 adet/m<sup>2</sup>), *Avena fatua* (1.41 adet/m<sup>2</sup>), *C. arvensis* (1.29 adet/m<sup>2</sup>) olarak belirlenmiştir (Yıllar ve ark., 2021). Uşak'ta yabancı ot yoğunluğu 21.565 adet/m<sup>2</sup> olarak bulunmuş ve en yoğun belirlenen türler sırasıyla *C. album* (1.08 adet/m<sup>2</sup>), *A. sterilis* (4.29 adet/m<sup>2</sup>), *C. arvensis* (3.59 adet/m<sup>2</sup>) ve *S. arvensis* (1.04 adet/m<sup>2</sup>) olduğunu bildirmiştir (Göktepe,

2016). Nitekim nohut ekim dönemi ve bölgelere bağlı olarak ortalama yabancı ot yoğunluğunun ortalama 10.9-25.8 bitki/m<sup>2</sup> olarak değişebildiği rapor edilmiştir (Demir ve Tepe, 2001; Veisi ve ark., 2019; Yıllar ve ark., 2021).

Hem en sık rastlanan hem de en yoğun şekilde görülen yabancı ot türleri, çeşitli kültür bitkilerinde sorun oluşturabilen kozmopolit türler arasında yer almaktadır (Özer ve ark., 1996; 1999; Randall, 2017). Dolayısıyla daha önce farklı ülkelerde ve ülkemizin farklı bölgelerinde yapılan çalışmalarda da bu türlere sıklıkla rastlanabildiği görülmektedir (Solh ve Pala, 1990; Şanlı ve ark., 2009; Rashid ve ark., 2009; Poonia ve Pithia, 2013; Fathi ve ark., 2016; Üstüner, 2016; Dilek ve Yavuz, 2021; Yıllar ve ark., 2021). Ancak sorun olan türler ve bunların yoğunlukları arasında önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu durumun bölgesel olarak ekolojik koşullardaki farklılıklar ile idare stratejileri başta olmak üzere antropojenik etkilerde görülen farklılıkların bir sonucu olduğu kanaatine varılmıştır (Önen ve Özer, 2001; Sırrı, 2022). Dolayısıyla yabancı otların tür ve yoğunlukları sadece kültür bitkisine göre değil, aynı kültür bitkisi içinde bile bölgesel olarak farklılık gösterebilmektedir.

Yüksekova Havzasında nohut tarlalarında rastlama sıklığı yüksek bulunan türler sırasıyla, *Convolvulus arvensis* (%64.71), *Sinapis arvensis* (%45.10), *Xanthium strumarium* (%35.29), *Phragmites australis* (%33.33) ve *Cichorium intybus* (% 31.37)'tur. Ülkemiz genelinde nohut üretim alanlarında yapılan farklı survey çalışmalarında benzer yabancı otlar görülse de bölgesel olarak yabancı ot tür ve yoğunluklarında farklılık olduğu görülmektedir. Örneğin, Ege Bölgesinde yapılan surveylerde 23 familyaya dahil 83 yabancı ot türü tespit edilmiştir. Bu türler arasında en yüksek rastlama sıklığı ve yoğunluğa sahip türlerin sırasıyla *Chenopodium album* L., *Avena sterilis* L., *Convolvulus arvensis* L. ve *Sinapis arvensis* L. olduğu bildirilmiştir (Göktepe, 2016). Bununla birlikte Güneydoğu Anadolu Bölgesinde; 29 familyaya dâhil toplam 133 yabancı ot türünün nohutta sorun olduğu belirlenmiştir. Ancak bölgede en fazla; *Amaranthus albus* L., *A. sterilis*, *C. album*, *C. arvensis*, *C. intybus*, *S. arvensis*, *Chrozophora tinctoria* (L.) A. Juss. *Euphorbia* spp., *Galium tricoruyum* Dandy., *Lolium persicum* Boiss and Hohenex Boiss., *Phleum boisseri* Bornm., *Sorghum halepense* (L.) pers., *Turgenia latifolia* (L.) Hoffm. ve *Vaccaria hispanica* (Mill.) Rauschert türlerinin sorun oluşturduğu rapor edilmiştir (Kadioğlu ve ark., 1993; Demir ve ark., 2001; Demir ve Tepe, 2001; Demir ve ark., 2005). İç Anadolu Bölgesinde ise; toplam 17 yabancı ot türü tespit edilmiş olup en fazla sorun oluşturan türlerin; *A. fatua*, *A. retroflexus*, *C. album*, *C. tinctoria* L., *C. arvensis*, *C. arvense*, *Boreava orientalis* Jaub. Et Spach., *Chondrilla juncea* L., *Hordeum vulgare* L. ve *Polygonum aviculare* L. olduğu rapor edilmiştir (Eroğlu, 2006; Şanlı ve ark., 2009; Yıllar ve ark., 2021). Benzer şekilde Orta Karadeniz (İşler, 2003), İç Anadolu (Eroğlu, 2006), Akdeniz (Üstüner, 2016) ve Doğu Anadolu Bölgelerinde (Elkoca ve ark., 2006) sorun olan yabancı ot türleri arasında ortak yabancı ot türlerine rastlamasına rağmen en fazla rastlanan bitki türleri ve bunların yoğunlukları arasında önemli farklılık olduğu görülmektedir. Sonuç olarak ekolojik koşullar ve uygulanan idare stratejilerine bağlı olarak yabancı ot popülasyonlarında önemli farklılıklar ortaya çıkabilmektedir (Önen ve Özer, 2001). Bu farklılıklara bağlı olarak Yüksekova Havzası'nda nohut üretim alanlarında saptanan yabancı ot türleri ile Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılan çalışmalara ilişkin sonuçlar tür çeşitliliği yönüyle kısmen benzerlik gösterse dahi sorun olan yabancı ot türleri, yoğunlukları ve rastlama sıklıkları açısından önemli farklılıklar göstermiştir. Bu durum bölgeye özel idare stratejilerine ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır.

Diğer taraftan Yüksekova Havzası'nda nohut üretimi, bölge tarımı için alternatif bir ürün olarak görünse de, arazi çalışmaları sırasında yetiştiricilikle ilgili bazı temel sorunların varlığı da tespit edilmiştir. Üretici bilgi düzeyinin eksik olması; tohum seçimi, toprak işleme ve ekim, ekim nöbeti, gübreleme bitki koruma etmenleri (hastalık, zararlılar ve yabancı otlarla mücadele) gibi birçok tarımsal uygulamanın eksik kaldığı veya yapılmadığı tespit edilmiştir. Surveyler esnasında, nohut üretim alanlarında yabancı ot sorunları yanında önemli verim kayıplarına neden olan fungal hastalıklar (Antraknoz) ile nohut yaprak sineği gibi bitki koruma etmenlerinin (Dilek ve Yavuz, 2021) de bölgede sorun oluşturabildiği görülmüştür. Bununla birlikte bitki koruma önlemlerinin sınırlı düzeyde kaldığı belirlenmiştir.

Yüksekova Havzasında nohut yetiştiriciliğinin yaygınlaştırması önünde farklı engeller/sorunlar olduğu görülse de yabancı otlar verim kayıplarına neden olan sorunların başında gelmektedir. Nitekim vejetasyon dönemi boyunca yabancı ot istilasına maruz bırakılan tarlalarda nohut veriminin %81'e varan oranda düşebildiği rapor edilmiştir (Tahabi ve ark., 1994). Ayrıca, yabancı otların diğer hastalık ve zararlılara konukçuluk yapması ürün verim ve kalitesindeki düşüşü artıran bir unsur olarak görülmüştür. Yabancı otların hasadı engellemesi ise ekonomik kayıplar yanında zaman israfına da yol açmaktadır. Dolayısıyla sürdürülebilir bir üretim için yabancı ot idaresi büyük önem taşımaktadır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışma alanında dağılım gösteren yabancı otların, farklı bölgelerde yapılan benzer çalışmalarla mukayese edildiğinde, sorun olan yabancı otların kısmen benzerlik gösterdiği, ancak tür çeşitliliği, türlerin

rastlama sıklıkları ve yoğunlukları bakımından farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu farklılıkların, uygulanan kültürel işlemler, ekim nöbeti ve yabancı ot mücadele stratejileri yanında iklim ve toprak koşulları açısından bölgeler arasındaki farklılığın bir sonucu olduğu düşünülmüştür.

Genelde yetiştiricilik özelde ise yabancı ot idaresi konularında bölge üreticisinin önemli bilgi eksikliklerinin olduğu tespit edilmiştir. Sürdürülebilir nohut üretimi için başta çeşit seçimi, gübreleme, ekim nöbeti planlaması, bitki koruma (yabancı otlar vb.) etmenleri ve bunların entegre mücadelesi gibi konularda eğitim ve demonstrasyon çalışmalarına ihtiyaç duydukları görülmüştür.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, nohut üretiminde verim ve kalitenin artırılması için yabancı ot mücadelesinde karşılaşılan problemlere yönelik pratik ve sürdürülebilir çözüm yollarının üretilebilmesi adına belirli periyotlarda nohut tarlalarında yabancı ot survey çalışmaları yapılması oldukça önemlidir.

**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

Mesut SIRRI  <https://orcid.org/0000-0001-9793-9599>

Sipan SOYSAL  <http://orcid.org/0000-0002-0840-6609>

## KAYNAKLAR

- Akalın, M. 2014. İklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkileri: Bu etkileri gidermeye yönelik uyum ve azaltım stratejileri. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(2): 351-377.
- Anonim. 2024a. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi: 30.04.2024).
- Anonim. 2024b. WRI: Water Stress by Country, <https://www.wri.org/data/water-stress-country> (Erişim Tarihi: 02.04.2024).
- Bakis, Y. Babac, M. T. ve Uslu, E. 2011. "Updates and improvements of Turkish Plants Data Service (TÜBİVES)" In Health Informatics and Bioinformatics (HIBIT), 2011 6th International Symposium on, pp. 136-140.
- Chaithra, H.R. Manjunatha, H. Saifulla, M. ve Deepthi, P. 2019. Pathogenic and morphological variability among *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* isolates causing wilt in chickpea. *Legume Research*, 42(2): 277-281.
- Chaudhary, S.U. Iqbal, J. Hussain, M. Wajid, A. 2011. Economical weed control in lentils crop. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 21(4):734-737.
- Davis, P.H. 1965-1989. Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Vol. 1-10, University of Edinburg, England.
- Demir, A. ve Tepe, I. 2001. Diyarbakır ili nohut ekiliş alanlarında saptanan önemli yabancı ot türleri yaygınlık ve yoğunlukları. *Turkish Journal of Weed Science*, 4(1): 21-29.
- Demir, A. Tepe, I. ve Erman, M. 2001. Güneydoğu Anadolu Bölgesi nohut ekiliş alanlarında saptanan yabancı otlar, yaygınlıkları ve yoğunlukları. *Bitki koruma Bülteni*, 41(1-2): 25-37. ISSN 0406-3597.
- Demir, A., Tepe, I., Erman, M., 2005. Nohutta (*Cicer arietinum* L.) farklı mücadele yöntemlerinin yabancı otları, verime, bazı verim unsurlarına ve nodülasyona etkisi. YYÜ Ziraat Fakültesi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(1): 73-77.
- Dilek, B. ve Yavuz, D.Ö. 2021. Nohut üretiminde sorun olan yabancı otlar ve kimyasal mücadele çalışmaları. *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(2): 182-200.
- Elkoca, E. Kantar, F. ve Zengin, H. 2005. Weed control in lentil (*Lens culinaris*) in eastern Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 33:3, 223-231, DOI: 10.1080/01140671.2005.9514354.
- Eroğlu, N. 2006. Karaman'da nohutlarda sorun oluşturan yabancı otlar ve kritik periyodun belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı 2006, Yüksek Lisans Tezi, 44s.
- Fathi, E. Tahmasebi, I. ve Teimoori, N. 2016. The effects of sowing dates on weed populations and identification of dominant species in chickpea field. *Agroecology Journal*, 12: 59–67.
- Göktepe, O. 2016. Uşak İli nohut ekiliş alanlarında sorun olan yabancı otlar, yoğunlukları ve rastlanma sıklıklarının belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Isparta, 66s.

- Güncan, A. ve Karaca, M. 2018. Yabancı ot mücadelesi (Güncellenmiş ve ilaveli dördüncü baskı), Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Konya, 334. (ISBN:975-448-178-4).
- İşler, N. 2003. Tokat (Zile)'ta nohut (*Cicer arietinum* L.) yetiştirilen alanlarda sorun olan yabancı otların belirlenmesi ve yabancı ot alımının verim ile nodozite oluşumuna etkileri üzerine araştırmalar. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 75s.
- Kadioğlu, İ. Uluğ, E. ve Üremiş, İ. 1993. Akdeniz bölgesi yemeklik baklagillerinde (Nohut, Fasulye) görülen yabancı otlar ile yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi. Türkiye I. Herboloji kongresi, 3-4 Şubat, Adana, s. 195-203.
- Önen, H. ve Özer, Z. 2001. Determination of weed distribution patterns overfield via mapping. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 4(2):74-83.
- Önen, H. ve Özcan, S. 2010. İklim değişikliğine bağlı olarak yabancı ot mücadelesi. M. Sayılı (Ed.), İklim Değişikliğinin Tarıma Etkileri ve Alınabilecek Önlemler, T.C. Kayseri Valiliği İl Tarım Müdürlüğü Yayın No: 2, Kayseri, 336-357.
- Önen, H. 2015. Türkiye istilacı bitkiler kataloğu. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, 533.
- Önen, H. 2023. Türkiye'nin Yabancı Otları ve Özellikleri: Ayçiçeği. *Turkish Journal of Weed Science*, 26(2): 159-189.
- Özer, Z. Önen, H. Uygur, N.F. ve Koch, W. 1996. Farklı kültürlerde sorun olan yabancı otlar ve kimyasal savaşmaları. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 15, Kitap Serisi: 8, Tokat.
- Özer, Z. Önen, H. Tursun, N. ve Uygur, F.N. 1999. Türkiye'nin bazı önemli yabancı otları. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 38, Kitap Seri No: 16, Tokat.
- Özer, Z. Kadioğlu, İ. Önen, H. ve Tursun, N. 2001. Herboloji (Yabancı ot bilimi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 20, Kitap Seri No: 10, Tokat, 263.
- Poonia, T.C. ve Pithia, M.S. 2013. Pre and post-emergence herbicides for weed management in chickpea. *Indian Journal of Weed Science*, 45(3): 223–225.
- Randall, R.P. 2017. A global compendium of weeds (No. Ed. 3). RP Randall.
- Rashid, A. Khan, R.U. ve Marwat, S.K. 2009. Importance of weed control in chickpea under rainfed condition. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 5(4): 456-459, ISSN 1818-6769 © IDOSI Publications.
- Serin, Y. 2008. Türkiye'nin çayır mera bitkileri. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara, 468.
- Sırrı, M. 2022. Toprak kalitesinin yabancı ot türleri ve dağılımlarına etkisi, (Edt. Günal, H. ve Budak, M.), Toprak Kalitesi ve Değerlendirilmesi, Ankara, s.191-222.
- Sırrı, M. 2023. Mercimek (*Lens culinaris* Medic.) ürününe karışan yabancı ot tohumlarının belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 10(2): 220-230.
- Solh, M.B. ve Pala, M. 1990. Weed control in chickpeas. Options Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranéennes 1990 No:9, 93-99.
- Soysal, S. ve Erman, M. 2020. Siirt ekolojik koşullarında mikrobiyolojik ve inorganik gübrelemenin nohut (*Cicer arietinum* L.)'un kalite özellikleri üzerine etkileri. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(4): 923-939.
- Şanlı, A. Kaya, M. ve Kara, B. 2009. Effects of herbicide applications and hoeing times of weed of yield and some yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 24(1): 13-20.
- Tahabi, S.A. Al-Yasin, J.Z. Abu-İrmaileh, B.E. Haddad, N.I. ve Saxena M.C. 1994. Effect of weed removal on productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Med.) in a Mediterranean environment. *Agronomy and Crop Science*, 172: 333-341.
- Tanrıöver, M. 2008. Isparta koşullarında nohutta yabancı ot mücadelesi üzerinde araştırmalar, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 52s.
- Tepe, İ. 2014. Yabancı otlarla mücadele. Sidas Medya Ziraat Yayın No: 031, İzmir, 292. (ISBN NO: 978-605-5267-17-9).
- Tursun, N. Özer, Z. ve Önen, H. 1997. Sivas ve yöresinde hasat şekline bağlı olarak buğday ürününe karışan zehirli yabancı ot tohumları üzerinde araştırmalar. Türkiye II. Herboloji Kongresi, 1-4 Eylül, İzmir, s. 369-378.
- Uluğ, E. Kadioğlu, İ. ve Üremiş İ. 1993. Türkiye'nin yabancı otları ve bazı özellikleri. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No:78. Adana.
- Üstüner, T. 2016. Kahramanmaraş'ta nohut tarlalarında yabancı ot yoğunluğu, rastlama sıklığı ve genel kaplama alanlarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 19(2): 38-48.

- Ustüner, T. Girgel, Ü. ve Çakır S. 2019. The effect of field dodder (*Cuscuta campestris* Yunck.) on the agromorphological features of lentil (*Lens culinaris* L.) 3rd International Conference on Advanced Engineering Technologies At, 19-21 September, Bayburt-Turkey.
- Ustuner, T. Girgel, U. ve Cokkizgin, A. 2020. Phenological and physiological effects of different broomrape (*Orobanche* spp.) on chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) in vitro and in vivo conditions. *Fresenius Environmental Bulletin*. 29:6597-6601.
- Ustuner, T. ve Ustuner, M. 2021. The effect of different chemical applications on field dodder (*Cuscuta campestris* Yunck.) on yield and yield components of lentils (*Lens culinaris* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*. 30(12): 13280-13289.
- Veisi, M. Zand, E. Moeini, M.M. ve Bassiri, K. 2019. Review of research on weed management of chickpea in Iran: challenges, strategies and perspectives. *Journal of Plant Protection Research*, 60(2): 113-125.
- Yılar, M. Bayar, Y. ve Akan, K. 2021. Kırşehir ili nohut üretim alanlarında görülen yabancı otların yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 24(2): 83-90.

## Murat Nehri Rehabilitasyon Projelerinden Faydalanan Yöre Halkının Memnuniyet Düzeyinin Belirlenmesi (Bingöl, Elâzığ ve Muş Mikro Havzaları Örneği)

Ahmet Uslu<sup>1</sup>, Alaaddin Yüksel<sup>2</sup>, Ersin Karakaya<sup>3</sup>, Semra Çamuka<sup>4</sup>, Şenol Çelik<sup>5</sup>, Bayram Hopur<sup>6</sup>, Mahmut Yılmaz<sup>7</sup>, Serpil Acartürk<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Bingöl Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu / Büro Hizmetleri Ve Sekreterlik, Bingöl, Türkiye

<sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Bölümü, Bingöl, Türkiye

<sup>3</sup>Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bingöl, Türkiye

<sup>4</sup>Bingöl University International Relations Office, Bingöl, Türkiye

<sup>5</sup>Bingöl University Faculty of Agriculture, Bingöl, Türkiye

<sup>6</sup>Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

<sup>7</sup>Orman Genel Müdürlüğü Tulip İzleme ve Değerlendirme Uzmanı, Ankara, Türkiye

<sup>8</sup>Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

\*Corresponding author: [karakayaersin@hotmail.com](mailto:karakayaersin@hotmail.com)

Geliş Tarihi: 21.05.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 27.08.2024 Kabul Tarihi: 27.08.2024

### ÖZ

Bu araştırma; Bingöl, Elâzığ ve Muş illerinde yer alan mikro havzalarda uygulanan projelerden faydalanan yöre halkının memnuniyet düzeyinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırmada; 16-25 Ağustos 2021 tarihleri arasında seçilen köylerde yapılan anket çalışması, odak grup (OG) görüşmeleri ve kilit bilgilendirici (KB) görüşmeler birincil verileri oluşturmuştur. Araştırma bulgularına göre; genel olarak katılımcıların proje faaliyetlerinden memnun oldukları ve son bir yıl içinde bireylerin %62,2'sinin proje faaliyetlerine katıldığı, tespit edilmiştir. Yapılan uyum analizi sonuçlarına göre; projenin iş bulma veya çalışma koşullarını iyileştirmede gelir değişimi daha yüksek ve aynı olan yöre halkı üzerinde olumlu etkisi olurken, gelir değişimi daha az olan yöre halkı için olumsuz etkisi olmuştur. Hayvancılıkla uğraşanlar ve satış için araziye ekenlerin projenin iş bulma veya çalışma koşullarını iyileştirmeye etkisi olumlu olmuştur. Araziyi kendi tüketimi için ekenler, yüksek değerli ürün yetiştirmeyenler ve verim artışı sağlayamayanların projenin iş bulma veya çalışma koşullarını iyileştirmeye etkisi olumsuz olmuştur. Bingöl ve Elâzığ'da yaşayan orta halli yöre halkının projenin iş bulma veya çalışma koşullarını iyileştirmeye etkisi olumlu olmuştur. Muş'ta yaşayan fakir yöre halkının projenin iş bulma veya çalışma koşullarını iyileştirmeye etkisi olumsuz olmuştur. Tüm bilgiler çerçevesinde projenin bölge için önemli bir kalkınma kaynağı olduğu ve bu kalkınma düzeyinin gelecek yıllarda daha net bir şekilde ortaya çıkacağı kanısına varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Mikro Havza, Bingöl, Elâzığ, Muş, Odak Grup Görüşmesi, Uyum Analizi

## Determination of the Satisfaction Level of the Local People Benefiting from Murat River Rehabilitation Project (Bingöl, Elâzığ, and Muş Microcatchment Sample)

### ABSTRACT

This research was conducted to determine the satisfaction level of the local people benefiting from the projects implemented in the microcatchments of Bingöl, Elâzığ and Muş provinces. The primary data of the survey are the focus group interviews (FG) and key informative interviews (KI) conducted in the selected villages between the dates 16-25 August 2021. According to the research results, the participants are generally satisfied with the project activities and that 62.2% of the local people have participated in the project activities during the past year. The results of the compatibility analysis show that the project had a positive impact on finding a job



or improving working conditions among the locals with higher and equal incomes, while it had a negative impact among the locals with lower incomes. The impact of the project on improving employment or working conditions was positive for ranchers and those who farmed land for sale. Those who farm land for subsistence, not grow high-value crops, and cannot increase productivity indicated that the project had a negative impact on finding a job or improving working conditions. The impact of the project on finding jobs or improving the working conditions of the middle class living in Bingol and Elazığ was positive. The impact of the project on the poor local people in Muş on finding a job or improving their working conditions was negative. Within the framework of all information, it has been concluded that the project is an important source of development for the region and that this level of progress will emerge more clearly in the coming years.

**Key words:** Microcatchments; Bingol; Elazığ; Muş; focus group interviews; compatibility analysis

---

## INTRODUCTION

Murat River Watershed Rehabilitation Project (MRWRP) is a project implemented in line with the loan agreement signed on February 15, 2013 between the Republic of Turkey and the United Nations International Fund for Agricultural Development (IFAD). The main stakeholders of MRWRP are IFAD, General Directorate of Forestry (OGM) and General Directorate of Combating Desertification and Erosion (ÇEM). Other stakeholders of the project are local people and non-governmental organizations, governorships and special provincial administrations, General Directorate of State Hydraulic Works (DSI), DAP Regional Development Administration and Provincial Directorates of Food, Agriculture and Livestock. The main objective of the MRWRP, which was implemented between 2013-2021 at 34 micro-catchments in Elazığ, Bingol and Muş provinces, is to reduce poverty in the communities living at the mountainous regions of the Murat River Watershed. Project activities are grouped into three main groups to achieve this main purpose:

- a) Natural resources and environmental management,
- b) Investing in natural resources and environmental assets,
- c) Investment in improved livelihoods

MRWRP focuses on some sub-objectives in line with the main purpose mentioned above. These objectives are as follows:

- Reduction of soil erosion, erosion, flood and flood damages,
- Protection and development of forest, agriculture, pasture and water resources,
- Reducing the pressure on the protected (marginal) areas,
- Increasing land productivity,
- Ensuring diversity in agricultural production,
- Adopting and disseminating environmentally friendly agricultural practices,
- Increasing the organic carbon content of the soil,
- Reducing pollution originating from agriculture,
- Improving the living conditions and increasing the welfare level of the local people living in the project area,
- Ensuring rural development with income increasing activities,
- Providing employment and reducing immigration,
- Increasing institutional capacity.

On the other hand, it is possible to collect the activities carried out so far within the scope of MRWRP in four main groups:

1. Investments for the improvement of natural resources: Afforestation, soil conservation and combating erosion, rehabilitation of degraded oak forests, improvement of pasture and grazing lands.
2. Investments to increase income and improve living conditions: Improving wheat and barley yield, improving animal production (forage crop production, improvement of animal shelters), improving crop production (establishment of indoor orchards, vegetable production in the field, vegetable production in greenhouses), small scale irrigation infrastructure investments (establishment of water storage pools, improvement of soil irrigation channels, in-field drip irrigation systems, construction of village fountains for common use), promotion and dissemination of energy-efficient technologies (solar water heating units, building thermal insulation, distribution of energy-efficient stoves, establishment of stone kilns for common use) and supportment of beekeeping.
3. Education and awareness raising activities.
4. Activities to strengthen institutional capacity.

This research has been carried out in order to determine the level of satisfaction of the local people who benefited from the projects implemented at the micro-catchments in the provinces of Bingöl, Elâzığ and Muş.

## MATERIAL AND METHOD

In the research; the primary data consisted of the survey conducted in selected villages between 16-25 August 2021, focus group (FG) interviews and key informative (KI) interviews. The surveys were conducted face-to-face with the heads of the households and their not being affected by others has been regarded. In addition, FG meetings and KI meetings were held with the headmen and notables of each village where the survey was conducted. Besides, secondary data (table, map, report, etc.) of micro-catchments were also benefited. Survey and other studies were carried out according to systematic random sampling method in 30 villages where project activities were implemented and selected in consultation with local authorities. Within the scope of the Project, considering the number of the villages of the provinces, 12 villages from Elâzığ, 11 from Bingöl and 7 from Muş were determined. The village names sent from the project area were listed alphabetically. The systematic random sampling coefficient was determined by dividing the total number of villages by the number of villages to be studied. By starting from the first village and skipping with the determined coefficients, the randomly selected villages were determined as the villages to be studied. Thus, a survey was conducted with 336 beneficiaries. 37.3% of the surveys were carried out in the villages of Bingöl, 34.8% in the villages of Elâzığ and 27.9% in the villages of Muş (Table 1).

Table 1. Number of villages surveyed by provinces

Provinces	Number of villages	Number of surveyed	(%)
Bingol	11	125	37.3
Elazığ	12	117	34.8
Muş	7	94	27.9
Total	30	336	100

The distribution of the answers given by the local people was revealed by creating frequency tables for each question and drawing pie charts for some of them. In order to determine whether there is a difference between the answers given to some questions in terms of the provinces, one-way analysis of variance (ANOVA) was performed since more than two groups were compared. Duncan Posthoc test was used in analysis of variance and in revealing homogeneous subgroups. In the comparison of the answers given by the beneficiary local people to some questions, whether there is a relationship between the two questions was analyzed with the cross tables and the chi-square independence test for these tables. In addition, multiple correlation analysis and logistic regression model were used in the study. Concordance analysis is a method developed to show the association between the categories of a two-dimensional quota table. Coherence analysis determines whether certain levels of one variable are associated with some levels of another variable, using a generally two-dimensional contingency table that presents the observed association of two variables with the aid of eye frequencies. In this direction, fit analysis is a geometric technique developed to show the rows and columns of a two-dimensional contingency table as points in a two-dimensional space, consistent with their association in the table (Lee, 2006). Coherence analysis can also be applied to multi-dimensional tables when the number of variables to be searched is three or more, and it is called multiple concordance analysis. Multiple concordance analysis is a method used to reveal the association and relationships between the subcategories of the variables in the crossed tables in the form of  $r \times c \times m \times p \dots$  in different forms nested (Roux & Rouanet, 2010). While each variable is predominantly represented in one dimension or another in simple fit analysis, two or more variables are represented in one dimension in multiple fit analysis (Coşkun, 2007). In order to apply the multiple fit analysis, first an initial matrix (indicator matrix) is created (Mendeş, 2002). This matrix, denoted by L, is expressed as shown below:

$$L = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 0 & 1 & \dots & 0 & 1 & \dots & 0 & 1 & \dots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 1 & 0 & \dots & 1 & 0 & \dots & 1 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}_{149 \times 25}$$

The L matrix's rows contain the number of surveys, or the number of observation units (149), and its columns contain the total number of levels (10+5+5+5=25) of the variables taken into consideration.

Thus, the L matrix in this instance is a 149x25 matrix. Giving the code I for the categories of variables discovered in the questionnaires and 0 for the rest results in the L matrix. In this case, the L matrix's row sums for each category of a variable and the total number of variables in all categories equal 1. The so-called Burt matrix, which is comprised of this matrix's inner products, is used in the study for the L matrix (Gifi, 1990; Mendes, 2002). This matrix;

$$B = L'L$$

is obtained by the equation above. Solution of Burt matrix is as follows;

$$C_B'BC_B = U\Lambda U'$$

The singular value decomposition method is used to do this. With this equation, the entire solution set is produced for the levels of every variable taken into account (Gifi, 1990). The final equation  $\Lambda$  is the s-dimensional diagonal matrix uses the s-dimensional diagonal matrix U, whose diagonal components stand for the eigenvalues, d for the trial's total number of categorical variable levels (25); the d x s columns are a matrix of eigenvectors, and s represents the rank of the Burt matrix. The variable number P, which represents the  $C_B$  matrix in the equation, can be represented as follows;

$$C_\mu = P \begin{bmatrix} C_r & 0 & 0 & 0 \\ 0 & C_c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & C_m & 0 \\ 0 & 0 & 0 & C_p \end{bmatrix}$$

Analysis of qualitative data takes place by giving frequency distributions, but in statistical research, it is often aimed to determine the relationships between the variables of interest. It is preferred that the qualitative data collected for the research be categorized into at least two different groups. The observed frequencies in this instance are calculated and compiled in a table using this arrangement, which can be made based on the levels of the relevant variables. These tables are called cross tables. Depending on how many variables were used to create them, crosstabs are categorized into two primary categories: two-dimensional crosstabs and multidimensional crosstabs (Coşkun, 2007). One of the multivariate statistical techniques is multivariate analysis, which can be used to define relationships between categorical variables in huge tables. With the use of maps, relationships between rows and columns in the frequency table are represented graphically as points in a two-dimensional space. The model is not established as a result of the multiple fit analysis because there is no assumption made on the distribution of the data; instead, the results can be understood by looking at the maps. The interrelationships between the levels specified in the rows or only between the levels specified in the columns, as well as the similarities and differences of the data matrices are made sense (Behdioğlu, 2000). In categorical data, multiple conformity analysis is used to analyze the data. It is a technique that visualizes the changes in row and column variables together in a two-dimensional space while interpreting the similarities, differences, and correlations between them in crosstabs (Suner, 2007). By breaking down the data matrix into its row and column sections, this approach explains the relationship between two or more categorical variables. Obtained components are shown with separate graphs and important information about the structure of the data set is reached. In this study, the structures of the crosstabs are determined mathematically, and then a graph with dots representing categories of variables in multidimensional space is generated. It is particularly sensitive to outlier values in terms of both rows and columns because it is a graphical tool (Bayram, 2000). The topic of conformance analysis makes it quite alluring in studies on categorical data analysis. It is a well-liked technique, particularly in fields like medicine, biostatistics, biometrics, economics, and the social sciences where the analysis of categorical data is frequently employed. Depending on the growth in computer usage, it is an ideal scaling strategy that may be used in statistical package programs like SPSS, MINITAB, and SAS (Clausen, 1998). A decision was taken in terms of research ethics from T.R. Bingöl University Rectorate Social and Human Sciences Scientific Research and Publication Ethics Board with number 33117789/044/83126 for the study.

## RESULT AND DISCUSSION

### The Household Description

Table 2 provides the descriptive values of the respondents provided by the surveyed locals to the questions regarding the introduction of the household. It has been determined that approximately 37% of the individuals surveyed live in Bingöl, 35% of them in Elazığ and 28% of them in Muş. Surveys were conducted in 30 villages in total, the distribution of the villages are as follows: 11 villages of Bingöl, 12 of Elazığ and 7 of Muş. In the study named "Monitoring and Evaluation System Annual Result Questionnaire" conducted by Özden and

Erdönmez (2018), a survey was conducted in 30 villages in total, 12 of the villages were from Elazığ, 11 of them were from Bingöl and 7 of them from Muş. In the study called "Monitoring and Evaluation System Annual Results Survey" conducted in 2019, a survey was conducted in 30 villages, 15 of the villages from Elazığ, 9 of them from Bingöl and 6 of them from Muş. While the average age of the individuals surveyed was 53.8 years, this value was calculated as 53.8 years in Bingöl, as 59.4 years in Elazığ and as 46.8 years in Muş. In the studies called "Monitoring and Evaluation System Annual Results Survey" conducted in 2018 and 2019, it was determined that 76.5% and 71.9% of the individuals surveyed were aged 46 and over, respectively. As a result of the studies, it was concluded that the young population in the region is low. It was determined that 68% of the individuals surveyed had health insurance and 32% did not have health insurance. In the studies called "Monitoring and Evaluation System Annual Results Survey" conducted in 2018, 2019 and 2020, the rate of having health insurance was determined as 90.5%, 94.5% and 84.4%, respectively. The fact that the rate of having health insurance in the study is much lower than the values found in previous studies can be considered as dismissals due to the Covid-19 pandemic. It was determined that 78.6% of the individuals surveyed were male and 21.4% of them were female. In the studies named "Monitoring and Evaluation System Annual Results Survey" conducted in 2018, 2019 and 2020, it was determined that 96.7%, 97% and 94.2% of the individuals surveyed were male, respectively. In all three previous studies, it was determined that the number of female individuals was far below the value found in the study. The rate of those who define their household as rich was 1.8%, the rate of those who defined their household as middle income was 86.6%, the rate of those who defined it as poor was 11.3%, and the rate of those who defined it as very poor was 0.3. In the studies called "Monitoring and Evaluation System Annual Results Survey" conducted in 2018, 2019 and 2020, 78.2%, 75.5% and 62% of individuals were defined as middle income. In the previous Monitoring and Evaluation System Annual Results Survey, the rate of individuals who defined themselves as poor and very poor was determined as 20.4% in 2018, as 24.5% in 2019, and as 32.7% in 2020. This value was found to be 11.6% in the study.

Table 2. Descriptive values related to the household definition of the local people.

Features	Descriptive Values
<b>City of residence (%)</b>	
Bingol	37
Elazığ	35
Muş	28
Total	100
<b>Gender</b>	
Male	78.6
Female	21.4
Total	100
<b>Average Age (Year)</b>	
Bingol	53.8
Elazığ	59.4
Muş	46.8
Total	53.8
<b>Health Insurance Status (%)</b>	
Those with health insurance	68
Those without health insurance	32
Total	100
<b>Identification of the House (%)</b>	
Very poor	0.3
Poor	11.3
Middle Income	86.6
Rich	1.8
Total	100

#### Participation Status of Local People in Project Activities

It was determined that 26.5% of the respondents have attended Project activities in 2017, 26.2% of them in 2020, 23.8% of them in 2016, 17% of them in 2019, 4.1% of them in 2021 and 2.4% of them in 2018 (Figure 1). It was found out that 62.2% of the people took part in project activities in the last year while 37.8% of them did not. In the "Monitoring and Evaluation System Annual Results Survey" conducted in 2020, it was reported that 82% of individuals did not participate in project activities in the last year. Looking at the distribution

of project activities that individuals have participated in the last year, it has been determined that individuals have participated in more than one project activity. It was determined that 16.1% of the individuals participated in afforestation, terrace construction, planting and maintenance activities, 2% of them participated in drip irrigation activities, 0.5% of them participated in greenhouse activities, 6.7% of them participated in livestock activities, 85.2% of them benefited from energy saving technologies, 0.5% of them participated in training activities and 6.3% of the individuals participated in other (wheat seed) activities. In the "Monitoring and Evaluation System Annual Result Survey" conducted in 2020, it was determined that individuals benefited from energy saving technologies at the highest rate.

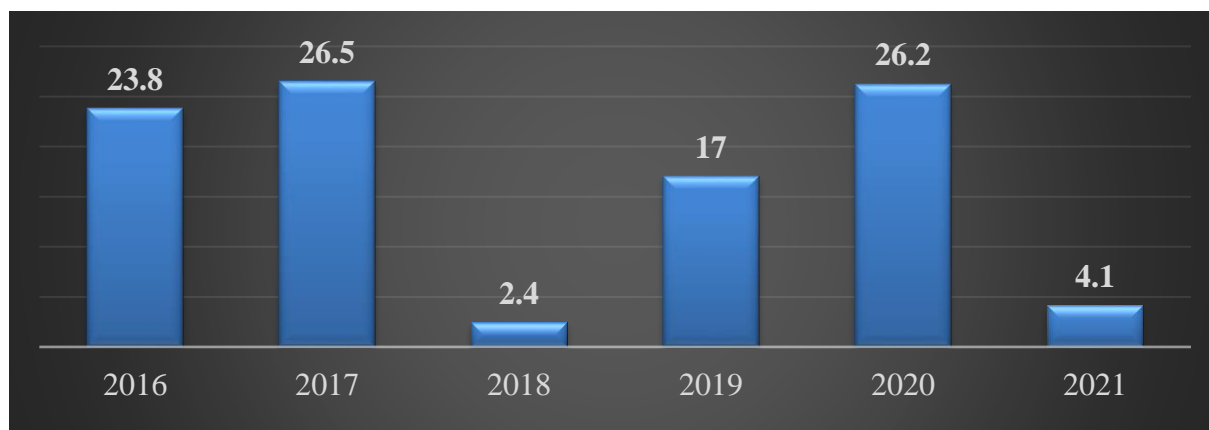


Figure 1. Proportion of individuals taking part in project activities (%)

Satisfaction with participation in project activities is given in Table 3. It was found that 74.5% of the individuals were very satisfied, 16.6% of them were not at all satisfied, and 8.9% of them were moderately satisfied. When the satisfaction level on the participation in project activities in terms of provinces is searched, it is determined that individuals living in Bingöl and Elazığ provinces are very satisfied and their satisfaction rate (76.3%) due to the participation in project activities is same, however; the individuals living in Muş province satisfaction with their participation in project activities if compared to the individuals in the other two provinces is lower (69.9%). It has been concluded that there is statistically a significant relationship between the satisfaction on participating in the project activities in terms of provinces. Individuals' satisfaction with their participation in project activities is dependent on provinces. In the previous "Monitoring and Evaluation System Annual Results Survey", the rate of individuals who were satisfied with the project activities was determined as 74.8% in 2018, as 65.8% in 2019 and as 47% in 2020. Total satisfaction rate was calculated as 83.4% when moderately and highly satisfied individuals are considered together, and this shows that satisfaction with project activities is high. The biggest reason why individuals were not satisfied with the project can be considered as the problems they experienced during the activities they benefit from (insufficiency of the product used within the scope of the project or the poor quality of the product). While the satisfaction rate in terms of the provinces was determined as 84.3% at Elazığ, as 66.3% at Bingöl and as 67.9% at Muş in 2018, it was detected as 89.9% at Elazığ, as 88.5% at Bingöl and as 85.9% at Muş in 2019.

Table 3. Satisfaction of individuals with their involvement in project activities

		Satisfaction with participation in project activities			
		Not satisfied	Moderately satisfied	Very pleased	Total
Provinces	all				
	number				
Bingöl	number	12	16	90	118
	%	10.2	13.6	76.3	100.0
Elâzığ	number	20	7	87	114
	%	17.5	6.1	76.3	100.0
Muş	number	22	6	65	93
	%	23.7	6.5	69.9	100.0
Overall average/total	number	54	29	242	325
	%	16.6	8.9	74.5	100.0

---

**Chi square and p value 10.618; 0.031**

---

On the general average, 63.5% of the individuals stated the frequency of meeting with project officials as occasionally, 22.6% of them as frequently and 13.4% of them as rarely (or never). It has been determined that there is a statistically significant relationship between the frequency of the individuals meeting with project officials in terms of provinces. The frequency of individuals meeting with project officials is dependent on provinces (Table 4). In their "Monitoring and Evaluation System Annual Results Survey", 23.4% of the individuals stated that they met with project officials frequently, 41.3% of them stated that they met occasionally and 35.3% of them stated that they met rarely. In the study of the same name conducted in 2019, 41.9% of the individuals stated that they met frequently, 47.9% of them stated that they met occasionally and 10.6% of them stated that they met rarely. In the study conducted in 2020, 13% of the individuals stated that they met with project officers frequently, 20.4% of them stated that they met occasionally, and 59.6% of them stated that they met rarely. As a result of previous studies and this study, it was concluded that the frequency of meeting individuals with project officials was changed.

Table 4. Frequency of individuals meeting with project officials

Provinces		Frequency of individuals meeting with project officers			Total
		Frequently	Sometimes	Rarely (or never)	
Bingol	number	28	77	9	125
	%	22.4	61.6	7.2	100.0
Elâzığ	number	37	50	27	117
	%	31.6	42.7	23.1	100.0
Muş	number	11	73	9	94
	%	11.7	77.7	9.6	100.0
Overall average/total	number	76	200	45	336
	%	22.6	63.5	13.4	100.0
<b>Chi square and p value</b>		<b>41.415; 0.000</b>			

#### Livelihood Conditions of the Local People

It was determined that 58% of the individuals surveyed had a cash income source and 42% did not have a cash income source. The rate of having a cash income source was determined as 87.8% during the study conducted in 2018, as 67.5% during the study conducted in 2019 and as 60.5% during the study conducted in 2020. It has been observed that the rate of having a cash income source has changed and decreased over the years. The reason for this change is thought to be due to the fact that the same sample areas are not studied and the effect of the Covid 19 pandemic, albeit slightly. 42.1% of the individuals stated that the change in their cash income was the same if compared to the previous year, 41.6% of them indicated that it was less and 16.3% of them indicated that it was higher. At the study conducted in 2018, 62.7% of the individuals reported that there was no change in their income, 17.8% of them reported that their income increased and 17.2% of them reported that their income decreased. At the study conducted in 2019, 81.9% of the individuals stated that their income did not change, 9.4% of them stated that their income decreased and 8.7% of them stated that their income increased. At the study conducted in 2020, 45.8% of the individuals stated that there was no change in their income, while 40.6% of them stated that their income decreased. In the study, it has been concluded that the rate of individuals who say their income has decreased compared to the previous year is quite higher than the results of the studies conducted in other years, because of the effects of situations such as dismissal or not being able to receive a salary due to the Covid 19 pandemic. It has been understood that the main income of 116 of the individuals surveyed was animal production and its sales, the main income source of 95 of the individuals surveyed was agricultural production and its sales, the main income source of 57 of the individuals surveyed was from salaries and wages, the main income of 18 of the individuals surveyed was from state supports, the main income source of 17 of the individuals surveyed was from other (no income source), the main income source of 14 of the individuals surveyed was unskilled labor, the main income source of 1 of the individuals surveyed was from small-scale trade and afforestation works. According to the model summary table, 37.8% of the variance for the two-dimensional solution was explained by the first dimension and 33.2% by the second dimension (Table 5). While the project had a positive effect on finding a job or improving working conditions, it had a positive effect on those with a higher and the same income, while it had a negative effect on those with less income



(Figure 2). At previous studies conducted in 2018, 2019 and 2020, it was determined that individuals had a high salary or wage income, this is followed by animal production and sales, and agricultural production and sales income. In the study, a different result has emerged compared to previous years and it has been determined that the income of individuals' mostly come from animal production and sales, and agricultural production and sales were the main income sources. In this case, it was concluded that it was caused by the Covid 19 pandemic, and individuals who had problems in terms of salary or wages turned to other income sources. It has been determined that 96.7% of the individuals did not have any other income source, and 3.3% of them had other income sources. When the distribution of income sources of individuals who state that they have other income sources is examined; it was concluded that the livelihood of 60% of them was from salaries and wages, the livelihood of 30% of them was from unskilled labor and the livelihood of 10% of them was from small-scale business. At the study conducted in 2018, the ratio of individuals with the second source of income was determined as 39.8% in Bingöl, as 57.9% in Elazığ and as 67.9% in Muş. In the second source of income, agriculture, animal husbandry and salaries and wages came to the fore as income sources. At the study conducted in 2019, animal production and sales, and agricultural production and sales came to the fore in the distribution of other income sources. At the study conducted in 2020, 48.9% of individuals stated that they did not have any other income source.

Table 5. Summary of the model for the impact of the project on finding employment or improving working conditions by means of livelihood

Number of iterations	Calculated variance		Lost value
	Total	Increase	
30 <sup>a</sup>	1.420225	0.000008	2.579775
Model summary			
Dimension	Cronbach's Alpha	Calculated variance	Inertia
		Total (eigenvalue)	
1	0.452	1.513	0.378
2	0.329	1.327	0.332
Total		2.840	0.710
Average	0.395 <sup>a</sup>	1.420	0.355

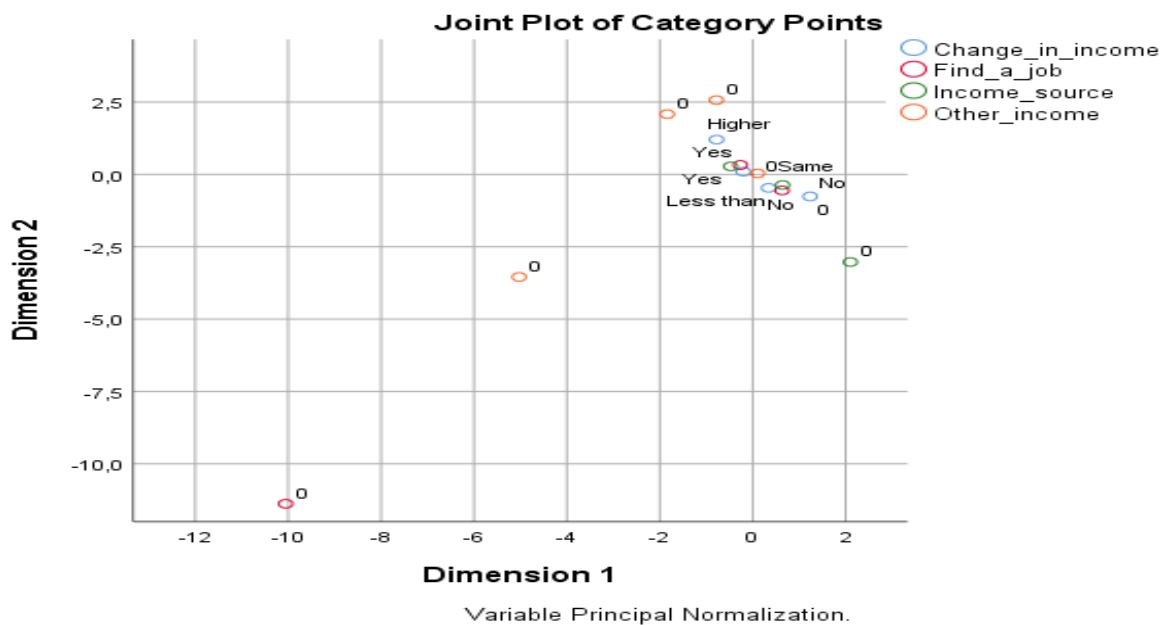


Figure 2. Multiple cohesion graph by livelihood conditions

**Land Use Right of Local People**

The rate of individuals owning a fertile and productive agricultural land was 100%. The rate of individuals with fertile land was 63.5% in the study conducted in 2018, it was 79.5% in the study conducted in 2019, and 56.8% in the study conducted in 2020. The descriptive statistics of the values of the irrigated and dry agricultural lands

of individuals who have a fertile agricultural land are given in Table 5. It has been determined that 58.8% of the individuals have an average of 29.3 da of irrigated agricultural land between 1 and 270 decares. It was determined that 41.2% of the individuals had an average of 25.7 decares of dry agricultural land between 1 and 169 decares (Table 6).

Table 6. Descriptive statistics of agricultural land owned by individuals

Land type	Irrigated farmland	Dry farmland
Number	113	79
Ratio %	58.8	41.2
Average (da)	29.3	25.7
Standard deviation	43.08	29.37
Minimum (da)	1	1
Maximum (da)	270	169

The difference between the averages of irrigated agricultural land by provinces was statistically significant. The irrigated agricultural land owned by individuals in Muş province is larger than the land owned by individuals in Bingöl and Elazığ provinces (Table 7). It has been determined that the dry agricultural land values owned by individuals in Elazığ and Muş provinces are 33.3 and 34 decares, respectively, and they are statistically in the same group, which is higher than the dry agricultural land value (12.4 decares) owned by individuals in Bingöl province (Table 8). In the study carried out in 2018, it was reported that 72.1% of individuals with title deed owned land up to 20 decares, 25.8% had lands up to 100 decares and 2% had lands up to 500 decares. In the study carried out in 2019, it was determined that 71.6% of the individuals had less than 20 da 26.4% were between 20-100 da and 1.9% were between 100-500 da. In the study conducted in 2018, the average of irrigated agricultural land by provinces was found to be 11.5 da for Bingöl, 18.3 da for Elazığ and 16.8 da for Muş. For the same provinces for dry agricultural land, respectively; it was determined as 18.2, as 8.67 and as 22.5 da. In the study conducted in 2019, the average of irrigated agricultural land by provinces was found to be 13.6 da for Bingöl, 22 da for Elazığ and 18.8 da for Muş. For the same provinces for dry agricultural land, respectively; it was determined as 11.8, as 22.4 and as 17.5 da. In the study carried out in 2020, while the average irrigated agricultural land was 17.8 decares, the dry agricultural land was determined as 8.81 decares.

Table 7. Analysis of variance of irrigated agricultural land owned by provinces

Provinces	Average	Standard deviation	Standard error
Bingöl	12.68a	15.743	2.975
Elâzığ	26.76a	33.162	3.708
Muş	99.56b	88.836	29.612
Total	29.3	43.08	4.05
<b>F ve p value</b>	<b>19.156; 0.000</b>		

The differences between the means shown with different letters in the same column are statistically significant ( $p \leq 0.05$ ).

Table 8. Analysis of variance of dry agricultural land owned by provinces

Provinces	Average	Standard deviation	Standard error
Bingöl	12.44a	13.174	2.329
Elâzığ	33.36b	29.421	6.273
Muş	34.00b	36.116	6.825
Total	25.7	29.37	3.305
<b>F ve p value</b>	<b>5.943; 0.004</b>		

The differences between the means shown with different letters in the same column are statistically significant ( $p \leq 0.05$ ).

The rate of individuals who have the right to own property on a land was 54.4%, while the rate of those who do not have the right of ownership was determined as 45.6%. In the study conducted in 2020, 46.7% of the individuals stated that they did not have the right to own the land. There are two main reasons for the high rate of non-proprietary people. The first is that the cadastral works are not completed, and the second is that there are too many uncertainties in terms of ownership, since they are generally ancestral lands. Considering the agricultural land qualification used by individuals who have property rights on a land, it was determined that 90.2% is personal title deed, 4.4% is other uses, and 2.7% is allocation and rental. The rate of individuals with title deed was determined as 64% in 2018, as 68.1% in 2019 and as 75.8% in 2020.

#### **Impact of Project Activity on Yield Increase and Use of A New Agricultural Production Technology Provided Within the Project**

A large part of the individuals (72.9%) stated that any project activity had an effect on these productivity increases, while 27.1% of them stated that any project activity had no effect on the increase in productivity. At the study conducted in 2020, most of the individuals stated that the increase in productivity was not due to project activities. Majority of the individuals (86.5%) stated that they did not use a new agricultural production technology provided by the project within a year, while 13.5% of them stated that they used a new agricultural production technology provided by the project within a year. The rate of individuals using a new agricultural technology introduced by the project in the last year was determined as 24.7% at the study conducted in 2018, as 14.4% at the study conducted in 2019 and as 6.5% at the study conducted in 2020. It has emerged as a result that the rate of the usage of agricultural technology introduced by the project has decreased over the years. It is predicted that the reason for this decrease over the years is due to the fact that the Project is finishing. The rate of individuals using seeder, seed selection, certified seed and vineyard cultivation system technology was as 8%, the rate of individuals using greenhouse and drip irrigation technology was as 4%, and the rate of individuals using other (walnut peeling machine, grape pressing machine) technology was determined as 60%. When the model summary table is examined, 52.8% of the variance for the two-dimensional solution was explained by the first dimension and 31.1% of it by the second dimension (Table 9). The impact of the project on finding employment or improving working conditions has been positive for livestock breeders and those cultivating land for sale. Those who cultivate the land for their own consumption, do not grow high-value crops, and cannot increase their productivity, had a negative impact on the improvement of employment or working conditions (Figure 3). In previous studies conducted in 2018 and 2019, it was determined that individuals living in Elazığ used grapevine cultivation system technology. In the study conducted in 2020, the most used technologies in the region were determined as seeder and drip irrigation.

Table 9. Summary of the model for the impact of the project on employment or improving working conditions by agricultural production and irrigation

Number of iterations	Calculated variance		Lost value
	Total	Increase	
24 <sup>a</sup>	2.099006	0.000008	2.909994
Model summary			
Dimension	Cronbach's Alpha	Calculated variance	
		Total (eigenvalue)	Inertia
1	0.777	2.642	0.528
2	0.446	1.556	0.311
Total		4.198	0.840
Average	0.306 <sup>a</sup>	2.099	0.420

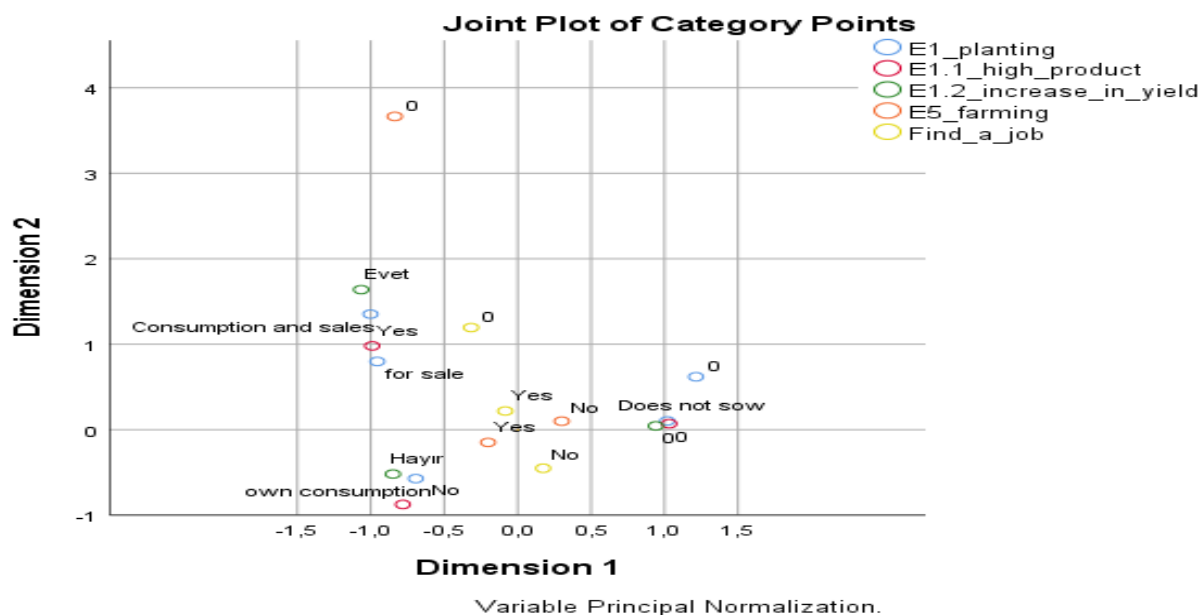


Figure 3. Multiple cohesion graph by agricultural production and irrigation

#### Whether the Increase in Production Area is Related to Any Project Activity or Not

89.6% of the individuals stated that the production area did not increase compared to the previous year, while 10.4% of them stated that it increased. The proportion of individuals who stated that the production area has increased compared to the previous year, during the studies carried out in 2018, 2019 and 2020, was respectively as 17.8%, as 11.5% and as 11%. The production area increase rate was determined to be lower than the value obtained in previous studies. 76.9% of the individuals stated that the increase in the production area was due to the project activity, while 23.1% of them stated that the increase in the production area was not due to the project activity. At the study conducted in 2020, most of the individuals stated that the increase in the production area was not related to the project activities.

#### Increase in The Number of Animals and Its Relationship With Project Activity

Considering the increase in the number of animals compared to the previous year, 72.7% of the individuals stated that the number of animals did not increase, while 27.3% of them stated that the number of animals increased. At the study conducted in 2020, 26% of the individuals stated that the number of animals increased compared to the previous year. While more than half of the individuals (52.7%) think that the project activity has an effect on the increase in the number of animals, 47.3% of them think that the project activity has no effect on the increase in the number of animals. At the study conducted in 2020, 92% of the individuals stated that this increase was not related to the project activities, while 8% of them stated that this increase was related to the project activities. It has been observed that the positive rate in associating the increase at the year 2021 with project activities has increased significantly compared to 2020. It was concluded that this was the result of the barn improvements carried out within the scope of the project activities.

#### Market Accessibility and Its Relation to Project Activity

While more than half of the individuals (53.3%) stated that they did not have a marketing problem, 46.7% of them stated that they had a marketing problem. The proportion of individuals stating that they did not have a marketing problem in 2018, 2019 and 2020 was as 88%, as 94.7% and as 65% respectively and this was found to be considerably higher than the value found at the study. The inability of the products to be sold due to the fact that the traders could not come to the production sites due to the Covid-19 pandemic, and the fact that the manufacturers could not sell in the local markets, can be counted among the reasons for the high market problem value obtained within the study. 66.1% of the individuals stated that access to the market did not improve compared to the previous year, and 33.9% of them stated that access to the market improved compared to last year. At the study conducted in 2020, 25% of the individuals stated that access to the market has improved, while 75% of them stated that there was no improvement. Within the framework of this information, in general, with the partial reduction of the effects of the Covid 19 pandemic in 2020, the problems of individuals in delivering their products to the markets decreased in 2021.

***Access to financial services and relation to project activity***

The rate of individuals who borrowed money in the last year was determined as 33.9%, while the rate of individuals who did not borrow money was determined as 66.1%. While the rate of individuals using debt was as 37.7% in 2018, this rate was determined as 44.4% in 2019 and as 42.2% in 2020. It was concluded that the proportion of individuals who borrowed money decreased in 2021 compared to previous years. 72.7% of borrowers stated that they did not repay their debt, while 27.3% of them stated that they repaid the debt. At the study conducted in 2018, the rate of individuals who could not pay their debts was as 12.2%, and at the study conducted in 2019, the rate of those who could not repay their debt was determined as 3.7%. The rate of those who repaid their debt in 2020 was determined as 40.5%, and the rate of those who could not repay their debt was determined as 59.5%. Compared to 2020, it has been observed that the ability of individuals to pay their debts has decreased in 2021. The emergence of this result is thought to be the effect of the Covid 19 pandemic. The rate of individuals borrowing for consumption purposes is as 61.5%, the rate of individuals borrowing for income generating activities is as 21.3%, and the rate of individuals borrowing for other investments is as 17.2%. At the study conducted in 2018, 33.9% of the debt was used for consumption expenditures, 33.9% of it for income-generating activities, and the rest was used for education, health and housing purchase or improvement. At the study conducted in 2019; 36.8% of the borrowed debt was used for consumption expenditures, 32.4% of it for income generating activities and the rest was used for education, health and housing purchase or improvement. As a general result of the studies, it has been concluded that individuals generally borrow for consumption purposes. 76.4% of the individuals stated that there was no improvement in their household income compared to the previous year, while 23.6% of them stated that there was an improvement. At the study conducted in 2018, the rate of those who stated that their household income increased compared to the previous year was as 43.4%, while this rate was determined as 13.1% in 2019. At the study conducted in 2020, it was revealed that the household incomes of 18% of the participants improved, while the incomes of 79% of them did not improve. It was concluded that the improvements in household incomes were higher in 2021 compared to 2020. While the rate of individuals who answered yes to the issue that the improvement in household income is related to project activities was determined as 29.6%, the rate of those who answered no was determined as 70.4%. At the study conducted in 2019, the rate of those who think that the improvement in their household income is due to project activities in Bingöl was as 19%, as 14.5% in Elazığ and as 20% in Muş. At the study conducted in 2018, the rate of those who think that the improvement in their household income is due to project activities was as 81% in Bingöl, as 67.7% in Elazığ and as 72.7% in Muş. The reason for these large differences in the studies may be the sample difference, as well as the effect of the acknowledgment of project benefits.

***Business development, employment and relation to project activity***

The rate of individuals who own any business other than agriculture and animal husbandry was found to be as 4.8%, while the rate of those who did not was found to be as 95.1%. At the study conducted in 2018, the rate of households owning a business other than agriculture and animal husbandry was determined as 9.3%, as 5.2% in 2019 and as 8.6% in 2020. 79% of individuals stated that the project had no effect on starting a new business or expanding an existing business. Regarding the effect of the project on establishing a new business or expanding the existing business, the proportion of individuals who said yes to establishing and yes to expanding was found to be equal to 10.5%. At the study conducted in 2018, 12.1% of individuals stated that their project activities helped them find a new job or improve their job. At the study conducted in 2019, 3.1% of individuals stated that their project activities helped them find a new job or improve their job. In the study, the rate of individuals who think that the project has a positive effect on both establishing a business and expanding the existing business has been found to be quite higher than previous studies, and it has been concluded that individuals who are project beneficiaries believe in the project. According to the model summary table, 33.7% of the variance for the two-dimensional solution was explained by the first dimension and 30.4% of it by the second dimension (Table 10). The impact of the project on finding a job or improving the working conditions of the middle class local people living in Bingöl and Elazığ has been positive. The poor local people living in Muş had a negative impact on the improvement of employment or working conditions of the project (Figure 4).

Table 10. Model summary for the impact of the project on finding employment or improving working conditions by gender, place of residence, and income

Number of iterations	Calculated variance		Lost value
	Total	Increase	
45 <sup>a</sup>	1.282107	0.000009	2.717893
Model summary			
Dimension	Cronbach's Alpha	Calculated variance	Inertia
		Total (eigenvalue)	
1	0.344	1.348	0.337
2	0.237	1.216	0.304
Total		2.564	0.641
Average	0.344 <sup>a</sup>	1.282	0.321

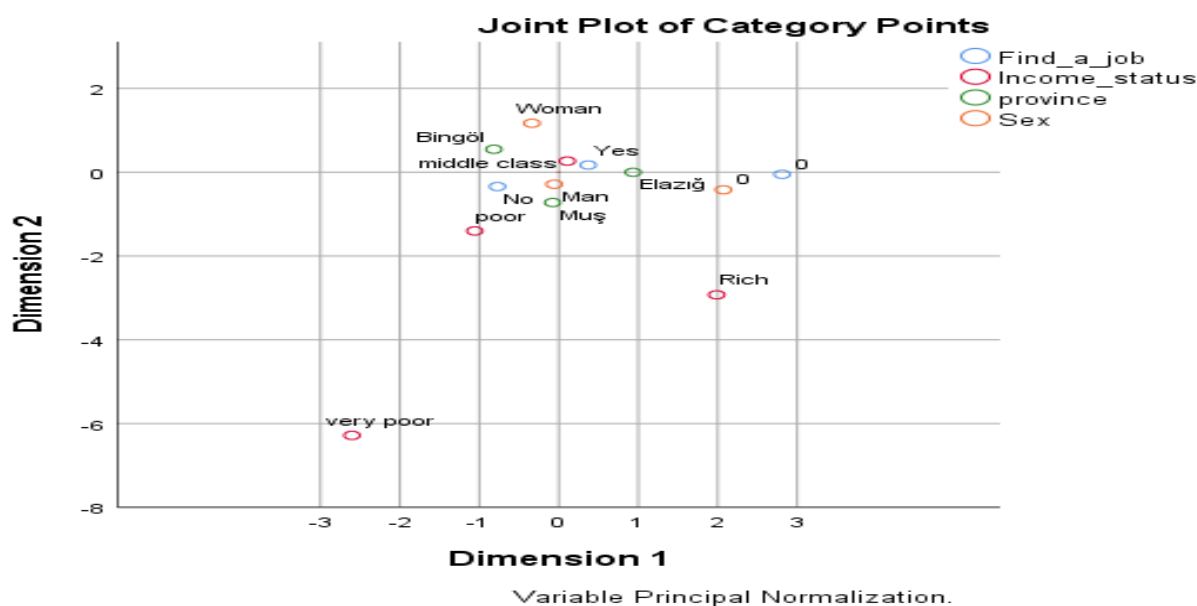


Figure 4. Multiple cohesion graph by income, location, and gender

#### Access to natural resources and its relation to project activities

While the rate of individuals benefiting from the forest was 50.3%, the rate of individuals not benefiting from the forest was determined as 49.7%. The rate of individuals benefiting from the forest was determined as 37.3% at the study conducted in 2018, it was as 45.7% at the study conducted in 2019 and as 33.2% at the study conducted in 2020. It has been concluded that the rate of individuals benefiting from forests has increased over the years. It is thought that this is realized as a result of activities such as the trees planted as a part of income generating activities and the improvement of forest roads carried out within the scope of the project activities. 41.7% of the individuals benefiting from the forest stated that the productivity of the forests did not develop with the project activities, while 58.3% of them stated that the productivity of the forests developed with the project activities. The proportion of individuals who think that the productivity of forests improves with project activities was found to be 30.4% in 2018, as 37.9% in 2019 and as 62% in 2020. Within the framework of these findings, it was concluded that the impact of the project activities on the increase of forest productivity increased from year to year. Within the scope of the project, both the rehabilitation of forests and activities such as solar energy, stove and heat insulation provided for heating have emerged as the most important factors in the improvement of forest productivity. 60.4% of the individuals stated that they benefited from the common pasture land, and 39.6% of them stated that they did not benefit from the common pasture land. At the study conducted in 2018, the rate of those who benefited from the common pasture land was found to be 43.2%, as 48.7% in 2019 and as 45.8% in 2020. It has been concluded that the proportion of individuals benefiting from common pasture land has increased significantly in 2021 compared to previous years. It can be thought that this was realized as a result of the pasture improvement, the construction of the pasture roads and the construction



of the pasture foundations carried out within the scope of the project activities. 75.9% of the individuals who think that the productivity of the pastures have improved, stated that this improvement was with the project activities, while 24.1% of them stated that this development was not together with the project activities. The rate of those who think that the improvement of the efficiency of the pastures is related to the project activities was determined as 32.6% at the study conducted in 2018, as 39.8% at the study conducted in 2019, and as 47% in 2020. It has been concluded that there is an increasing improvement in pastures from year to year and this increase is very high in 2021. In these improvements, it was concluded that the impact of the pasture improvement within the scope of the project activities is high. In the focus group discussions, it was stated by the individuals that the construction of canopy and animal drinking water facilities in the pastures increased the efficiency of the pastures. In addition, individuals stated that as a result of these improvements carried out in the pastures, the length of stay of the animals in the pasture increased and this had a positive effect on the productivity of animal products.









## CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

It was observed that the overall satisfaction with the project was very high in almost all villages where focus group interviews were held. In addition, it has been observed that the villagers generally want to benefit more from the project activities with this high satisfaction. Achieving the targeted female participant ratio in the study has emerged as a positive result of the project. It was concluded that the number of household heads of working age living at the watershed is sufficient for the successful implementation of the project. In general, it has emerged that individuals mostly participated in project activities between 2016 and 2020. In addition, since the activities were not fully implemented in 2021, the rate of participation in the project activities was lower this year. In general, it was concluded that the participants were satisfied with the project activities. At the study, a different result has emerged compared to previous years and it has been determined that individuals' mostly animal production and sales and agricultural production and sales incomes are the main income sources. In this case, it was concluded that it was caused by the Covid 19 pandemic, and individuals who had problems in terms of salary or wages turned to other income sources. In general, it was concluded that the lands were either cultivated by individuals for their own consumption or not cultivated. According to the results of the compatibility analysis; while the project had a positive effect on finding a job or improving working conditions, it had a positive effect on those with a higher and the same income, while it had a negative effect on those with less income. The impact of the project on finding employment or improving working conditions has been positive for livestock breeders and those cultivating land for sale. Those who cultivate the land for their own consumption, do not grow high-value crops and cannot increase productivity, had a negative impact on the improvement of employment or working conditions of the project. The impact of the project on finding a job or improving the working conditions of the middle class local people living in Bingöl and Elazığ has been positive. The impact of the project on the poor local people living in Muş on finding a job or improving their working conditions was negative. In general, as a result of the information obtained from the participants, it can be stated that with the realization of the project activities, positive developments occurred in the villages and a significant contribution was made to rural development. In addition, it has been observed that income generating activities have increased in the villages with the support of project activities and individuals have started to live in the villages regularly. It was concluded that the pressure on the forest vegetation of the union decreased with the MRWRP activities. It has been concluded that the improvements made in the pasture areas make very important contributions to animal husbandry. In addition, with the implementation of income generating activities, additional income sources have been created for the individuals living in the village. Since the agricultural potential of the region plays a very important role in the development of the region, promptly solving the irrigation water problem is important for the success of the project. Within the framework of all information, it can be stated that the project is an important source of development for the region and this level of development will emerge more clearly in the coming years.

**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 Uslu 	<a href="https://orcid.org/0000-0003-0273-0069">https://orcid.org/0000-0003-0273-0069</a>
Alaaddin Yüksel 	<a href="https://orcid.org/0000-0003-4760-1092">https://orcid.org/0000-0003-4760-1092</a>
Ersin karakaya 	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6734-4962">https://orcid.org/0000-0002-6734-4962</a>
Semra çamuka 	<a href="https://orcid.org/0000-0002-4966-9296">https://orcid.org/0000-0002-4966-9296</a>
Şenol Çelik 	<a href="https://orcid.org/0000-0001-5894-8986">https://orcid.org/0000-0001-5894-8986</a>
Bayram hopur 	<a href="https://orcid.org/0000-0002-7443-8051">https://orcid.org/0000-0002-7443-8051</a>
Mahmut Yılmaz 	<a href="https://orcid.org/0009-0008-9481-1950">https://orcid.org/0009-0008-9481-1950</a>
Serpil Acartürk 	<a href="https://orcid.org/0009-0005-1789-6733">https://orcid.org/0009-0005-1789-6733</a>

## KAYNAKLAR

- Annual Results Survey and Results Evaluation Report for the MRWRP in 2018.  
Annual Results Survey and Results Evaluation Report for the MRWRP in 2019.  
Annual Results Survey and Results Evaluation Report for the MRWRP in 2020.  
Bayram N. (2000), Karşılık Getirme Analizi ve Bankacılık Sektörüne Uygulanması, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, İstatistik Bilim Dalı, Doktora Tezi, Bursa.  
Behdioğlu S. (2000), Çok Değişkenli Veri Yapısının Yorumlanmasında Olumsuzluk Tablolarının Uygunluk Çözümlemesi ve Bir Uygulama. Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı Uygulamalı İstatistik Bilim Dalı. Bursa: Doktora Tezi.  
Clausen S. E. (1998), Applied Correspondence Analysis: An Introduction, Sage Publications Inc.  
Coşkun D. (2007), Kredi Kartı Kullanımında Etkili Olan Faktörlerin Çoklu Uygunluk Analizi ile İncelenmesi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.  
Gifi A. (1990), Nonlinear Multivariate Analysis. John Willey and Sons Ltd. West Sussex England. 579.  
Lee B. L. (2006), Correspondence Analysis. <http://www.uv.es/prodat/vista>.  
Mendes M. (2002), Çoklu Uyum Analizi Tekniğinin Kullanımı. Ziraat Mühendisliği Dergisi, 33(1): 32-35.  
Özden, S., Erdönmez, C. (2018), Murat River Watershed Rehabilitation Project Monitoring Survey and Evaluation of Results. August, 2018/Ankara  
Roux L. B., Rouanet H. (2010), Multiple Correspondence Analysis, SAGE Publications.  
Suner, A. (2007), Application of a Population Based Study of Correspondence Analysis in Choosing A Health Institution. (Sağlık Kurumu Seçiminde Uygunluk Analizinin Toplum Tabanlı Bir Çalışmaya Uygulanması). Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı. İzmir: Yüksek Lisans Tezi.

## Determination of some Biological Parameters Providing the Basis for the Mass Production of the Phosphorus Solving Fungi *Talaromyces funiculosus*\*

Fatih ÖLMEZ<sup>1\*</sup>, Hiranur AKDAŞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Sivas University of Science and Technology, Sivas, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: [fatih.olmez@sivas.edu.tr](mailto:fatih.olmez@sivas.edu.tr)

Geliş Tarihi: 03.06.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 04.09.2024 Kabul Tarihi: 05.09.2024

### ABSTRACT

Phosphorus is one of the basic nutritional elements that plants need for development. During agricultural production, the phosphorus needs of plants are met with chemical fertilizers. A very significant part of the phosphorus given to the soil as chemical fertilizer binds to other soil elements such as iron, zinc and aluminum in the soil and turns into a form that plants cannot absorb. While this bound phosphorus can be partially dissolved in acidic soils, this dissolution is very slow in regions such as Turkey, where a significant part of the soil is basic. This situation leads to the need for phosphorus fertilizer supplements every year. Some fungi and bacteria help convert the bound phosphorus in the soil into something useful for plants with the chemicals they produce. Within the scope of this study, it was aimed to reveal some biological parameters that will form the basis for the mass production of a *Talaromyces funiculosus* (ST-976) isolate isolated from pistachio roots and known to have the ability to dissolve phosphorus bound in soil. For this purpose, the growth performances of the fungus at different temperatures and water activity values were evaluated. At the end of the experiments, it was determined that the temperature at which the fungus developed best was 25 °C and 99,5% and 99% water activity.

**Key words:** Fungi, *Talaromyces funiculosus* (ST-976), Phosphorus deficiency, Biofertilizers

## Fosfor Çözücü Fungus *Talaromyces funiculosus*'un Kitlesel Üretimine Temel Teşkil Edecek Bazı Biyolojik Parametrelerin Belirlenmesi\*

### ÖZ

Fosfor bitkilerin gelişim için ihtiyaç duyduğu temel besin elementlerinden bir tanesidir. Tarımsal üretim sırasında, bitkilerin fosfor ihtiyacı kimyasal gübrelere karşılanmaktadır. Kimsayasal gübre olarak toprağa verilen fosforun çok önemli bir bölümü toprakta bulunan demir, çinko, alüminyum gibi diğer toprak elementlerine bağlanarak bitkilerin alamayacağı forma dönüşmektedir. Asidik topraklarda bu bağlı fosfor kısmen çözülebilmekte iken, Türkiye gibi topraklarının çok önemli bir bölümü bazik karakterde olan bölgelerde bu çözünme çok yavaş olmaktadır. Bu durum her yıl tekrar fosforlu gübre takviyesi gereksinimine yol açmaktadır. Bazı fungus ve bakteriler ürettikleri bazı kimyasallar ile toprakta bulunan bağlı fosforun bitkiler için faydalı hale dönüşmesine yardımcı olmaktadır. Bu çalışma kapsamında, antepfıstığı köklerinden izole edilen, toprakta bağlı fosforu çözme yeteneğine sahip olduğu bilinen bir *Talaromyces funiculosus* (ST-976) izolatının kitlesel üretimine temel teşkil edecek bazı biyolojik parametrelerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla fungusun farklı sıcaklık ve su aktivitesi değerlerinde gelişim performansları değerlendirilmiştir. Denemeler sonunda fungusun en iyi gelişim gösterdiği sıcaklık değerinin 25 °C ve %99 su aktivitesi değerleri olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Fungus, *Talaromyces funiculosus* (ST-976), Fosfor eksikliği, Biyogübre.

## INTRODUCTION

The world population is projected to reach about 10 billion and the demand for agricultural production is expected to increase (by about 50%) (FAO, 2023). Recently, about 5.2 billion hectares of arable land where agricultural production activities are carried out have been increasingly limited by factors such as salinization, drought, and conversion to tourism and residential areas. Due to the limiting factors of production areas and the rapid population growth in 2050, which is predicted to be over 2.4 billion, the principle of getting more product from the unit area has emerged (Baeshen, 2016; Basu et al., 2017; Meena et al., 2017; Anderson and Kim, 2018; Numan et al., 2018). In agricultural production, excessive artificial chemical fertilizers and pesticides are used to minimize losses with the principle of getting more yield and quality products from unit areas. The most important aspect of fertilizer use in high yield and quality is the use of the right product, at the right time, in the right environment and at the right rate (Borkar, 2015).

The application of the three main plant nutrients nitrogen, potassium and phosphorus fertilizers is important and vital for increasing and sustaining productivity in agricultural activities. The use of fertilizers for plant nutrition is as important as the use of seed as a production material to ensure efficient and quality production (Dwivedi et al., 2017). Since industrial substances consisting of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) are chemically synthesized fertilizers, their continuous and excessive use directly or indirectly causes an imbalance in the natural ecosystem (Singh et al., 2019). The agricultural system has been facing major threats in recent years due to dependence on excessive use of agrochemicals, global climate change, population growth and increasing economic and environmental costs of non-renewable resources (Gosal et al., 2020). In addition, there are major problems such as pollution of soil, surface and groundwater due to the current agricultural practices used with the principle of higher productivity and increased use of chemical inputs. These chemical fertilizer and pesticide applications, which are used unconsciously and intensively, bring many health and environmental problems such as birth abnormalities, cancer and damage to the nervous system due to the disruption of the activity of microorganisms in the soil, the formation of resistance in disease and pest agents, eutrophication and nitrate accumulation in water, greenhouse gas effect and heavy metal accumulation, increase in toxic substances, drinking water, animal body, plant roots, air, soil and destruction of beneficial fauna (Sönmez et al., 2008; Tiryaki et al., 2010; Kotan, 2020).

For these and many other reasons and the sustainability and protection of the existing natural balance, there is a need to search for an effective alternative to chemical fertilizers in agricultural applications, including organic wastes and plant growth-promoting applications for purposes such as increasing productivity, improving the chemical and physical structure of soils, protecting human and environmental health, and supplementing the soil with ecological nutrients (Borkar, 2015). As an alternative to chemical fertilizers and pesticides in agriculture, it is of great importance to use beneficial microorganisms present in nature in natural balance as microbial fertilizers and biopesticides in agriculture and to bring them into agricultural activities. The demand and interest in biological control is increasing day by day due to both the residue risks posed by pesticides in terms of human and environmental health and the resistance problems that occur over time in pests and disease agents against chemical drugs (Kotan 2020).

Soil microorganisms, which exist in natural equilibrium and contain the structure of biological products as an alternative to overused chemicals in modern agricultural practices, play an important role in increasing the availability and access to nutrients through various mechanisms such as the conversion of plant residues into organic matter, solubilization of phosphate into a form that plants can take, mineralization and biological nitrogen fixation (Munns and Tester, 2008). Phosphorus (P) is an important macronutrient that is absolutely essential for plant growth/development. It is a limiting factor for yield and quality parameters in most plant species. Much of the soluble P used as artificial chemical fertilizers can be 'fixed' in the soil by reacting with other trace elements or converted into poorly soluble forms that are not available to the plant (Whitelaw, 1999).

The most widely used fertilizer is the product of acidification of rock phosphates with strong acids. This method also involves an expensive long process with high environmental damage (Vassilev et al., 2006). For all these reasons, it is of great importance to make the bound phosphorus in the soils of our country available for plants. The use of microorganisms that make bound phosphorus in soils useful for plants offers enormous potential for sustainable soils (Mendes et al., 2014). Although bacteria are also capable of solubilizing bound phosphate in soil, fungi are considered to have a higher potential in this regard (Sharma et al., 2013). To date, many phosphorus-solubilizing isolates belonging to the genera *Aspergillus* and *Penicillium* have been identified and it is stated that they are more useful than phosphorus solubilizing bacteria due to the high amount of organic acids they secrete and being less sensitive to subcultivation (Sahoo et al., 2014). There are also studies showing that *Talaromyces* species, which can solubilize phosphate bound in soil, stunt plant growth in some plants (Naraghi et al., 2012).

In this study, it was aimed to determine the maximum values of the development curves of the phosphate solubilizing microorganism *Talaromyces funiculosus* (ST-976) isolate as a microbial fertilizer at temperature and water activity values, which are biological parameters that will form the basis for mass production.

## MATERIALS and METHODS

### Material

The main material of the study consisted of 1 isolate of *Talaromyces funiculosus* (ST-976), which was isolated from the agricultural fields of Şanlıurfa province and microscopically and molecularly identified previously (Türkölmez, 2022). The study was carried out in the Phytopathology laboratory of the Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences and Technology, Sivas Science and Technology University and the devices in the laboratory constituted the material of the study.

### Methods

#### Adjusting Sports Concentration

A small piece of *T. funiculosus* ST-976 isolate maintained on slant agar medium was inoculated into PDA medium under sterile conditions and incubated at 25°C for 1 week to grow the fungus from the stock culture. After colony development, spore harvesting was performed from the fungal colony. For this purpose, 5 mL of sterile distilled water was added to the petri dish in a sterile cabinet. The density of the spore suspension obtained by scraping the spores on the surface of the colony into the water with the help of a sterile microscope was calculated under a microscope using a Thoma slide. The final spore concentration was adjusted to contain  $1 \times 10^6$  spores per mL.

#### Determination of the effects of different temperature and water activity levels on sporulation of ST-976 isolate

In order to plan the mass production of the fungus, it was aimed to determine at which temperature and water activity (aw) levels it sporulates at the maximum rate. The preparation of media with water activity levels required for maximum sporulation of the fungus was determined according to the methodology put forward by Pitt and Hocking (1977) and Gekas et al. (1998). Accordingly, the basal medium consisted of malt extract (1%), yeast extract (1%), dipotassium hydrogen phosphate (0.1%) and agar (2%) (Table 1).

Table 1. Composition of basal media used for water activity adjustment.

	x	2X
Malt extract	%1	%2
Yeast extract	%1	%2
Agar	%2	%4

250 mL medium (2X) + 250 mL NaCl (2x=1.8%) = 500 mL medium (x) + NaCl (x=0.9%)

Six different NaCl concentrations were used for the water activity experiment. Salt concentrations were adjusted to produce six different water activities (99.5%, 99%, 98%, 96%, 94%, 92%) (Table 2).

Table 2. Water activity NaCl % (Gekas et al., 1998).

Doz	Water activity/Aw (%)	x (NaCl %)	2x (NaCl %)
1	99,5	0,9	1,8
2	99	1,7	3,4
3	98	3,5	7
4	96	7,0	14
5	94	10,0	20
6	92	13,0	26

1.8% NaCl = 1.8 g NaCl in 100 mL distilled pure water.

The medium was prepared separately as a salt solution (2X) and agar-fixing medium (2X) and autoclaved (Table 3). Media were prepared at different aw levels using equal amounts of glucose and fructose according to the methods described by Pitt and Hocking (1977) and Gekas et al. (1998) (Figure 1).

Table 3. Preparation of medium and salt mixture ratio.

Water activity/Aw (%)	Medium (2X)	NaCl (2X)	Final NaCl concentration
99.5	100 mL	100 mL (2X=1,8)	0,9
99	100 mL	100 mL (2X=3,4)	1,7
98	100 mL	100 mL (2X=7)	3,5
96	100 mL	100 mL (2X=14)	7,0
94	100 mL	100 mL (2X=20)	10,0
92	100 mL	100 mL (2X=26)	13,0

5 different pH levels (4.5, 5.5, 6.5, 6.5, 7.0, 7.5) and 5 different phosphorus sources ( $\text{AlPO}_4$ ,  $\text{CaHPO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO})_4$ ,  $\text{FePO}_4$ , Phytin ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{Ca}_6\text{O}_2\text{P}_6$ )) were used to adjust the pH of the media to the optimum pH level of 6.5. After sterilization of the media and pouring it into petri dishes, inoculation of the fungal culture was carried out under aseptic conditions (Figure 1). The medium poured into the petri dishes was wrapped with autoclaved cloth to prevent rapid cooling of the medium and to prevent water activity change and water vapor formation, and the edges of the inoculated petri dishes were also covered with parafilm to prevent water loss. A concentration of  $10 \text{ uL } 10^7$  spores/mL was placed in the center of each petri dish (105 spore concentration in total), care was taken to ensure that the drop did not slide on the petri dish and that the spores did not splash on the petri dishes photographed at 2-day intervals. Then the containers containing the petri dishes were placed in the incubator and left to incubate for 3 weeks. Fungal growth was monitored at 2-day intervals starting 3 days after sowing in order to obtain the growth curve of the fungus, and the images obtained were measured in  $\text{cm}^2$  growth area with IMAGE J program and the data obtained were subjected to statistical analysis.



Figure 1. Preparation of nutrient media with different water activity to be tested in the study.

All experiments were run separately at 25 and 30 °C. Spores were then harvested from the petri dishes using sterile distilled water. A sterile brush was used to pass the spores into the water and the resulting suspension was filtered through sterile triple-layer cheesecloth to remove mycelial fragments. Conidial concentration was determined using a hemocytometer.

#### Data Analysis and Image Processing

All characters were studied in 5 replications according to the randomized blocks experimental design. In order to analyze the data obtained in the study, ANOVA test and LSD test were used to determine the difference between the groups in case of significant differences between the groups. Statistical analyses were performed using SPSS computer package program. The growth data (in  $\text{cm}^2$ ) of fungi in nutrient media were obtained quickly and precisely, and the images were processed using Image J program after the photographs were taken (Mustafa et al., 2022).

## RESULTS and DISCUSSION

### Determination of the Effects of Different Temperature and Water Activity Levels on Sporulation of ST-976 Isolate

5 different pH levels (4.5, 5.5, 6.5, 6.5, 7.5, 7.0, 7.5) and 5 different phosphorus sources ( $\text{AlPO}_4$ ,  $\text{CaHPO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO})_4$ ,  $\text{FePO}_4$ , Phytin ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{Ca}_6\text{O}_2\text{P}_6$ )) at the appropriate pH level (pH 6.5) at different temperatures (25 and 30) and water activity values (99.5, 99, 99, 98, 96, 94 and 92%) (Figure 2).



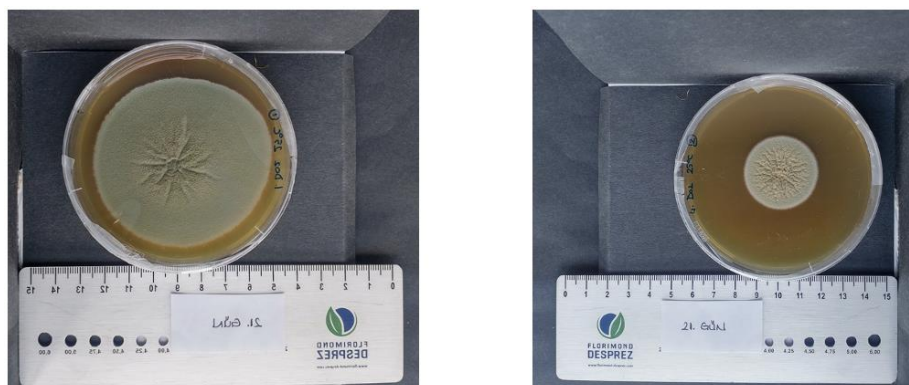


Figure 2. Growth of ST-976 at different water activities (From left to right: 99.5%, 96%).

After three weeks of growth in the incubator at 25 and 30 °C, colony measurements were terminated and spore harvesting was performed and spore counts were performed with the help of a hemocytometer (Table 4).

Table 4. Spore formation of ST-976 at different water activity values.

Water activity	Repeat	ST-976 (average sport/petri)		Average 25 °C	Average 30 °C
		25 °C	30 °C		
99.5	1	185.000.000	72.782.000	587.437.200	127.957.400
99.5	2	987.500.000	148.388.000		
99.5	3	635.400.000	159.934.000		
99.5	4	367.780.000	112.981.000		
99.5	5	761.506.000	145.702.000		
99	1	697.200.000	107.089.000	559.982.800	97.505.200
99	2	822.457.000	43.880.000		
99	3	288.350.000	81.453.000		
99	4	480.507.000	163.214.000		
99	5	511.400.000	91.890.000		
98	1	55.312.000	23.821.000	56.021.900	31.613.200
98	2	83.647.000	28.778.000		
98	3	44.656.000	34.191.000		
98	4	64.435.000	32.677.000		
98	5	32.059.000	38.599.000		
96	1	81.915.000	3.787.000	75.312.000	3.163.000
96	2	91.274.000	2.132.000		
96	3	65.838.000	3.813.000		
96	4	41.812.000	4.042.000		
96	5	95.721.000	2.041.000		

When Table 4 was analyzed, it was revealed that the fungus did not grow at 92 and 94% water activity values, and the water activity value at which it first started to grow was 96%. The best sporulation was obtained at 99.5% and 99% water activity at 25 °C and 99.5% water activity at 30 °C, respectively. ANOVA analyses of the obtained data were carried out with the help of SPSS program. Differences between groups were tested by LSD test. The results are shown in Tables 5 and 6.

Table 5. Analysis of variance of spore count of ST-976 isolate after 21 days at different water activities

SVC	DF	25 °C		30 °C	
		MS	F	MS	F
Water activity (%)	3	4.31E+17	11.97	1.66E+16	20.87
Error	16	3.60E+16	-	7.95E+14	-
General total	19	-	-	-	-

\*\* Significant at p<0.01 level; SVC: Sources of variation; DF: Degrees of freedom; MS: Mean squares; F: F value



As can be seen from Table 6, the highest spore production was obtained at 99.5% and 99% water activity values at 25°C and statistically these two water activity values were in the same group (a) at both temperatures. At the remaining water activity values (98 and 96%), relatively less spore production was realized and these groups were statistically in the same group (b). Again, in the study where the effects of temperature on spore production were tested, statistically 2 groups were formed (A and B), all growth values at 25 °C were in group A, while all growth values at 30 °C were in group B. The results show that temperature is a very important factor in the spore formation of the fungus.

Table 6. Total number of spores of ST-976 isolate on petridia after 21 days

Water Activity (%)	25 °C	30 °C
99.5	587.437.200±317.354.000 aA	127.957.400±35.437.000 aB
99	559.982.800±206.265.000 aA	97.505.200±43.515.000 aB
98	56.021.900±19.607.000 bA	31.613.200±5.597.000 bB
96	75.312.000±21.948.000 bA	3.163.000±98.8000 bB

\* Lowercase letters following the means in the same column indicate that different water activity means are statistically significantly different (Anova  $p<0.01$ , Tukey test), \*\* Uppercase letters following the means in the same column indicate that different temperature means are statistically significantly different (Anova  $p<0.01$ , Tukey test).

When the correlation relationship between water activity and temperature in terms of spore development cm<sup>2</sup> area was examined, 99.5% water activity at 30 °C for all days and 25 °C for day 3; 99% water activity at 30 °C for days 3, 7, 11 and 13 were the best-developing parameters in the group a. No spore development was observed at 92% and 94% water activity and at all temperatures. Among the parameters, the weakest group in terms of spore development and spore development in cm<sup>2</sup> area was g, but it was 17, 19 and 21 days at 30 and 20 °C at 96% water activity (Tables 7, 8).

Table 7. VK, SD, KO and F value of the total number of spores on the petridia of ST-976 isolate after 21 days

SVC	DF	3		5		7		9		11	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
Water Activity and Temperature	8	0.083021	69.05	0.540963	116.62	1.23395	167.84	1.6267	111.93	2.04474	88.07
Error	21	0.001202		0.004639		0.00735		0.01453		0.02322	
General Total	29										
SVC	DF	13		15		17		19		21	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
Water Activity and Temperature	8	2.42242	70.46	3.52194	88.11	3.65963	85.75	3.75219	72.72	3.70598	73.32
Error	21	0.03438		0.03997		0.04268		0.0516		0.05054	
General Total	29										

\* Significant at  $p<0.01$  level; SVC: Sources of Variation; DF: Degrees of Freedom; MS: Mean squares; F: F value

Table 8. Water activity and temperature correlation value of the total number of spores on the petridia of ST-976 isolate after 21 days

Water Activity (%)	Temperature	3 <sup>rd</sup> Day	5 <sup>th</sup> Day	7 <sup>th</sup> Day	9 <sup>th</sup> Day	11 <sup>th</sup> Day	13 <sup>th</sup> Day	15 <sup>th</sup> Day	17 <sup>th</sup> Day	19 <sup>th</sup> Day	21 <sup>th</sup> Day
99.5	20	0.420±0.007c	0.816±0.028d	1.178±0.041c	1.426±0.107d	1.688±0.184c	1.883±0.227d	2.035±0.306d	2.178±0.311de	2.313±0.338de	2.448±0.306de
99.5	25	0.700±0.039a	1.267±0.053b	1.688±0.086b	2.092±0.084bc	2.522±0.076ab	2.940±0.114ab	3.121±0.141ab	3.345±0.119ab	3.473±0.140ab	3.547±0.092ab
99.5	30	0.757±0.026a	1.510±0.061a	2.077±0.077a	2.474±0.145a	2.894±0.255a	3.238±0.238a	3.498±0.207a	3.612±0.211a	3.773±0.111a	3.855±0.061a
99	20	0.427±0.063c	0.760±0.080d	1.135±0.080c	1.356±0.081de	1.592±0.126c	1.802±0.233d	1.922±0.310d	1.997±0.339ef	2.076±0.421ef	2.181±0.445ef
99	25	0.587±0.034b	1.205±0.034bc	1.602±0.003b	2.013±0.056bc	2.457±0.059ab	2.867±0.036abc	3.145±0.049ab	3.342±0.051ab	3.489±0.081ab	3.578±0.067ab
99	30	0.689±0.014a	1.371±0.037ab	1.943±0.178a	2.287±0.314ab	2.736±0.387a	3.047±0.463a	3.207±0.484ab	3.319±0.442ab	3.405±0.441abc	3.484±0.357abc
98	20	0.295±0.043d	0.452±0.016e	0.779±0.032d	1.085±0.028e	1.349±0.062cd	1.584±0.102de	1.734±0.028de	1.873±0.112ef	1.926±0.128efg	2.038±0.115efg
98	25	0.476±0.015c	1.050±0.009c	1.472±0.069b	1.823±0.007c	2.191±0.076b	2.500±0.090bc	2.673±0.117bc	2.821±0.139bc	2.977±0.100bc	3.038±0.112bcd
98	30	0.445±0.008c	1.041±0.161c	1.580±0.161b	1.884±0.185c	2.220±0.125b	2.374±0.132c	2.563±0.141c	2.671±0.187cd	2.848±0.255cd	2.916±0.323cd
96	20		0.304±0.024e	0.354±0.016e	0.419±0.015f	0.627±0.034e	0.828±0.062f	1.038±0.053f	1.204±0.064g	1.367±0.126g	1.436±0.147g
96	25		0.375±0.019e	0.508±0.033e	0.721±0.025f	0.988±0.031de	1.142±0.025ef	1.304±0.043ef	1.452±0.055fg	1.595±0.065fg	1.684±0.093fg
96	30			0.291±0.043e	0.456±0.022f	0.669±0.026e	0.841±0.018f	1.009±0.056f	1.128±0.079g	1.354±0.042g	1.516±0.059g

\*Letters following the means in the same column indicate that the means are statistically significantly different (Anova  $p < 0.01$ , Tukey test)

Within the genus, *T. funiculosus* is one of the less studied species (Kanase et al., 2015). Kanase et al. (2015) described that *T. funiculosus* is able to dissolve phosphate in soil and ameliorate saline soil and is also an agricultural pathogenic fungus that can cause peach pit rot (Mukhtar et al., 2019). *Talaromyces* species grow in a restricted manner, especially in environments with low water activity, and have an extrolyte model quite different from that of *Penicillium* (Houbraken et al., 2014; Yılmaz et al., 2014). According to the results of our study, *T. funiculosus* ST-976 showed better spore production development at 99.5 and 99, which are high water activity ratios. At 98 and 96, relatively little spore production was realized and at 92 and 94, which have low water activity, no spore production development was observed. 5 different pH levels (4.5, 5.5, 6.5, 6.5, 7.0, 7.5) and 5 different phosphorus sources ( $\text{AlPO}_4$ ,  $\text{CaHPO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO})_4$ ,  $\text{FePO}_4$ , Phytin ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{Ca}_6\text{O}_2\text{P}_6$ ) and pH 6.5. pH is one of the important and determining factors for the metabolism and production of enzymes and thus for the biosynthesis of antimicrobials. Favorable pH has been reported to encourage the fungus to produce antimicrobials (Jain and Pundir, 2011). Merlin et al. (2013) reported that the best pH value for growth and antimicrobial production for the fungus *Fusarium solani* is pH 6.

Within the scope of the study, the highest spore production was obtained at 99.5% and 99% water activity values at 25 °C and statistically all growth values at 25 °C were in group A, while all growth values at 30 °C were in group B at these two temperature values. The results showed that temperature is a very important factor in the spore formation of the fungus. Sun et al. (2020) used CYA supplemented with 5% NaCl (CYAS), Czapek yeast autolysate agar (CYA), yeast extract sucrose agar (YES), dichloran 18% glycerol agar (DG18), creatine sucrose agar (CREA), oatmeal agar (OA) and malt extract agar (MEA; Oxoid malt) were incubated for 7 days at 25 °C, which is the appropriate growth temperature. Temperature directly affects the growth and overall metabolism of the microorganism through its effect on enzymes and protein production and thus the production of antimicrobials, and each microorganism has an optimum temperature at which it achieves the best growth for its growth and the best productivity for all primary and secondary metabolic products (Pereira et al., 2013).

Kanase et al. (2015), in conducted a study on phosphate solubilization of the stress tolerant soil fungus *T. funiculosus* SLS8 isolated from the rhizosphere of a Neem plant. In this study, they used Pikovskaya liquid medium (PLM) containing various nitrogen sources (casein, ammonium sulfate, urea, sodium nitrate or potassium nitrate) and carbon sources (fructose, glucose, sucrose or galactose) to determine the phosphate solubilizing activity of *T. funiculosus* SLS8. After 5 days of incubation, the highest soluble phosphate concentration ( $187 \text{ mg P L}^{-1}$ ) was reached in PLM containing glucose and ammonium sulfate. The pH of the PLM culture decreased from 6.5 to 4.2. The pH decrease was caused by organic acid production as determined by HPLC. pH was found to be highly negatively correlated with the amount of phosphate solubilized ( $r=-0.96$ ) and fungal hyphae produced  $\text{H}^+$  and organic acids, causing a decrease in pH during phosphate solubilization (Jacobs et al., 2002). The pH was lower in PLM with ammonium due to possible  $\text{H}^+$  efflux from fungal hyphae during ammonium uptake (Roos and Luckner, 1984). Ammonium has been reported by many researchers as the best nitrogen source in phosphate solubility (Pradhan and Sukla, 2005; Matias et al., 2009; Srividya et al, 2009), but in some mediums nitrate caused the highest phosphate solubility, e.g. *Aspergillus niger*, *A. tubingensis* and *Penicillium rugulosum* (Isbelia et al., 1999; Seshadri et al., 2004; Relwani et al., 2008). Increasing salinity did not affect phosphate solubility. The maximum tolerance value against systemic fungicides carbendazim, mancozeb and hexaconazole was determined as  $12.5 \text{ } \mu\text{g mL}^{-1}$ ,  $2,000 \text{ } \mu\text{g mL}^{-1}$  and  $250 \text{ } \mu\text{g mL}^{-1}$ , respectively, and decreased phosphate solubility by 55%, 37% and 30% at these concentrations, respectively. As a result, *T. funiculosus* SLS8 can be used as a candidate biofertilizer to maintain available phosphate levels in environmentally stressed soils such as saline agricultural soils that have been impacted by systemic fungicide or insecticide treatment and systemic pesticide seed application (Kanase et al., 2015).

*T. funiculosus* SLS8 maximized phosphate release when glucose was used as the sole carbon source. *Penicillium* spp. prefer glucose for the solubilization of calcium phosphates (Scervino et al., 2011; Yadav et al., 2011), but *P. rugulosum* prefers sucrose (Isbelia et al., 1999). *Aspergillus* spp. showed the highest phosphate release with glucose, arabinose, maltose and mannitol (Narsian and Patel, 2000; Seshadri et al., 2004; Pradhan and Sukla, 2005; Barroso et al., 2006; Srividya et al., 2009; Jain et al., 2012;). *T. funiculosus* SLS8 produces lactic acid and tartaric acid while solubilizing  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Similarly, *Aspergillus* sp. produce numerous tartaric acid (Gaur, 1990; Singal et al., 1994). *T. flavus* and *Penicillium janthinellum* produce lactic acid (Scervino et al., 2010).

*Penicillium* or *Aspergillus* species also produce various other organic acids during phosphate solubilization. *P. purpurogenum* and *P. radicum* produce gluconic acid during P solubilization (Scervino et al., 2010), but Mendes et al. (2013) say that gluconic acid contributes little to P solubilization. An increase in salinity (from 1% to 3% w/v NaCl) that does not reduce phosphate solubility of *T. funiculosus* SLS8 suggests that it can maintain phosphate levels in saline soils.

Khan et al. (2011) found that *T. funiculosus* LHL06 did not affect soybean growth from salinity stress. *T. funiculosus* SLS8 isolate maintained phosphate solubilization activity even at high levels of fungicides present in soil from agricultural fields. This suggests that the fungus can maintain existing phosphate levels in agricultural soils affected by systemic fungicides. Although experiments in liquid media are widely used to determine phosphate solubility by microorganisms in soil, they cannot directly determine phosphate solubility in soil. Liquid media experiments utilize sorption/desorption processes of P and interactions with other microbes in the soil, such as competition or facilitation. They also use high concentrations of C and N (Wang et al., 2012). Furthermore, plants inoculated with a mixed concentrate inoculum containing free-living phosphate solubilizers and mycorrhizal fungi benefited more from rock phosphate or soil P than plants inoculated with only one of the microorganisms. (Osorio and Habte, 2001; Zaidi and Khan, 2007; Matias et al., 2009). The success of these synergistic interactions depends on the efficiency of mycorrhizal fungi to take up P in solution and transport it to the roots. This prevents phosphate released by isolates of free-living phosphate-solubilizing fungi from being remobilized by the soil (Osorio and Habte, 2001). Therefore, according to

Türkölmez et al. (2022), isolated *T. funiculosus* ST-976 from pistachio (*Pistacia vera* L.) rhizosphere. They investigated the effect of ST-976 on phosphorus solubility in soils with different physicochemical properties. Seventy-eight *Talaromyces* isolates were obtained from pistachio rhizosphere heavily infested with *Neoscytalidium* spp. The phosphorus solubilization capacity of ST-976 isolate was tested on six different soil textures collected from different parts of Şanlıurfa province. The pH values of the soil samples ranged from 7.21 to 7.88. The analysis of ST-976 isolate applied to different clay and clay-loam soil structures showed that it solubilized 109-311% more phosphorus than the control sample. In the study, isolate ST-976 can solubilize phosphorus without adding any additives to the soil solution.

## CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

*Talaromyces funiculosus* ST-976 showed the highest spore production at 99.5% and 99% water activity values at 25°C and statistically these two water activity values were in the same group (a) at both temperature values. At the remaining water activity values (98 and 96%), relatively less spore production was realized and these groups were statistically in the same group (b). At 98 and 96% water activity ratio, relatively little spore production was realized and spore production did not develop at low water activity ratios 92 and 94. Again, in the study where the effects of temperature on spore production were tested, statistically 2 groups were formed (A and B), all development values at 25 °C were in group A, while all development values at 30 °C were in group B. As a result, it shows that temperature is a very important factor in spore formation of the fungus.

Phosphorus, one of the macronutrients essential for plant growth and development, is usually bound to other elements in the soil and plants cannot utilize this bound phosphorus. The low amount of soluble phosphate necessitates that the phosphorus needed by plants should be supplied to the soil regularly every year with chemical fertilizers. However, phosphate mineral resources are very limited in our country and Turkey is dependent on foreign sources for phosphate. The increasing use of chemical fertilizers brings with it negative environmental impacts such as pollution of soil and drinking water. At this rate, the world's phosphate resources are projected to be completely depleted in the next 50-100 years (Heppell et al., 2016). The decline in phosphorus resources makes it difficult to supply phosphorus in chemical fertilizers. Turkey has imported an average of 80-100 million dollars of phosphate in the last five years and a large part of it is used in chemical fertilizer production (Anonymous, 2023). For plants to utilize phosphorus, phosphorus in inorganic and organic phosphorus compounds must be broken down into phosphate anions. Some fungi can transform the phosphorus bound in the soil into a form that can be taken up by plants with some organic acids they secrete. The use of such microorganisms alone or in combination with existing organomineral fertilizers not only reduces the need for phosphorus in fertilizers but also allows the use of less phosphorus fertilizers by making the unusable bound

phosphorus in the soil useful for plants. *T. funiculosus* ST-976 single spore isolate isolated from pistachio production areas was found to solubilize bound phosphorus in soil.

When the examples of the use of beneficial fungi as microbial fertilizers are examined, it is seen that studies on mycorrhizal fungi are mostly found in the world. When it comes to the mass production of these fungi, the realization of a standard production at large scales requires the optimization of highly sensitive processes. In this study, it was aimed to determine the maximum values of the development curves at temperature and water activity values, which are the biological parameters that will form the basis for the mass production of *T. funiculosus* ST-976 isolate, a promising biologically phosphorus-degrading microorganism that is environmentally friendly and does not threaten the health of humans and other living things.

#### Authors contribution statement

All authors contributed equally to this work. The manuscript was reviewed by all authors.

#### Ethical approval

Not applicable.


#### Declaration of competing interest


The authors report no declarations of interest.

#### Acknowledgments

This work has been funded by TAGEM AR&GE project TAGEM/20/AR-GE/27, granted by GDAR (General Directorate of Agricultural Research and Policies, Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry) and HEKTAŞ T.A.Ş. We would like to express our special thanks to Mr. Şahimerdan TÜRKÖLMEZ who provided the *Talaromyces funiculosus* (ST-976) isolate used in this study.

#### AUTHOR ORCHID NUMBERS

Fatih ÖLMEZ  <https://orcid.org/0000-0001-7016-2708>

Hiranur AKDAŞ  <https://orcid.org/0009-0007-6008-2270>

#### REFERENCES


- Anderson, A. J., & Kim, Y. C. (2018). Biopesticides produced by plant-probiotic *Pseudomonas chlororaphis* isolates. *Crop Protection*, 105, 62-69.
- Baeshen, A.A. (2016). "Use of *Pseudomonas aeruginosa* as Fertilizer in *Eruca sativa*, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(10): 301-312 pp.
- Barroso, C. B., Pereira, G. T., & Nahas, E. (2006). Solubilization of  $\text{CaHPO}_4$  and  $\text{AlPO}_4$  by *Aspergillus niger* in culture media with different carbon and nitrogen sources. *Brazilian Journal of Microbiology*, 37, 434-438.
- Basu, S., Rabara, R., & Negi, S. (2017). Towards a better greener future-an alternative strategy using biofertilizers. I: Plant growth promoting bacteria. *Plant Gene*, 12, 43-49.
- Borkar, S. G. (2015). *Microbes as bio-fertilizers and their production technology*. Woodhead Publishing India Pvt, Ltd., 218p.
- Dwivedi, B. S., Singh, V. K., & Meena, M. C. (2017). Efficient nitrogen management under predominant cropping systems of India. In *The Indian Nitrogen Assessment* (pp. 95-115). Elsevier.
- Food and Agriculture Organization of the United States (FAO), [www.faostat.org](http://www.faostat.org) (04.10.2023).
- Gaur, A. C. (1990). *Phosphate solubilizing micro-organisms as biofertilizer*. Omega scientific publishers.
- Gekas, V., Gonzalez, C., Sereno, A., Chiralt, A., & Fito, P. (1998). Mass transfer properties of osmotic solutions. I. Water activity and osmotic pressure. *International Journal of Food Properties*, 1(2), 95-112. <http://dx.doi.org/10.1080/10942919809524570>
- Gosal, S. K., Kaur, J., & Kaur, J. (2020). Microbial biotechnology: a key to sustainable agriculture. *Phyto-Microbiome in Stress Regulation*, 219-243.
- Houbraken, J., de Vries, R. P., & Samson, R. A. (2014). Modern taxonomy of biotechnologically important *Aspergillus* and *Penicillium* species. *Advances in applied microbiology*, 86, 199-249.

- Isbelia, R., Louis, B., Simard, R.R., Phillipe, T., Hani, A. (1999). Characteristics of phosphate solubilization by an isolate of a tropical *Penicillium rugulosum* and two UV-induced mutants. *FEMS Microbiology Ecology*, 28(3), 291-295. [https://doi.org/10.1016/S0168-6496\(98\)00118-4](https://doi.org/10.1016/S0168-6496(98)00118-4)
- Jacobs, H., Boswell, G. P., Ritz, K., Davidson, F. A., & Gadd, G. M. (2002). Solubilization of calcium phosphate as a consequence of carbon translocation by *Rhizoctonia solani*. *FEMS Microbiology Ecology*, 40(1), 65-71.
- Jain, P., & Pundir, R. K. (2011). Effect of fermentation medium, pH and temperature variations on antibacterial soil fungal metabolite production. *J Agric Technol*, 7(2), 247-269.
- Jain, R., Saxena, J., & Sharma, V. (2012). Solubilization of inorganic phosphates by *Aspergillus awamori* S19 isolated from rhizosphere soil of a semi-arid region. *Annals of microbiology*, 62, 725-735.
- Kanse, O. S., Whitelaw-Weckert, M., Kadam, T. A., & Bhosale, H. J. (2015). Phosphate solubilization by stress-tolerant soil fungus *Talaromyces funiculosus* SLS8 isolated from the Neem rhizosphere. *Annals of Microbiology*, 65(1), 85-93. <https://doi.org/10.1007/s13213-014-0839-6>.
- Khan, A. L., Hamayun, M., Kim, Y. H., Kang, S. M., & Lee, I. J. (2011). Ameliorative symbiosis of endophyte (*Penicillium funiculosum* LHL06) under salt stress elevated plant growth of Glycine max L. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49(8), 852-861.
- Kotan, R. (2020). *Tarımda Biyolojik Çözümler*. Harman Yayıncılık, İstanbul, ISBN: 978-605-68060-4-9. Haziran 2020. s.158.
- Matias, S. R., Pagano, M. C., Muzzi, F. C., Oliveira, C. A., Carneiro, A. A., Horta, S. N., & Scotti, M. R. (2009). Effect of rhizobia, mycorrhizal fungi and phosphate-solubilizing microorganisms in the rhizosphere of native plants used to recover an iron ore area in Brazil. *European Journal of Soil Biology*, 45(3), 259-266.
- Matias, S. R., Pagano, M. C., Muzzi, F. C., Oliveira, C. A., Carneiro, A. A., Horta, S. N., & Scotti, M. R. (2009). Effect of rhizobia, mycorrhizal fungi and phosphate-solubilizing microorganisms in the rhizosphere of native plants used to recover an iron ore area in Brazil. *European Journal of Soil Biology*, 45(3), 259-266.
- Meena, V. S., Meena, S. K., Verma, J. P., Kumar, A., Aeron, A., Mishra, P. K., Bisht, J. K., Pattanayak, A., Naveed, M., & Dotaniya, M. L. (2017). Plant beneficial rhizospheric microorganism (PBRM) strategies to improve nutrients use efficiency: a review. *Ecological Engineering*, 107, 8-32.
- Mendes, G.D.O., Freitas, A.L.M., Pereira, O.L., Silva, I.R., Vassilev, N.B., & Costa, M.D. (2014). Mechanisms of phosphate solubilization by fungal isolates when exposed to different P sources. *AnnMicrobiol.*, 64(1): 239–249. <https://doi.org/10.1007/s13213-013-0656-3>
- Merlin, J. N., Christudas, I. V. S. N., Kumar, P. P., & Agastian, P. (2013). Optimization of growth and bioactive metabolite production: *Fusarium solani*. *Asian J Pharm Clin Res*, 6(3), 98-103.
- Mukhtar, I., Quan, X., Chou, T., Huang, Q., Yan, J., Chen, B., ... & Xie, B. (2019). First report of *Talaromyces funiculosus* causing fruit core rot of peach (*Prunus persica*) in China. *Plant disease*, 103(8), 2124. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-18-2050-PDN>.
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 651-681.
- Mustafa, Z., Akkaya, M., & Olmez, F. (2022). Use of ImageJ Image Processing Software in Fungal Growth Tracking. IV. Balkan Agricultural Congress, 31 August – 02 September 2022, Edirne, Turkey.
- Naraghi, L., Heydari, A., Rezaee, S., & Razavi, M. (2012). Biocontrol agent *Talaromyces flavus* stimulates the growth of cotton and potato. *Journal of Plant Growth Regulation*, 31, 471-477.
- Narsian, V., & Patel, H. H. (2000). *Aspergillus aculeatus* as a rock phosphate solubilizer. *Soil Biology and Biochemistry*, 32(4), 559-565.
- Numan, M., Bashir, S., Khan, Y., Mumtaz, R., Shinwari, Z. K., Khan, A. L., ... & Ahmed, A. H. (2018). Plant growth promoting bacteria as an alternative strategy for salt tolerance in plants: a review. *Microbiological research*, 209, 21-32.
- Osorio, N. W., & Habte, M. (2001). Synergistic influence of an arbuscular mycorrhizal fungus and a P solubilizing fungus on growth and P uptake of *Leucaena leucocephala* in an Oxisol. *Arid Land Research and Management*, 15(3), 263-274.
- Pereira, E., Santos, A., Reis, F., Tavares, R. M., Baptista, P., Lino-Neto, T., & Almeida-Aguiar, C. (2013). A new effective assay to detect antimicrobial activity of filamentous fungi. *Microbiological research*, 168(1), 1-5.
- Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (1977). Influence of solute and hydrogen ion concentration on the water relations of some xerophilic fungi. *Microbiology*, 101(1), 35-40.
- Pradhan, N., & Sukla, L. B. (2006). Solubilization of inorganic phosphates by fungi isolated from agriculture soil. *African Journal of Biotechnology*, 5(10).
- Relwani, L., Krishna, P., & Sudhakara Reddy, M. (2008). Effect of carbon and nitrogen sources on phosphate solubilization by a wild-type strain and UV-induced mutants of *Aspergillus tubingensis*. *Current microbiology*, 57, 401-406.



- Roos, W., & Luckner, M. (1984). Relationships between proton extrusion and fluxes of ammonium ions and organic acids in *Penicillium cyclopium*. *Microbiology*, 130(4), 1007-1014.
- Sahoo, H. R., & Gupta, N. (2014). Phosphate-solubilizing fungi: impact on growth and development of economically important plants. *Phosphate Solubilizing Microorganisms: Principles and Application of Microphos Technology*, 87-111.
- Scervino, J. M., Mesa, M. P., Della Mónica, I., Recchi, M., Sarmiento Moreno, N., & Godeas, A. (2010). Soil fungal isolates produce different organic acid patterns involved in phosphate salts solubilization. *Biology and fertility of soils*, 46, 755-763.
- Scervino, J. M., Papinutti, V. L., Godoy, M. S., Rodriguez, M. A., Della Monica, I., Recchi, M., ... & Godeas, A. M. (2011). Medium pH, carbon and nitrogen concentrations modulate the phosphate solubilization efficiency of *Penicillium purpurogenum* through organic acid production. *Journal of applied microbiology*, 110(5), 1215-1223.
- Seshadri, S., Ignacimuthu, S., & Lakshminarasimhan, C. (2004). Effect of nitrogen and carbon sources on the inorganic phosphate solubilization by different *Aspergillus niger* strains. *Chemical Engineering Communications*, 191(8), 1043-1052.
- Seshadri, S., Ignacimuthu, S., & Lakshminarasimhan, C. (2004). Effect of nitrogen and carbon sources on the inorganic phosphate solubilization by different *Aspergillus niger* strains. *Chemical Engineering Communications*, 191(8), 1043-1052.
- Sharma, S. B., Sayyed, R. Z., Trivedi, M. H., & Gobi, T. A. (2013). Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *SpringerPlus*, 2, 1-14. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-587> PMID: 25674415
- Singal, R., Gupta, R., & Saxena, R. K. (1994). Rock phosphate solubilization under alkaline conditions by *Aspergillus japonicus* and *A. foetidus*. *Folia microbiologica*, 39, 33-36.
- Singh, D. P., Prabha, R., & Gupta, V. K. (2019). Microbial inoculants for sustainable crop management. *Microbial Interventions in Agriculture and Environment: Volume 2: Rhizosphere, Microbiome and Agro-ecology*, 1-35.
- Sönmez, İ., Kaplan, M., & Sönmez, S. (2008). Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. *Derim*, 25(2), 24-34.
- Srividya, S., Soumya, S., & Pooja, K. (2009). Influence of environmental factors and salinity on phosphate solubilization by a newly isolated *Aspergillus niger* F7 from agricultural soil. *African Journal of Biotechnology*, 8(9).
- Sun, B. D., Chen, A. J., Houbraken, J., Frisvad, J. C., Wu, W. P., Wei, H. L., ... & Samson, R. A. (2020). New section and species in *Talaromyces*. *MycKeys*, 68, 75–113.
- Tiryaki, O., Canhilal, R., & Horuz, S., 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. Erciyes üniversitesi fen bilimleri enstitüsü fen bilimleri dergisi, 26(2), 154-169.
- Türkölmez, Ş., Abdullah, E. R. E. N., Göksel, Ö. Z. E. R., & Derviş, S. (2022). The effect of *Talaromyces funiculosus* ST976 isolated from pistacia vera rhizosphere on phosphorus solubility in soil samples with different physicochemical properties. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(5), 1077-1085.
- Vassilev, N., Vassileva, M., & Nikolaeva, I. (2006). Simultaneous P-solubilizing and biocontrol activity of microorganisms: potentials and future trends. *Applied microbiology and biotechnology*, 71, 137-144.
- Wang, M., Li, Z., Fang, X., Wang, L., & Qu, Y. (2012). Cellulolytic enzyme production and enzymatic hydrolysis for second-generation bioethanol production. *Biotechnology in China III: biofuels and bioenergy*, 1-24. [https://doi.org/10.1007/10\\_2011\\_131](https://doi.org/10.1007/10_2011_131).
- Whitelaw, M. A. (1999). Growth promotion of plants inoculated with phosphate-solubilizing fungi. *Advances in agronomy*, 69, 99-151.
- Whitelaw, M. A., Harden, T. J., & Helyar, K. R. (1999). Phosphate solubilisation in solution culture by the soil fungus *Penicillium radicum*. *Soil biology and biochemistry*, 31(5), 655-665.
- Yadav, J., Verma, J. P., & Tiwari, K. N. (2011). Solubilization of tricalcium phosphate by fungus *Aspergillus niger* at different carbon source and salinity. *Trends in Applied Sciences Research*, 6(6), 606.
- Yilmaz, N., Visagie, C. M., Houbraken, J., Frisvad, J. C., & Samson, R. A. (2014). Polyphasic taxonomy of the genus *Talaromyces*. *Studies in Mycology*, 78, 175-341. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.08.001>
- Zaidi, A., & Khan, M. S. (2007). Stimulatory effects of dual inoculation with phosphate solubilising microorganisms and arbuscular mycorrhizal fungus on chickpea. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47(8), 1016-1022.

## New Contributions for Cleridae (Coleoptera: Cleroidea) Biodiversity of Türkiye

Yeşim BULAK KORKMAZ<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 25240 Erzurum, Türkiye

\*Corresponding author e-posta: [yesim.bulak@atauni.edu.tr](mailto:yesim.bulak@atauni.edu.tr)

Geliş Tarihi: 27.06.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 19.09.2024 Kabul Tarihi: 20.09.2024

### ABSTRACT

This study is based on material from the family Cleridae collected from various localities in Türkiye. The collected specimens were identified, and faunistic records for 16 species belonging to two genera and two subfamilies are provided. Among these, the genus *Trichodes* Herbst, 1792 was found to be the most abundant and widespread. Notably, 94% of the species identified belong to the genus *Trichodes*. Additionally, new localities were discovered for 11 species. The study also presents information on the vertical distribution, phenology, and geographical distribution of all species.

**Key words:** Coleoptera, Cleridae, *Trichodes*, Türkiye.

### Türkiye'nin Cleridae (Coleoptera: Cleroidea) Biyoçeşitliliğine Yeni Katkılar

#### ÖZ

Bu çalışmanın materyalini Türkiye'nin farklı lokalitelerinden toplanan Cleridae familyasına ait örnekler oluşturmaktadır. Toplanan türler içerisinde iki altfamilyaya bağlı iki cinsten toplam 16 tür tespit edilmiştir. Bunların arasında en fazla türe sahip olan cins *Trichodes* Herbst 1792'tir. Tespit edilen türlerin %94'ü *Trichodes* cinsine aittir. Ayrıca 11 tür içinde yeni lokaliteler verilmiştir. Ayrıca tüm türler için dikey dağılımlar, fenolojiler ve coğrafik dağılımlar verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Coleoptera, Cleridae, *Trichodes*, Türkiye.

### INTRODUCTION

The family Cleridae is small family of Coleoptera, also known as checkered beetles, is a beetle group comprising approximately 3700 species, primarily predaceous on other insects, especially during their larval stage (Bulak et al., 2012; Gerstmeier, 2000; Opitz, 2002). In the Palaearctic Region approximately 350 species occur (Löbl and Smetana 2007). These beetles have been described from all terrestrial zoogeographical realms worldwide, except for the Antarctic region but species are more numerous in tropical and subtropical areas. Checkered beetles commonly engage in feeding on pollen as a supplementary protein source. Additionally, certain genera of these beetles have been found to have associations with carrion and stored animal products (Leavengood, 2008; Gunter et al., 2013; Gerstmeier, 2000). Türkiye is one of the most interesting countries regarding zoogeography and biodiversity. Some faunistic studies about Cleridae have been conducted both some foreign and native researchers in Türkiye (Bulak, 2011; Bulak et al., 2012; Demir, 2008; Dikmen and Özulug, 2018; Löbl and Smetana, 2007; Öncüer, 1991; Sarıkaya and Ibis, 2016; Zimmermann, 1971, 1973).

The aim of this study is to identify the Cleridae species collected of Türkiye, to make this data available to both researchers and interested people. In additional to contribute the biodiversity.

## MATERIAL AND METHODS

The material of the Cleridae was collected from various localities of Türkiye between 2001 and 2023. The specimens for this study were collected by sweeping through flowering plants. Provinces of the collected specimens are given in alphabetical order in the following list. The specimens are deposited in the Entomology Museum, Erzurum, Türkiye (EMET).

## RESULTS AND DISCUSSION

In this study, a total of 16 samples belonging to two genera of subfamily Clerinae and Tillinae are given. Additionally, new localities were given for 11 species and approximately 62% of the new localities are in the Eastern Anatolia Region.

**Subfamily:** Clerinae Latreille 1802

**Genus:** *Trichodes* Herbst 1792

***Trichodes affinis*** Chevrolat, 1843

**Material examined: Erzurum:** Oltu, Çamlıbel, 1750 m, 15.X.2001, 1 ex., leg. G. Tozlu, Pasinler, Sansar Deresi, 1877 m, 17.VII.2011, 1 ex., leg. Y. Bulak.

**Distribution in Türkiye:** Konya, Kayseri (Zimmermann, 1971); Ankara, Antalya, Burdur, Karaman, Kayseri, Konya, Manisa, Mersin, Niğde (Demir, 2008).

**Remark:** New record for fauna of Erzurum province.

***Trichodes alberti*** Escherich, 1894

**Material examined: Erzurum:** Uzundere, Çamlıyamaç, 1290 m, 07.VIII.2011, 2 exs., leg. Y. Bulak.

**Distribution in Türkiye:** Ankara, Kırşehir (Demir, 2008).

**Remark:** New record for fauna of Erzurum province.

***Trichodes aparius*** (Linnaeus, 1758)

**Material examined: Ankara:** Kızılcahamam, Sipahiler, 975 m, 27.VI.2011, 1 ex., leg. G. Bölük. **Erzurum:** Uzundere, Çamlıyamaç, 1290 m, 07.VIII.2011, 2 exs., leg. Y. Bulak.

**Distribution in Türkiye:** Yozgat (Demir, 2008); Bayburt, Erzurum (Bulak et al., 2012).

**Remark:** New record for fauna of Ankara province.

***Trichodes crabroniformis*** (Fabricius, 1787)

**Material examined: Antalya:** Serik, Kocayatak, 10 m, 30.VI.2012, 1 ex., leg. D.G. Sevinç.

**Distribution in Türkiye:** Adana, Ankara, Aydın, Bilecik, Bursa, Denizli, Eskişehir, İstanbul, İzmir, İzmit, Kahramanmaraş, Konya, Manisa, Tekirdağ, Tokat (Zimmermann, 1971); Ankara, Antalya, Denizli, Isparta (Demir, 2008); Burdur, Erzurum, Gümüşhane, Iğdır, Konya (Bulak et al., 2012).

***Trichodes ephippiger*** Chevrolat, 1874

**Material examined: Bingöl:** 5 km East, 1155 m, 30.V.2002, 3 exs., leg. H. Özbek.

**Distribution in Türkiye:** Artvin, Bingöl, Diyarbakır, Erzurum (Bulak et al., 2012).

***Trichodes inermis*** Reitter, 1894

**Material examined: Bingöl:** Solhan, Başakköy, 1395 m, 26.VI.2000, 1 ex., leg. M. Kesdek. **Erzurum:** Tortum, Derekapı, 1247 m, 13.VII.2011, 1 ex., leg. Y. Bulak.

**Distribution in Türkiye:** Adana, Aksaray, Karaman, Kayseri, Mersin, Nevşehir, Niğde (Demir, 2008).

**Remark:** New record for fauna of Bingöl and Erzurum provinces.

***Trichodes insignis*** Fischer von Waldheim, 1829

**Material examined: Erzurum:** Narman, Kireçli, 2000 m, 02.VII.2000, 1 ex., leg. C. Güçlü, Olur, Boğazgören, 1155 m, 23.VI.2011, 1 ex., leg. Y. Bulak.

**Distribution in Türkiye:** Bayburt, Iğdır, Tunceli (Bulak et al., 2012).

**Remark:** New record for fauna of Erzurum province.

***Trichodes longissimus*** (Abeille, 1881)

**Material examined: Erzurum:** İspir, Kan, 1316 m, 22.VI.2011, 1 ex., leg. Y. Bulak, **Konya:** Güneysınır, Gurağaç, 1071 m, 04.VII.2000, 1 ex., leg. M. Kesdek.

**Distribution in Türkiye:** Adana, Aksaray, Antalya, Artvin, Hatay, Isparta, Karaman, Kayseri, Konya, Mersin, Niğde, Osmaniye (Demir, 2008); Ankara, Artvin, Balıkesir, Burdur, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Kars, Konya, Mersin, Muş, Iğdır, İzmir (Bulak et al., 2012).

***Trichodes oberthueri*** (Chanipenois, 1900)

**Material examined: Elazığ:** Akçakiraz, 893 m, 19.V.2023, 1 ex., leg. Y. Bulak Korkmaz.

**Distribution in Türkiye:** Diyarbakır (Bulak et al., 2012).

**Remark:** New record for fauna of Elazığ province.

***Trichodes pulcherrimus*** Escherich, 1892

**Material examined:** Ankara: Polatlı, 850 m, 25.VI.2011, 1ex., leg. G. Bölük. **Isparta:** Eğirdir, Yukarı Gökdere, 1000 m, 25.V.2004, 1ex., leg. H. Özbek.

**Distribution in Türkiye:** Bitlis, Hakkari, Konya, Mardin, Tunceli, Van, (Zimmermann, 1971, 1973); Erzincan, Kayseri (Demir, 2008).

**Remark:** New record for fauna of Ankara and Isparta provinces.

**Trichodes punctatus** Fischer von Waldheim, 1829

**Material examined:** Elazığ: Akçakiraz, 893 m, 19.V.2023, 1 ex., leg. Y. Bulak Korkmaz. **Erzurum:** Horasan, Çiftlik, 1546 m, 17.VII.2011, 1 ex., leg. Y. Bulak, Pasinler, Yayla, 1990 m, 1 ex., leg. Y. Bulak, Olur, Boğazgören, 1168 m, 19.VII.2012, 1 ex., leg. Y. Bulak. **Iğdır:** Tuzluca, Eğrekdere, 1295 m, 31.VIII.2013, 1 ex., leg. Y. Bulak Korkmaz.

**Distribution in Türkiye:** Ankara, Antalya, Isparta, İzmir, Karaman, Manisa, Mersin, Muğla, Nevşehir, Niğde, Osmaniye, Yozgat (Demir, 2008); Artvin, Bilecik, Erzincan, Erzurum, Kars, Iğdır (Bulak et al., 2012).

**Remark:** New record for fauna of Elazığ province.

**Trichodes quadriguttatus** Adams, 1817

**Material examined:** Erzincan: Üzümlü, 1200 m, 25.V.2001, 1 ex., leg. C. Güçlü. **Erzurum:** Kopdağı, 2200 m, 16.VI.2000, 1 ex., leg. Ö. Çalmaşur, Küçükgeçit, 1709 m, 23.VII.2011, 1 ex., leg. Y. Bulak.

**Distribution in Türkiye:** Adana, Ankara, Antalya, Aksaray, Artvin, Çorum, Denizli, Erzincan, Isparta, Kahramanmaraş, Karaman, Kayseri, Kırşehir, Mersin, Nevşehir, Niğde, Yozgat (Demir, 2008); Antalya, Artvin, Bayburt, Diyarbakır, Erzincan, Erzurum, Iğdır, Rize (Bulak et al., 2012); Malatya (Háva, 2018).

**Trichodes sexpustulatus** Chevrolat, 1874

**Material examined:** Erzurum: Narman, Araköy, 1472 m, 23.VI.2011, 1ex., leg. Y. Bulak, Oltu, Çamlıbel, 1750 m, 15.VII.2001, 1ex., 15.X.2010, 2 exs., leg. H. Özbek.

**Distribution in Türkiye:** Ankara, Antalya, Erzurum, Gümüşhane, Kayseri, Malatya, Niğde, Trabzon, Tunceli, Van (Zimmermann, 1971, 1973); Adana, Artvin, Erzurum (Demir, 2008).

**Trichodes sipylus** (Linnaeus, 1758)

**Material examined:** Erzurum: Horasan, Çiftlik, 1546 m, 17.VII.2011, 1 ex., leg. Y. Bulak, Oltu, Toprakkale, 1436 m, 23.VI.2011, 1ex., leg. Y. Bulak.

**Distribution in Türkiye:** Adana, Ankara, Antalya, Isparta, Kayseri, Nevşehir, Niğde (Demir, 2008); Erzincan, Erzurum, Iğdır (Bulak et al., 2012).

**Trichodes suspectus** Escherich, 1892

**Material examined:** Bitlis: Aşağı Kolbaşı, 1700 m, 22.VII.2003, 1 ex., leg. H. Özbek.

**Distribution in Türkiye:** Antalya, Artvin, Hatay, Osmaniye, Rize (Zimmermann, 1971, 1973); Adana, Kahramanmaraş, Karaman, Konya, Mersin, Niğde, Osmaniye (Demir, 2008).

**Remark:** New record for fauna of Bitlis province.

**Subfamily:** Tillinae Leach, 1815

**Genus:** Tilloidea Laporte de Castelnau, 1832

**Tilloidea transversalis** Charpentier, 1825

**Material examined:** Adıyaman: Gölbaşı, 37°44' 25" N, 37°55' 26" E, 600 m, 09.V.2002, 1 ex., leg. H. Özbek.

**Distribution in Türkiye:** Eskişehir (Bulak et al., 2012); İstanbul (Dikmen and Özulug, 2018).

**Remark:** New record for fauna of Adıyaman province.

**Table 1.** The distribution of collected species in Türkiye

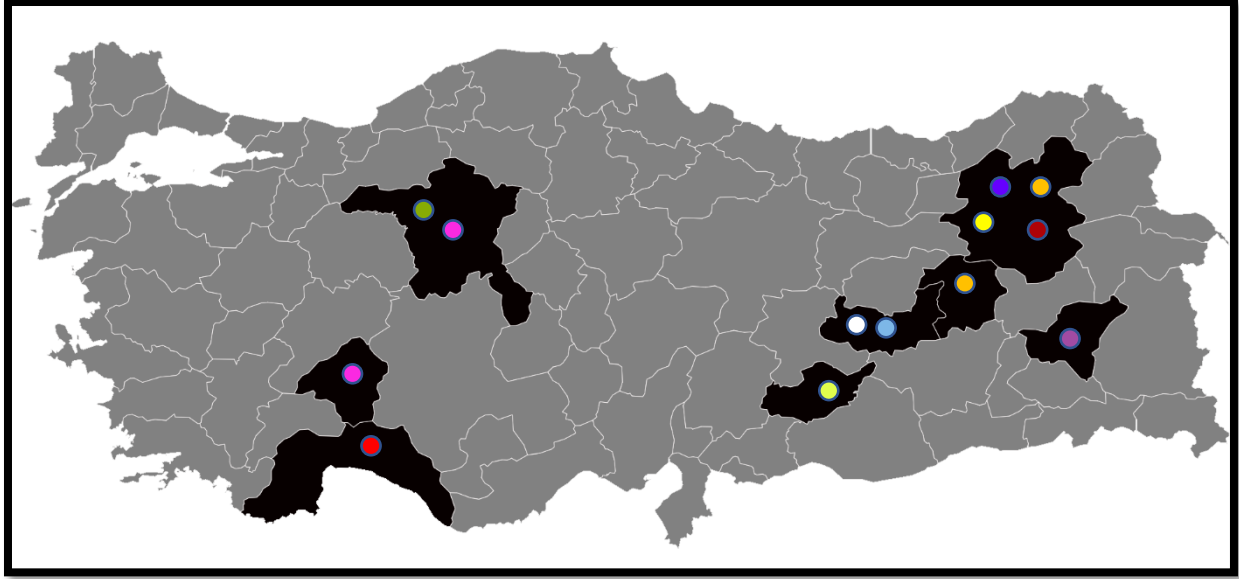
Data of collected species: VD: Vertical distribution, SD: Seasonal dynamics, GR: Geographical regions, DT: Distributions in Türkiye.

Names of Taxa	VD	SD	GR	DT
<b>SUBFAMILY CLERINAE LATREILLE 1802</b>				
<i>Trichodes affinis</i> Chevrolat, 1843	F, G	Jl, O	EAR	Erzurum
<i>Trichodes alberti</i> Escherich, 1894	E	Aug	EAR	Erzurum
<i>Trichodes apiarius</i> (Linnaeus, 1758)	C, E	J, Aug	CAR, EAR	Ankara, Erzurum
<i>Trichodes crabroniformis</i> (Fabricius, 1787)	A	J	MDR	Antalya
<i>Trichodes ephippiger</i> Chevrolat, 1874	D	M	EAR	Bingöl
<i>Trichodes inermis</i> Reitter, 1894	D, E	J, Jl	EAR	Bingöl, Erzurum
<i>Trichodes insignis</i> Fischer von Waldheim, 1829	D, G,	J, Jl	EAR	Erzurum
<i>Trichodes longissimus</i> (Abeille, 1881)	D, E	J, Jl	CAR, EAR	Erzurum, Konya
<i>Trichodes oberthueri</i> (Chanipenois, 1900)	C	M	EAR	Elazığ
<i>Trichodes pulcherrimus</i> Escherich, 1892	C	M, J	CAR, MDR	Ankara, Isparta
<i>Trichodes punctatus</i> Fischer von Waldheim, 1829	C, D, E, F, G	M, Jl, Aug	EAR	Elazığ, Erzurum, İğdır
<i>Trichodes quadriguttatus</i> Adams, 1817	D, F, H	M, J, Jl,	EAR	Erzincan, Erzurum
<i>Trichodes sexpustulatus</i> Chevrolat, 1874	E, F,	J, Jl, O	EAR	Erzurum
<i>Trichodes sipylus</i> (Linnaeus, 1758)	E, F	J, Jl	EAR	Erzurum
<i>Trichodes suspectus</i> Escherich, 1892	F	Jl	EAR	Bitlis
<b>SUBFAMILY TILLINAE LEACH, 1815</b>				
<i>Tilloidea transversalis</i> (Charpentier, 1825)	B	M	SAR	Adıyaman

VD (Vertical distribution) (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. M: May, J: June, Jl: July, Aug: August, S: September, O: October, N: November. CAR: Central Anatolian Region, EAR: Eastern Anatolia Region, MDR: Mediterranean Region, SAR: Southeastern Anatolia Region.

According to Table 1, Although *T. punctatus* collected from five different altitudes, *Trichodes quadriguttatus* collected from three altitude. Seven of the total species collected from only one altitude range. The fact remains that the majority of species were found within the range of 1251-1500 m. *Trichodes crabroniformis*, *Trichodes quadriguttatus* and *Tilloidea transversalis* have been collected from a single altitudinal range respectively (0-500 m), (2001-2500 m) and (501-750 m).

The seasonal activities of insects significant importance. The specimens in the study were evaluated from this perspective as well. These species were generally collected during the months of May, June, and July. However, the populations had more dense in June and July (Table 1). *Trichodes punctatus* and *Trichodes quadriguttatus* collected in three different months in a year. These species have a very high adaptations various altitude and different climate conditions.



<i>Trichodes affinis</i> Chevrolat, 1843	●	<i>Trichodes oberthueri</i> (Chanipenois, 1900)	●
<i>Trichodes alberti</i> Escherich, 1894	●	<i>Trichodes pulcherrimus</i> Escherich, 1892	●
<i>Trichodes apiarius</i> (Linnaeus, 1758)	●	<i>Trichodes punctatus</i> Fischer von Waldheim, 1829	○
<i>Trichodes crabroniformis</i> (Fabricius, 1787)	●	<i>Trichodes suspectus</i> Escherich, 1892	●
<i>Trichodes inermis</i> Reitter, 1894	●	<i>Tilloidea transversalis</i> (Charpentier, 1825)	●
<i>Trichodes insignis</i> Fischer von Waldheim, 1829			●

**Figure 1.** New locality record of species

With this study, New localities have been identified in Turkey for 11 species. Ten of these species belong to the *Trichodes* genus and one belongs to the *Tilloidea* genus. Moreover, *Trichodes affinis*, *Trichodes alberti*, *Trichodes inermis* and *Trichodes insignis* species are a new record for Erzurum. *Trichodes apiarius* and *Trichodes pulcherrimus* are a new record for Ankara. *Trichodes oberthueri* and *Trichodes punctatus* are a new record for Elazığ. *Trichodes inermis* is a new record for Bingöl. *Trichodes pulcherrimus* is a new record for Isparta. *Trichodes crabroniformis* is a new record for Antalya. *Trichodes suspectus* is a new record for Bitlis. *Tilloidea transversalis* is a new record for Adıyaman (Figure 1).

In summary, it can be said that any new faunistic data discovered that will be found and recorded will be beneficial for future research and scholars focused on the Cleridae.

**Declaration of competing interest:** The author reports no declarations of interest

**Acknowledgment:** The author wishes to thank the following individuals for kindly helping in the collection of the material: Dr. H. Özbek, Dr. İ. Aslan, Dr. G. Tozlu, Dr. Ö. Çalmaşur, Dr. M. Kesdek, Dr. C. Güçlü, D. G. Sevinç and G. Bölük.

#### AUTHOR ORCID NUMBERS

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

#### REFERENCES

- Bulak, Y. 2011. Erzurum ili Cleridae (Coleoptera) Türleri Üzerinde Faunistik ve Sistemik Çalışmalar. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 39 s. [In Turkish].
- Bulak, Y., Yıldırım, E., and Gerstmeier, R. 2012. Contribution to the knowledge of the Cleridae (Coleoptera) fauna of Turkey. *Entomofauna*, 33(23), 325-332.
- Demir, M. 2008. Gazi Üniversitesi Zooloji Müzesindeki Cleridae (Coleoptera) örneklerinin sistemik ve faunistik değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 83 s. [In Turkish].

- Dikmen, F. and Özuluğ, O. 2018. Insect (Coleoptera and Orthoptera) species of İstanbul in the Zoology Collection of İstanbul University. *Turkish Journal of Bioscience and Collections*, 2(1), 27-43.
- Gerstmeier, R. 2000. Aktueller Stand der Buntkäfer-Forschung (Coleoptera, Cleridae, Thanerocleridae). *Entomologica Basiliensia*, 22, 169-178.
- Gunter, N. L., Leavengood, J.M., Bartlett, J.S., Chapman, E.G. and Cameron, S.L. 2013. A molecular phylogeny of the checkered beetles and a description of Epiclininae a new subfamily (Coleoptera: Cleroidea: Cleridae). *Systematic Entomology*, 38, 626-636
- Háva, J. 2018. Thirteen teratological beetles (Coleoptera: Cerambycidae, Cleridae, Chrysomelidae, Dermestidae, Elateridae, Lucanidae, Scarabaeidae, Silphidae, Tenebrionidae). *Calodema*, 627, 1-8.
- Leavengood, J. M. 2008. *The checkered beetles (Coleoptera: Cleridae) of Florida*. M.S. thesis, University of Florida, Gainesville, FL. 206 pp.
- Löbl, I. and Smetana, A. 2007. *Catalogue of Palaearctic Coleoptera*. Vol. 4, Elateroidea, Derodontoidea, Bostrichoidea, Lymexyloidea, Cleroidea, Cucujoidea. Apollo Books, Stenstrup, Denmark, 935 pp.
- Opitz, W. 2002. 73. *American Beetles*. Volume 2. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. CRC Press, Boca Raton, USA, 267-280 pp.
- Öncüer, C. 1991. *Türkiye Bitki Zararlısı Böceklerinin Parazit ve Predatör Kataloğu*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 505: 70-74. [In Turkish].
- Sarikaya, O. and Ibis, H. M. 2016. Predatory Species of Bark Beetles in the Pine Forests of Izmir Region in Turkey with New Records for Turkish Fauna. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26 (3), 651–656p.
- Zimmermann, S. 1971. Ergebnisse Zoologischer Sammelreisen in der Türkei, Gattung Trichodes Herbst (Cleridae, Coleoptera). *Ann. Naturhistor. Mus. Wien* 75: 591- 625.
- Zimmermann, S. 1973. Nachtrag zu: Ergebnisse Zoologischer Sammelreisen in der Türkei, Gattung Trichodes Herbst (Cleridae, Coleoptera). *Ann. Naturhistor. Mus. Wien* 77: 409- 419.



## Yeşilirmak Nehrinde Bazı Sulama Suyu Kalite Parametrelerinin Eğilim Analizi ve Değerlendirilmesi

Elif SÜRÜCÜ<sup>1</sup>, Yasin DEMİR<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Bingöl

<sup>2</sup> Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bingöl

\*Sorumlu Yazar: [ydemir@bingol.edu.tr](mailto:ydemir@bingol.edu.tr)

Geliş Tarihi: 10.07.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 04.08.2024 Kabul Tarihi: 10.09.2024

### ÖZ

Su bütün canlıların yaşamlarını sürdürebilmesi için hayati bir öneme sahiptir. Artan nüfusla birlikte ekosistemde meydana gelen değişimler su kaynaklarının korunmasını ve izlenmesini zorunlu hale getirmiştir. Doğal veya suni etkiler neticesinde herhangi bir bölgedeki su miktarında ve kalitesinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi sürdürülebilirlik için önemlidir. Bu çalışmada Yeşilirmak nehrinin tarımsal sulama açısından önemli bazı su kalite parametreleri incelenerek trend analizi yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda Yeşilirmak nehrinin Samsun ili Çarşamba ilçesinde bulunan 14-07-00-027 nolu Su kalitesi gözlem istasyonunda Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından analiz edilen parametreler kullanılmıştır. Çalışma kapsamında 1995-2015 yılları arasında belirlenmiş olan akım debisi, pH, elektriksel iletkenlik, sodyum, kalsiyum, magnezyum, potasyum, klor, karbonat, bikarbonat, sülfat, bor, sodyum absorpsiyon oranı ve yüzde sodyum parametreleri kullanılmıştır. Çalışmada parametrelerin trend analizi için, parametrik ve non-parametrik analizlerde yaygın olarak kullanılan Mann-Kendall yöntemi kullanılmıştır. Trend analizi sonuçları anlamlılık düzeyine göre beş sınıfta değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre suyun debisinde Ocak ayında, pH ve karbonat içeriğinde ise Şubat ayında anlamlı pozitif trend meydana gelmiştir. Suyun elektriksel iletkenlik değeri ile kalsiyum+magnezyum içeriğinde Ocak ayında anlamlı negatif trend meydana gelmiştir. Diğer sonuçlarda anlamlı bir trend tespit edilmemiştir. Sulama sezonu olan aylarda anlamlı trendlerin olmaması dikkat çekmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Yeşilirmak, sulama suyu kalitesi, trend analizi, su kirliliği, Mann-Kendall

## Trend Analysis and Evaluation of Some Irrigation Water Quality Parameters in Yeşilirmak River

### ABSTRACT

Water is of vital importance for all living things to survive. Changes in the ecosystem along with the increasing population have made it necessary to protect and monitor water resources. Determining the changes in water quantity and quality in any region as a result of natural or artificial effects is important for sustainability. In this study, some water quality parameters of the Yeşilirmak River in terms of agricultural irrigation were investigated and a trend analysis was made. For this purpose, the parameters analyzed by the State Hydraulic Works (DSİ) at the Water quality observation station numbered 47-00-27 located in Çarşamba district of Samsun province of Yeşilirmak river were used. Within the scope of the study, were used that flow rate, pH, electrical conductivity, sodium, calcium, magnesium, potassium, chlorine, carbonate, bicarbonate, sulfate, boron, sodium absorption rate and percent sodium parameters determined between 1995 and 2015. In the study, the Mann-Kendall method, which is widely used in parametric and non-parametric analyses, was used for trend analysis of the parameters. Trend analysis results were evaluated in five levels of significance. According to the analysis results, a significant positive trend occurred in water flow rate in January and pH and carbonate content in February. A significant negative trend occurred in the electrical conductivity value and

calcium+magnesium content of water in January. No significant trend was detected in other results. It was noteworthy that there were no significant trends in the months of the irrigation season.

**Key words:** Yeşilirmak, irrigation water quality, trend analysis, water pollution, Mann-Kendall

## GİRİŞ

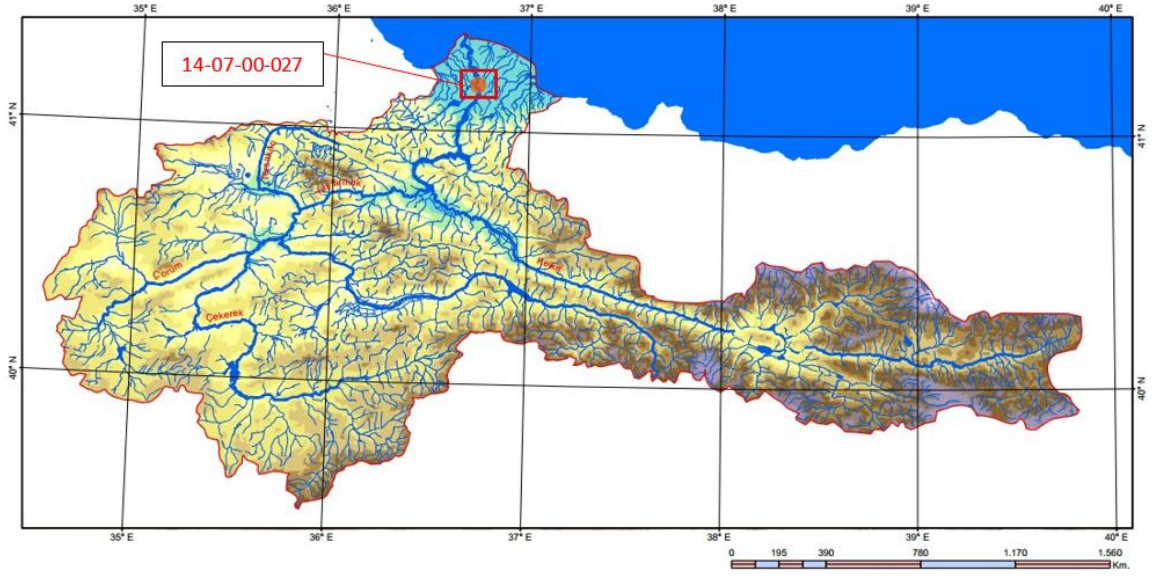
Günümüzde sanayileşme ve nüfusun artışıyla birlikte suya olan ihtiyaç da zamanla artmaktadır. Diğer taraftan su kaynaklarının farklı sebeplerle kirlenmesi, kullanılabilir su miktarını da kısıtlamaktadır. Su kirliliği; suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde, insan faaliyetlerinden kaynaklanan su kullanımını sınırlandıran veya tamamen engelleyen ve ekolojik dengenin bozulmasına yol açan değişiklik olarak açıklanabilmektedir. Bu durum esas olarak arıtılmamış veya yeterince arıtılmamış evsel ve endüstriyel atıkların su ortamına salınması ve tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübre ve pestisitlerin su ortamına boşaltılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Su kalitesi genellikle bir su kütlesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin toplamıdır. Su kirliliğinin engellenmesinde su kalitesi değişkenlerinin bilinmesi oldukça önem arz etmektedir.

Son yıllarda akarsulardaki suların tarım, sanayi ve evsel kullanımlardaki uygunluğunu değerlendirmek için birçok araştırmacı tarafından araştırma yapılmıştır. Gümüş ve Yenigün (2006) tarafından Aşağı Fırat Havzası'nda, dört akım gözlem istasyonu için trend analizi testleri uygulanmıştır. Araştırmacılar inceledikleri gözlem istasyonlarının ikisinde azalan yönde trendin olduğunu belirlemiştir. Cebe (2007) tarafından Türkiye'nin 26 akarsu havzasından 24'üne ait toplam 108 akım gözlem istasyonuna ait aylık ortalama akım verilerinin trend analizi yapılmıştır. Çalışmada, Türkiye'deki akarsuların genellikle azalan yönde trend gösterdiği tespit edilmiştir. Yenilmez ve ark. (2011) tarafından Eymir Gölü'ndeki bazı su kalite parametrelerindeki eğilimler 10 yıllık bir süre boyunca Mann-Kendall testi kullanılarak analiz edilmiştir. Eğilim testi sonuçlarına göre, Eymir Gölü'nde çözülmüş oksijen ve toplam askıda katı madde miktarı artış eğilimi gösterirken, toplam fosfor ise azalan bir eğilim göstermiştir. Doğan Demir ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada, Murat Nehri'nin sulama suyu olarak kullanılacak su kalitesi parametrelerindeki eğilimleri araştırmıştır. Analizler sonucunda Palu gözlem istasyonundaki suyun pH, sodyum, karbonat, sülfat, SAR değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar bu parametrelerdeki artış trendinin sulama ve aquakültür uygulamalarında sorunlar yaratabileceğine dikkat çekmiştir. Ay ve Kişi (2017) yaptıkları çalışmada Kızılırmak nehrinde bazı istasyonlardaki akımların trend analizini yapmışlardır. Mann-Kendall testinin uygulandığı analiz sonuçlarına göre Şefaati ve Salur akım gözlem istasyonlarında azalan yönde trendin olduğu, Kuylus ve Bulakbaşı istasyonlarında ise herhangi trendin olmadığı bildirilmiştir.

Karadeniz Bölgesi'nin en büyük iki nehri olan Kızılırmak ve Yeşilirmak, havzadaki beşeri faaliyetler ile tarım ve hayvancılık faaliyetleri nedeniyle yüksek kirlilik baskısı altında bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar Yeşilirmak nehri suyunun sadece sulama için uygun olduğunu göstermektedir (Şimşek ve ark., 2022). Ülkemizin en büyük tarım potansiyeline sahip ovalarından biri olan Çarşamba Ovası, Yeşilirmak Nehri'nin kıyısında bulunmaktadır. Bölge, aşırı tarım ve hayvancılıktan kaynaklanan tarımsal ve endüstriyel atıkların yanı sıra şehir merkezinden geçen nehirlerden de büyük ölçüde etkilenmektedir. Bu yüzden nehir suyu kalitesinin değerlendirilmesine gereksinim bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı Yeşilirmak Nehri'nde Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından 1995-2015 yılları arasında ölçülen önemli bazı sulama suyu kalitesi parametrelerinin eğilim analizini yapmaktır. Bu bağlamda Samsun ili Çarşamba ilçesindeki DSİ gözlem istasyonunda ölçülen bazı sulama suyu kalite parametreleri kullanılarak 20 yıllık bazda aylık ortalamalardaki değişimler ve yine aylık olarak eğilim analizleri yapılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Bu çalışma Yeşilirmak Havzasının en önemli su kaynağı olan Yeşilirmak Nehri'nde yürütülmüştür (Şekil 1). Çalışmada, Samsun ili Çarşamba ilçesinde bulunan DSİ'ye ait su kalitesi gözlem istasyonu veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Yeşilirmak Nehri, Köse Dağı'nın batı yamacından 2801 m yükseklikte doğar ve Çarşamba-Samsun ovasından Karadeniz'e dökülür (Soylu ve Gönülol, 2003). Çarşamba Ovası ise Türkiye'nin en büyük ovalarından biridir. Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'nin ortasında yer almaktadır. Çarşamba Ovası, Yeşilirmak Nehri'nin getirdiği alüvyonlarla oluşmuştur. Toprak taksonomisine göre alüvyonlu arazilerdeki toprakların çoğunluğu vertisol, inceptisol ve entisol toprak ordosunda sınıflandırılmıştır (Sağlam ve ark., 2011)



Şekil 1. Yeşilirmak havzası sayısal arazi haritası ve 14-07-00-027 nolu hidrometri gözlem istasyonu (Anonim,2024)

Çalışmanın mateyalini DSİ'den temin edilen 14-07-00-027 nolu istasyona ait sulama suyu kalite parametreleri oluşturmuştur. Bu doğrultuda trend analizi yapılmak üzere, akım ( $m^3 sn^{-1}$ ), pH, elektriksel iletkenlik ( $\mu s cm^{-1}$ ), sodyum ( $mg l^{-1}$ ), potasyum ( $mg l^{-1}$ ), kalsiyum+magnezyum ( $meq l^{-1}$ ), karbonat ( $meq l^{-1}$ ), bikarbonat ( $meq l^{-1}$ ), klorür ( $meq l^{-1}$ ), bor ( $mg l^{-1}$ ), sülfat ( $mg l^{-1}$ ) ve Sodyum Absorbsiyon Oranı (SAR) parametreleri kullanılmıştır. Akarsulardaki veriler genellikle normal dağılım göstermediklerinden non-parametrik eğilimleri tespit etmek yaygın olarak kullanılan Mann-Kendall yöntemi kullanılmıştır (Suhaila ve ark., 2010; Demir ve Demir, 2016).

Mann-Kendall Trend Testi, S aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} j \sum_{j=i+1}^n (X_j - X_i)$$

Burada; n; veri noktası sayısı,

$x_i$  ve  $x_j$ ; i ve j zaman serilerindeki ( $j > i$ ) veri değerleri,  $sgn(x_j - x_i)$ ; işaret fonksiyonu olup aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

$$sgn(X_j - X_i) = \begin{cases} +1 & \text{eğer } (X_j - X_i) > 0 \\ 0 & \text{eğer } (X_j - X_i) = 0 \\ -1 & \text{eğer } (X_j - X_i) < 0 \end{cases}$$

Hesalamada S'nin varyansı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$VAR(S) = \frac{1}{18}(n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^g t_p(t_p-1)(2t_p+5))$$

Burada;  $t_p$ , herhangi bir zamanın kapsamı ve tüm bağlantıların toplamıdır. n'nin 10'dan büyük olması için standart normal değişken Z, aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{eğer } S > 0 \\ 0 & \text{eğer } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{eğer } S < 0 \end{cases}$$

Hesaplama Pozitif Z değeri artan bir eğilimi, negatif Z değeri ise azalan bir eğilimi gösterir. Seçilen bir anlamlılık seviyesinde iki yönlü trendleri test ederken, Z'nin mutlak değeri  $Z_{\alpha/2}$ 'den büyükse trendin olmadığını belirten sıfır hipotezi reddedilir (Yu ve ark., 1993). Bu çalışmamızda %95 güven aralığında  $\alpha/2$  değeri normal dağılım tablolarına göre  $\pm 1.96$  olarak alınmıştır. Analiz sonucunda her bir su kalitesi parametresi trend Çizelge 1'deki gibi sınıflandırılmıştır.

Çizelge 1. İstatistiksel önem derecesine göre trendlerin sınıflandırılması

Z <sub>MK</sub>	Açıklama
Z <sub>MK</sub> < -1.96	Önemli Negatif Trend
0 < Z <sub>MK</sub> < -1.96	Önemsiz Negatif Trend
Z <sub>MK</sub> =0	Trend Yok
0 < Z <sub>MK</sub> < 1.96	Önemsiz Pozitif Trend
Z <sub>MK</sub> > 1.96	Önemli Pozitif Trend

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Su Örneklerinin Genel Özellikleri

Çalışmada değerlendirmeye alınan su kalite parametrelerine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel değerler hesaplanmıştır. Bu bağlamda Yeşilirmak üzerinde bulunan Çarşamba ilçesindeki 14-07-00-027 nolu su kalitesi gözlem istasyonunda 1995-2015 yılları arasında aylık olarak alınan su örneklerinin kalite parametrelerine ait ortalama, maximum (max), minimum (min) ve standart sapma (SD) değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Yeşilirmak nehrinde ortalama en yüksek akımın Mayıs ( $376.4 \text{ m}^3 \text{ sn}^{-1}$ ), ortalama en düşük akımın ise Temmuz ( $74.51 \text{ m}^3 \text{ sn}^{-1}$ ) ayında meydana geldiği görülmüştür. Bu verilere göre akımın yaklaşık %80 oranında azaldığı dikkat çekmiştir. Suyun pH değerinin aylık değişiminin çok fazla bir değişkenlik göstermediği anlaşılmaktadır. Yeşilirmak nehrinde ortalama en yüksek pH'nın Temmuz ve Şubat aylarında (8.16), ortalama en düşük pH ise Mayıs (8.02) ayında meydana geldiği görülmüştür. Suyun içerdiği toplam tuz konsantrasyonunun önemli bir göstergesi olan elektriksel iletkenlik değerlerine bakıldığında, ortalama en yüksek EC'nin Şubat aylarında ( $503.90 \mu\text{S cm}^{-1}$ ), ortalama en düşük EC ise Nisan ( $386.35 \mu\text{S cm}^{-1}$ ) ayında ölçülmüştür. Yeşilirmak Nehri'nde suyun katyon ve anyon içeriklerine bakıldığında, su örneklerinin ortalama en yüksek sodyum içeriğinin Şubat ( $1.22 \text{ mg l}^{-1}$ ), ortalama en düşük sodyum içeriğinin ise Nisan ( $0.76 \text{ mg l}^{-1}$ ) ayında ölçüldüğü belirlenmiştir. Önemli bir katyon olan potasyum içeriğine bakıldığında en yüksek ortalama Mayıs ayında  $0.11 \text{ mg l}^{-1}$  olarak gerçekleşmiştir. En düşük ortalama potasyum içeriği ise Nisan ayında  $0.04 \text{ mg l}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Çalışmada kalsiyum ve magnezyum katyonları toplam olarak ele alınmıştır. Buna göre en yüksek ortalama Ca+Mg içeriği Aralık ayında  $4.23 \text{ mg l}^{-1}$  olarak, en düşük ortalama Ca+Mg içeriği ise Nisan ve Mayıs aylarında  $3.35 \text{ mg l}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Yeşilirmak Nehri'nde ortalama en yüksek karbonat içeriği Kasım ayında ( $0.4 \text{ mg l}^{-1}$ ), en düşük ortalama karbonat içeriği ise Ağustos ve Eylül aylarında  $0.22 \text{ mg l}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Diğer yandan bikarbonat içeriği en yüksek ortalama Ocak ve Aralık aylarında  $3.48 \text{ mg l}^{-1}$  olarak gerçekleşmiştir. En düşük ortalama bikarbonat içeriği ise Nisan ayında  $2.73 \text{ mg l}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi en yüksek ortalama klor içeriği Şubat ve Eylül aylarında  $0.69 \text{ mg l}^{-1}$  olarak gerçekleşmiştir. En düşük ortalama klor içeriği ise Nisan ayında  $0.41 \text{ mg l}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre en yüksek ortalama sülfat değeri Şubat ayında  $1.12 \text{ mg l}^{-1}$  olarak tespit edilmiş, en düşük ortalama sülfat değeri ise Mayıs ayında  $0.69 \text{ mg l}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. Diğer yandan en yüksek ortalama bor içeriği Şubat ayında  $0.89 \text{ mg l}^{-1}$  olarak gerçekleşmiştir. En düşük ortalama bor içeriği ise Nisan ayında  $0.60 \text{ mg l}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Çalışmada suların katyon içerikleri ile beraber sodyumun bütün katyonlara oranı olan %Na da belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek ortalama % Na içeriği Şubat ayında % 21.78 olarak gerçekleşmiştir. En düşük ortalama %Na içeriği ise Mayıs ayında % 17.68 olarak belirlenmiştir. Gözlem yapılan aralıkta en yüksek %Na içerik değeri yine Şubat ayında bulunmuştur (% 65.52). Su kalitesinin belirlenmesi ve sınıflandırmasında kullanılan önemli bir parametre olan sodyum absorpsiyon oranı olan SAR değeri en yüksek ortalama Şubat ayında 0.89 olarak, En düşük ortalama SAR değeri ise Nisan ayında 0.60 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. DSİ'nin 14-07-00-027 nolu akım gözlem istasyonunda 1995-2015 yılları arasında yapılan örneklemlerde su kalite parametrelerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri

Parametreler	İstatistikler	Aylar												Yıllık Ort.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Akım (m <sup>3</sup> sn <sup>-1</sup> )	Ort.	165.38	153.43	243.76	289.57	376.40	175.96	74.51	101.66	78.79	76.59	138.58	174.68	170.78
	Max	244.51	208.35	576.02	572.51	1176.17	550.92	313.58	267.76	187.49	196.11	461.11	494.31	437.40
	Min	78.95	78.64	94.64	169.39	3.25	2.01	4.58	2.68	6.43	2.38	7.65	12.40	38.58
	SD	49.24	44.23	111.66	132.00	289.89	139.63	87.00	85.10	53.40	61.64	97.22	96.48	-
pH	Ort.	8.09	8.16	8.14	8.04	8.02	8.10	8.16	8.05	8.08	8.08	8.12	8.10	8.10
	Max	8.49	8.60	8.40	8.54	8.82	8.74	8.64	8.70	8.50	8.51	8.94	8.90	8.65
	Min	7.40	7.60	7.70	7.30	7.20	7.20	7.60	7.20	7.40	7.60	7.10	7.20	7.38
	SD	0.28	0.25	0.19	0.37	0.40	0.37	0.24	0.34	0.29	0.31	0.40	0.36	-
EC (µS cm <sup>-1</sup> )	Ort.	493.70	503.90	488.75	386.35	398.25	418.40	479.35	482.25	483.65	467.30	476.50	490.80	464.10
	Max	650.00	741.00	894.00	500.00	639.00	529.00	1067.00	800.00	911.00	908.00	700.00	650.00	749.08
	Min	253.00	421.00	125.00	138.00	125.00	286.00	372.00	388.00	272.00	65.00	350.00	294.00	257.42
	SD	91.22	73.61	130.43	92.61	104.72	53.46	150.03	105.91	132.88	182.09	75.30	88.03	-
Na (mg l <sup>-1</sup> )	Ort.	1.04	1.22	1.03	0.76	0.78	0.86	1.02	1.13	1.10	1.00	1.00	1.02	1.00
	Max	1.53	3.80	2.58	1.07	1.76	1.09	1.82	1.95	2.72	1.86	1.39	1.30	1.91
	Min	0.34	0.38	0.15	0.15	0.00	0.30	0.50	0.46	0.23	0.07	0.39	0.38	0.28
	SD	0.22	0.72	0.44	0.26	0.36	0.19	0.29	0.38	0.51	0.42	0.21	0.19	-
K (mg l <sup>-1</sup> )	Ort.	0.06	0.08	0.07	0.04	0.11	0.05	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07
	Max	0.12	0.39	0.45	0.07	1.02	0.12	0.16	0.14	0.31	0.17	0.08	0.13	0.26
	Min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	SD	0.03	0.08	0.09	0.02	0.22	0.03	0.04	0.03	0.07	0.04	0.02	0.03	-
Ca+Mg (mg l <sup>-1</sup> )	Ort.	4.19	4.18	4.12	3.35	3.35	3.56	4.04	4.07	4.04	3.93	4.13	4.23	3.93
	Max	5.24	5.20	6.70	4.30	4.50	4.70	9.90	6.60	7.10	9.10	6.04	5.80	6.27
	Min	2.32	2.00	1.20	1.20	1.30	1.98	3.10	3.10	2.60	0.60	2.72	2.50	2.05
	SD	0.71	0.67	0.96	0.79	0.76	0.55	1.43	0.87	0.93	1.69	0.69	0.77	-
CO <sub>3</sub> (meq l <sup>-1</sup> )	Ort.	0.30	0.37	0.34	0.27	0.25	0.30	0.36	0.22	0.22	0.24	0.40	0.28	0.30
	Max	0.92	1.10	1.00	0.80	0.52	0.60	1.42	0.70	0.60	0.90	0.90	0.72	0.85
	Min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	SD	0.28	0.31	0.28	0.26	0.21	0.22	0.33	0.23	0.22	0.29	0.26	0.20	-
HCO <sub>3</sub> (meq l <sup>-1</sup> )	Ort.	3.40	3.29	3.29	2.73	2.76	2.89	3.20	3.41	3.48	3.27	3.22	3.48	3.20
	Max	4.70	5.15	4.85	3.76	4.80	4.23	7.08	6.15	7.80	8.67	3.95	5.10	5.52
	Min	1.88	2.30	0.67	0.95	0.88	1.24	2.20	2.40	1.95	0.45	1.73	1.70	1.53
	SD	0.67	0.66	0.78	0.71	0.84	0.52	1.03	0.84	1.24	1.64	0.55	0.72	--
Cl (meq l <sup>-1</sup> )	Ort.	0.58	0.69	0.53	0.41	0.49	0.46	0.62	0.53	0.69	0.57	0.57	0.59	0.56
	Max	2.00	2.00	1.74	1.00	1.36	1.25	1.86	1.44	2.61	2.60	2.00	2.50	1.86
	Min	0.23	0.34	0.26	0.18	0.20	0.24	0.28	0.28	0.21	0.06	0.26	0.26	0.23
	SD	0.39	0.47	0.32	0.19	0.30	0.27	0.45	0.33	0.60	0.56	0.40	0.50	-
SO <sub>4</sub> (mg l <sup>-1</sup> )	Ort.	1.01	1.12	1.04	0.74	0.69	0.81	0.91	1.11	0.93	0.92	0.94	0.91	0.93
	Max	1.54	2.27	2.74	1.31	2.07	1.28	1.52	1.71	1.38	2.00	1.52	1.52	1.74
	Min	0.26	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.40	0.04	0.12	0.18	0.13
	SD	0.26	0.38	0.53	0.41	0.44	0.25	0.33	0.37	0.24	0.48	0.37	0.33	-
%Na	Ort.	19.55	21.78	18.64	18.05	17.68	19.22	20.07	21.27	20.36	19.47	19.74	18.59	19.54
	Max	26.02	65.52	26.52	23.98	27.46	31.44	25.80	37.38	30.73	26.78	28.17	29.20	31.58
	Min	12.59	8.88	10.95	8.93	0.00	6.67	11.11	9.77	8.04	10.14	9.77	8.88	8.81
	SD	3.09	11.12	3.54	4.27	6.72	4.44	3.45	5.27	5.15	4.42	4.08	4.35	-
SAR	Ort.	0.71	0.89	0.69	0.60	0.61	0.64	0.72	0.79	0.76	0.70	0.71	0.67	0.71
	Max	1.01	3.80	1.41	0.83	1.19	0.94	1.02	1.51	1.44	1.15	0.96	0.95	1.35
	Min	0.32	0.27	0.19	0.17	0.00	0.21	0.35	0.32	0.20	0.13	0.29	0.27	0.23
	SD	0.14	0.72	0.23	0.17	0.25	0.15	0.15	0.25	0.28	0.24	0.15	0.16	-
Bor (mg l <sup>-1</sup> )	Ort.	0.20	0.18	0.18	0.19	0.19	0.27	0.20	0.19	0.18	0.24	0.21	0.21	0.20
	Max	0.60	0.50	0.45	0.65	0.50	0.90	0.90	0.60	0.60	0.70	0.90	0.55	0.65
	Min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	SD	0.20	0.16	0.15	0.17	0.17	0.24	0.24	0.17	0.13	0.20	0.22	0.17	-

Ort: Ortalama, Min:En az, Max: En çok, SD: Standart sapma

### Su Kalite Parametrelerinin Trend Analizi

Sulama suyu kalite parametrelerinin 1995-2015 yılları arasındaki aylık eğilimin Mann-Kendall yöntemine göre test edilmesi sonucu elde edilen bulgular Çizelge 3 ve Şekil 2'de verilmiştir. Çizelgede, Yeşilirmak Nehri'nin aylık akım miktarında meydana gelen trendin sadece Ocak ayında Önemli Pozitif Trend olduğu saptanmıştır. Diğer aylarda meydana gelen trendlerin bir anlamlılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Yeşilirmak Nehri'nin 14-07-00-027 istasyonundaki debisinin Ocak ayı dışında değişmediğini göstermektedir. Ocak ayında ise debinin artan yönde bir trend ortaya koyduğu olduğu dikkat çekmiştir. Çevik ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmada 1939-1995 yılları arasında Yeşilirmak nehrinin aylık akım serisinin trend açısından durağan olduğu bildirilmiştir.

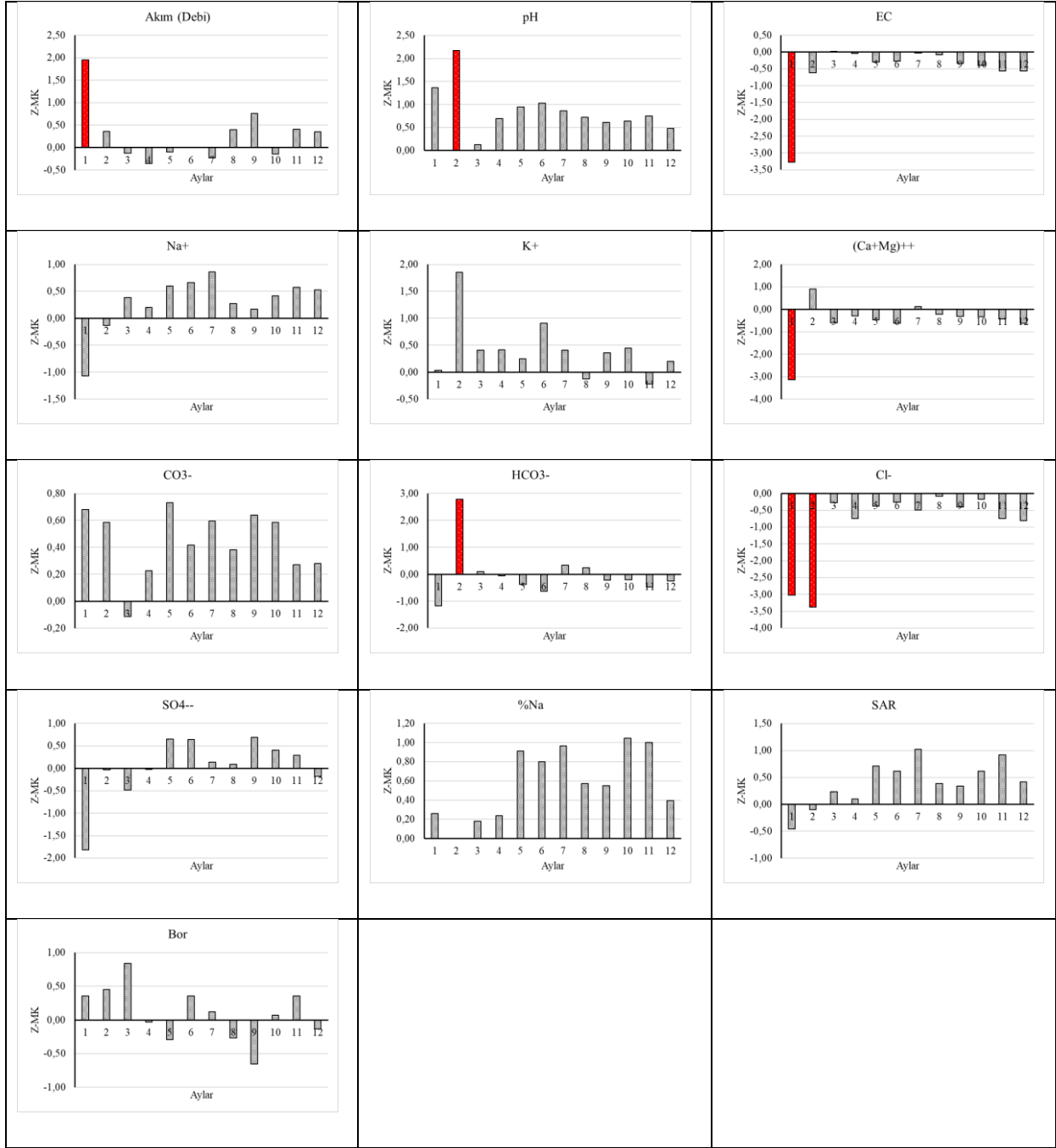
Çizelge 3. Su kalite parametrelerinin Mann-Kendall (ZMK) trend analiz sonuçları

Su kalite parametreleri	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m <sup>3</sup> sn <sup>-1</sup> )	1.95 ↑*	0.36 ↑	-0.12 ↓	-0.36 ↓	-0.10 ↓	0.00	-0.24 ↓	0.39 ↑	0.76 ↑	-0.15 ↓	0.40 ↑	0.35 ↑
pH	1.36 ↑	2.17 ↑*	0.12 ↑	0.70 ↑	0.94 ↑	1.03 ↑	0.86 ↑	0.72 ↑	0.61 ↑	0.64 ↑	0.75 ↑	0.48 ↑
EC (µS.cm <sup>-1</sup> )	-3.28 ↓*	-0.62 ↓	0.02 ↑	-0.04 ↓	-0.30 ↓	-0.28 ↓	-0.03 ↓	-0.08 ↓	-0.34 ↓	-0.40 ↓	-0.56 ↓	-0.57 ↓
Na (mg l <sup>-1</sup> )	-1.07 ↓	-0.13 ↓	0.38 ↑	0.20 ↑	0.60 ↑	0.66 ↑	0.86	0.27 ↑	0.17 ↑	0.42 ↑	0.57 ↑	0.53 ↑
K (mg l <sup>-1</sup> )	0.03 ↑	1.85 ↑	0.40 ↑	0.42 ↑	0.25 ↑	0.91 ↑	0.40 ↑	-0.12 ↓	0.36 ↑	0.45 ↑	-0.22 ↓	0.20 ↑
Ca+Mg (meq l <sup>-1</sup> )	-3.15 ↓*	0.91 ↑	-0.61 ↓	-0.29 ↓	-0.46 ↓	-0.62 ↓	0.11 ↑	-0.22 ↓	-0.31 ↓	-0.34 ↓	-0.44 ↓	-0.62 ↓
CO <sub>3</sub> (meq l <sup>-1</sup> )	0.68 ↑	0.58 ↑	-0.11 ↓	0.22 ↑	0.73 ↑	0.42 ↑	0.60 ↑	0.38 ↑	0.64 ↑	0.58 ↑	0.27 ↑	0.28 ↑
HCO <sub>3</sub> (meq l <sup>-1</sup> )	-1.17 ↓	2.79 ↑*	0.09 ↑	-0.07 ↓	-0.38 ↓	-0.63 ↓	0.34 ↑	0.25 ↑	-0.21 ↓	-0.20 ↓	-0.47 ↓	-0.25 ↓
Cl (meq l <sup>-1</sup> )	-3.02 ↓*	-3.37 ↓*	-0.28 ↓	-0.74 ↓	-0.38 ↓	-0.27 ↓	-0.49 ↓	-0.09 ↓	-0.40 ↓	-0.17 ↓	-0.74 ↓	-0.81 ↓
SO <sub>4</sub> (mg l <sup>-1</sup> )	-1.82 ↓	-0.03 ↓	-0.48 ↓	-0.02 ↓	0.65 ↑	0.64 ↑	0.13 ↑	0.09 ↑	0.69 ↑	0.40 ↑	0.29 ↑	-0.18 ↓
%Na	0.26 ↑	0.00	0.18 ↑	0.24 ↑	0.91 ↑	0.80 ↑	0.97 ↑	0.57 ↑	0.55 ↑	1.04 ↑	1.00 ↑	0.39 ↑
SAR	-0.45 ↓	-0.10 ↓	0.24 ↑	0.10 ↑	0.71 ↑	0.62 ↑	1.02 ↑	0.38 ↑	0.34 ↑	0.62 ↑	0.92 ↑	0.42 ↑
B (mg l <sup>-1</sup> )	0.36 ↑	0.45 ↑	0.84 ↑	-0.03 ↓	-0.29 ↓	0.36 ↑	0.12 ↑	-0.27 ↓	-0.65 ↓	0.07 ↑	0.36 ↑	-0.13 ↓

↑: Artan trend, ↓: Azalan trend, \*: 0.05 düzeyinde önemli

Yeşilirmak nehrinde suyun pH değerinde meydana gelen trendin sadece Şubat ayında önemli pozitif trend olduğu saptanmıştır. Diğer aylarda meydana gelen trendlerin bir anlamlılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Sulama sularında pH maximum aralık 5.0 – 9.0 dir (FAO, 1999). Ancak Jeong ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada genel olarak pH'nın 6.5 – 8.4 arasında olması arzu edilir. pH değerinin yüksek olması durumunda topraktaki besin elementlerinin yarıyışlılığını ve topraktaki fiziksel ve kimyasal özellikleri olumsuz etkiler (Demir ve Demir, 2019). Yeşilirmak nehrinde suyun pH değerinin tarımsal sulama yapılan aylarda kısa vadede bir soruna neden olmayacağı ön görülmüştür Ancak, Şubat ayındaki pozitif trendin devam etmesi durumunda bu aydaki pH değerinin artabileceği söylenebilir. Sulama suyunun sınıflandırılmasında kullanılan önemli bir parametre olan suyun elektriksel iletkenliği (EC) Yeşilirmak Nehri'nde Ocak ayı dışında anlamlı bir trend oluşturmamıştır. Ocak ayında EC değerinde önemli negatif trend'in olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılara göre sulama suyunun 750 µS cm<sup>-1</sup> den daha düşük bir EC değerinde sahip olması gerekmektedir. (Follett ve Soltanpour, 2002; Bauder ve ark. 2011) Ancak Çizelge 2'deki verilere göre EC'nin bazı aylarda 1000 µS cm<sup>-1</sup>'in üzerinde çıkması istenmeyen bir durumdur. Özellikle sulama sezonu olan yaz aylarında suyun kontrollü bir şekilde uygulanması gerekmektedir. EC değerinin yükselişi topraklarda tuzluğun en önemli nedenlerden biri (Shainberg ve Shalhevet, 2012) olduğundan toprağa gereğinden fazla su uygulanması gerekmektedir. Yeşilirmak nehrinde suyun Na, CO<sub>3</sub>, K, %Na, SO<sub>4</sub>, SAR ve B değerleri anlamlı bir trend oluşturmamıştır. Burada, sulama suyunun sodyum tehlikesi 'sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) olarak ifade edilir. Sodyum, toplam tuzluluğa doğrudan katkıda bulursa ve meyve ağaçları gibi hassas bitkiler için toksik olabileceği de, yüksek sodyum konsantrasyonunun temel sorunu toprağın fiziksel özellikleri (toprak yapısının bozulması) üzerindeki etkisidir (Zaman ve ark., 2018). USSS, (1954)'e göre SAR değerinin 1 mmol l<sup>-1</sup> den küçük olması istenir. Elde edilen değerlerin standarda uygun olmasının yanında anlamlı bir trendin olmaması uygun bulunmuştur. Sulama suyunun değerlendirilmesinde bor elementi de önemli bir kriterdir. Bor >1.0 mg l<sup>-1</sup> içeren sulama suyu, bora duyarlı bitkilerde toksisiteye neden olabilir (Bauder ve ark. 2011). Çalışmamızda, suyun Bor içeriğinin aylık ortalamalarının sınır değerinin altında olması ve anlamlı bir trendin olmaması uygun olarak değerlendirilmiştir. Karbonat ve bikarbonat içeriği yüksek sular toprak çözeltisi buharlaşma yoluyla yoğunlaştığında kalsiyum karbonat ve magnezyum karbonat olarak çökebilir. Bu SAR değerinin artacağı ve sodyum iyonlarının göreceli oranının daha büyük olacağı anlamına gelir (Zaman ve ark. 2018). Çalışmamızda karbonat parametresinde ve Şubat ayı hariç bikarbonat parametresinde anlamlı bir trend saptanmamıştır. Bikarbonat değerinde Şubat ayında önemli pozitif trend olduğu saptanmıştır. Salifu ve ark. (2017) raporunda sulama sularının bikarbonat içeriğinin 1.5 meq l<sup>-1</sup>'den az, en üst sınırın ise 8.5 meq l<sup>-1</sup> olması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmamızda, bikarbonat değerinin bütün aylarda 1.5 – 8.5 meq l<sup>-1</sup> ortalama değer aralığında olduğu görülmüştür.





Şekil 2. Yeşilirmak Nehri'nde bazı su kalite parametrelerinin trend analizinin aylık değişimi

Yeşilirmak Nehri'nde suyun Ca+Mg değerinde meydana gelen trendin sadece Ocak ayında önemli negatif trend olduğu saptanmıştır. Diğer aylarda meydana gelen trendlerin bir anlamlılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Son olarak suyun klor parametresinin Ocak ve Şubat aylarında önemli negatif trend diğer aylarda ise meydana gelen trendlerin bir anlamlılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Sulama sularında Cl içeriğinin 2 meq l<sup>-1</sup>'den az olması istenir. Çünkü Klorürler bitki büyümesi için gereklidir, ancak yüksek konsantrasyonlarda bitki büyümesini engelleyebilir ve bazı bitki türleri için oldukça toksik olabilir (Bauder ve ark. 2011).

Çalışmamızda elde edilen veriler pazı parametreleri arasında bir korelasyon olduğunu göstermiştir (Çizelge 4). Yapılan analizler sonucunda Yeşilirmak nehrinde debi (Q) ile EC, Na, Ca+Mg, HCO<sub>3</sub> ve SO<sub>4</sub> arasında % 5 düzeyinde anlamlı negatif bir korelasyonun olduğu belirlenmiştir. Debi miktarının artmasıyla su içindeki çözünmüş iyon konsantrasyonlarının azalması bu ilişkinin oluşmasına neden olmuştur. Bu durum Demir ve ark (2016) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik göstermiştir. Diğer yandan suyun pH içeriği ile EC, Na ve Ca+Mg içeriği arasında % 5 ve pH ile CO<sub>3</sub> arasında % 1 düzeyinde anlamlı pozitif bir korelasyonun olduğu belirlenmiştir. Söz konusu tuzlar ile pH arasındaki ilişkiler bir çok araştırmacı tarafından da belirlenmiştir (Hong ve ark., 2020; Kothari ve ark., 2021).



Çizelge 4. Su kalitesi parametrelerine ait korelasyon tablosu

	Q (m <sup>3</sup> sn <sup>-1</sup> )	pH	EC (µS cm <sup>-1</sup> )	Na (mg l <sup>-1</sup> )	K (mg l <sup>-1</sup> )	Ca+Mg (meq l <sup>-1</sup> )	CO <sub>3</sub> (meq l <sup>-1</sup> )	HCO <sub>3</sub> (meq l <sup>-1</sup> )	Cl (meq l <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> (meq l <sup>-1</sup> )
Q (m <sup>3</sup> sn <sup>-1</sup> )	1									
pH	-.426	1								
EC (µS.cm <sup>-1</sup> )	-.671*	,652°	1							
Na (mg l <sup>-1</sup> )	-.696*	,579*	,931**	1						
K (mg l <sup>-1</sup> )	.454	-.091	-.042	-.007	1					
Ca+Mg (meq l <sup>-1</sup> )	-.662*	,635*	,986**	,883**	-.134	1				
CO <sub>3</sub> (meq l <sup>-1</sup> )	-.038	,782**	,270	,174	-.079	,309	1			
HCO <sub>3</sub> (meq l <sup>-1</sup> )	-.701*	,404	,938**	,866**	-.117	,937**	-.027	1		
Cl (meq l <sup>-1</sup> )	-.624*	,569	,804**	,834**	,188	,742**	,196	,744**	1	
SO <sub>4</sub> (mg l <sup>-1</sup> )	-.577*	,553	,879**	,924**	-.107	,849**	,235	,785**	,584*	1
B (mg l <sup>-1</sup> )	-.270	-.040	-.243	-.301	-.378	-.204	-.037	-.201	-.327	-.276

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed),

\*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Çalışmamızda EC ile Na, Ca+Mg, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> tuzları arasında % 1 düzeyinde anlamlı pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte SO<sub>4</sub> tuzu ile Na, Ca+Mg, HCO<sub>3</sub> arasında % 1, Cl ile arasında ise % 5 düzeyinde anlamlı pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Bor elementinin ise herhangi bir parametre ile ilişkisi bulunmamıştır. Elde edilen bu korelasyonlar suda bileşik oluşturma ve topraklarda çökelme açısından önemlidir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Yeşilirmak Nehri'nin DSİ'ye ait 14-07-00-027 no'lu su kalitesi gözlem istasyonundaki sulama suyu kalitesi parametrelerinin trend analizi yapılmıştır. Çalışmada suyun debisinin Ocak ayında önemli pozitif trend'e sahip olduğu belirlenmiştir. Suyun pH ve bikarbonat değerlerinin Şubat ayında önemli pozitif trend durum sergilediği görülmüştür. Elektriksel iletkenlik ve kalsiyum+magnezyum parametrelerinin Ocak ayında önemli negatif trend'e sahip olduğu belirlenmiştir. Klorun ise Ocak ve Şubat aylarında Önemli Negatif Trend'e sahip olduğu saptanmıştır. Karbonat, Bor, sülfat, Sodyum, %Sodyum, SAR ve Potasyum parametrelerinde ise bütün aylarda anlamlı bir trend bulunmamıştır. Elde edilen trendlerin sadece Ocak ve Şubat aylarında meydana gelmesi dikkat çekmiştir. Burada mevsimsel yağışlar ve istasyon öncesi kurulu olan barajların etkisi olabilir. Daha anlamlı çıkarımlar için bu değişikliğin özellikle araştırılması gereklidir. Sulama suyunun toplam tuz içeriğinin bir göstergesi olan elektriksel iletkenliğin bazı aylarda yüksek değerlere erişmesi dikkat edilmesi gereken bir durum olup takip edilmesi gerekmektedir.

**Teşekkür:** Katkılarından dolayı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğüne 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.

**Açıklama :** Bu çalışma Elif SÜRÜCÜ'nün yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

## YAZAR ORCID NUMARALARI


Elif SÜRÜCÜ  <http://orcid.org/0009-0007-7701-2754>

Yasin DEMİR  <http://orcid.org/0000-0002-0117-8471>

## KAYNAKLAR

- Anonim, 2024. Yeşilirmak havzası kalkınma birliği Havza veri tabanı <http://www.yesilirmak.org.tr/documents/harita/t%C3%BCm.pdf> (Erişim tarihi: 10.01.2024).
- Ay, M., Kişi, O. 2017. Kızılırmak Nehrinde Bazı İstasyonlardaki Akımların Trend Analizi. *Teknik Dergi*, ACE 2014 Konferansı Özel Sayısı. 28(2):7779–7794.
- Bauder, T.A., Waskom, R.M., Sutherland, P.L., Davis, J.G., 2011. Irrigation Water Quality Criteria. Colorado State University Extension Publication, Crop series/irrigation. Fact sheet no. 0.506, 4 pp
- Cebe, E. N. 2007. Türkiye Akarsularında Mevsimsel Trend Analizi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 82s. İstanbul.
- Çevik, O. 2003. Mevsimsel ARIMA Modeli Kullanılarak Yeşilirmak Nehri Aylık Akım Serisinin Modellenmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 09(03). [https://doi.org/10.1501/Tarimbil\\_0000000820](https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000820)
- Demir, A. D., Demir, Y. 2016. Mean, Minimum and Maximum Temperature Trends in Bingöl. *Middle East Journal of Science*, 2(2): 101-109.
- Demir, Y., Demir, A. D. 2019. Determination And Evaluation of Irrigation Water Quality in Areas Irrigated with Groundwater in The Southeast Of Harran Plain. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(11): 1894-1900
- Doğan Demir, A., Şahin, Ü., Demir, Y. 2016. Murat Nehri Su Kalite Parametrelerinin Trend Analizi Vve Tarımsal Açıldan Kullanılabilirliği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26:414-420
- FAO, 1999. Food and Agriculture Organization, Guidelines for irrigation water quality. Record updated on 2023-04-28
- Follett, R.H., Soltanpour, P.N., 2002. Irrigation Water Quality Criteria. Colorado State University Publication No. 0.506
- Gümüş, V., Yenigün, K. 2006. Aşağı Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi ile Değerlendirilmesi. Yedinci Uluslararası İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Kongresi, 11-13 Ekim 2006. İstanbul
- Hong, H., Zhang, Z., Guo, A., Shen, L., Sun, H., Liang, Y., Lin, H. 2020. Radial basis function artificial neural network (RBF ANN) as well as the hybrid method of RBF ANN and grey relational analysis able to well predict trihalomethanes levels in tap water. *Journal of Hydrology*, 591, 125574.
- Kothari, V., Vij, S., Sharma, S., Gupta, N. 2021. Correlation of various water quality parameters and water quality index of districts of Uttarakhand. *Environmental and Sustainability Indicators*, 9, 100093.
- Jeong, H., Kim, H., Jang, T. 2016. Irrigation Water Quality Standards for İndirect Wastewater Reuse in Agriculture: A Contribution Toward Sustainable Wastewater Reuse in South Korea. *Water*, 8(4), 169.
- Saglam, M., Dengiz, O., Özyazıcı M. A., Kizilkaya, R. 2011. Application of Geostatistical Methods to Heavy Metals Status in Çarsamba Plain Soils. *Asian Journal of Chemistry*, 23(8): 3454.
- Salifu, M., Aidoo, F., Hayford, M. S., Adomako, D., Asare, E. 2017. Evaluating The Suitability of Groundwater for İrrigational Purposes in Some Selected Districts of The Upper West Region of Ghana. *Applied Water Science*, 7, 653-662.
- Shainberg, I., Shalhevet, J. (Eds.). 2012. Soil Salinity Under İrrigation: Processes And Management (Vol. 51). Springer Science & Business Media.
- Soylu, E. N., Gönülol, A. 2003. Phytoplankton and Seasonal Variations of the River Yeşilirmak, Amasya, Türkiye. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3(1).
- Suhaila, J., Deni, S. M., Zin, W. W., Jemain, A. A. 2010. Trends in Peninsular Malaysia Rainfall Data During the Southwest Monsoon and Northeast Monsoon Seasons: 1975–2004. *Sains Malaysiana*, 39(4): 533-542.
- Şimşek, A., Türkten, H., Bakan, G. 2022. Su Kalite İndeksi ve İstatistiksel Analiz Kullanılarak Orta Karadeniz Bölgesi Kızılırmak ve Yeşilirmak Nehirleri Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 12(2): 645-662.
- USSL Staff 1954. Diagnosis And İmprovement Of Saline And Alkali Soils. USDA Handbook No 60. Washington DC, USA 160 pp
- Yenilmez, F., Keskin, F., Aksoy, A. 2011. Water Quality Trend Analysis in Eymir Lake, Ankara. *Physics and Chemistry of the Earth*, Parts a/b/c, 36(5-6): 135-140.
- Yu, Y. S., Zou, S. Whittemore, D. 1993. Non-Parametric Trend Analysis of Water Quality Data of Rivers in Kansas, *Journal of Hydrology*, 150(1): 61-80.
- Zaman, M., Shahid, S.A., Heng, L., Zaman, M., Shahid, S.A., Heng, L. 2018. Irrigation Water Quality. Guideline For Salinity Assessment, Mitigation And Adaptation Using Nuclear And Related Techniques, 113-131.

## Immunoexpression of CD34, CD68, and CD3 in Cadmium-Induced Liver Damage and Protective Effectiveness of Bee Bread (Perga)

Turan YAMAN<sup>1,\*</sup> , H. Turan AKKOYUN<sup>2</sup> , Ömer Faruk KELEŞ<sup>1</sup> , Mahire BAYRAMOĞLU AKKOYUN<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology, Van, Turkey.

<sup>2</sup>Siirt University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Physiology, Siirt, Turkey.

<sup>3</sup>Siirt University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Biochemistry, Siirt, Turkey.

\*Sorumlu Yazar: [turanyaman@yyu.edu.tr](mailto:turanyaman@yyu.edu.tr)

Geliş Tarihi: 19.07.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 06.09.2024 Kabul Tarihi: 09.09.2024

### ABSTRACT

Cadmium (Cd) is one of the potent environmental toxicants that causes oxidative stress in many organs of the body, including the liver. Perga (bee bread) is used for apitherapeutic purposes due to its medicinal properties. This study was conducted to investigate the effectiveness of perga on endothelial damage and inflammatory cell activation in the liver as a result of exposure to Cd. For this purpose, 32 male Wistar rats (8 rats/group) were randomly divided into 4 groups, as the control, perga (0.5 g/kg of perga), Cd (5 mg/kg of CdCl<sub>2</sub>), and Cd + perga (0.5 g/kg of perga + 5 mg/kg of CdCl<sub>2</sub>) groups. Daily intragastric Cd and/or perga was administered for 4 weeks. At the end of the study, the rats were euthanized and liver tissue sections were taken and stained with hematoxylin-eosin and Masson's trichrome. Immunohistochemically, the reactivity of the liver sinusoidal endothelium was determined using CD34 antibody, the reactivity of the Kupffer cells was determined using CD68 antibody, and the levels of T-lymphocytes were determined using CD3 antibody. Exposure to Cd caused significant histological changes in the liver. Immunohistochemically, exposure to Cd caused an increase in the expressions of CD34, CD68, and CD3. On the other hand, the co-treatment of Cd and perga caused partial improvement in some histopathological changes. Compared to the Cd group, there was a decrease in CD34 and CD68 positivity in the Cd + perga group. The results revealed that the histopathological changes and inflammation in the rat liver could partially improve with perga supplementation.

**Key words:** cadmium, immunohistochemistry, liver, perga, rat

### Kadmiyumun Neden Olduğu Karaciğer Hasarında CD34, CD68 ve CD3 İmmunekspressyonları ve Arı Ekmeğinin (Perga) Koruyucu Etkinliği

#### ÖZ

Kadmiyum (Cd), karaciğer dahil olmak üzere vücudun birçok organında oksidatif strese neden olan güçlü çevresel toksik maddelerden biridir. Perga (Arı ekmeği), tıbbi özellikleri nedeniyle apiterapötik amaçlarla kullanılmaktadır. Bu çalışma, Cd maruziyeti sonucu karaciğerde meydana gelen endotelial hasar ve yangısal hücre aktivasyonu üzerine perganın etkinliğini araştırmak amacıyla yapıldı. Bu amaçla 32 adet erkek wistar sıçan rastgele kontrol, perga (0.5 g/kg perga), Cd (5 mg/kg CdCl<sub>2</sub>) ve perga + Cd (0.5 g/kg perga + 5 mg/kg CdCl<sub>2</sub>) olmak üzere 4 gruba (8 sıçan/grup) ayrıldı. Dört hafta boyunca günlük intragastrik Cd ve/veya perga uygulandı. Çalışma sonunda ratlar sakrifiye edilerek karaciğer doku kesitleri hematoksilin-eozin ve Masson's Trichrom ile boyandı. İmmunohistokimyasal olarak karaciğer sinüzoidal endotelindeki reaktivite CD34, Kupffer hücrelerindeki reaktivite CD68 ve T-lenfosit seviyeleri CD3 antikorları kullanılarak belirlendi. Cd'ye maruz kalma, karaciğer önemli histolojik değişikliklere neden oldu. İmmunohistokimyasal olarak Cd maruziyeti CD34, CD68 ve CD3 ekspresyonlarında artışa neden oldu. Öte yandan, Cd ve perga'nin birlikte uygulanması bazı histopatolojik

değişiklikleride kısmi iyileşmeye neden oldu. Cd grubu ile kıyaslandığında, Cd + perga grubunda CD34 ve CD68 pozitifliğinde azalma meydana geldi. Sonuçlar, rat karaciğerinde meydana gelen histopatolojik değişikliklerin ve yangının perga takviyesi ile kısmen iyileşme gösterebileceğini ortaya koydu.

**Anahtar kelimeler:** immunohistokimya, kadmiyum, karaciğer, perga, rat.

## INTRODUCTION

Cadmium (Cd) is one of the most toxic heavy metals released into the environment (Stohs et al., 2001). Exposure to Cd, which is widely used in industrial production (Sanjeev et al., 2019), occurs through air, water, and food and enters the body through the skin, gastrointestinal tract, and respiratory system (Rahimzadeh et al., 2017). As a result, it may cause damage to many organs, including the liver, kidneys, testicles, and brain (Rinaldi et al., 2017; Wang et al., 2018). Cd has been classified as a potent carcinogen due to its ubiquity in the environment and its cumulative toxic effect in humans (Waisberg et al., 2003).

Hepatotoxicity resulting from exposure to Cd occurs in two ways. The binding of Cd to the sulfhydryl group on critical molecules in the mitochondria causes primary damage to the mitochondria. Secondary damage results from inflammatory processes initiated by the activation of Kupffer cells (KCs) (Rikans and Yamano, 2000). KCs are activated as a result of many different types of liver damage and are involved in inflammation (Gehring et al., 2006). Activated KCs produce a number of inflammatory mediators, such as proinflammatory cytokines, which activate liver sinusoidal endothelial cells (LSECs), and hepatocytes, promote liver fibrogenesis, and attract circulating inflammatory cells. Thus, it initiates a chain of cellular and humoral responses that lead to inflammation and secondary damage in the liver (Friedman, 2000; Rikans and Yamano, 2000). Therefore, it is important to detect KC activation, endothelial damage, and inflammation in Cd-induced damage. Since CD68 is generally expressed on the surface and cytoplasm of macrophages, anti-CD68 antibodies have been used as a marker for KCs (Omar and Mohammed, 2017). CD34 is widely recognised as a diagnostic endothelial cell marker and is a transmembrane glycoprotein found on lymphohematopoietic stem and progenitor cells, leukemic cells, endothelial cells, and fibroblasts (Wood et al., 1997). CD3 is a surface marker expressed by all T lymphocytes.

There is increasing interest in the use of naturally occurring phytochemicals with hepatoprotective and antioxidant activity in the treatment of Cd intoxication (Flora et al., 2007). Perga is a fermented bee product produced from plant pollen, honey, and bee saliva. Worker bees use bee bread as a protein source for larvae and young bees (Urcan et al., 2018). Perga is produced in Türkiye (Sobral et al., 2017; Othman et al. 2019) as well as different countries of the world and is used as a functional food product or for medicinal purposes. Many effects of perga have been reported, such as antibacterial, antioxidant, and antitumoral effects, the modulation of depression, and its protective effect against cardiovascular diseases (Sobral et al. 2017, Urcan et al. 2018).

In our previous study, it was revealed that perga may have beneficial effects on kidney damage caused by Cd (Yaman et al., 2024a). As far as could be determined, there are no studies examining the effect of perga on Cd-induced hepatotoxicity. Thus, the aim of this study was to determine the endothelial damage, and KC and T cell activations in the liver resulting from Cd toxicity via the immunohistochemical method using CD34, CD68, and CD3 antibodies and investigate the effectiveness of perga in this regard.

## MATERIAL and METHODS

### Animals

Male Wistar albino rats were obtained from Van Yüzüncü Yıl University Experimental Animal Research Center. Humane care according to the criteria expressed in the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals prepared by the National Academy of Science and published by the National Institute of Health, were followed throughout the experiment. The ethics regulations followed were in accordance with national and institutional guidelines for the protection of animal welfare during the experiment. The local ethics committee of Van Yüzüncü Yıl University Animal Experiments approved this study (27/06/2024, 2024/06-11).

## Experimental design

The 32 male rats were randomly divided into 4 groups (with 8 in each) and the experiment was conducted for 28 days. Cd was administered via orogastric gavage at a dose of 5 mg/kg/body weight (bw) daily throughout the experiment (Tripathi and Srivastav, 2011; Famurewa et al., 2021). Freshly obtained perga was dried at 35 °C for 4 h, ground into fine powder, and stored at –20 °C (Suleiman et al., 2021). During the trial period, the perga was administered daily via oral gavage at a dose of 0.5 g/kg/bw (Othman et al., 2019; Zakaria et al., 2021). The rats were divided into groups and the experiment was applied as shown in Table 1. At the end of the experiment, the rats were anesthetized using ketamine (50 mg/kg) and xylazine (10 mg/kg), and liver tissue samples were taken for histopathological and immunohistochemical examination.

Table 1. Experimental animal groups.

Group	Treatment	Route of Administration
Control group	Distilled water	Orogastric gavage
Perga group	0.5 g/kg of perga	Orogastric gavage
Cd group	5 mg/kg of Cd	Orogastric gavage
Cd + Perga	0.5 g/kg of perga + 5 mg/kg of Cd	Orogastric gavage

A standard pellet diet was provided ad libitum during the experiment.

## Histopathological examination

Histological examination of the liver tissue samples was performed using hematoxylin-eosin (H&E) stain to evaluate the degree of liver tissue architecture, vacuolar and granular degeneration, necrosis, hemorrhage, hyperemia, and inflammatory reactions, and Masson's trichrome staining was used to evaluate the degree of hepatic fibrosis (Deniz et al., 2021). Liver tissue samples obtained from the rats were fixed in 10% neutral buffered formalin. Then, the fixed samples were dehydrated in alcohol, embedded in paraffin, and 5- $\mu$ m sections were cut. Histopathological findings were evaluated subjectively as negative (0), mild (1), moderate (2), and intense (3) (Yaman et al., 2024b).

## Immunohistochemical staining

Expressions of the CD34, CD68, and CD3 markers were evaluated in the prepared sections according to the avidin-biotin-peroxidase complex (ABC) method. For this purpose, after the sections were placed onto adhesive slides, they were passed through the xylene and alcohol series. The sections were kept in 3% hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) for 20 min to block endogenous peroxidase inactivity, followed by washing 3 times in phosphate-buffered saline (PBS) for 5 min. Antigen retrieval was performed with citrate buffer (pH 6.0) for 30 min at 95 °C in a water bath, and then cooling for 20 min. Subsequently, the slides were incubated with blocking serum (Histostain Plus Bulk Kit; Zymed Laboratories Inc., Oxnard, CA, USA) for 15 min to block nonspecific binding sites. The sections were incubated with CD34, CD68 and CD3 primary antibodies at 4 °C overnight (Table-2). The next day, the slides were washed 4 times in PBS, incubated with biotinylated secondary antibody (Histostain Plus Bulk Kit; Zymed Laboratories Inc.) for 20 min at room temperature, and then washed 4 times in PBS for 5 min. Next, the sections were incubated with streptavidin-peroxidase conjugate (Histostain Plus Bulk Kit; Zymed Laboratories Inc.) at room temperature for 20 min. Finally, the slides were incubated for 5–15 min with diaminobenzidine, rinsed in distilled water (3 times for 5 min), and counterstained with Gill's hematoxylin for 3 min. Then, the sections were passed through alcohol and xylene and mounted directly with Entellan mounting medium. Immunohistochemical findings were evaluated subjectively according to the intensity of the staining in the tissue as negative (0), mild (1), moderate (2), and intense (3) (Yaman et al., 2024b).

## Statistical analyses

Statistical evaluations were performed using IBM SPSS statistics for Windows (version 22.0; IBM corp., armonk, NY, Usa) and GraphPad Prism for Windows (version 6.0; Boston, Ma, Usa). Data are presented as the mean  $\pm$  standard deviation, and statistical significance was set at  $p < 0.05$ . The histopathological and

immunohistochemical findings were analyzed using the Kruskal–Wallis test, followed by the Mann–Whitney U test to define the diversity among the groups.

Table 2. Antibody specificity, host, dilution rates, and incubation times.

Antibody	Host	Dilution	Incubation	Source
CD34	Mouse/Monoclonal	1:100 dilution	Overnight	Cell Marque
CD68	Mouse/Monoclonal	1:100 dilution	Overnight	Novus Biologicals
CD3	Mouse/Monoclonal	1:100 dilution	Overnight	Novus Biologicals

Heat-induced antigen retrieval was performed with citrate buffer.

## RESULT

### Effects of Cd and perga on liver histopathology

The histopathological lesions and number of affected rats are summarized in Table 3. Normal histopathological structure was observed in the liver sections of the control (Figure 1a) and perga (Figure 1b) groups. Severe histopathological lesions were found in the liver sections of the Cd group. There was severe deterioration in the structure of the liver tissue. The Remark cord structure was disrupted, and the sinusoids were not evident. Granular and vacuolar degeneration was commonly present in the hepatocytes. The hepatocyte cytoplasm was light colored. Additionally, necrosis was observed in some hepatocytes. Pyknosis, karyorrhexis, and karyolysis were observed in the nuclei of the necrotic hepatocytes. Inflammatory cells were observed focally in some places and sometimes spread throughout the liver parenchyma. A slight increase in fibrous tissue was detected in some portal areas. Additionally, hemorrhagic foci were detected in some areas (Figure 1c). When the liver tissues of the Cd + perga group were compared with the Cd group, partial improvement was observed in some findings. In particular, the liver structure appeared to be preserved. Although there was degeneration in the hepatocytes, it was significantly reduced (Figure 1d).

Table 3. Incidence and severity of the lesions in the liver of the control, perga, Cd, and Cd + perga groups.

Changes/lesions in the liver	Control	Perga	Cd	Cd + Perga
<b>Deterioration of liver tissue architecture</b>	0/8	0/8	8/8	8/8
Mild	0	0	0	1
Moderate	0	0	3	4
Intense	0	0	5	3
Mean	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	2.63±0.51 <sup>a</sup>	2.25±0.70 <sup>a</sup>
<b>Vacuolar/granuler degeneration</b>	0/8	0/8	8/8	8/8
Mild	0	0	0	2
Moderate	0	0	4	5
Intense	0	0	4	1
Means	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	2.50±0.53 <sup>a</sup>	1.87±0.64 <sup>b</sup>
<b>Necrosis</b>	0/8	0/8	5/8	5/8
Mild	0	0	3	4
Moderate	0	0	1	1
Intense	0	0	1	0
Means	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	1.60±0.89 <sup>a</sup>	1.20±0.45 <sup>a</sup>
<b>Inflammatory cell infiltration</b>	0/8	0/8	8/8	6/8
Mild	0	0	3	3
Moderate	0	0	4	3
Intense	0	0	1	0
Means	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	1.75±0.70 <sup>a</sup>	1.50±0.55 <sup>a</sup>
<b>Hyperemia/hemorrhagia</b>	0/8	0/8	6/8	6/8
Mild	0	0	4	4
Moderate	0	0	2	2
Intense	0	0	0	0
Means	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	1.33±0.52 <sup>a</sup>	1.33±0.52 <sup>a</sup>

The values present the number of rats showing change/number of rats examined in each treatment group.

<sup>a,b,c</sup>: Values with different letters in same row are significantly different at p<0.005



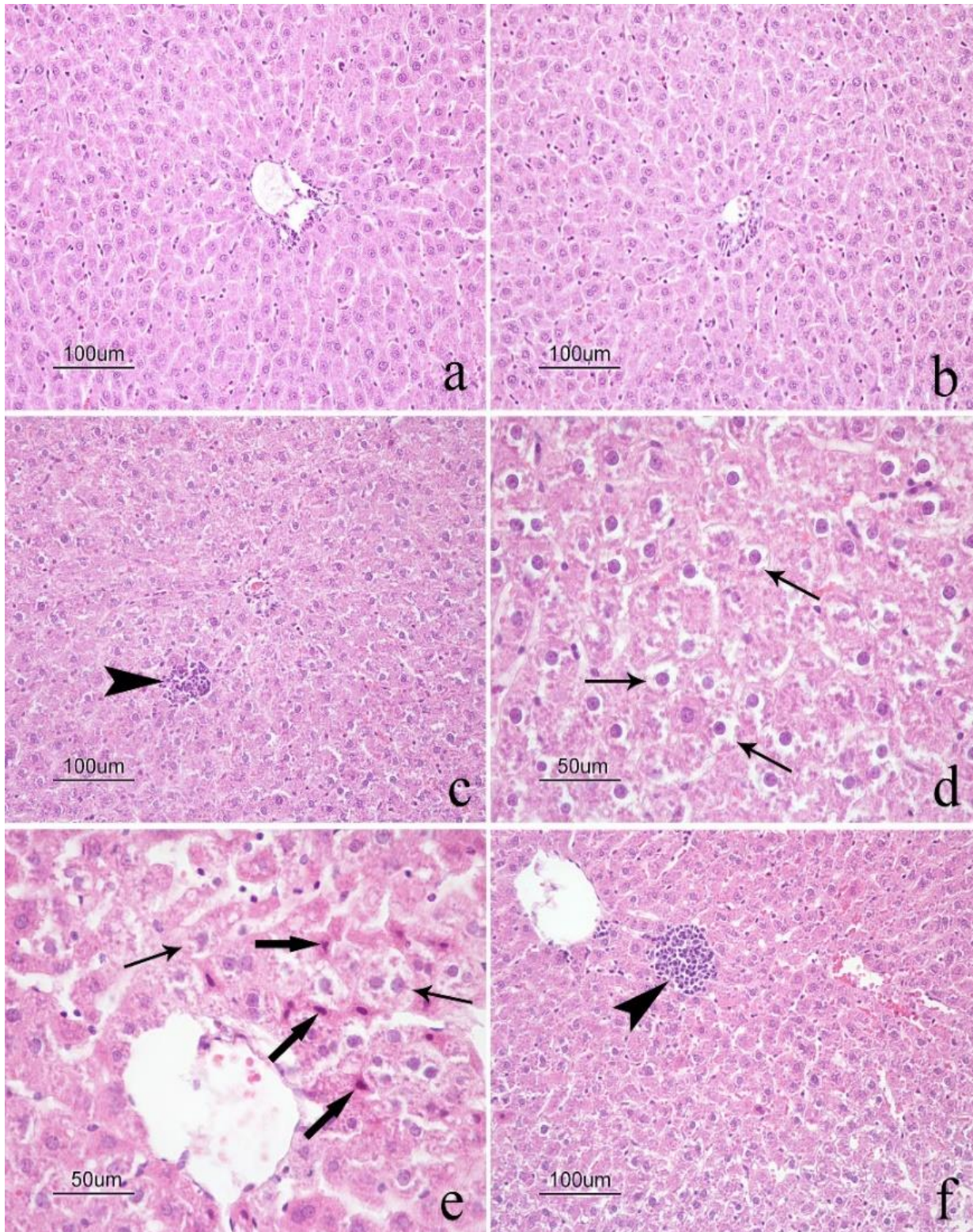


Figure 1. Effects of Cd and perga on the structure of the liver stained with H&E. (a) Control and (b) perga groups: normal histological appearance of the liver tissue. (c-e) Cd group: the presence of severe histopathological lesions is observed. (f) Cd + perga group: relatively fewer histopathological lesions. Description: inflammatory cell foci (arrowheads), vacuolated hepatocytes with light-colored cytoplasm (thin arrows), and necrotic hepatocytes (thick arrows).



In the examination performed with Masson's trichrome, normal staining was detected in the tissue sections of the control (Figure 2a) and perga (Figure 2b) groups. There was an increase in fibrous tissue in some portal areas in the sections of the Cd group (Figure 2c). Similarly, in the Cd + perga group, an increase in fibrous tissue was detected in some portal areas. There was no significant difference when compared to the Cd group (Figure 2d).

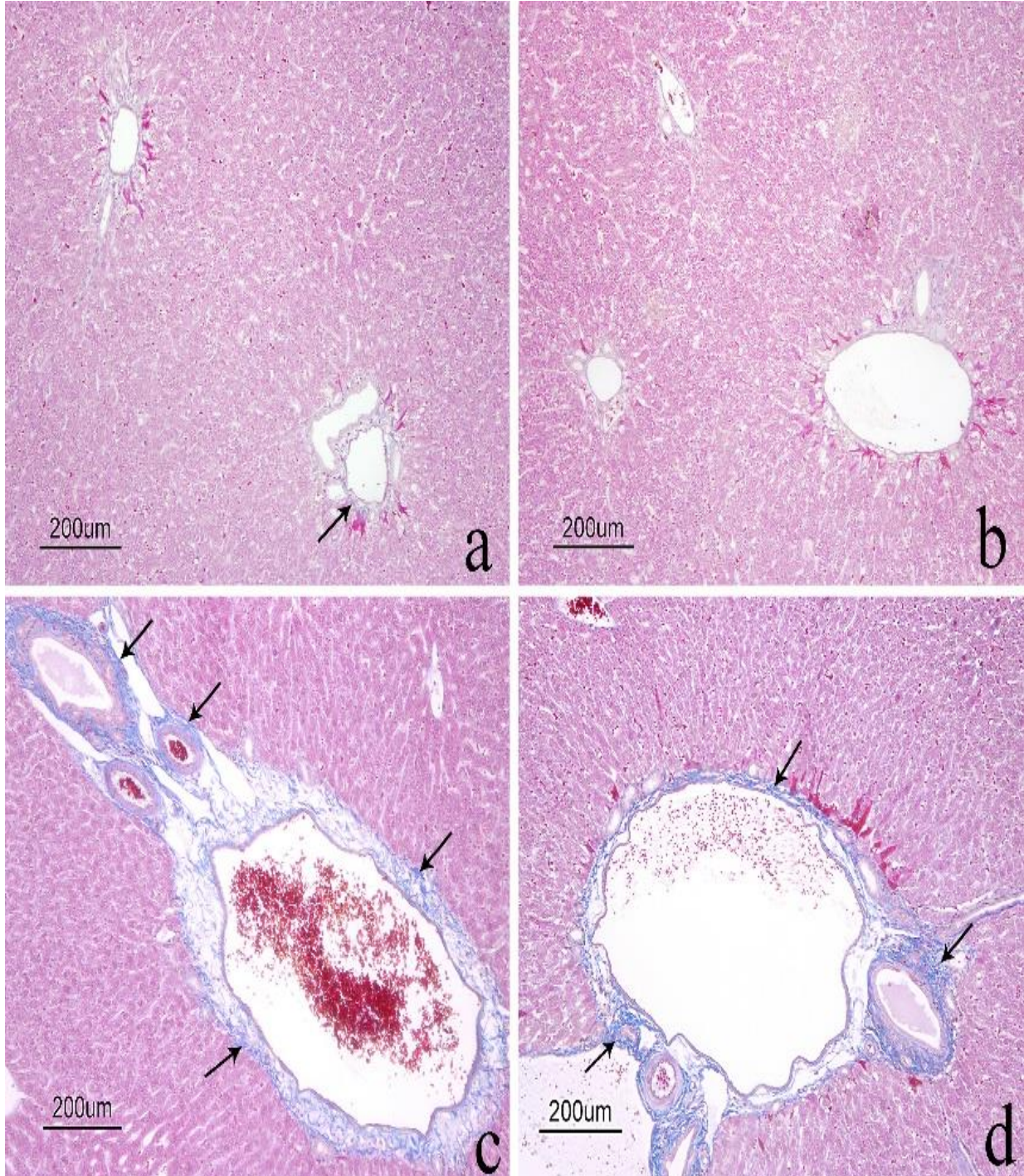


Figure 2. Masson's trichrome staining of the rat liver tissues. (a) Control and (b) perga groups: normal distribution of green-stained minimal fibrous tissue in portal areas (arrow). (c) Cd and (d) Cd + perga groups: a marked increase in fibrosis is observed in the portal area (arrows).



### Effects of Cd and perga on the CD34, CD68, and CD3 immunoections in the liver

CD68 immunoreactivity was not observed in the tissue sections of the control (Figure 3a) and perga (Figure 3b) groups. Compared with the control group, there was a significant increase in CD68 reactivity in the Cd group (Figure 3c). In the Cd + perga group, a significant decrease in CD68 reactivity was detected (Figure 3d). Minimal CD34 immunoreactivity was detected in the tissue sections of the control (Figure 4a) and perga (Figure 4b) groups. Compared with the control group, there was a significant increase in CD34 reactivity in the Cd group (Figure 4c). In the Cd + perga group, there was a significant decrease in CD34 reactivity (Figure 4d). When the tissue sections of the control (Figure 5a) and perga (Figure 5b) groups were examined, a few CD3-positive cells were seen scattered in the liver parenchyma. CD3-positive cells were abundantly found in the Cd group. These cells were densely present in the inflammatory cell foci and in the perivascular inflammation areas around the central veins. In addition, these cells were also commonly spread throughout the liver parenchyma (Figure 5c). Similar scenes were observed in the Cd + perga group (Figure 5d). The intensity of antibody immunoreactivity in the groups is presented in Table-4.

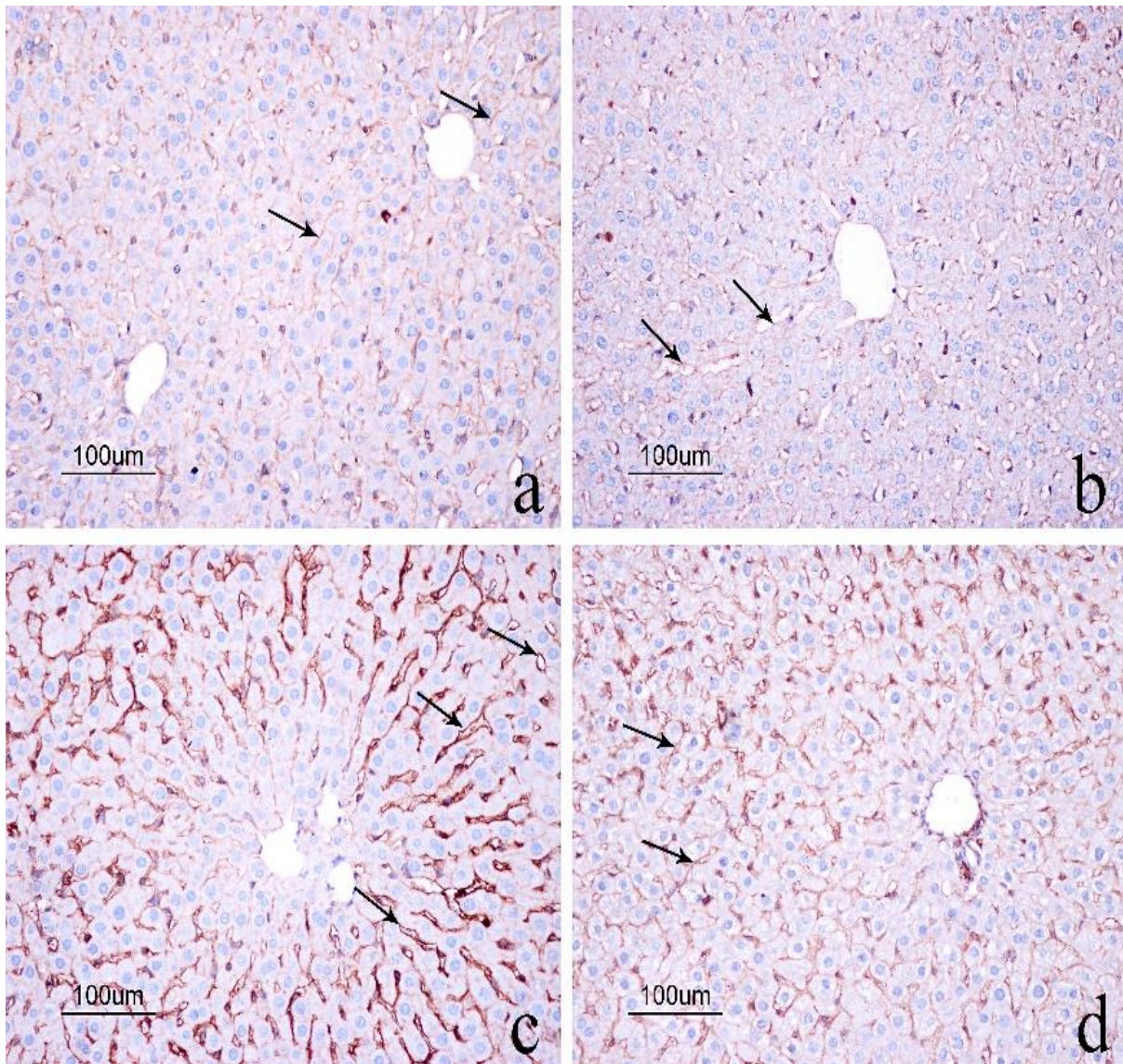


Figure 3. Effects of Cd and perga on the immune expression of CD34 in the rat liver tissues: (a) control group, (b) perga group, (c) Cd group, and (d) Cd + perga group. ABC method, counterstained with hematoxylin. Description: CD34 positivity (arrows).



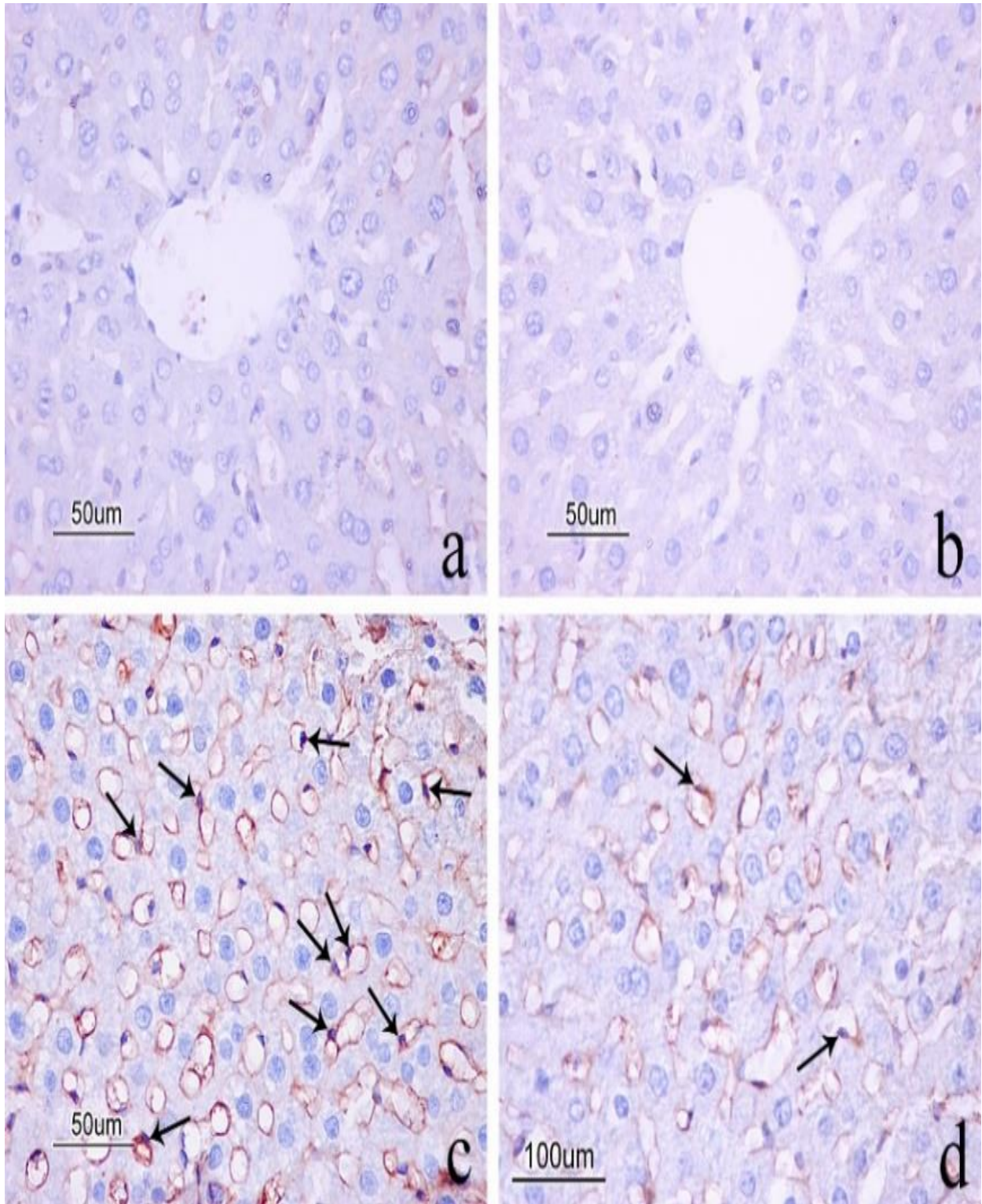


Figure 4. Effects of Cd and perga on the immune expression of CD68 in the rat liver tissues: (a) control group, (b) perga group, (c) Cd group, and (d) Cd + perga group. ABC method, counterstained with hematoxylin. Description: CD68-positive cells (arrows).



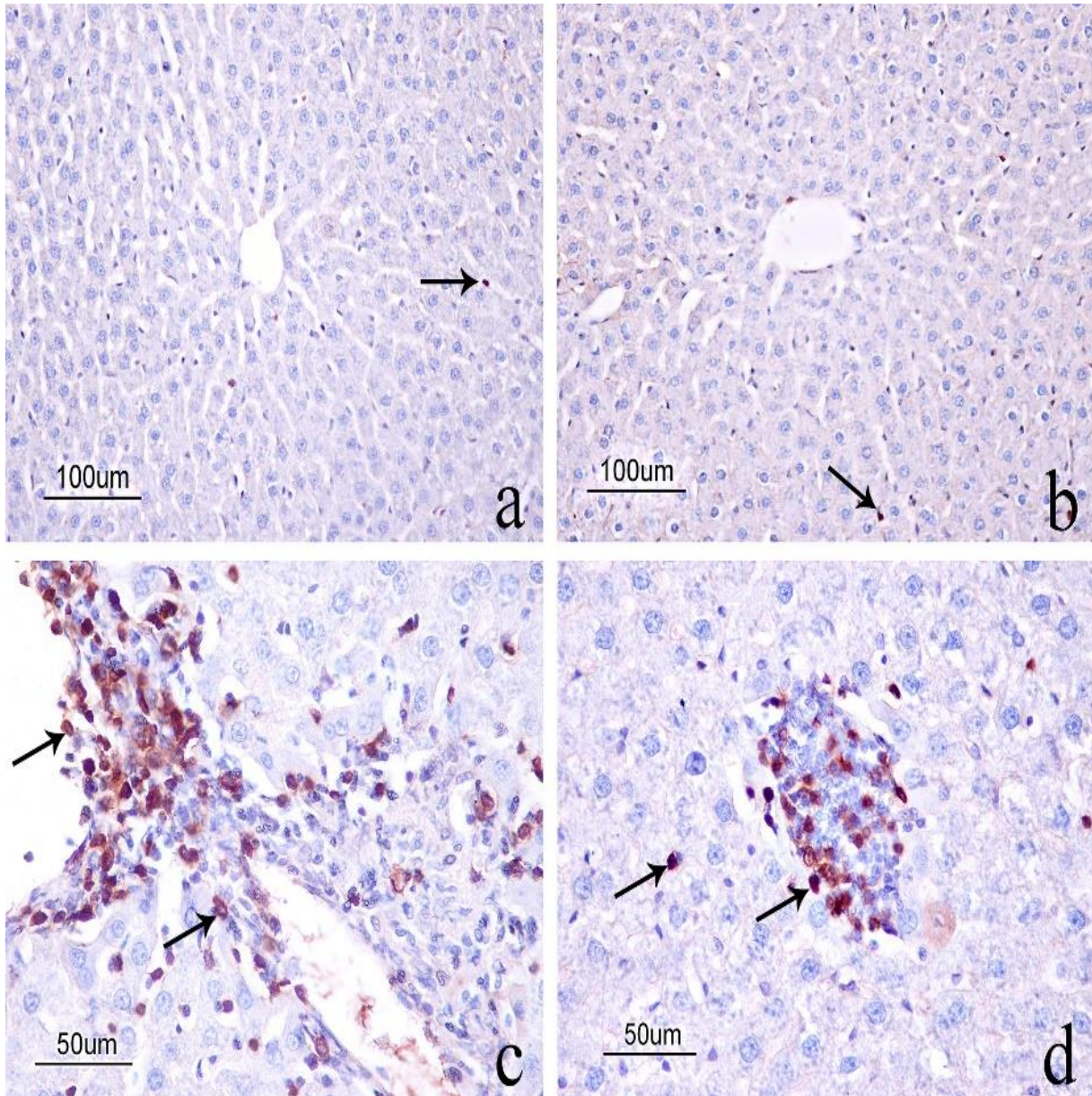


Figure 5. Effects of Cd and perga on the immune expression of CD3 in the rat liver tissues: (a) control group, (b) perga group, (c) Cd group, and (d) Cd + perga group. ABC method, counterstained with hematoxylin. Description: CD3-positive cells (arrows).

Table 4. Intensity of the CD34, CD68, and CD3 immunoreactivity in the rat liver tissues.

Antibodies	Control	Perga	Cd	Cd + perga
CD34	0.62±0.52 <sup>c</sup>	0.75±0.45 <sup>c</sup>	2.87±0.35 <sup>a</sup>	1.75±0.46 <sup>b</sup>
CD68	0.25±0.46 <sup>c</sup>	0.12±0.35 <sup>c</sup>	2.50±0.53 <sup>a</sup>	1.50±0.53 <sup>b</sup>
CD3	0.12±0.35 <sup>b</sup>	0.25±0.46 <sup>b</sup>	2.50±0.53 <sup>a</sup>	2.62±0.51 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup>: Values with different letters in same row are significantly different at  $p < 0.005$ .

## DISCUSSION

Cd plays an important role in triggering hepatocellular toxicity, as the liver contributes to the rapid clearance of Cd from the blood. Hepatotoxicity has been suggested to include the direct toxic effect of metal,

ischemia due to endothelial cell damage, KC activation, and inflammatory damage (Yamano et al., 1998). Cd is also a potent immunotoxic agent and causes the production of reactive oxygen species and oxidative damage in the hepatocytes (Miltonprabu and Manoharan, 2016). Since oxidative stress is one of the basic mechanisms of Cd-induced damage, it has been stated that protection against Cd toxicity can be provided via the addition of some antioxidants (Karbownik et al., 2001). The present study identified evidence for the protective efficacy of perga as an antioxidant rich in flavonoids, against endothelial damage and inflammation in Cd-induced hepatotoxicity.

Hepatocytes are assumed to be the primary cellular targets for Cd toxicity (Kayama et al., 1995). Loss of the normal structure of parenchymatous tissue, focal necrosis and vacuolar degeneration in hepatocytes, inflammatory cell infiltration, and collagen fiber formation have been reported in rats exposed to Cd at a dose of 5 mg/kg/bw (El-Sokkary et al., 2010; Baskaran et al., 2018). In the current study, similar findings were seen in the Cd group. On the other hand, some findings were found to be significantly reduced in the Cd + perga group. This may have been related to the antioxidant properties of perga, because oxidative stress caused by Cd may contribute to hepatocellular necrosis and apoptosis (Ye et al. 2007). In this regard, different natural substances with antioxidant properties, especially those rich in phytochemicals, may have possible protective effects on the tissue damage caused by Cd. It has been reported that hepatic oxidative stress can be ameliorated by vitamin E (Fang et al., 2021). The protective functions of catechin (Choi et al., 2003), and quercetin (Vicente-Sanchez et al., 2008) from green teas against Cd intoxication have also been reported.

Although Cd can directly damage hepatocytes, it has been suggested that Cd-induced hepatocellular damage occurs as a result of ischemia caused by damage to LSECs (Rikans and Yamano, 2000). Cd acute toxicity is caused by the initial interaction of the metal with the vascular endothelium (Nolan and Shaikh, 1986). Accordingly, Cd induces degeneration of the hepatic endothelium, eroding the endothelial lining and resulting in the extrusion of damaged cells into the capillary lumen (McKim et al., 1992). Immunohistochemical CD34 expression, which is negative in most LSECs in the normal liver, increases in chronic inflammatory diseases, cirrhosis, hepatocellular carcinomas, and other pathological conditions (Kawanami et al., 2016; Arakelian et al., 2023). Consistent with previous studies, a significant increase in CD34 expression was detected in the Cd group. However, with perga treatment, CD34 reactivity in the Cd + perga group decreased significantly compared to the Cd group. This shows that perga is effective in reducing the damage to the liver endothelium.

KCs have been reported to be involved in Cd hepatotoxicity (El-Mansy et al., 2016). Increased cytoplasmic vacuolization, a morphological feature of activated mononuclear phagocytes, has been observed in KCs after Cd administration to rats (Sauer et al., 1997). Normally, the main functions of KCs are phagocytosis and antigen presentation (Vrba and Modrianský 2002). However, activated macrophages play an important role in liver damage and necrosis by secreting hundreds of products, some of which are mediators of the inflammatory response and some of which are cytotoxic (Hassoun and Stohs, 1996; Roberts et al. 2007). Immunohistochemical analysis of CD68 showed that the number of activated KCs increased in Cd-treated mice (He et al., 2020). In the present study, it was observed that CD68 activation increased in the Cd group compared to the control group. On the other hand, perga treatment resulted in a significant decrease in CD68 expression. Resveratrol, an antioxidant, has been reported to reduce the number of CD68 (+) KCs (Chan et al., 2011). Therefore, the decrease in CD68 activation may have been due to the antioxidant properties of perga.

Inflammatory processes play an important role in secondary damage caused by Cd (Kayama et al., 1995). Cd causes leukocyte influx into the liver tissue, which causes an inflammatory response that is the hallmark of Cd toxicity (Kataranovski et al. 2009). Apart from leukocytes, Cd can also affect lymphocyte development, subgroup distribution, and activity and representation in lymphoid tissues and blood (Djokic et al., 2015; Zhang et al., 2016). In the present study, an increase in the number of CD3 positive cells was detected in the liver sections of the Cd and Cd + perga groups. It has been reported that endothelial cells with high CD34 positivity activate a stronger proliferation of regulatory T lymphocytes compared to CD34 low cells (Arakelian et al., 2023). Therefore, the increase in the number of CD3-positive cells in the current study may have been related to the increase in the CD34 expression.

## CONCLUSION

Taken together, the findings revealed that the perga was effective in partially reducing histopathological changes and partially preventing endothelial damage and KC activation in Cd toxicity. No definitive conclusion could be reached regarding the T lymphocyte activation. Further studies are needed to fully understand the hepatoprotective effects of perga.

## Disclosure statement

The authors declare that they have no conflicts of interest

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Turan YAMAN  <https://orcid.org/0000-0001-8811-9775>

H. Turan AKKOYUN  <https://orcid.org/0000-0002-4547-8003>

Ömer Faruk KELEŞ  <https://orcid.org/0000-0002-7869-5311>

Mahire BAYRAMOĞLU AKKOYUN  <https://orcid.org/0000-0001-5150-5402>

## REFERENCES


- Arakelian, L., Lion, J., Churlaud, G., Bargui, R., Thierry, B., Mutabazi, E., Bruneval, P., Alberdi, A. S., Doliger, C., Veyssiere, M., Larghero, J., and Mooney, N. 2023. Endothelial CD34 expression and regulation of immune cell response in-vitro. *Scientific Reports*, 13(1), 13512.
- Baskaran, R., Priya, L. B., Kumar, V. S., and Padma, V. V. 2018. Tinospora cordifolia extract prevents cadmium-induced oxidative stress and hepatotoxicity in experimental rats. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, 9(4), 252-257.
- Chan, C. C., Cheng, L. Y., Lin, C. L., Huang, Y. H., Lin, H. C., and Lee, F. Y. 2011. The protective role of natural phytoalexin resveratrol on inflammation, fibrosis and regeneration in cholestatic liver injury. *Molecular Nutrition & Food Research*, 55(12), 1841-1849.
- Choi, J. H., Rhee, I. K., Park, K. Y., Park, K. Y., Kim, J. K., and Rhee, S. J. 2003. Action of green tea catechin on bone metabolic disorder in chronic cadmium-poisoned rats. *Life Sciences*, 73(12), 1479-1489.
- Deniz, O. G., Eren, B., and Sagir, D. 2021. Possible protective role of selenium against liver toxicity induced by cadmium in rats. *Medicine Science*, 10(2), 444-449.
- Djokic, J., Popov Aleksandrov, A., Ninkov, M., Mirkov, I., Zolotarevski, L., Kataranovski, D., and Kataranovski, M. 2015. Cadmium administration affects circulatory mononuclear cells in rats. *Journal of Immunotoxicology*, 12(2), 115-123.
- El-Mansy, A. A., Mazroa, S. A., Hamed, W. S., Yaseen, A. H., and El-Mohandes, E. A. (2016). Histological and immunohistochemical effects of Curcuma longa on activation of rat hepatic stellate cells after cadmium induced hepatotoxicity. *Biotechnic & Histochemistry*, 91(3), 170-181.
- El-Sokkary, G. H., Nafady, A. A., and Shabash, E. H. 2010. Melatonin administration ameliorates cadmium-induced oxidative stress and morphological changes in the liver of rat. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73(3), 456-463.
- Famurewa, A. C., Ugwu-Ejezie, C. S., Iyare, E. E., Folawiyo, A. M., Maduagwuna, E. K., and Ejezie, F. E. 2021. Hepatoprotective effect of polyphenols isolated from virgin coconut oil against sub-chronic cadmium hepatotoxicity in rats is associated with improvement in antioxidant defense system. *Drug and Chemical Toxicology*, 44(4), 418-426.
- Fang, J., Yin, H., Yang, Z., Tan, M., Wang, F., Chen, K., Zuo, Z., Shu, G., Cui, H., Ouyang P, Guo, H., Chen, Z., Huang, C., Geng, Y., and Liu, W. 2021. Vitamin E protects against cadmium-induced sub-chronic liver injury associated with the inhibition of oxidative stress and activation of Nrf2 pathway. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 208, 111610.
- Flora, S. J. S., Mehta, A., Gautam, P., Jatav, P. C., and Pathak, U. 2007. Essential metal status, prooxidant/antioxidant effects of MiADMSA in male rats: age-related effects. *Biological Trace Element Research*, 120, 235-247.
- Friedman, S. L. 2000. Molecular regulation of hepatic fibrosis, an integrated cellular response to tissue injury. *Journal of Biological Chemistry*, 275(4), 2247-2250.
- Gehring, S., Dickson, E. M., Papa, E. F., Harty, M. W., Tracy jr, T. F., and Gregory, S. H. 2006. Kupffer cells abrogate cholestatic liver injury in mice. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 42(5), E79.
- Hassoun, E. A., and Stohs, S. J. 1996. Cadmium-induced production of superoxide anion and nitric oxide, DNA single strand breaks and lactate dehydrogenase leakage in J774A. 1cell cultures. *Toxicology*, 112(3), 219-226.
- He, X., Qi, Z., Hou, H., Gao, J., and Zhang, X. X. 2020. Effects of chronic cadmium exposure at food limitation-relevant levels on energy metabolism in mice. *Journal of Hazardous Materials*, 388, 121791.



- Karbownik, M., Gitto, E., Lewinski, A., and Reiter, R. J. 2001. Induction of lipid peroxidation in hamster organs by the carcinogen cadmium: amelioration by melatonin. *Cell Biology and Toxicology*, 17, 33-40.
- Kataranovski, M., Janković, S., Kataranovski, D., Stošić, J., and Bogojević, D. 2009. Gender differences in acute cadmium-induced systemic inflammation in rats. *Biomedical and Environmental Sciences*, 22(1), 1-7.
- Kawanami, Y., Kitazawa, R., Haraguchi, R., Ueda, Y., Nishi, Y., Ariyasu, K., Mizuno Y and Kitazawa, S. 2016. Hepatic sinusoidal obstruction syndrome without preceding medical events. *Case Reports in Clinical Medicine*, 5(3), 105-108.
- Kayama, F., Yoshida, T., Elwell, M. R., and Luster, M. I. 1995. Role of tumor necrosis factor- $\alpha$  in cadmium-induced hepatotoxicity. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 131(2), 224-234.
- McKim Jr, J. M., Liu, J., Liu, Y. P., and Klaassen, C. D. 1992. Distribution of cadmium chloride and cadmium-metallothionein to liver parenchymal, Kupffer, and endothelial cells: their relative ability to express metallothionein. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 112(2), 324-330.
- Miltonprabu, S., and Manoharan, V. 2016. Hepatoprotective effect of grape seed proanthocyanidins on Cadmium-induced hepatic injury in rats: possible involvement of mitochondrial dysfunction, inflammation and apoptosis. *Toxicology Reports*, 3, 63-77.
- Nolan, C. V., and Shaikh, Z. A. 1986. The vascular endothelium as a target tissue in acute cadmium toxicity. *Life sciences*, 39(16), 1403-1409.
- Omar, N. M., and Mohammed, M. A. 2017. The impact of black seed oil on tramadol-induced hepatotoxicity: Immunohistochemical and ultrastructural study. *Acta Histochemica*, 119(5), 543-554.
- Othman, Z. A., Noordin, L., Ghazali, W. S. W., Omar, N., and Mohamed, M. 2019. Nutritional, phytochemical and antioxidant analysis of bee bread from different regions of Malaysia. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 81(5), 955-960.
- Rahimzadeh, M. R., Rahimzadeh, M. R., Kazemi, S., and Moghadamnia, A. A. 2017. Cadmium toxicity and treatment: An update. *Caspian Journal of Internal Medicine*, 8(3), 135.
- Rikans, L. E., and Yamano, T. 2000. Mechanisms of cadmium-mediated acute hepatotoxicity. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 14(2), 110-117.
- Rinaldi, M., Micali, A., Marini, H., Adamo, E.B., Puzzolo, D., Pisani, A., Trichilo, V., Altavilla, D., Squadrito, F., and Minutoli, L. 2017. Cadmium, organ toxicity and therapeutic approaches: a review on brain, kidney and testis damage. *Current Medicinal Chemistry*, 24 (35), 3879–3893.
- Roberts, R. A., Ganey, P. E., Ju, C., Kamendulis, L. M., Rusyn, I., and Klaunig, J. E. 2007. Role of the Kupffer cell in mediating hepatic toxicity and carcinogenesis. *Toxicological Sciences*, 96(1), 2-15.
- Sanjeev, S., Bidanchi, R. M., Murthy, M. K., Gurusubramanian, G., and Roy, V. K. 2019. Influence of ferulic acid consumption in ameliorating the cadmium-induced liver and renal oxidative damage in rats. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(20), 20631-20653.
- Sauer, J. M., Waalkes, M. P., Hooser, S. B., Kuester, R. K., McQueen, C. A., and Sipes, I. G. 1997. Suppression of Kupffer cell function prevents cadmium induced hepatocellular necrosis in the male Sprague-Dawley rat. *Toxicology*, 121(2), 155-164.
- Sobral, F., Calhelha, R. C., Barros, L., Dueñas, M., Tomás, A., Santos-Buelga, C., Vilas-Boas, M., and Ferreira, I. C. F. R. 2017. Flavonoid composition and antitumor activity of bee bread collected in northeast Portugal. *Molecules*, 22(2), 248.
- Stohs, S. J., Bagchi, D., Hassoun, E., and Bagchi, M. 2001. Oxidative mechanisms in the toxicity of chromium and cadmium ions. *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology*, 20(2).
- Suleiman, J. B., Abu Bakar, A. B., Noor, M. M., Nna, V. U., Othman, Z. A., Zakaria, Z., Eleazu, C. O., and Mohamed, M. 2021. Bee bread mitigates downregulation of steroidogenic genes, decreased spermatogenesis, and epididymal oxidative stress in male rats fed with high-fat diet. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 321(3), E351-E366.
- Tripathi, S., and Srivastav, A. K. 2011. Cytoarchitectural alterations in kidney of Wistar rat after oral exposure to cadmium chloride. *Tissue and Cell*, 43(2), 131-136.
- Urcan, A. C., Criste, A. D., Dezmirean, D. S., Mărgăoan, R., Caeiro, A., and Graça Campos, M. 2018. Similarity of data from bee bread with the same taxa collected in India and Romania. *Molecules*, 23(10), 2491.
- Vicente-Sánchez, C., Egido, J., Sánchez-González, P. D., Pérez-Barriocanal, F., López-Novoa, J. M., and Morales, A. I. 2008. Effect of the flavonoid quercetin on cadmium-induced hepatotoxicity. *Food and Chemical Toxicology*, 46(6), 2279-2287.
- Vrba, J., and Modriansky, M. 2002. Oxidative burst of Kupffer cells: target for liver injury treatment. *Biomedical Papers-Palacky University in Olomouc*, 146(2), 15-20.
- Waisberg, M., Joseph, P., Hale, B., and Beyersmann, D. 2003. Molecular and cellular mechanisms of cadmium carcinogenesis. *Toxicology*, 192(2-3), 95-117.

- Wang, X. Y., Wang, Z. Y., Zhu, Y. S., Zhu, S. M., Fan, R. F., and Wang, L. 2018. Alleviation of cadmium-induced oxidative stress by trehalose via inhibiting the Nrf2-Keap1 signaling pathway in primary rat proximal tubular cells. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 32(1), e22011.
- Wood, H. B., May, G., Healy, L., Enver, T., and Morriss-Kay, G. M. 1997. CD34 expression patterns during early mouse development are related to modes of blood vessel formation and reveal additional sites of hematopoiesis. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*, 90(6), 2300-2311.
- Yaman, T., Akkoyun, H. T., Bayramoğlu Akkoyun, M., Karagözoğlu, F., Melek, Ş., Keleş, Ö. F., and Bengü, A. Ş. 2024b. Assessment of the effect of sodium tetraborate on oxidative stress, inflammation, and apoptosis in lead-induced nephrotoxicity. *Drug and Chemical Toxicology*, 1-13.
- Yaman, T., Akkoyun, H. T., Keleş, Ö. F., and Bayramoğlu, M. 2024a. Effect of bee bread (perga) on histopathological changes and immunohistochemical expression of apoptosis markers in the kidney of rats exposed to cadmium. *Van Veterinary Journal*, 35(2), 101-108.
- Yamano, T., Shimizu, M., and Noda, T. 1998. Age-related change in cadmium-induced hepatotoxicity in Wistar rats: role of Kupffer cells and neutrophils. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 151(1), 9-15.
- Ye, J. L., Mao, W. P., Wu, A. L., Zhang, N. N., Zhang, C., Yu, Y. J., Zhou, L., and Wei, C. J. 2007. Cadmium-induced apoptosis in human normal liver L-02 cells by acting on mitochondria and regulating Ca<sup>2+</sup> signals. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 24(1), 45-54.
- Zakaria, Z., Othman, Z. A., Suleiman, J. B., Che Jalil, N. A., Ghazali, W. S. W., Nna, V. U., and Mohamed, M. 2021. Hepatoprotective effect of bee bread in metabolic dysfunction-associated fatty liver disease (MAFLD) rats: Impact on oxidative stress and inflammation. *Antioxidants*, 10(12), 2031.
- Zhang, Y., Yu, X., Sun, S., Li, Q., Xie, Y., Li, Q., Zhao, Y., Pei, J., Zhang, W., Xue, P., Zhou, Z., and Zhang, Y., 2016. Cadmium modulates hematopoietic stem and progenitor cells and skews toward myelopoiesis in mice. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 313, 24–34.

## Gene Enrichment and Pathway Analysis for Ketosis Resistance in Dairy Cattle: A GWAS-Based Approach

Veysel BAY\* 

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, İzmir, Türkiye

\*Corresponding Author: [veysel.bay@ege.edu.tr](mailto:veysel.bay@ege.edu.tr)

Geliş Tarihi: 27.07.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 13.08.2024 Kabul Tarihi: 13.08.2024

### ABSTRACT

Ketosis in dairy cattle is a common metabolic disorder that arises during the transition period from late gestation to early lactation. It is primarily caused by an imbalance between energy intake and expenditure, leading to an excessive accumulation of ketone bodies. This condition can significantly affect cattle health and productivity. Recent advances in genomic research, especially genome-wide association studies (GWAS), offer an opportunity to explore the genetic factors that contribute to ketosis resistance. The aim of this study is to comprehensively review and analyze existing GWAS data using gene enrichment analysis to identify potential functional candidate gene pathways associated with ketosis resistance in dairy cattle. In this study, data obtained from seven different studies were examined and 640 non-repetitive genes were obtained after filtering. Using Enrichr, an online tool for gene annotation, pathway analysis was performed with human homologs of the identified genes. Our findings highlight the acylglycerol homeostasis pathway, the regulation of triglyceride metabolism, and the role of chylomicrons in maintaining metabolic balance during ketosis. Additionally, immune response pathways were found to be linked to the genes associated with ketosis, offering insights into the intricate interplay between metabolic and immune pathways in ketosis. This study emphasizes the importance of understanding genetic factors in developing breeding strategies aimed at enhancing metabolic health and productivity in dairy cattle. Future research should focus on validating these candidate genes and exploring their mechanistic roles to facilitate targeted interventions and improve resistance to ketosis in dairy herds.

**Key words:** Dairy cattle ketosis, GWAS, gene enrichment

### Süt Sığırlarında Ketozis Direnci için Gen Zenginleştirme ve Yolak Analizi: GWAS Tabanlı Bir Yaklaşım

#### ÖZ

Süt sığırlarında ketozis, geç gebelik döneminden erken laktasyon dönemine geçişte ortaya çıkan yaygın bir metabolik bozukluktur. Bu durum, enerji alımı ile harcaması arasındaki dengesizlikten kaynaklanır ve keton cisimciklerinin aşırı birikimine yol açar. Ketozis, sığır sağlığını ve verimliliğini önemli ölçüde etkileyebilir. Genom araştırmalarındaki, özellikle de genom boyu dizileme analizleri (GWAS) gibi son gelişmeler, ketozis direncine katkıda bulunan genetik faktörleri keşfetme fırsatı sunmaktadır. Bu araştırmanın amacı, süt sığırlarında ketozis direnci ile ilişkili potansiyel fonksiyonel aday gen yollarını belirlemek için var olan GWAS verilerini gen zenginleşmesi analizi kullanarak kapsamlı bir şekilde incelemek ve analiz etmektir. Bu çalışmada yedi farklı çalışmadan elde edilen verileri incelenmiş ve filtreleme sonrası 640 tekrarsız gen elde edilmiştir. Tanımlanan genlerin insan homologları ile Enrichr adlı çevrimiçi gen anotasyon aracı kullanılarak yolak analizi yapılmıştır. Bulgularımız, trigliserit metabolizmasının düzenlenmesini ve ketozis sırasında metabolik dengenin korunmasında şilomikronların rolünü ve asilgliserol homeostaz yollarını ön plana çıkarmaktadır. Ayrıca, immün yanıt yollarının ketozis ile ilişkili genlerle bağlantılı olduğu bulunmuştur, bu da metabolik yollar ve immün yollar arasındaki karmaşık etkileşimlere dair bilgiler sunmaktadır. Bu çalışma, süt sığırlarında metabolik sağlığı ve

verimliliği arttırmayı amaçlayan yetiştirme stratejilerinin geliştirilmesinde genetik faktörlerin anlaşılmasının önemini vurgulamaktadır. Gelecek araştırmalar, bu aday genlerin doğrulanmasına ve mekanistik rollerinin incelenmesine odaklanarak, hedefe yönelik müdahaleleri kolaylaştırmalı ve süt sürülerinde ketozis direncini artırmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** Süt sığırlarında ketozis, GWAS, Gen zenginleştirme

---

## INTRODUCTION

Dairy cattle ketosis represents a metabolic disorder that manifests predominantly in the transition phase spanning from late gestation to early lactation. This state, inducing metabolic imbalance, significantly compromises the well-being and efficiency of livestock, distinguished by an abnormal accumulation of ketone bodies in the circulatory system (Wathes et al., 2007; Leroy et al., 2008). A swift reduction in food consumption, heightened energy demands during the lactation phase, and altered hormonal levels are multiple factors that influence the onset of ketosis (David Baird, 1982). At the onset of lactation, there is a decrease in insulin secretion alongside an elevation in glucagon production, consequently stimulating the degradation of adipose tissue and the release of fatty acids into the bloodstream. Subsequently, the liver metabolizes these fatty acids into ketones, augmenting ketone body concentrations (Zarrin et al., 2013). The primary ketone bodies produced during ketosis include acetoacetate (AcAc), beta-hydroxybutyrate (BHB), and acetone (Krebs, 1960).

Cattle in a state of ketosis experience a variety of symptoms, but they frequently include decreased appetite, lethargy, weight loss, reduced milk production, and increased susceptibility to illness (Yameogo et al., 2008). Ketosis can cause culling or death of the cow in extreme cases (Littledike et al., 1981). Early detection and timely treatment are crucial for this condition to be successfully managed (Oetzel and Mcguirk, 2008).

For the diagnosis of ketosis, blood samples are frequently used in the field, but occasionally, clinicians and farmers prefer non-invasive samples, like those from milk or urine (Faruk et al., 2020). Blood ketone tests are considered the most precise diagnostic method because they accurately measure ketone body levels in the bloodstream. However, these tests can be costly, labor-intensive, and time-consuming (Carrier et al., 2004; Faruk et al., 2020).

The common course of action for treating ketosis in cattle entails addressing the underlying metabolic imbalances as well as giving the animal supportive care to aid in its recovery (David Baird, 1982; Sakai et al., 1993). This might involve giving the animal extra food, giving them extra glucose or other energy sources, or using medications or other therapeutic substances to help control their metabolism (McSherry et al., 1960; Shpigel et al., 1996).

Identifying the genes associated with cattle ketosis can assist breeders in developing more resistant and resilient cattle and aid in creating new therapeutic interventions. Additionally, detecting gene pathways provides insight into the biological mechanisms and pathways involved in a given disease (Hasin et al., 2017). Identifying the gene pathways responsible for bovine ketosis can help us comprehend the metabolic processes that cause the disease. This knowledge can be applied to breeding plans that aim to reduce the prevalence of ketosis in cattle and develop more efficient therapeutic approaches (Pryce et al., 2016). Recent studies have shown that several genes are involved in the development of cattle ketosis (Gaddis et al., 2018; Kroezen et al., 2018; Yan et al., 2020). However, no comprehensive evaluation or gene enrichment analysis of GWAS results for resistance to ketosis in dairy cattle has been carried out to date. Therefore, the objective of this study was to conduct a systematic review and gene enrichment analysis of GWAS studies to identify possible functional candidate genes associated with resistance to ketosis-related features in dairy cattle.

## MATERIALS and METHODS

In the pursuit of relevant scientific literature, a variety of online databases including Scholar Google, Web of Science, and BIOSIS, along with a comprehensive review of conference proceedings were searched. In total, the investigation yielded seven articles containing data on a total of 786 genes. Following the exclusion of duplicate entries and uncharacterized gene names, 640 genes were retained for subsequent analyses. To conduct gene enrichment and pathway analyses, Enrichr, an online resource for gene functional annotation (Evangelista et al., 2023), which encompasses the KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes), GO (Gene Ontology), and Reactome platforms (<http://amp.pharm.mssm.edu/Enrichr/>) was used with default parameters and using human equivalents for all gene identifiers.

**Table 1.** List of gene identifiers used in the analyses (Table continues in the next page).

Source	Gene identifiers
Huang et al., 2019	BMP4, HNF4A, APOBR, SOCS4, GCH1, ATG14, RGS6, CYP7A1, and MAPK3
Ze Yan et al., 2019	GRINA, MAF1, MAFA, C14H8orf82 and RECQL4
Freebern et al., 2020	PARP10, LOC783947, KCNT, LY6K, and DGAT1
Schmidtman et al., 2023	CFAP221, HECW2, and GALNTL6
Gaddis et al., 2018	TLLY, FERMT2, ARAP2, DDHD1, BMP4, NAGK, CYP26B1, EXOC6B, ATP6V1BI, CD207, CLECIF, ZNF638, XDH, SRD5A2, SPAST, SLC30A6, RASGRP3, NLRCA, PRP8, FAM98A, PRP6, CLCNT, PRP4, MAPKSIP3, SULFI, UBE21, SLC05A1, PRP1, PTX4, and TELO2
Nayeri et al., 2019	XPO6, OPLAH, NRBP2, WDR97, ZNF34, LOC100140490, GNRHR, DNAH5, DCK, MTHFD2L, PSCA, ORAI1, OTULINL, NPFFR2, NA, SHARPIN, TONSL, EPHA5, PUF60, UGT2B10, SDAD1, UGT2A1, ZC3H3, RASSF6, ARHGAP39, FAM47E, CYHR1, GC, LY6H, LOC781988, LOC787628, SCRIB, MROH1, RNF19A, HSF1, LOC786966, MYO10, SLURP1, C14H8orf33, TTC27, GRHL2, RHPN1, CXCL8, SLC4A4, APOBR, MIR1839, FOXH1, CSN1S1, MAF1, ADAMTS3, FRAS1, LOC100138004, BIRC6, CCDC166, LY6K, CLN3, SULT1E1, IL4R, GRINA, BTC, ZNF7, FBXL7, GML, RGS22, KIAA1324, DGAT1, TRIO, IL27, ANKH, PSPH, YTHDC1, LYPD2, PTP4A3, and SMPD5.

**Table 1.** List of gene identifiers used in the analyses.

Source	Gene identifiers
Soares et al., 2021	RAB2A, FST, NUPR2, CCDC36, AGBL5, NARF, bta-mir-371, TACR2, F13A1, EGFLAM, WASHC3, SLIT2, ASNS, PREB, KCNQ3, RF00407, GYPC, P4HB, ZC3H3, SLC5A6, RAC3, IFI6, ANKS1A, PSAPL1, PTC2D, TNIP2, RF00156, CXCR5, TCTA, CSNK1D, FN3KRP, WRNIP1, IL20, OGFOD3, QARS, C22H3orf84, ACAT2, TSPAN15, PACSIN1, GLI3, bta-mir-2345, USP2, CENPA, PSMC5, RF00026, NOP14, E2F3, MGST3, GH1, bta-mir-2344, CELSR3, FOXR1, TGDS, CDH12, ITGAD, CCDC57, SPTLC3, RF00285, ARHGDI, PAH, ASCL1, PCYT2, RF00100, DLX5, GPN1, RASSF5, ADYC2, bta-mir-12011, PPA1, EIF2B4, ABCG4, RF01887, RF00289, PBX1, BCKDK, LIFR, SECTM1A, BSN, SUPT7L, HHLA1, PNLDC1, HTRA4, CHD7, TFAP2E, ADRA2C, NLRX1, MRPL32, CDHR4, UIMC1, bta-mir-2346, CDKAL1, C1GALT1, IRAK1BP1, SYNPO2, PHIP, MAP3K3, SNX17, UNC5A, DPYSL5, NUP37, CCDC137, NOTUM, MAPRE3, ABLIM2, APOA1, USP19, KLHDC8B, SNRPC, COL7A1, STAT1, FABP2, ZNF513, ZNF512, FOXK2, MYOZ2, HK3, USP53, HMX1, FCMR, PRR30, bta-mir-3533, SOX21, CHCHD2, IL10, EIF2D, SMIM12, TMEM214, TCF23, IDO1, ARCN1, SCUBE3, HTRA3, LMX1A, RNF123, PSMB2, ILRUN, DDX6, VPS11, RF00001, STRADA, FGR, SMARCD2, AFAP1, GTF3C2, COX18, BAHCC1, ZNF331, SCN4A, ARL16, PSMA2, DCAF7, CENPX, TRMT44, NRN1, LRRC52, bta-mir-10173, GNPTAB, NCDN, ZMYM4, RF00003, MEI4, HGS, TACO1, PDZD3, ZNF629, PDE5A, OXLD1, ZNF346, bta-mir-2450a, MRPS17, IGF1, MIR191, HEXD, TCAM1, SEL1L2, MRPL18, ASPSCR1, RF00322, NEUROG3, ARIH2, ALYREF, NCKIPSD, SLC03A1, NICN1, FLRT2, SLC25A20, DLGAP3, WDR45B, FCHO2, DRAM1, PSPH, DYRK3, NRCAM, NDUFC1, ST8SIA2, SH3BP2, DDX42, FGFR4, MFSD10, TM2D2, DCXR, TTC39B, PHKG1, SLC6A15, NDUFAF5, PRKAR2A, WASF2, NDUFS4, TASP1, RF00091, PYCR1, APOA5, SYTL1, SERPINB6, RF00612, LRRC45, MRPS27, bta-mir-2451, RNF26, ZNF696, MYLK4, bta-mir-2450b, ISM1, GRK4, NPB, ADAM18, CD164L2, ITGAM, ETNK1, APEH, RF02271, MRPL12, RF00398, ESF1, SPDEF, TSPAN19, ALDH9A1, RF00429, bta-mir-425, GFOD1, DCT, NUDT3, PDE6G, SFPQ, TEX2, ZNF677, SLC37A4, ADCY8, PHLDB1, VKORC1, IMPDH2, IP6K1, UPK2, FASN, TOP1MT, ACTG1, SERPINB9, BAIAP2, NAA15, FCAMR, bta-mir-2450d, MYADML2, MYO10, PACRGL, TRHDE, ZNF713, DRC1, MPV17, PMCH, MAPKAPK2, COL13A1, SH3TC1, FAM241B, P4HTM, CMAS, bta-mir-95, GCGR, BABAM2, NPFFR1, ST8SIA1, ADAM3A, LIMD2, RXRG, GMDS, PRSS53, TCP11, ADAM32, HGFAC, RF00401, STK10, DPAGT1, RF00004, GLS, PRR16, TMEM222, SUMF2, CD79B, SECTM1, RF01888, ABHD1, TYSND1, RPS10, TRAPPC4, PHACTR1, UQCRC1, TBC1D7, ATRAID, MGC139164, C22H3orf62, GPS1, TDO2, MAFG, TBCD, GPX1, bta-mir-2347, DAG1, ZMYM1, BCL7C, KAT8, CD7, MAP3K6, RFNG, TAC1, UBA7, MSANTD1, SNORD42, RNF4, B3GNTL1, PLEKHA2, IKBKE, MRPL33, ADAM2, TMEM174, TREH, APOA4, SAR1A, BUD13, LRRIQ1, KCNH6, H2AFY2, DALRD3, ZPR1, TNPO1, COL28A1, DYNLRB2, SIRT7, SDHAF3, PLB1, TCP1, KIAA0319L, BCL9L, FTSJ3, RPS25, ZMYM6, RF00066, RHPN1, AMT, ZNF366, THY1, CPZ, IL24, UCK2, TRIM72, RPTOR, TMEM171, FBXW11, CCDC71, RF00045, ACOX3, ERN1, APOC3, OTOF, ANAPC11, AHDC1, ZNF646, bta-mir-2452, SLC26A6, GMPPB, CTSO, LCA5, DNAH5, MAFA, WDR6, ZBBX, PP1R27, ACE, FAAP100, USP4, LAMB2, PNPLA8, TRIM54, RHOA, FAM193A, QRICH1, ARMC5, PI3R, UHRF1BP1, KCNIP4, MAP1B, RF01778, C1QTNF5, PARPBP, CCDC47, RF00598, LRPAP1, CCDC153, NIPSNAP2, C2CD2L, FOSL2, CBL, GPR180, SERPINB1, CYB561, NPLOC4, MCRIP1, IL19, NLRP12, C2CD5, ADAM9, AMIGO3, TAF11, NDST3, RAB40B, MST1, TSPAN10, HTT, DOK7, LRRC20, HYOU1, CHMP6, DLX6, C6H4orf3, C4H7orf25, NDUFAF3, HMBS, IP6K2, RBKS, CDYL2, GPR3, ASIC5, TMEM89, MCAM, DUS1L, COX6A2, C3H1orf216, ZNF750, CLSPN, AIFM2, TANC2, TMC01, MBOAT1, HMGA1, KCNA2, ADD1, INKA1, FARS2, PPP1R27, EFCAB9, MGARP, EFR3A, ANKRD17, CTF1, PRSS8, TGFB11, CCT6A, VKORC1L1, FREM1, SLC38A10, SELENOI, MOCS2, NME8, C11H2orf16, DNAJC5G, CGREF1, SLC35F6, UBT2D, ELF2, ALB, FBXL19, PRSS36, SLC5A2, RF00414, GUSB, CER1, NDUFAF8, bta-mir-2284y-1, ITGA2, SFRP4, FNDC4, SLC30A3, KHK, KCNK3, SH3PX2B, NOCT, AFP, ORAI3, FUS, C25H16orf58, ZDHHC21, TEP SIN, DGRF3, ITGA1, EPDR1, IFT172, CAD, EMILIN1, AFM, SETD1A, PYCARD, AHSP, NFIB, CEP131, HADHB, PELO, KRTCAP3, RASSF6, SYNPO2, HSD3B7, AATK, HADHA, NRBP1, 7SK, STX1B, bta-mir-338, PPM1G, CXCL8, STX4, and ZNF668

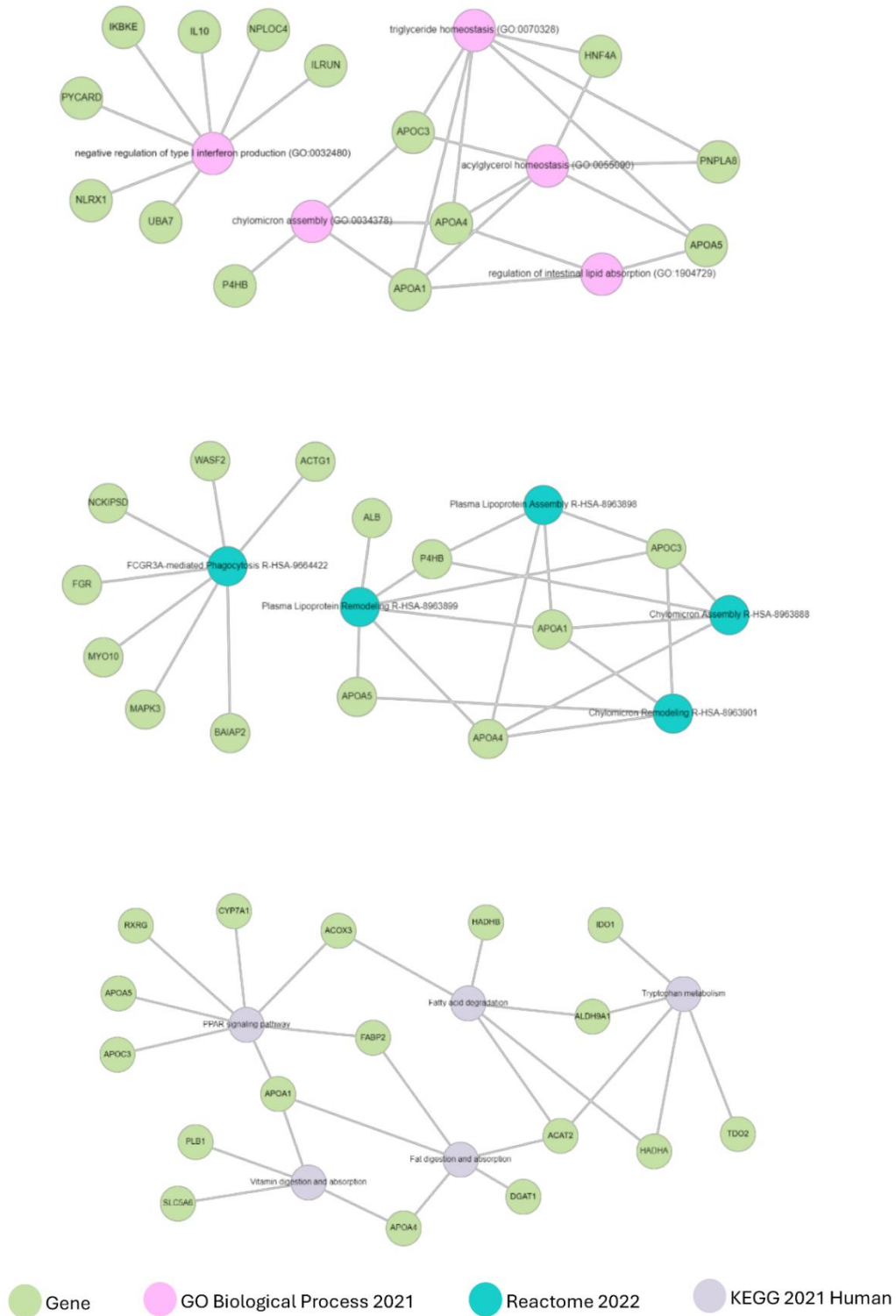


## RESULTS and DISCUSSION

In total seven articles containing data on a total of 786 genes were found. Duplicate entries and uncharacterized gene names were removed, and 640 genes were used in the analyses. 558 genes were matched. In Enrichr platform, GO Biological Process 2021, Reactome 2022, and KEGG 2021 Human libraries were used to run pathway analyses for the matched genes. As a result, 15 pathways had a significant p-value ( $p < 0.05$ ). Chylomicron assembly pathway was found to be significant in both GO and Reactome libraries. All significant pathways were listed in Table 2. The genes associated with the significant pathways were shown as a network analysis in Figure 1.

**Table 2.** List of significant pathways.

Term	Library	p-value
acylglycerol homeostasis (GO:0055090)	GO_Biological_Process_2021	0.0001104
Chylomicron Assembly R-HSA-8963888	Reactome_2022	0.0001151
Chylomicron Remodeling R-HSA-8963901	Reactome_2022	0.0001151
chylomicron assembly (GO:0034378)	GO_Biological_Process_2021	0.000187
regulation of intestinal lipid absorption (GO:1904729)	GO_Biological_Process_2021	0.0003108
triglyceride homeostasis (GO:0070328)	GO_Biological_Process_2021	0.0003899
negative regulation of type I interferon production (GO:0032480)	GO_Biological_Process_2021	0.0003931
Plasma Lipoprotein Remodeling R-HSA-8963899	Reactome_2022	0.0005555
Plasma Lipoprotein Assembly R-HSA-8963898	Reactome_2022	0.001391
FCGR3A-mediated Phagocytosis R-HSA-9664422	Reactome_2022	0.002951
Vitamin digestion and absorption	KEGG_2021_Human	0.006629
PPAR signaling pathway	KEGG_2021_Human	0.009387
Tryptophan metabolism	KEGG_2021_Human	0.01057
Fatty acid degradation	KEGG_2021_Human	0.01165
Fat digestion and absorption	KEGG_2021_Human	0.01165



**Figure 1.** Interactions between genes and significant pathways

## DISCUSSION

Ketosis is a metabolic state characterized by the elevated production of ketone bodies which serve as an alternative energy source when carbohydrate intake is significantly reduced. This metabolic adaptation occurs when the liver transforms fatty acids into ketone bodies through a process called beta-oxidation (Bergman, 1971; Houten and Wanders, 2010). In cows, ketosis could cause physiological changes due to decreased feed intake, increased energy requirements for milk production, and changes in hormone levels (Nielsen and Ingvarsten,

2004). This study aims to perform a systematic review and gene enrichment analysis of GWAS to identify potential functional candidate genes linked to resistance against ketosis-related traits in dairy cattle.

Among the significant pathways, acylglycerol homeostasis, which includes the regulation of triglycerides, is closely linked to ketosis. Triglycerides, the main form of stored fat in the body, are broken down into free fatty acids and glycerol during lipolysis, particularly under ketogenic conditions (McGarry and Foster, 1972; Wang et al., 2008). These fatty acids are then transported to the liver to be converted into ketone bodies (Al Odaib et al., 1998). Chylomicrons, which are lipoprotein particles that transport dietary triglycerides from the intestines to peripheral tissues, also play a crucial role in this metabolic interplay (Giammanco et al., 2015; Zhou et al., 2020). The efficient clearance and metabolism of chylomicrons are vital for maintaining triglyceride homeostasis, and any disruptions can lead to metabolic disorders such as chylomicronemia syndrome (Packard et al., 2020; Ofori, 2023). Ketone bodies, such as beta-hydroxybutyrate, produced during ketosis, may influence immune responses by modulating the production of type I interferons, which are crucial for antiviral defense and immune regulation (Zdzisińska et al., 2000; Satomura et al., 2022).

## CONCLUSION

In conclusion, this study highlights the intricate metabolic adaptations associated with ketosis in dairy cattle and underscores the importance of understanding genetic factors that contribute to resistance against ketosis-related traits. Through systematic review and gene enrichment analysis of GWAS data, several potential functional candidate genes involved in key pathways such as acylglycerol homeostasis have been identified. These findings suggest that the regulation of triglyceride metabolism, particularly the role of chylomicrons and their efficient clearance, is crucial in maintaining metabolic balance during ketosis. Additionally, the influence of ketone bodies on immune function presents a novel area for further exploration, offering potential insights into how ketosis might affect disease resistance. Future research should focus on validating these candidate genes and exploring their mechanistic roles in ketosis resistance. This could pave the way for the development of targeted breeding strategies aimed at enhancing metabolic health and overall productivity in dairy cattle. Understanding these genetic underpinnings not only aids in improving cattle health but also has broader implications for livestock management and agricultural sustainability.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Veysel BAY  <https://orcid.org/0000-0002-9339-4840>

## REFERENCES

- Al Odaib A, Shneider BL, Bennett MJ, Pober BR, Reyes-Mugica M, Friedman AL, Suchy FJ, Rinaldo P (1998) A defect in the transport of long-chain fatty acids associated with acute liver failure. *New England Journal of Medicine* 339:1752–1757
- Bergman EN (1971) Hyperketonemia-ketogenesis and ketone body metabolism. *Journal of dairy science* 54:936–948
- Carrier J, Stewart S, Godden S, Fetrow J, Rapnicki P (2004) Evaluation and Use of Three Cowside Tests for Detection of Subclinical Ketosis in Early Postpartum Cows. *Journal of Dairy Science* 87:3725–3735. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73511-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73511-0)
- David Baird G (1982) Primary Ketosis in the High-Producing Dairy Cow: Clinical and Subclinical Disorders, Treatment, Prevention, and Outlook. *Journal of Dairy Science* 65:1–10. [https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82146-2](https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82146-2)
- Evangelista JE, Xie Z, Marino GB, Nguyen N, Clarke DJB, Ma’ayan A (2023) Enrichr-KG: bridging enrichment analysis across multiple libraries. *Nucleic Acids Research* 51:W168–W179. <https://doi.org/10.1093/nar/gkad393>
- Faruk S Al, Park B, Ha S, Lee S, Mamuad LL, Cho Y (2020) Comparative study on different field tests of ketosis using blood, milk, and urine in dairy cattle. *Veterinárni Medicína* 65:199–206. <https://doi.org/10.17221/69/2019-VETMED>
- Freebern E, Santos DJA, Fang L, Jiang J, Parker Gaddis KL, Liu GE, Vanraden PM, Maltecca C, Cole JB, Ma L (2020) GWAS and fine-mapping of livability and six disease traits in Holstein cattle. *BMC Genomics* 21:1–11. <https://doi.org/10.1186/s12864-020-6461-z>
- Gaddis KLP, Jr JHM, Clay JS, Wolfe CW (2018) Genome-wide association study for ketosis in US Jerseys using producer-recorded data. *Journal of Dairy Science* 101:413–424. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13383>

- Giammanco A, Cefalù AB, Noto D, Aversa MR (2015) The pathophysiology of intestinal lipoprotein production. *Frontiers in physiology* 6:61
- Hasin Y, Seldin M, Lusic A (2017) Multi-omics approaches to disease. *Genome Biology* 18:83. <https://doi.org/10.1186/s13059-017-1215-1>
- Houten SM, Wanders RJA (2010) A general introduction to the biochemistry of mitochondrial fatty acid  $\beta$ -oxidation. *Journal of inherited metabolic disease* 33:469–477
- Huang H, Cao J, Hanif Q, Wang Y, Yu Y, Zhang S, Zhang Y (2019) Genome-wide association study identifies energy metabolism genes for resistance to ketosis in Chinese Holstein cattle. *Animal Genetics* 50:376–380. <https://doi.org/10.1111/age.12802>
- Krebs H (1960) Biochemical aspects of ketosis. İçinde: *Proceedings of the Royal Society of Medicine*. SAGE Publications, ss 71–80
- Kroezen V, Schenkel FS, Miglior F, Baes CF, Squires EJ (2018) Candidate gene association analyses for ketosis resistance in Holsteins. *Journal of Dairy Science* 101:5240–5249. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13374>
- Leroy JLMR, Van Soom A, Opsomer G, Bols PEJ (2008) The consequences of metabolic changes in high-yielding dairy cows on oocyte and embryo quality\*. *Animal* 2:1120–1127. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S1751731108002383>
- Littledike ET, Young JW, Beitz DC (1981) Common Metabolic Diseases of Cattle: Ketosis, Milk Fever, Grass Tetany, and Downer Cow Complex1. *Journal of Dairy Science* 64:1465–1482. [https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(81\)82715-4](https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(81)82715-4)
- McGarry JD, Foster DW (1972) Regulation of ketogenesis and clinical aspects of the ketotic state. *Metabolism* 21:471–489. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0026-0495\(72\)90059-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0026-0495(72)90059-5)
- McSherry BJ, Maplesden DC, Branion HD (1960) Ketosis in Cattle—a Review. *The Canadian veterinary journal = La revue vétérinaire canadienne* 1:208–213
- Nayeri S, Schenkel F, Fleming A, Kroezen V, Sargolzaei M, Baes C, Cánovas A, Squires J, Miglior F (2019) Genome-wide association analysis for  $\beta$ -hydroxybutyrate concentration in Milk in Holstein dairy cattle. *BMC genetics* 20:1–17
- Nielsen NI, Ingvarsen KL (2004) Propylene glycol for dairy cows: A review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. *Animal Feed Science and Technology* 115:191–213
- Oetzel GR, Mcguirk SM (2008) Evaluation of a Hand-Held Meter for Cowside Evaluation of Blood Beta-Hydroxybutyrate and Glucose Concentrations in Dairy Cows. 41:53706
- Ofori EK (2023) Lipids and Lipoprotein Metabolism, Dyslipidemias, and Management. İçinde: *Current Trends in the Diagnosis and Management of Metabolic Disorders*. CRC Press, ss 150–170
- Packard CJ, Boren J, Taskinen M-R (2020) Causes and consequences of hypertriglyceridemia. *Frontiers in endocrinology* 11:252
- Pryce JE, Parker Gaddis KL, Koeck A, Bastin C, Abdelsayed M, Gengler N, Miglior F, Heringstad B, Egger-Danner C, Stock KF, Bradley AJ, Cole JB (2016) Invited review: Opportunities for genetic improvement of metabolic diseases. *Journal of Dairy Science* 99:6855–6873. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10854>
- Sakai T, Hayakawa T, Hamakawa M, Ogura K, Kubo S (1993) Therapeutic Effects of Simultaneous Use of Glucose and Insulin in Ketotic Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 76:109–114. [https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77329-4](https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77329-4)
- Satomura A, Oikawa Y, Haisa A, Suzuki S, Nakanishi S, Katsuki T, Shimada A (2022) Clinical Significance of Insulin Peptide-specific Interferon- $\gamma$ -related Immune Responses in Ketosis-prone Type 2 Diabetes. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 107:e2124–e2132
- Schmidtmann C, Segelke D, Bennewitz J, Tetens J, Thaller G (2023) Genetic analysis of production traits and body size measurements and their relationships with metabolic diseases in German Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* 106:421–438. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22363>
- Shpigel NY, Chen R, Avidar Y, Bogin E (1996) Use of corticosteroids alone or combined with glucose to treat ketosis in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 208:1702–1704
- Soares RAN, Vargas G, Duffield T, Schenkel F, Squires EJ (2021) Genome-wide association study and functional analyses for clinical and subclinical ketosis in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* 104:10076–10089. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20101>
- Wang S, Soni KG, Semache M, Casavant S, Fortier M, Pan L, Mitchell GA (2008) Lipolysis and the integrated physiology of lipid energy metabolism. *Molecular genetics and metabolism* 95:117–126
- Wathes DC, Fenwick M, Cheng Z, Bourne N, Llewellyn S, Morris DG, Kenny D, Murphy J, Fitzpatrick R (2007) Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology* 68:S232–S241. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.04.006>

- Yameogo N, Ouedraogo GA, Kanyandekwe C, Sawadogo GJ (2008) Relationship between ketosis and dairy cows' blood metabolites in intensive production farms of the periurban area of Dakar. *Tropical Animal Health and Production* 40:483–490. <https://doi.org/10.1007/s11250-007-9124-z>
- Yan Z, Huang H, Freebern E, Santos DJA, Dai D, Si J, Ma C, Cao J (2020) Integrating RNA-Seq with GWAS reveals novel insights into the molecular mechanism underpinning ketosis in cattle. 1–12
- Zarrin M, De Matteis L, Vernay MCMB, Wellnitz O, van Dorland HA, Bruckmaier RM (2013) Long-term elevation of  $\beta$ -hydroxybutyrate in dairy cows through infusion: Effects on feed intake, milk production, and metabolism. *Journal of Dairy Science* 96:2960–2972. <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2012-6224>
- Zdzisińska B, Filar J, Paduch R, Kaczor J, Lokaj I, Kandefor-Szerszeń M (2000) The influence of ketone bodies and glucose on interferon, tumor necrosis factor production and NO release in bovine aorta endothelial cells. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 74:237–247
- Zhou A, Qu J, Liu M, Tso P (2020) The role of interstitial matrix and the lymphatic system in gastrointestinal lipid and lipoprotein metabolism. *Frontiers in Physiology* 11:4

## Socio-Economic Characteristics of Producers and Economic Size Classes of Enterprises According to Typologies and Risk Attitudes in TR21 Region

Başak AYDIN<sup>1\*</sup>, Ozan ÖZTÜRK<sup>1</sup>, Ülviye ÇEBİ<sup>1</sup>, Osman Orkan ÖZER<sup>2</sup>, Duygu AKTÜRK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Soil Water and Agricultural Meteorology Research Institute, Kırklareli

<sup>2</sup>Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Aydın

<sup>3</sup>Çanakkale 18 Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Çanakkale

\*Corresponding Author: [basakaydin\\_1974@yahoo.com](mailto:basakaydin_1974@yahoo.com)

Geliş Tarihi: 16.08.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 20.09.2024 Kabul Tarihi: 20.09.2024

### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the typologies of agricultural enterprises operating in the TR21 Region according to the Farm Accounting Data Network methodology and the risk attitudes of the producers. According to the typologies and risk attitudes of the enterprises, the socio-economic characteristics of the producers and the economic size classes of the enterprises were determined. As a result of sampling based on a 95% confidence interval and a 10% margin of error, the number of enterprises surveyed was determined as 334. While 63.77% of the enterprises were specialized in field crops, 25.45% engaged in mixed livestock and plant production. Additionally, 7.49% were specialized in pasture livestock and 3.29% were in the perennial plant farming group. In the enterprises examined, 55.09% of the producers were classified as risk-averse and 44.91% as risk-lover. Of the average land holdings, 71.25% was property and 28.75% was rented land. It was noteworthy that the land rental rate in risk-lover enterprises was higher than in risk-averse enterprises. It was concluded that risk-lover enterprises had higher production value in both plant production and animal production, and risk-averse enterprises were engaged with product and animal diversity as they avoided taking risks. On average, in risk-lover enterprises, 53.64% of the operating expenses were vegetative special expenses and 46.36% were animal special expenses. In risk-averse enterprises, the share of vegetative special expenses in total expenses was 47.15%, and the share of animal special expenses was 52.85%. Compared to the average of enterprises and all enterprise typologies, standard gross profit was found to be higher in risk-lover enterprises. In enterprise typology groups, the average ESU values of the enterprises varied between 10.88 and 33.80 ESU. According to enterprise typologies, risk-averse agricultural enterprises in specialized field crop farming and perennial plant farming were in the below-medium enterprise class, while other enterprise groups were in the above-medium enterprise class.

**Key words:** Farm accounting data network, risk, enterprise typology

## TR21 Bölgesinde İşletme Tipolojilerine ve Risk Tutumlarına Göre Üreticilerin Sosyo Ekonomik Özellikleri ve İşletmelerin Ekonomik Büyüklük Sınıfları

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı TR21 Bölgesinde faaliyet gösteren tarım işletmelerinin Çiftlik Muhasebe Veri Ağı metodolojisine göre işletme tipolojilerinin ve üreticilerin risk tutumlarının belirlenmesidir. İşletmelerin tipolojilerine ve risk tutumlarına göre üreticilerin sosyo ekonomik özellikleri ve işletmelerin ekonomik büyüklük sınıfları tespit edilmiştir. %95 güven aralığı ve %10 hata payına göre yapılan örnekleme sonucunda, anket yapılan işletme sayısı 334 olarak belirlenmiştir. İşletmelerin %63.77'si tarla bitkileri üzerine ihtisaslaşmışken, %25.45'i karma hayvancılık ve bitkisel üretim yapmaktadır. Ayrıca, %7.49'u otlak hayvancılığı üzerine ihtisaslaşmış, %3.29'u ise daimî bitki yetiştiriciliği grubundadır. İncelenen işletmelerde yöneticilerin %55.09'u



riskten kaçınan, %44.91'i ise risk almaya eğilimli olarak sınıflandırılmıştır. Ortalama arazi varlığının %71.25'i mülk ve %28.75'i kira ile işlenen arazilerdir. Risk seven işletmelerde arazi kiralama oranının da risk sevmeyen işletmelere göre daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Gerek bitkisel üretimde gerekse hayvansal üretimde risk seven işletmelerin üretim değeri daha fazla olup, risk sevmeyen işletmelerin risk almaktan kaçındıkları için ürün ve hayvan çeşitliliğine daha fazla yer verdikleri sonucuna ulaşılmıştır. İşletmeler ortalaması olarak risk seven işletmelerde işletme masraflarının %53.64'ünü bitkisel özel masraflar, %46.36'sını ise hayvansal özel masraflar oluşturmaktadır. Risk sevmeyen işletmelerde toplam masraflar içinde bitkisel özel masrafların payı %47.15, hayvansal özel masrafların payı %52.85'tir. İşletmeler ortalamasına göre ve tüm işletme tiplerine göre standart brüt kar risk seven işletmelerde daha yüksek olarak bulunmuştur. İşletme tipi gruplarında, işletmelerin ortalama ESU değerleri 10.88 ile 33.80 ESU arasında değişmektedir. İşletme tiplerine göre ihtisaslaşmış tarla bitkileri yetiştiriciliği ve daimî bitki yetiştiriciliği risk sevmeyen tarım işletmeleri ortanın altı, diğer işletme grupları ortanın üstü işletme sınıfında yer almıştır.

**Anahtar kelimeler:** Çiftlik muhasebe veri ağı, risk, işletme tipi

## INTRODUCTION

Since their establishment, European Union (EU) countries have been carrying out various integration and investment studies in order to reduce structural differences between countries and develop economic sectors. In this context, the Common Agricultural Policy (CAP) is of great importance in activities aimed at the agricultural sector. In order to ensure that the decisions to be taken in the sectorial development and integration processes are correct and effective, the EU Commission needs data and information that constantly monitor the current situation of the sector, the economic and structural performances of the enterprises and their development trends. Farm Accounting Data Network (FADN), one of the important tools used in shaping the Common Agricultural Policy, has been mandatorily implemented in EU member states since 1965. By means of FADN, the financial performance and annual income of the enterprises are determined with the data collected from agricultural enterprises and their impact on the agricultural sector is monitored (Yıldırım Korkmaz, 2014).

It is very important to predict future changes in sectors and make decisions based on these predictions. In order to create policies to develop the agricultural sector, it is necessary to collect reliable, up-to-date and detailed data about the sector. With the information obtained and analyzed by the Farm Accounting Data Network system, agricultural enterprises are managed more effectively and it is possible to make the right decisions for the future.

There are various factors that affect the process of dissemination and adoption of innovations in agriculture. Among these factors, the risk-taking behavior of producers also has an important place. The acceptance of any technological innovation by producers in a region requires an effective extension effort as well as understanding of producers' attitudes towards risks.

While examining decision-making processes under risk and uncertainty in agriculture, determining farmers' risk perceptions and attitudes will increase the reliability of the findings. Farmers may react differently to risk depending on their objectives and the resources they have. These differences affect their productivity and efficiency in agricultural production and enterprise activities in various ways (Gündüz et al., 2017).

There are researches on the Farm Accounting Data Network in the literature. Boers et al. (1994), in their research on FADN, found that 66.88% of the enterprises engaged in dry agriculture, livestock, vegetable growing and floriculture in the Netherlands were dry agriculture and livestock enterprises, 19.87% were horticulture enterprises and 13.25% were mushroom enterprises. Gündoğmuş (2000) classified the specialized grain enterprises in Konya province according to FADN and found that 42.99% of the enterprises were very small, 34.58% were small, 15.89% were medium small and 6.54% were in the medium-large enterprise group. In his study, Külekçi (2006) determined the economic sizes and enterprise typologies of livestock farming enterprises in Erzurum province according to the FADN system, and found the specialized dairy cattle type to be the highest with a rate of 56.20%. Çelik and Direk (2008) determined in their study that agricultural enterprises producing carrots in Konya Province were in 6 different economic size groups. Erol (2008) determined that enterprises producing maize in Çumra District of Konya Province were in 4 different economic size groups according to FADN. Emre (2010) found that the economic size of enterprises producing apple in Eğirdir district of Isparta province varied between 2.39 ESU and 53.39 ESU, and the average of enterprises was 19.40 ESU. Yıldırım Korkmaz (2014) determined that the enterprises producing fruit in the Kazova Region of Tokat province and Demirel (2019) determined that the enterprises producing wheat in the Kumkale Plain of Çanakkale Province were in 5 different economic size groups according to FADN. Svtelana (2018) analysed the

FADN methodology and its applicability in Serbia. Coppola et al. (2020) analysed agricultural income using the FADN system in their study. Ivanovic et al. (2020) analysed the productivity of Serbian milk producers in the FADN sample. Kanat and Çelik (2023) determined the types, economic size classes and standard activity results of agricultural enterprises in the Central Anatolian Agricultural Basin according to the FADN system.

There are national and international studies on risk in agricultural production. Ceyhan et al. (1997) determined that 38% of the farmers in Terme district of Samsun province were risk-lover, 60% were risk-averse and 2% were risk neutral. Risk behaviors of dairy cattle farming enterprises in Merzifon district of Amasya province were determined by Hazneci (2009), and it was determined that 31% of the farmers liked the risk and 69% did not like the risk. Foudi and Erdlenbruch (2012) determined producers' attitudes towards risk and production decisions in France. De Mey et al. (2014) concluded that the risk behavior of the producers registered in the FADN system varied according to enterprise typologies and countries. Bayramoğlu et al. (2015) examined the risk perception according to enterprise typologies in Konya province, Van Asseldonk et al. (2016) comparatively examined the adaptation process of the producers to risk management strategies and their attitudes towards risk according to enterprise typologies in 7 countries that were members of the European Union. Özer and Tümer (2020) found that 30.7% of agricultural enterprises growing lemon in Mersin Province Erdemli District liked risk, 30% were unresponsive to risk and 39.3% did not like risk.

In this study, typologies of agricultural enterprises operating in the TR21 Region and risk attitudes of producers were determined according to the FADN methodology. The socio-economic characteristics of the producers and economic size classes were determined according to the typologies and risk attitudes of the enterprises. There is no study conducted according to the FADN methodology in the TR21 Region. Economic resource utilization contribution will be provided for the agricultural sector by determining profitable enterprise types and appropriate farming systems in the TR21 Region, which has the opportunity to grow many crops.

## MATERIAL AND METHOD

### Material

The data used in the study was collected through face-to-face surveys with agricultural enterprises operating in the TR21 Region. The survey forms prepared for the purpose of the research were filled in by the researchers through one-on-one interviews. The primary data that formed the basis of the analysis was obtained directly from the producers in the sample.

### Method

Since it was not possible to interview all agricultural enterprises in the research region, it was planned to conduct a survey by determining a sample group that would represent the agricultural enterprises in the region. For this purpose, in determining the surveyed enterprises, firstly, information was collected from Edirne, Kırklareli and Tekirdağ Provincial Directorates of Agriculture and Forestry about the names of the districts and villages/neighborhoods and the number of the enterprises. There are 242 villages/neighborhoods in Kırklareli, 322 in Edirne and 330 in Tekirdağ.

After listing the number of enterprises in the villages of the districts, the coefficient of variation was calculated. The high coefficient of variation (82.25%) was due to the fact that the number of the enterprises in the villages was not homogeneous and therefore the stratified sampling method was applied in the sampling. A distribution graph was drawn and by taking into account the breaks in the graph, the research population was divided into three groups as villages with 1-25, 26-50 and more than 50 enterprises. There were 171 villages in the first group, 190 villages in the second group, and 533 villages in the third group. In the sampling conducted according to 90% confidence interval and 10% margin of error, the number of villages surveyed was determined as 54. In this context, a survey was conducted in 2 villages from the first group, 2 villages from the second group and 50 villages from the third group.

In the sampling study, the "EU Agricultural Enterprises Accounting Data Network" methodology was taken into account. The enterprises to be selected from the main population are determined based on three main criteria: region, economic size and enterprise typology. Additionally, when determining the sample size, enterprises smaller than 1 hectare are not included in the main population, but these small enterprises can be included in the main population if they offer a large portion to the market (Çelik, 2014). Since the typologies of the enterprises in Turkey have not been determined according to economic size and gross profit, these criteria have not been evaluated. Therefore, when determining the sample size, only the region and the criteria of enterprises with land higher than 1 hectare were taken into account.

In the determined villages, the land sizes of the producers were obtained and divided into three groups as those with 1-5 hectare of land (first group), those with 5.1-15 hectare of land (second group) and those with more than 15 hectare of land (third group). Proportional Stratified Sampling method was used to determine the number of agricultural enterprises surveyed.

$$n = \frac{\sum(Nh * Sh)^2}{N^2D^2 + \sum Nh * (Sh)^2} \quad n_i = \frac{Nh}{\sum Nh} * n$$

There were 1789 enterprises in the first group, 2630 enterprises in the second group and 1481 enterprises in the third group. The standard deviation of the first group was calculated as 11.36, the second group as 27.96 and the third group as 247.82. As a result of sampling based on a 95% confidence interval and a 10% margin of error, the number of the enterprises surveyed was determined as 334. According to this distribution, 101 enterprises in the first group, 149 enterprises in the second group and 84 enterprises in the third group were surveyed.

Within the scope of the research, 125 surveys were conducted in 20 villages in Edirne province, 83 surveys in 14 villages in Kırklareli province and 126 surveys in 20 villages in Tekirdağ province. The surveyed enterprises were selected using the random numbers table. The survey studies were carried out between July 2021 and December 2021, and the data received within the scope of the project belonged to the production period of 2021.

Farm Accounting Data Network method was used to determine enterprise typologies. According to the FADN system, the typology of an agricultural enterprise is determined based on the total standard gross profit of the enterprise. Standard Gross Profit is calculated by subtracting the specific variable costs of the product from the standard gross production value of the agricultural activities carried out in the enterprise.

According to the FADN system, the typology of an enterprise is determined by the proportional contribution of different activities to the total standard gross profit. If the Standard Gross Profit (SPV) of an activity constitutes more than 2/3 of the total enterprise Standard Gross Profit, the enterprise is defined as specialized in that activity (for example, a specialized grain enterprise or a specialized livestock enterprise). If the Standard Gross Profit contributions of the activities in the enterprise are below 2/3, the enterprise is classified as a mixed plant or animal farm.

Another criterion used in determining the sample of agricultural enterprises in the FADN system is the economic size of agricultural enterprises. Standard Gross Profit is taken into account when determining the size of agricultural enterprises. To determine the economic size classes of the enterprises, standard gross profits calculated in the 2020-2021 production period data were converted to the European Currency Unit (ECU) by dividing by the Euro/TL rate of 10.50 TL. Afterwards, the economic size classes of the enterprises were determined by dividing the standard gross profits calculated in ECU by 1200 Euros, which was 1 economic size unit. Economic size is expressed as European Size Unit (ESU). In terms of economic size, enterprises are divided into ten different size classes and these classes are shown in Table 1.

Table 1. Economic size groups

Size Class	Size (ESU)	Size Groups
I	<2	Very small
II	≥2 and <4	
III	≥4 and <6	
IV	≥6 and <8	Small
V	≥8 and <12	
VI	≥12 and <16	Below Middle
VII	≥16 and <40	Above Middle
VIII	≥40 and <100	Big
IX	≥100 and <250	Very big
X	≥250	

In determining risk behaviors, "reference gamble" and "preference scales" in which the probabilities are on the vertical axis and the indifference point are on the horizontal axis were used. Risk behaviors of the producers were grouped as risk-lover, risk-averse and risk neutral. Enterprises were classified according to their typology and risk groups, and the risk attitudes of the enterprises in each typology were determined. Since risk neutrality is considered a special risk aversion (Holloway, 1979; Ceyhan et al., 1997), producers who were risk neutral were included in the risk averse group and analyzes were carried out accordingly.

Descriptive statistics and cross-tables were used in the analysis of the data obtained.

## RESULTS AND DISCUSSION

The classification of enterprises in terms of typology and risk groups is given in Table 2. Cultivation of field crops, especially wheat and sunflower, is quite common in the TR21 Region. In addition, pasture livestock farming is among the livelihoods of enterprises operating in the TR21 Region.

While 63.77% of the enterprises specialized in field crops, 25.45% engaged in mixed livestock and plant production. Additionally, 7.49% were specialized in pasture livestock farming and 3.29% were in the perennial plant farming group. Kanat and Çelik (2023) determined that the enterprises examined were in 4 farms types. as specialist field crops, specialist grazing livestock, mixed crops-livestock, and specialist horticulture.

In the enterprises, 55.09% of the managers were classified as risk-averse and 44.91% as risk-lover. Ceyhan et al. (1997) revealed in their research that 38% of the enterprises were described as risk-averse, while 62% were described as risk-lover and neutral to risk. Akçaöz (2001) determined the rate of risk-lover enterprises as 40.20%, and the total rate of risk-averse and neutral enterprises as 59.80% in the Çukurova region. Akçaöz et al. (2006) determined that 39.9% of farmers were classified as risk-lover, while 60.1% were classified as risk-averse and risk-neutral. Bayramoğlu et al. (2015) stated in their study that 70.45% of the managers were considered risk-averse and 29.55% were considered risk-lover.

Table 2. Classification of enterprises in terms of typology and risk groups

Enterprise Groups	Typology Group	Risk Group	Number of Enterprises	%
Group 1 (1-5 ha)		Risk Lover	45	13.47
		Risk Averse	56	16.77
		Total	101	30.24
Group 2 (5.1-15 ha)		Risk Lover	65	19.46
		Risk Averse	84	25.15
		Total	149	44.61
Group 3 (15 ha+)		Risk Lover	40	11.98
		Risk Averse	44	13.17
		Total	84	25.15
Average of Enterprises	Specialized Field Crops	Risk Lover	102	30.54
		Risk Averse	111	33.23
		Total	213	63.77
	Mixed Livestock and Plant Production	Risk Lover	38	11.38
		Risk Averse	47	14.07
		Total	85	25.45
	Specialized Pasture Livestock	Risk Lover	5	1.50
		Risk Averse	20	5.99
		Total	25	7.49
	Specialized Perennial Plant (Fruit Growing)	Risk Lover	5	1.50
		Risk Averse	6	1.80
		Total	11	3.29
Total	Risk Lover	150	44.91	
	Risk Averse	184	55.09	
Total			334	100.00

The attitude ratios of the enterprises towards risk varied according to typologies (Table 3). The highest percentage of the producers who did not like risk (80%) were in the group of enterprises engaged in specialized pasture livestock farming. The rate of risk-averse producers was higher than the rate of risk-lover producers in enterprises that engaged in specialized field crops, specialized perennial plant farming, and mixed livestock and plant production. Widespread grain farming and wheat-sunflower rotation practices in the region make ecological conditions unsuitable for product diversification. In addition, the lack of alternative income sources in the region causes producers to be more cautious against risk.

The highest percentage of risk-lover producers (47.89%) was found in specialized field crops enterprises. These enterprises focus on the production of field crops, and grain farming is generally considered a low-risk

activity in terms of risk factors (Hazneci, 2009). Producers engaged in specialized perennial plant farming, mixed livestock and plant production were the groups that stood out with their tendency to take high risks, after those who did not like risk. It was observed that in enterprises where livestock farming was the main source of income, the rate of risk-averse producers was high. In the study carried out by Bayramoğlu et al. (2015), it was determined that the highest risk-lover producers (41.67%) were in specialized garden products group.

Table 3. Classification of enterprises according to their typologies in terms of risk attitudes

Typology Group	Risk Group	Number of Enterprises	%
Specialized Field Crops	Risk Lover	102	47.89
	Risk Averse	111	52.11
	Total	213	100.00
Mixed Livestock and Plant Production	Risk Lover	38	44.71
	Risk Averse	47	55.29
	Total	85	100.00
Specialized Pasture Livestock	Risk Lover	5	20.00
	Risk Averse	20	80.00
	Total	25	100.00
Specialized Perennial Plant (Fruit Growing)	Risk Lover	5	45.45
	Risk Averse	6	54.55
	Total	11	100.00

The socio-demographic characteristics of the producers in terms of typologies are given in Table 4. The average age of producers in specialized field crop farming enterprises was 55.43 in risk-lover enterprises, while it was 58.37 in risk-averse enterprises. The average age of producers in enterprises engaged in mixed livestock and plant production was found as 54.37 in risk-lover enterprises and 56.60 in risk-averse enterprises. In the specialized pasture livestock enterprise typology, the average age of producers was found as 55 in risk-lover enterprises and 52.75 in risk-averse enterprises. In the specialized perennial plant farming enterprise group, the average age of producers was found as 54.80 in risk-lover enterprises and 63.67 in risk-averse enterprises.

According to the enterprise average, the average age of the producers was determined as 55.13 in the risk-lover enterprise group and 57.48 in the risk-averse enterprise group, and it was determined that risk-lover producers were younger than non-risk-lover producers.

In the specialized field crop farming enterprise group, the average education period of the producers was found as 7.62 years in risk-lover enterprises and 7.16 years in risk-averse enterprises. The average education period of the producers in the mixed livestock and plant production risk-lover enterprise group was found as 7.18 years, and in risk-averse enterprises it was 6.36 years. In the pasture livestock farming group, the average education period of the producers was found as 8 years in risk-lover enterprises and 7.45 years in risk-averse enterprises. In the perennial plant farming group, the average education period of the producers was found as 8.20 years in risk-lover enterprises and 8 years in risk-averse enterprises. According to the average of the enterprises, the average education period of the producers in risk-lover enterprises was found as 7.54 years, and in risk-averse enterprises it was found as 7.02 years.

It was seen that in all enterprise types, the average education period of risk-lover producers was higher than risk-averse producers. The level of education has important effects on the success of agricultural production. The owner of the enterprise, who makes the production decision, is the manager and entrepreneur of the enterprise. The entrepreneur is defined as the person who brings the production factors together and takes responsibility for the possible risks that may be encountered during the production process. According to this definition, it is known that the producer is the decision maker and makes this decision under possible risks. Maximizing the profit of the producer will be possible by minimizing the risks. All of this will be possible if the producer has access to the correct information and makes the right decision. This situation is related to the education levels of the producers. Producers with higher education levels can access information and make more effective decisions under risk (Gündüz et al., 2017).

The average agricultural experience of the producers in the risk-lover enterprises group of specialized field crops farming was found as 34.36 years, and in risk-averse enterprises it was 35.20 years. The average agricultural experience of the producers in the mixed livestock and plant production risk-lover enterprise group

was found as 31.47 years, and in risk-averse enterprises it was 35.47 years. In the pasture livestock risk-lover enterprise group, the average duration of producers' involvement in agriculture was 36.40 years, while in the risk-averse enterprise group, this value was lower and was found as 32.05 years. The lowest duration of engagement in agricultural activities was in the perennial plant farming risk-lover enterprise group and was 30.60 years. In the risk-averse enterprise group, the average agricultural experience of the producers was found as 37.50 years. It was determined that, especially in enterprise groups where plant production rather than livestock farming was more intense, the age of the producers was younger and their agricultural experience was slightly less. According to the enterprise average, the average agricultural experience of the producers was determined as 33.57 in the risk-lover enterprise group and 35 in the risk-averse enterprise group.

In the specialized field crop farming enterprise typology, it was determined that the population amount was 2.82 people in the risk-lover enterprise group and 2.56 people in the risk-averse enterprise group, and the population amount was determined as 2.69 people as the average of the enterprises. In the mixed livestock and plant production enterprise typology, it was determined that the population amount was 3 people in the risk-lover enterprise group, 2.83 people in the risk-averse enterprise group, and 2.91 people as the average of the enterprises. In the pasture livestock enterprise typology, it was determined that the population amount was 3 people in the risk-lover enterprise group, 2.85 people in the risk-averse enterprise group, and the average of the enterprises was 2.88 people. In the perennial plant farming enterprise typology, the population amount was found as 2.80 people in the risk-lover enterprise group, 2.50 people in the risk-averse enterprise group, and the average of the enterprises was 2.63 people. The average population of the enterprises was 2.87 people in the risk-lover enterprise group, 2.66 people in the risk-averse enterprise group, and 2.76 people as the average of the enterprises.

The minimum population of the specialized perennial plant farming enterprise typology with 2.50 people was in the risk-averse enterprises group, and the highest population of the mixed livestock and plant production enterprise typology and pasture livestock enterprise typology with 3.00 people was in the risk-lover enterprises group. In addition, in all enterprise typology groups, the population of the risk-lover enterprises was higher than that of risk-averse enterprises. Similar results were obtained in similar studies on this subject (Hazneci, 2009; Bayramoğlu et al., 2015), and the young population was higher, especially in risk-lover enterprises.

In all enterprise typologies, the rate of non-agricultural income in risk-lover enterprise groups was higher than in risk-averse enterprise groups. The fact that producers in the risk-lover group had a different source of income other than agriculture showed that these producers had higher socio-economic welfare and could take more risks.

Table 4. Socio-demographic characteristics of the producers

Typology Group	Risk Group	Average Age	Average Education Period	Average Agricultural Experience	Number of Family Members	Non-Farm Income (%)
Specialized Field Crops	RL	55.43	7.62	34.36	2.82	36.27
	RA	58.37	7.16	35.20	2.56	32.43
	Mean	56.96	7.38	34.80	2.69	34.27
Mixed Livestock and Plant Production	RL	54.37	7.18	31.47	3.00	42.11
	RA	56.60	6.36	35.47	2.83	38.30
	Mean	55.60	6.73	33.68	2.91	40.00
Specialized Pasture Livestock	RL	55.00	8.00	36.40	3.00	60.00
	RA	52.75	7.45	32.05	2.85	40.00
	Mean	53.20	7.56	32.92	2.88	44.00
Specialized Perennial Plant	RL	54.80	8.20	30.60	2.80	40.00
	RA	63.67	8.00	37.50	2.50	16.67
	Mean	59.64	8.09	34.36	2.63	27.27
Average of Enterprises	RL	55.13	7.54	33.57	2.87	38.67
	RA	57.48	7.02	35.00	2.66	34.24
	Mean	56.42	7.25	34.36	2.76	36.23

RL: Risk-lover, RA: Risk-averse



Land assets and savings status of the examined enterprises according to their enterprise types are given in Table 5. On average, the proportion of property land was high in risk-averse enterprises, while the rented land was high in risk-lover enterprises. The average land size of the enterprises was found as 15.44 hectares, and it was determined that 71.25% of the enterprise land was property land and 28.75% was rented land. It was determined that the amount of land per enterprise in the research region was above the Türkiye average (approximately 6 hectares).

Compared to the average of enterprises, it was determined that the rate of rented land was higher in enterprises engaged in specialized field crop farming and perennial plant farming. On the other hand, the rate of rented land in the other two types of enterprises where livestock farming was dominant was relatively lower. Producers, who were mainly engaged in plant production, also performed plant production through land rental in order to provide product diversity and thus increase their income. In addition, the increase in the profitability of paddy production, especially in years when product prices were high, encouraged the desire to grow paddy in large areas, and this resulted in an increase in rental activities and therefore an expansion of the enterprise size. It was possible to show that the rate of rented land was the lowest in the specialized pasture livestock farming group compared to other enterprise types as a reason for this situation.

Table 5. Land ownership status in the enterprises

Typology Group	Risk Group	Land Ownership					
		Property Land		Rented Land		Total	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
Specialized Field Crops	RL	11.84	72.70	4.45	27.30	16.28	100.00
	RA	10.62	68.23	4.95	31.77	15.57	100.00
	Mean	11.20	70.42	4.71	29.58	15.91	100.00
Mixed Livestock and Plant Production	RL	9.30	65.91	4.81	34.09	14.11	100.00
	RA	12.39	77.95	3.50	22.05	15.89	100.00
	Mean	11.01	72.92	4.09	27.08	15.10	100.00
Specialized Pasture Livestock	RL	10.90	62.64	6.50	37.36	17.40	100.00
	RA	11.22	80.40	2.74	19.60	13.96	100.00
	Mean	11.16	76.18	3.49	23.82	14.65	100.00
Specialized Perennial Plant	RL	7.10	47.65	7.80	52.35	14.90	100.00
	RA	6.35	85.04	1.12	14.96	7.47	100.00
	Mean	6.69	61.69	4.15	38.31	10.85	100.00
Average of Enterprises	RL	11.00	69.99	4.72	30.01	15.72	100.00
	RA	11.00	72.31	4.21	27.69	15.21	100.00
	Mean	11.00	71.25	4.44	28.75	15.44	100.00

RL: Risk-lover, RA: Risk-averse

The production value of an agricultural enterprise includes the total value of plant and animal products obtained as a result of one year's economic activities and the increase in value resulting from the production of these products. The total production value in the enterprises is given in Table 6. Compared to the average of enterprises, it was seen that the value of vegetative gross production was higher in risk-lover enterprises. In mixed livestock and plant production typologies, it was noticeable that the value of plant production was higher in risk-averse enterprises. In this enterprise typology, it was observed that risk-averse enterprises gave more space to product diversity.

According to the enterprise average, the share of animal production value in the total production value was found as 25.12% in risk-lover enterprises and 31.85% in risk-averse enterprises. It was concluded that risk-lover enterprises had higher production value in both plant production and animal production, and risk-averse enterprises were engaged with product and animal diversity as they avoided taking risks.

The total production value per enterprise varied between 176,717.80 - 494,018.61 TL according to enterprise types, and this value was found to be 310,394.87 TL as the average of all enterprises. According to enterprise typologies, the lowest production value was seen in specialized field crops enterprises, and the highest production value was seen in enterprises engaged in specialized pasture livestock farming. On average, the total production value per enterprise in risk-averse enterprises was 304,494.88 TL, while it was 317,632.21 TL in risk-lover enterprises. It is expected that the production value will be high in risk-lover enterprises

(Bayramoğlu et al., 2015). As an average of enterprises, the majority of the total production value consisted of plant production value (71.25%).

Table 6. Production values obtained in the enterprises

Typology Group	Risk Group	Plant Production Value		Animal Production Value		Total Production Value	
		TL	%	TL	%	TL	%
Specialized Field Crops	RL	243,871.68	95.22	12,245.69	4.78	256,117.37	100.00
	RA	224,334.48	89.69	25,782.12	10.31	250,116.60	100.00
	Mean	233,690.32	92.37	19,299.89	7.63	252,990.21	100.00
Mixed Livestock and Plant Production	RL	189,840.74	43.44	247,159.01	56.56	436,999.75	100.00
	RA	207,906.46	51.88	192,807.95	48.12	400,714.41	100.00
	Mean	199,830.02	47.93	217,106.08	52.07	416,936.10	100.00
Specialized Pasture Livestock	RL	223,915.13	45.79	265,040.50	54.21	488,955.63	100.00
	RA	125,843.13	30.07	292,668.30	69.93	418,511.43	100.00
	Mean	145,457.53	33.62	287,142.74	66.38	432,600.27	100.00
Specialized Perennial Plant	RL	494,018.61	100.00	0.00	0.00	494,018.61	100.00
	RA	165,874.46	93.86	10,843.34	6.14	176,717.80	100.00
	Mean	315,030.89	98.16	5,914.54	1.84	320,945.43	100.00
Average of Enterprises	RL	237,856.85	74.88	79,775.36	25.12	317,632.21	100.00
	RA	207,526.31	68.15	96,968.57	31.85	304,494.88	100.00
	Mean	221,147.81	71.25	89,247.06	28.75	310,394.87	100.00

RL: Risk-lover, RA: Risk-averse

Total private expenses by enterprise types are given in Table 7. Compared to the average of the enterprises, it was seen that operating expenses were higher in risk-averse enterprises. On average, in risk-lover enterprises, 53.64% of the operating expenses were vegetative special expenses and 46.36% were animal special expenses. In risk-averse enterprises, the share of vegetative special expenses in total expenses was 47.15%, and the share of animal special expenses was 52.85%.

When the cost distribution of enterprises according to typologies was examined, the lowest private cost value was seen in enterprises engaged in specialized perennial plant farming, and the highest private expense value was seen in enterprises engaged in mixed livestock and plant production. According to the average of the enterprises, the private expense value was lower and the production value was higher in risk-averse enterprises than in risk-lover enterprises. This showed that resource use was more efficient in risk-lover enterprises.

Table 7. Total private expenses in the enterprises

Typology Group	Risk Group	Vegetative Special Expenses		Animal Special Expenses		Total Special Expenses	
		TL	%	TL	%	TL	%
Specialized Field Crops	RL	46,939.04	89.64	5,425.20	10.36	52,364.24	100.00
	RA	46,184.23	78.18	12,891.44	21.82	59,075.67	100.00
	Mean	46,545.69	83.32	9,316.07	16.68	55,861.76	100.00
Mixed Livestock and Plant Production	RL	33,100.31	20.71	126,765.37	79.29	159,865.68	100.00
	RA	48,170.55	29.46	115,335.18	70.54	163,505.73	100.00
	Mean	41,433.27	25.60	120,445.14	74.40	161,878.41	100.00
Specialized Pasture Livestock	RL	61,565.50	42.52	83,231.43	57.48	144,796.93	100.00
	RA	27,180.37	19.43	112,722.87	80.57	139,903.24	100.00
	Mean	34,057.39	24.17	106,824.59	75.83	140,881.98	100.00
Specialized Perennial Plant	RL	68,148.86	100.00	0.00	0.00	68,148.86	100.00
	RA	35,509.75	89.50	4,166.67	10.50	39,676.42	100.00
	Mean	50,345.71	95.68	2,272.73	4.32	52,618.44	100.00
Average of Enterprises	RL	44,627.77	53.64	38,577.41	46.36	83,205.18	100.00
	RA	44,277.89	47.15	49,625.87	52.85	93,903.76	100.00
	Mean	44,435.02	49.87	44,664.00	50.13	89,099.02	100.00

RL: Risk-lover, RA: Risk-averse

Standard gross profits of enterprises and economic size groups were also determined (Table 8). In typology groups, the average ESU values of enterprises varied between 10.88 and 33.80 ESU.

The economic size value (ESU) of the enterprises in the field crop farming risk-lover group was found as 16.17 and economic size class VII, and in the risk-averse group, the economic size value (ESU) of the enterprises was 15.16 and economic size class VI.

The economic size value (ESU) of enterprises in the mixed livestock and plant production group was found as 21.99 and economic size class VII, and the economic size value (ESU) of enterprises in the risk-averse group was found as 18.83 and economic size class VII.

The economic size value (ESU) of enterprises in the risk-lover group of specialized pasture livestock was found as 27.31 and economic size class VII, and the economic size value (ESU) of enterprises in the risk-averse group was found as 22.11 and economic size class VII.

The economic size value (ESU) of enterprises in the risk-lover group of specialized perennial plant farming was found as 33.80 and economic size class VII, and in the risk-averse group, the economic size value (ESU) was found as 10.88 and economic size class V.

Enterprises below 4 ESU are very small, those below 8 ESU are small, those below 16 ESU are below average, those below 40 ESU are above average, those below 100 ESU are large, and those above 250 ESU are classified as very large enterprises. According to enterprise typologies, risk-averse agricultural enterprises in specialized field crop farming and perennial plant farming were in the below-medium business class, while other enterprise groups were in the above-medium enterprise class.

Table 8. Standard gross profits of enterprises and economic size groups

Typology Group	Risk Group	Total Production Value	Total Special Expenses	Total Standard Gross Margin	ECU Value of Gross Margin	Economic Size of the Enterprise (ESU)	Economic Size Class
Specialized Field Crops	RL	256,117.37	52,364.24	203,753.13	19,405.06	16.17	VII
	RA	250,116.60	59,075.67	191,040.93	18,194.37	15.16	VI.
	Mean	252,990.21	55,861.76	197,128.45	18,774.14	15.65	VI.
Mixed Livestock and Plant Production	RL	436,999.75	159,865.68	277,134.07	26,393.72	21.99	VII
	RA	400,714.41	163,505.73	237,208.68	22,591.30	18.83	VII
	Mean	416,936.10	161,878.41	255,057.69	24,291.21	20.24	VII
Specialized Pasture Livestock	RL	488,955.63	144,796.93	344,158.70	32,777.02	27.31	VII
	RA	418,511.43	139,903.24	278,608.19	26,534.11	22.11	VII
	Mean	432,600.27	140,881.98	291,718.29	27,782.69	23.15	VII
Specialized Perennial Plant	RL	494,018.61	68,148.86	425,869.75	40,559.02	33.80	VII
	RA	176,717.80	39,676.42	137,041.38	13,051.56	10.88	V
	Mean	320,945.43	52,618.44	268,326.99	25,554.95	21.30	VII
Average of Enterprises	RL	317,632.21	83,205.18	234,427.03	22,326.38	18.61	VII
	RA	304,494.88	93,903.76	210,591.12	20,056.30	16.71	VII
	Mean	310,394.87	89,099.02	221,295.85	21,075.80	17.56	VII

RL: Risk-lover, RA: Risk-averse

## CONCLUSION AND SUGGESTIONS

In this study, agricultural enterprises operating in the TR21 Region were classified according to typologies and risk groups. It was determined that 63.77% of the enterprises were in the specialized field crop farming group, 25.45% in the mixed livestock and plant production group, 7.49% in the specialized pasture livestock farming group and 3.29% in the specialized perennial plant farming group. 55.09% of the producers were classified as risk-averse and 44.91% as risk-lover, and this distribution differed according to enterprise typologies. While the highest risk-averse producers (80%) were found in enterprises engaged in specialized pasture livestock farming, the highest risk-lover producers were found in enterprises engaged in specialized field crop farming.

The characteristics of the producers directly affect effective enterprise planning and success. In this context, the age, education level and agricultural experience of the producers in the examined enterprises

were evaluated. According to the average of enterprises, the average age of the producers was found as 56.42. The average age did not vary according to risk behavior and was determined as 55.13 for risk lover producers and 57.48 for risk-averse producers. The average age did not vary significantly according to enterprise typologies, and the highest average age (59.64) was observed in enterprises producing perennial plants. The lowest average age (53.20) was found in enterprises engaged in specialized pasture livestock farming. The rate of the producers with high school and university degrees was higher in risk-lover enterprises than in risk-averse enterprises.

71.25% of the average land asset was property and 28.75% was rented land. It was noteworthy that the land rental rate in risk-lover enterprises was higher than in risk-averse enterprises.

The education level of both enterprise owners and households in the study area needs to be increased. In this regard, it is important for agricultural education and extension experts to give more importance to educational activities for local producers. Additionally, measures should be taken to encourage the young population in enterprises to remain in agricultural production. In the short term, it will be appropriate to develop social opportunities and financial resources that will support young people to stay in the agricultural sector.

The rate of the producers having non-agricultural income was found as 36.23%. It can be said that the producers in the region pay little attention to non-agricultural works as a risk management strategy. This situation needs to be taken into account in the approaches of both the public and private sectors towards regional agriculture.

According to the average of the enterprises and all enterprise typologies, standard gross profit was found to be higher in risk-lover enterprises. The main purpose of an enterprise in its activities is profit maximization, and this is possible with the efficient use of resources. Risk-lover enterprises performed production at the optimum input level by using more inputs than risk-averse enterprises. This increased the success of risk-lover enterprises compared to risk-averse enterprises. In this study, the effect of risk behavior on enterprise success in all enterprise types was evaluated as positive, and it can be said that risk-lover enterprises were more successful.

55.09% of the producers were determined as risk-averse, and the rate of risk-lover producers was 44.91%. Risk-averse producers did not use input at the optimum production level, and it was important for risk-lover producers to adopt new technologies along with new production techniques in terms of reducing production costs and increasing efficiency. However, all innovations involve risks, and this extends the adoption period in risk-averse enterprises. In the medium term, publication studies need to be carried out to inform enterprise managers about regional conditions and the risks in production activities and their management.

**Acknowledgement:** This study was prepared from the project “Classification of the Agriculture Enterprises in TR21 Region according to Farm Accountancy Data Network (FADN System and Determination of the Risk Attitudes of the Farmers according to the Enterprise Typologies” supported by Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TUBITAK)

**Declaration of Competing Interest:** The authors declare that they have no conflicts of interest.

**Researchers' Contribution Ratio Declaration Summary:** The authors declare that they have contributed equally to the article.

#### AUTHOR ORCID NUMBERS

Başak AYDIN  <http://orcid.org/0000-0002-5047-7654>

Ozan ÖZTÜRK  <http://orcid.org/0000-0001-8329-2739>

Ülviye ÇEBİ  <http://orcid.org/0000-0002-1587-6318>

Osman Orkan ÖZER  <http://orcid.org/0000-0003-0926-008X>

Duygu AKTÜRK  <http://orcid.org/0000-0002-5457-7687>

#### REFERENCES

Akçaöz, H. 2001. Tarımsal Üretimde Risk, Risk Analizi Ve Risk Davranışları, Çukurova Bölgesi Uygulamaları. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Akçaöz, H., Özkan, B., Karadeniz, C. F. ve Fert, C. 2006. Tarımsal üretimde risk kaynakları ve risk stratejileri: Antalya ili örneği. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 89-97.
- Bayramoğlu, Z., Çelik, Y., Gündüz, O. ve Karakayacı, Z. 2015. Tarımsal İşletme Tipolojilerine Göre Risk Faktörlerinin Algılanması ve Risk Yönetim Stratejilerinin Belirlenmesi. TÜBİTAK, Proje No: 113K429, Ankara.
- Boers, A., Dijk, JPM-Van, Poppe, K.L., Welten, J. P. P. J. and Van Dijk, J. P. M. 1994. Reports on Farm Selection 1993 and Selection Plan 1994. Periodieke Rapportage Landouw Economisch Instituut, No:4-93, Netherlands.
- Ceyhan, V., Cinemre, H. A. ve Demiryürek, K. 1997. Samsun İli Terme İlçesinde Çiftçilerin Risk Davranışlarının Belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma Serisi No:3, Samsun.
- Coppola, A., Scardera, A., Amato, M. and Verneau, F. 2020. Income levels and farm economic viability in Italian farms: An analysis of FADN data. *Sustainability*, 12(12), 4898
- Çelik, Y. 2014. Türkiye’de tarım işletmelerinde farklı muhasebe sistemlerine göre masraf ve gelir hesaplama yöntemleri. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 20(1), 41-52.
- Çelik, Y. ve Direk, M. 2008. Konya İlinde Havuç Üretimi Yapan Tarım İşletmelerinin Avrupa Birliği Tarımsal Muhasebe Veri Ağı Sistemine Göre Sınıflandırılması ve İşletme Başarı Ölçütlerinin Karşılaştırılması. TÜBİTAK, Proje No; TOVAG-1070714, Ankara.
- De Mey, Y., Wauters, E., Schmid, D., Van Passel, S., Vancauteren, M. and Lips, M. 2014. Farm household risk balancing: empirical evidence from Switzerland. *European Review of Agricultural Economics*, 43(4), 1-25.
- Demirel, G. 2019. Buğday Yetiştiren Tarım İşletmelerinin Çiftlik Muhasebe Veri Ağı (ÇMVA) Sistemine Göre Sınıflandırılması ve Analizi: Çanakkale İli Kumkale Ovası Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Emre, M. 2010. Isparta İli Eğirdir İlçesinde Elma Üreten İşletmelerin AB Muhasebe Veri Ağı (FADN) Sistemine Göre Sınıflandırılması ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Erol, S. A. 2008. Konya İli Çumra İlçesinde Mısır Üretimi Yapan Tarım İşletmelerinin Avrupa Birliği Muhasebe Veri Ağı (FADN) Sistemine Göre Sınıflandırılması ve İşletme Başarı Ölçütlerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Foudi, S. and Erdlenbruch, K. 2012. The role of irrigation in farmers’ risk management strategies in France. *European Review of Agricultural Economics*, 39(3), 439-457.
- Gündoğmuş, E. 2000. Tarım İşletmelerinin AB Sistemine Göre Sınıflandırılması: Konya İli İhtisaslaşmış Tahıl İşletmeleri Örneği. Türkiye Ziraat Odaları Birliği, Ankara.
- Gündüz, O., Aslan, A., Ceyhan, V. ve Bayramoğlu, Z. 2017. Kuru Kayısı Yetiştiren İşletmelerin Etkinliklerinin Agroekolojik Bölgeler Düzeyinde Değişimi ve Bu Değişime Risk Faktörünün Etkisi. TÜBİTAK, Proje No: 114K539, Ankara.
- Hazneci, E. 2009. Amasya İli Merzifon İlçesinde Süt Sığırcılığı Yapan Tarım İşletmelerinde Risk Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Holloway, C. 1979. Decision Making Under Uncertainty: Models and Choices. PrenticeHall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Ivanovic, S., Nastic, L. and Jelocnik, M. 2020. Investment activity of Serbian farms comparing to neighbouring countries: Application of FADN indicators. *Ekonomika*, 66(4), 73-83.
- Kanat, Z. ve Çelik, Y. (2023). Determination of standard activity results of agricultural enterprises according to the FADN system in Central Anatolia Agricultural Basin. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(11), 2044-2050.
- Külekçi, M. 2006. Erzurum İli Hayvancılık İşletmelerinin AB Muhasebe Sistemine (FADN) Göre Sınıflandırılması ve Değerlendirilmesi: Karayazı, Tekman ve Çat İlçeleri Örneği. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özer, D. ve Tümer, E. 2020. Limon üreticilerinin risk karşısındaki tutumlarını etkileyen faktörlerin analizi: Mersin İli Erdemli İlçesi örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), 988-996.
- Svjetlana, J.S. 2018. Representative sample for FADN research in the Republic of Serbia. *Megatrend Revija*, 15(3), 17-32.
- Van Asseldonk, M., Tzouramani, I, Ge, L. and Vrolijk, H. 2016. Adoption of risk management strategies in European agriculture. *Studies in Agricultural Economics*, 118(2016), 154-162.
- Yıldırım Korkmaz, Z. 2014. Tokat İli Kazova Bölgesinde Meyve Yetiştiren İşletmelerin Çiftlik Muhasebe Veri Ağı Sistemine (FADN) Göre Sınıflandırılması ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.

## Aronya Meyvesinin Ekolojik ve Fitokimyasal Varyasyonlarının Belirlenmesi

Tuğba ÖZBUCAK<sup>1\*</sup> , Ahmet Faruk GÜMÜŞ<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Ordu/Türkiye

\*Sorumlu Yazar e-posta: [tsiozbucak@hotmail.com](mailto:tsiozbucak@hotmail.com)

Geliş Tarihi: 11.06.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 24.09.2024 Kabul Tarihi: 24.09.2024

### ÖZ

"Süper" ya da "mucize" bitki olarak adlandırılan çok yıllık, çalı formundaki Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) meyvesi, Karadeniz bölgesinde de üretilmeye başlanmıştır. Bu çalışmada, Karadeniz bölgesinin farklı ekolojik özelliklere sahip Ordu ve Trabzon illerinden hasat edilen Viking çeşidi aronya meyvelerinin bazı morfolojik ve biyokimyasal özellikleri karşılaştırılmıştır. Aronya meyvelerinin en, boy, ağırlık, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA) oranı, pH, C vitamini, antosiyanin değerleri gibi kalite parametreleri ile toplam fenolik madde, DPPH, FRAP, toplam flavonoid, asetilkolinesteraz (AChE), bütirilkolinesteraz (BuChE), Guaiacol Peroksidaz (GPX), Askorbat Peroksidaz (APX) ve Süperoksit Dismutaz Aktivitesi (SOD) enzimleri belirlenerek karşılaştırılmıştır. Elde edilen bütün sonuçlar çalışma lokaliteleri açısından değerlendirildiğinde; meyve en, boy, SÇKM miktarı, pH, toplam fenolik madde, DPPH radikali giderme aktivitesi, toplam flavonoid madde miktarı APX ve SOD enzim aktivitesi Ordu, TEA, C vitamini, toplam monomerik antosiyanin konsantrasyonu, asetil kolinesteraz, butiril kolinesteraz inhibisyonu ve GPX enzim aktivite değerleri ise Trabzon meyve örneklerinde yüksek bulunmuştur. İklim ve toprak parametrelerine bakıldığında, Ordu'nun Trabzon'a göre daha sıcak ve yağışlı, toprak organik maddesi açısından zengin ve hafif asidik toprak pH'sına sahip olduğu görülmektedir. Bu yönüyle, bu çalışma aronyanın ekolojik ve fitokimyasal varyasyonlarının karşılaştırıldığı ilk çalışmadır.

**Anahtar kelimeler:** Aronya (*Aronia melanocarpa*), Ekolojik faktör, Kalite, Morfoloji

### Determination of Ecological and Phytochemical Variations of Aronia Fruit

#### ABSTRACT

The perennial shrub Aronia fruit, called the "super" or "miracle" plant, has recently started to be produced in the Black Sea region. In this study, some morphological and biochemical characteristics of Viking variety aronia fruits harvested from Ordu and Trabzon provinces of the Black Sea region with different ecological characteristics were compared. For this purpose, important quality parameters of Aronia fruits such as width, length, weight, the amount of water-soluble dry matter, titratable acidity, pH, vitamin C, anthocyanin values and important biochemical properties such as total phenolic matter, DPPH, FRAP, acetylcholinesterase (AChE) butyrylcholinesterase (BuChE), Guaiacol Peroxidase GPX, Ascorbate Peroxidase (APX) and Superoxide Dismutase Activity (SOD) enzymes were determined and compared. When all the results obtained were evaluated in terms of localities; fruit width, length, the amount of water-soluble dry matter, pH, total phenolic matter, DPPH radical scavenging activity, total flavonoid matter, APX and SOD enzyme activity values were found to be higher in Ordu, titratable acidity, vitamin C, total monomeric anthocyanin concentration, acetylcholine cholinesterase, butyryl cholinesterase inhibition and GPX enzyme activity values were higher in Trabzon fruit samples.

**Key words:** Aronia (*Aronia melanocarpa*), Ecological factor, Quality, Morphology



## GİRİŞ

Günümüzde sağlıklı yaşam ve beslenme alanındaki araştırmalar, besin değeri yüksek bitkilerin sağlık üzerindeki olumlu etkilerine odaklanmaktadır (Yılmaz ve ark., 2021). Biyoaktif bileşenleri ve besin değeri bakımından zengin meyvelerin tüketilmesinin sağlık açısından çok önemli faydaları olduğu bildirilmektedir (Gümüştepe ve ark., 2022). Özellikle fonksiyonel gıdalar olarak tanımlanan üzümsü meyvelerin sahip olduğu güçlü sekonder bileşikler ile insan sağlığı üzerinde hastalığı yakalanma riskini azaltabilecek koruyucu etkileri olabileceği ifade edilmektedir (Bayram ve Öztürkcan, 2022). Aronya berry veya Aronya chokeberry isimleri ile bilinen Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) Kuzey Amerika kökenli bir bitkidir. Potansiyel sağlık yararları nedeniyle 1900'lerin ilk yıllarında Rusya'ya ve Avrupa'ya transfer olmuştur. Rosaceae familyasına ait çok yıllık çalı formunda olan Aronya, 2-3 m yüksekliğe kadar büyüyebilir (Ren ve ark., 2022). Aronya meyvelerinin çapı 6-13 mm arasında ağırlığı 0,5-2 g arasında değişmektedir. Olgun bitki başına verim 10-15 kg'dır. Tamamen olgunlaştığında siyah renkli meyveler taze olarak tüketilir (King ve Bolling, 2020). Aronya meyvelerinin antosiyanin ve antioksidan kapasitesi diğer meyvelerle karşılaştırıldığında yüksektir. Aronya meyveleri vitamin, mineral ve folik asit açısından zengin bir içeriğe sahiptir (Tolic ve ark., 2015). Zengin biyoaktif bileşenleri nedeniyle diyabet, kalp, damar hastalıkları, idrar yolu iltihabı, göz iltihabı ve çeşitli viral hastalıklar üzerindeki olumlu etkileri uzun yıllardır yapılan çalışmalar sonucunda kanıtlanmıştır (Zhang ve ark., 2021). Taze tüketiminin yanı sıra gıda takviyesi olarak gıda endüstrisinde meyve suyu, kuru meyve, sos, reçel, şerbet, dondurma, kek yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yüksek antosiyanin içeriği nedeniyle doğal gıda renklendiricisi olarak kullanımı da yaygındır (Engin ve Mert, 2024). Bitkilerin biyokütle verimi ve biyoaktif madde içeriği genetik yapılarına, iklim koşullarına, toprak özelliklerine ve tarımsal uygulamalara göre değişmektedir (Katar ve ark., 2017). Aynı ekolojik şartlarda farklı genotipteki bitkiler ile yapılan çalışmalar genetik varyasyonu gösterirken, farklı şartlarda aynı genetik yapıya sahip bitkilerle yapılan çalışmalar çevresel varyasyonu ortaya koymaktadır (Telci et al., 2004; Telci et al., 2006). Bu nedenle, yüksek verim ve kaliteli ürünlerin elde edilmesi için uygun şartların belirlenmesi hem yetiştirici hem de kullanıcı açısından önemlidir. 2022 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan Aronya Fizibilite Raporu'na göre Ordu ilinde 3 bin, Trabzon'da ise 300 fidan ile aronya üretimi yapılmaktadır. Trabzon'da yetiştiriciliğin Ordu'ya göre daha az olduğu dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, Ordu ve Trabzon illerinde yetiştirilen Viking çeşidi aronya meyvesinin en, boy, ağırlık, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA) oranı, pH, C vitamini, antosiyanin değerleri gibi kalite parametreleri ile toplam fenolik madde, DPPH, FRAP, asetilkolinesteraz, bütirilkolinesteraz, GPX, APX ve SOD enzimleri gibi biyokimyasal özellikleri karşılaştırılmıştır. Literatür taramasında, aynı çeşit aronya meyvesinin ekolojik ve fitokimyasal varyasyonlarının araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmadan elde edilecek sonuçlar, yüksek kalite ve verime sahip aronya meyvelerinin üretimindeki yenilikçi stratejilerin belirlenmesinde kullanılabilir.

## MATERYAL ve METOT

Çalışmada, 2023 yılı Ekim ayında Ordu merkez ve Trabzon'un Tonya ilçesinden toplanan Viking çeşidi aronya meyveleri kullanılmıştır. Örneklerin alındığı bölgelerin toprak özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 1'de belirtilmiş, iklim verileri Şekil 1 ve 2' de verilmiştir (Çizelge 1, Şekil 1 ve 2).

### Meyve Özelliklerinin Belirlenmesi

Meyve ağırlığı dijital terazi ( $\pm 0.01$  g, Desis THB, Türkiye) kullanılarak ölçülmüştür. Meyve uzunluğu ve genişliği dijital kumpas ( $\pm 0.01$  mm, Absolute-1103, Insize, Almanya) ile belirlenmiştir. Her tekrarda on meyve kullanılmıştır. Suda çözünebilir katı madde içeriği (SÇKM), titre edilebilir asitlik oranı (TEA) ve C vitamini analizleri için on gram örnek alınmış, çekirdekleri çıkarılmış ve meyve suyu ekstraktörü kullanılarak (HR1855/70, Philips, Türkiye) homojen meyve suyu/pulpu elde edilmiştir. Elde edilen meyve posası tülbentten geçirilerek meyve suyu elde edilmiştir. SÇKM için, meyve suyundan pipet yardımı ile 1 mL meyve suyu alınmış ve dijital refraktometreye (PAL-1, McCormic, ABD) damlatılmış, ekranda okunan değer % olarak kaydedilmiştir. Titre edilebilir asitlik için, 10 mL meyve suyu üzerine 10 mL saf su ilave edilmiş ve elde edilen meyve suyu 0.1 N NaOH ile pH 8.2 olana kadar titre edilmiştir. Asitlik, titrasyonda harcanan NaOH miktarı esas alınarak,  $100 \text{ g}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır (Öztürk ve Ozer, 2019). Örneklerin C vitamini içeriğini belirlemek için askorbik asit test şeritleri kullanılmıştır ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) (Öztürk ve ark., 2018). pH değeri bir miktar meyve suyu alınarak pH metre (HANNA marka HI98127 model, İtalya) ile ölçülmüştür. Biyokimyasal analizler hem kuru hem de yaş meyve örneklerinde gerçekleştirilmiştir.

### Kuru meyve örneklerinde yapılan analizler

Hasat edilen meyveler liyoflizatörde (Bys Cooling, Türkiye) dondurulup, endüstriyel tip bir öğütücüde (Boğaziçi, Türkiye) öğütülerek toz haline getirilen meyve örneklerinden, %80'lik metanol kullanılarak ekstraktlar hazırlanmıştır. 10 gram meyve örneği, 100 ml metanol ile oda sıcaklığında çalkalamalı su banyosunda 48 saat

bekletildikten sonra süzgeç kâğıdından süzölmüş ve çözücü evaporatörde 40°C’de uçurulmuştur. Hazırlanan ekstraktların toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde Folin-Ciocalteu metodu (Singleton ve Rossi, 1965) kullanılmıştır. Hazırlanan bitkisel ekstraktlar Folin reaktifi ile karıştırılarak ortamı bazik hale getirmek için sodyum karbonat eklenmiştir. Gallik asit standart olarak kullanılarak sonuçlar bir gram ekstrakt için gallik asit eşdeğeri olarak verilmiştir. Serbest Radikal Süpürme Etkinliği, DPPH yöntemine göre yapılmış ve askorbik asit ile karşılaştırılarak ölçölmüştür. Askorbik asit standart olarak kullanılmıştır. Askorbik asit ile karşılaştırılarak örneklerin DPPH radikalini süpürme etkinliği verilmiştir (Blois, 1958). 1,1'-difenil-2-pikrilhidrazil (C<sub>18</sub>H<sub>12</sub>N<sub>5</sub>O<sub>6</sub>, DPPH) çözeltisi 517 nm deki absorbanı 1.200’nin altında olacak şekilde yeterli miktardaki DPPH katısının kullanımından hemen önce metanol içinde çözümesi ile taze olarak hazırlanmıştır. Sánchez-Moreno ve ark., (1998) tarafından kullanılan metoda göre; ekstraktlar ve metanolde hazırlanmış DPPH çözeltisinin birleştirilmesiyle oluşan karışım 30 dakika karanlıkta bekletilmiş ve 517 nm de metanole karşı absorbanı kaydedilmiştir. Aşağıdaki eşitlik kullanılarak her bir ekstrakt konsantrasyonu için süpürme aktivitesi (IC 50) hesaplanmış ve sonuçlar IC 50-mg/ml olarak verilmiştir. IC 50 değeri, ortamda bulunan serbest radikallerin %50’sini süpüren ekstrakt konsantrasyonudur. SC50 değeri ne kadar fazlaysa antioksidan kapasite o kadar düşüktür.

Süpürme Aktivitesi (%) =  $[A(kör) - A(n)] / A(kör) \times 100$ , Burada;

A<sub>kör</sub>: DPPH çözeltisi ile metanol karışımının absorbanı

A<sub>n</sub>: Numunenin absorbanı

Asetil kolinesteraz ve Butiril kolinesteraz inhibitör potansiyelleri Ellman ve ark. (1961) tarafından modifiye edilen spektrofotometrik yöntemle değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada enzim kaynağı olarak yılan balığı asetil kolinesterazı ile at serum butiril kolinesteraz, substrat olarak da asetil tiyokolin iyodür ve butiriltiyokolin klorid kullanılmıştır. Reaksiyon karışımı ilk olarak 0.1 mM sodyum fosfat tamponu (pH 8.0), 0.2 M (DTNB), 0.2 M asetil kolinesteraz/butiril kolinesteraz çözeltisi içerecek şekilde hazırlanıp 15 dakika 25°C’da inkübe edilmiştir. Reaksiyon 0.2 M asetiltiyokolin iyodür/bütiril tiyokolin klorid ilavesiyle başlatılmış ve asetiltiyokolin iyodür/bütiril tiyokolin kloridin hidrolizi DTNB’in tiyokolinlerle enzimlerle katalizlenen reaksiyonu sonucunda sarı renkli 5- tiyo-2-nitrobenzoat anyonunun oluşumuyla 412 nm’de ölçölmüştür. Alkaloid tipi antikolinesteraz ilacı galantamin referans olarak kullanılmıştır (Senol ve ark., 2010). Toplam Flavonoid madde içeriği ise Ghasemzadeh ve ark. (2016)’nın yöntemine göre belirlenmiştir. Ekstraktların 50 µL’lik kısımları (0.416 mg/ml nihai konsantrasyon) üzerine 30 µL %5’lik NaNO<sub>2</sub> ve 30 µL %5’lik AlCl<sub>3</sub> ilave edilip, 5 dakika bekletildikten sonra 200 µL 1 M NaOH ilavesinin ardından son hacim su ilavesi ile 1200µL’ye tamamlanmıştır. Numune içermeyen köre karşı tüm tüp içeriklerinin 510 nm’deki absorbanları kaydedilmiştir. Aynı koşullar altında pozitif kontrol olarak kullanılan kuersetinin 0.25 mg/mL’lik stok çözeltisinden farklı hacimler alınmasıyla bir seri konsantrasyon aralığı oluşturulmuştur. Kuersetinin farklı konsantrasyonlarının aynı miktardaki reaktiflerle birleştirilmesiyle meydana gelen rengin şiddeti olarak okunan absorbanı değerleri ile çizilen konsantrasyon-absorbanı grafiğinin doğru denkleminde yararlanarak numunelerin flavonoid içerikleri kuersetin eşdeğeri olarak (mg QE/g ) hesaplanmıştır.

#### Yaş Meyve Örneklerinde Yapılan Analizler

Askorbat Peroksidaz (APX) Aktivitesi, Nakano ve Asada (1981) tarafından belirtilen spektrofotometrik yöntemle ölçölmüştür. Süper Oksit Dismutaz (SOD) Aktivitesi, Beauchamp ve Fridovich (1971) tarafından geliştirilen nitro mavis tetrazolyum (NBT) indirgeme metodolojisi kullanılarak tespit edilmiştir. Guaiakol Peroksidaz (GPX) Aktivitesi ise, Neves ve Lourenço (1998) tarafından modifiye edilen Flocco ve Giulietti (2007) metoduna uygun olarak spektrofotometrik olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, protein miktarı başına birim (U/mg protein) olarak hesaplanmıştır (Fijalkowski ve KwarciaKozłowska, 2020). Antosiyaninlerin farklı pH değerlerinden farklı yapı ve renk özellikleri kazanması ilkesine dayanan Lee vd. (2005) tarafından geliştirilen spektrofotometrik yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Taze halde dondurularak muhafaza edilen aronya meyveleri (25 g) tartılarak uygun bir çözgenle (Etanol (%95’lik):1.5 N HCl; 85:15) ekstrakte edilmiştir. Tartılan aronya meyveleri üzerine ekstraksiyon çözeltisinden 75 ml eklenerek ultraturrax (IKA T18, Almanya) ile homojenize edildikten sonra buzdolabı sıcaklığında 12 saat ekstraksiyona bırakılmıştır. Elde edilen ekstrakt, öncelikle santrifüj (Sigma 2-6, Germany) edildikten (4000 rpm, 5dk) sonra Whatman 4 filtre kâğıdından geçirildikten sonra kalıntılar ekstraksiyon çözeltisiyle yıkanmak suretiyle süzöntü 200 ml hacme tamamlanmıştır. Yapılan ön spektrofotometrik ölçümler baz alınarak 0.025 M KCl (pH=1) ile 50 kat seyreltilerek 520 nm dalga boyundaki absorbanı değeri 0.4-0.6 arasına getirilmiştir. Diğer taraftan, ekstraktlar 0.4 M CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>Na.3H<sub>2</sub>O (pH=4.5) kullanılarak aynı seyreltme oranı ile ayrıca seyreltilmiştir. Bu dilüsyonlar hazırlandıktan 30 dk sonra 520

nm ve 700 nm dalga boylarında absorbanları spektrofotometrede suya karşı okunmuştur. Sonuçlar aşağıdaki formüle göre hesaplanmış ve baskın antosiyanin olan siyanidin-3 –glikozit eşdeğeri (mg CGE/100 g taze meyve) olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Antosiyanin konsantrasyonu (mg/g)} = \frac{(A \times 10^3 \times 449.2 \times \text{seyreltme faktörü})}{26900 \times \text{küvet kalınlığı (cm)}}$$

$$26900 \times \text{küvet kalınlığı (cm)}$$

$$A: (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}}) \text{ pH:1} - (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}}) \text{ pH:4.5}$$

$$449.2: \text{Siyanidin-3-glikozit molekül ağırlığı (g/mol)}$$

$$26900: \text{Siyanidin-3-glikozit molar absorban değeri (}\epsilon\text{)},$$

$$\text{Küvet kalınlığı: 1 cm}$$

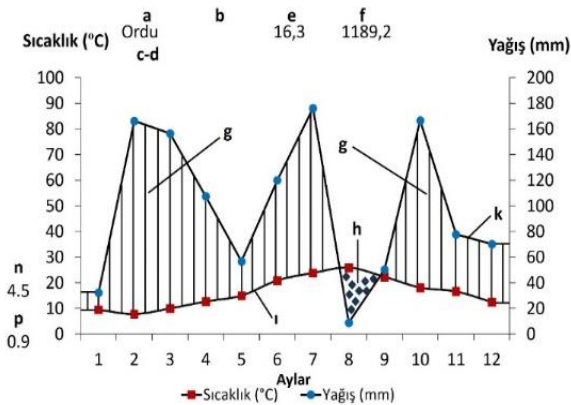
Elde edilen verilerin istatistiki analizinde SPSS (ver.25) yazılımı kullanılmıştır. Tüm veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak sunulmuştur. P değeri <0.05 istatistiksel olarak önemli kabul edilmiştir. Farklılıklar varyans analizi (ANOVA) kullanılarak değerlendirilmiş ve ortalama değerler karşılaştırılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

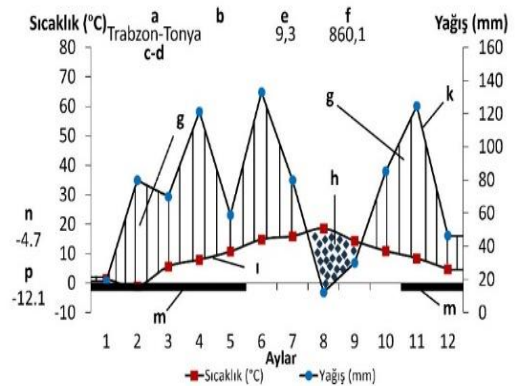
Her iki bölgeye ait toprak örnekleri yüksek organik madde içeriğine, tuzsuz ve hafif asidik özelliklere sahiptir (Çizelge 1). Ancak Trabzon örneklerinin azot içeriği Ordu'ya ait toprak örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. 2023 yılı iklim verileri incelendiğinde, Ordu'nun yıllık ortalama sıcaklığı 16.3 °C, Tonya'nın ise 9.3 °C'dir. Ayrıca, Ordu'nun yıllık ortalama yağışı (1189.2 mm), Tonya'dan (860.1 mm) daha fazladır (Şekil 1, 2).

Çizelge 1. Toprak analiz sonuçları

Analiz	Ordu /Merkez	Trabzon/Tonya-Kalıncam köyü
Tekstür	Killi-Tınlı	Kumlu-Killi
pH	6.1	5.6
Tuz	0.021 mS	0.11 mS
Azot (N)	%0.093	%0.228
Organik madde	% 3.91	%3.5



Şekil 1. Ordu ili iklim diyagramı



Şekil 2. Trabzon/Tonya iklim diyagramı

**a:** Meteoroloji istasyonunun yeri, **b:** İstasyonun deniz seviyesinden yüksekliği, **c:** Sıcaklık için ölçüm süresi (yıl), **d:** Yağış için ölçüm süresi (yıl), **e:** Yıllık ortalama sıcaklık (°C), **f:** Yıllık toplam yağış (mm), **g:** Yağışlı devre, **h:** Kurak devre, **i:** Sıcaklık eğrisi, **k:** Yağış eğrisi, **m:** Muhtemel donlu aylar, **n:** En soğuk ayın ortalama minimum sıcaklığı, **p:** Mutlak minimum sıcaklık

### Meyve Ölçüm Sonuçları

Araştırma kapsamında Ordu ve Trabzon illerinden alınan Viking çeşidi aronya meyvesinin en, boy, ağırlık, suda çözünebilir katı madde içeriği (SÇKM), titre edilebilir asitlik oranı (TEA), pH ve C vitamini değerlerine ait istatistiksel analiz sonuçları incelenmiştir. Çizelge 2’de meyveye ait en, boy, ağırlık, SÇKM ve TEA değerleri, Çizelge 3’te morfolojik ölçümlerin varyans analiz sonuçları, Çizelge 4’te ise pH ve C vitamini değerleri verilmiştir. Ordu meyvelerinin en, boy, ağırlık, SÇKM ve pH değerleri daha yüksek bulunurken, Trabzon meyvelerinin TEA oranı ve C vitamini değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak, meyve eni, ağırlığı, SÇKM ve TEA değerleri anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Meyve özelliklerinin adaptasyon çalışmalarında önemli verim ve kalite parametreleri olduğu belirtilmiştir (Balcı ve Keleş, 2019). Aydın’da yapılan bir çalışmada Viking çeşidi aronya meyve eni 10.729 mm, boyu 10.305 mm ve ağırlığı 0.818 gr olarak bulunmuştur (Özder, 2020). Ordu ve Trabzon meyvelerinin en, boy ve ağırlık değerleri bu çalışmadakinden daha yüksek tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerler ile Ochmian ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları paralellik göstermektedir. Ancak, aynı çalışmada ölçülen SÇKM değerleri (%14.33), Ordu (%4.86) ve Trabzon (%4.26) illerinden alınan meyvelerin SÇKM değerlerinden oldukça yüksektir. TEA oranları (Ordu: 0.514, Trabzon: 0.55), Özder (2020) çalışmasına göre (0.169) yüksektir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulardaki farklılıklar bu özelliklerin farklı ekolojik koşullara duyarlılığı olduğunu göstermektedir. Benzer sonuçlar Erdem ve Karakoyun (2023) tarafından ahududu ile yapılan çalışmada da bulunmuştur.

Çizelge 2. Trabzon ve Ordu ilinde yayılış gösteren *Aronia melanocarpa* meyvesinin morfolojik ölçüm sonuçları

Meyve Ölçüm Sonuçları		N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maximum
Meyve En (mm)	Trabzon	3	11.11	.14	11.03	11.28
	Ordu	3	13.09	.42	12.81	13.58
	Toplam	6	12.10	1.11	11.03	13.58
Meyve Boy (mm)	Trabzon	3	10.54	.17	10.44	10.74
	Ordu	3	10.99	.35	10.75	11.40
	Toplam	6	1.77	.35	10.44	11.40
Meyve Ağırlık (gr)	Trabzon	3	8.09	.29	7.83	8.41
	Ordu	3	11,10	.79	10.47	12.00
	Toplam	6	9.60	.73	7.83	12.00
SÇKM (%)	Trabzon	3	4.30	.10	4.20	4.40
	Ordu	3	4.83	.05	4.80	4.90
	Toplam	6	4.57	.30	4.20	4.90
TEA (%)	Trabzon	3	5.50	.020	5.48	5.52
	Ordu	3	5.14	.053	5.10	5.20
	Toplam	6	5.32	.20	5.10	5.52

Çizelge 3. İncelenen morfolojik özelliklerin varyans analiz sonuçları

Varyans Analiz Sonuçları		K. T.	df	K. O.	F	Sig.
Meyve En (mm)	Gruplar arası	5.87	1	5.87	5.22	<b>.002</b>
	Gruplar içi	.397	4	.09		
	Toplam	6.27	5			
Meyve Boy (mm)	Gruplar arası	.31	1	.31	4.06	.114
	Gruplar içi	.30	4	.07		
	Toplam	.62	5			
Meyve Ağırlık (gr)	Gruplar arası	13.56	1	13.56	37.51	<b>.004</b>
	Gruplar içi	1.44	4	.36		
	Toplam	15.00	5			
SÇKM (%)	Gruplar arası	.42	1	.42	64.00	<b>.001</b>
	Gruplar içi	.02	4	.007		
	Toplam	.45	5			
TEA (%)	Gruplar arası	.19	1	.194	121.50	<b>.000</b>
	Gruplar içi	.006	4	.002		
	Toplam	.20	5			

K.T; Kareler Toplamı, K.O; Kareler Ortalaması, Sig; Önemlilik

Literatürde aronya meyvesinin pH değeri 3.3-3.7 arasında değişirken (Kulling ve Rawel, 2008), yapılan araştırma sonucunda ölçülen değerler bu aralığın bu aralığın üzerinde bulunmuştur. Trabzon örneklerinin C vitamini (125 mg/g) Ordu örneklerinden (114 mg/g) daha yüksek bulunmuştur. Ekolojik şartlar, C vitamini gibi maddelerin artışına neden olabilir. Farklı yıllarda alınan örneklerde C vitamini miktarının değiştiği bildirilmiştir (Öz ve ark., 2018). Antosiyanin miktarı, Trabzon meyvelerinde Ordu'ya kıyasla daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3). Tespit edilen toplam monomerik antosiyanin miktarı, Pantelidis ve ark. (2007)'nin çalışmasında elde edilen ahududu, böğürtlen, kırmızı kuş üzümü ve beктаşi üzümü değerlerinden yüksek, Viking ve Nero çeşidi aronya meyvelerindeki 547.72-682.71 ve 535.48-654.60 mg/100 g değerlerinden düşüktür (Öztürk, 2023). Antosiyanin birikiminin çevresel şartlardan etkilendiği bildirilmiştir (Wilkes ve ark., 2014; Rodríguez-Werner ve ark., 2019).

Çizelge 4. Ordu ve Trabzon illeri *Aronia melanocarpa* meyvelerinin pH, C vitamini ve antosiyanin değerleri

Bölge	pH	C Vitamini (mg/100g)	Toplam monomerik antosiyanin konsantrasyonu (mg CGE/100 g taze meyve)
Ordu	4.1± 0.15	114± 0.17	302.7 ± 0.85
Trabzon	3.9± 0.12	125± 0.25	320.7 ± 0.33

### Biyokimyasal Analiz Sonuçları

Ordu ve Trabzon illeri *Aronia melanocarpa* meyvelerinin biyokimyasal analiz sonuçları Çizelge 5'te, bu sonuçlara ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 6'da verilmiştir.

### Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/g numune)

Ordu ve Trabzon illerine ait *Aronia melanocarpa* meyve ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı sonuçları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 6). Bitkilerin sekonder metabolit miktarı biyokimyasal, fizyolojik ve ekolojik süreçlerin yanında çevresel faktörlerden de etkilenebilmektedir (Harborne, 1993). Bitkilerin önemli fitokimyasal bileşimlerinden olan toplam fenolik madde miktarı ve çeşidinin coğrafi kökenine bağlı olduğu belirtilmektedir (Gouvinhas ve ark., 2020). Aronya bitkisi, yıllık 700-800 mm yağış alan bölgelerde yetişebilir, ancak anavatanı olan bölgelerin yıllık yağış miktarı 1000-1400 mm arasında bildirilmiştir (Kadioğlu ve Yılmaz, 2023). Trabzon örneklerinin alındığı bölgenin yıllık yağış miktarı 860.1 mm, Ordu'nun ise 1189.2 mm olup bu sonucu destekler niteliktedir. Sıcaklık ve yağış, bitkinin büyüme ve gelişmesinde, dolayısıyla bitki sekonder bileşenlerinin artmasında önemli rol oynar (Chelghoum ve ark., 2021). Malatya ili Viking aronya meyvelerinin metanol ekstraktları ile yapılan çalışmada toplam fenolik madde miktarı 38.41 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlardan yüksektir. Aronya meyvelerinin fitokimyasal bileşenlerinin nem, sıcaklık, yağış, genotip ve çevresel faktörlere göre değiştiği rapor edilmektedir (King ve Bolling, 2020; Jurendic ve Scetar, 2021; Yaman, 2022).

### DPPH Radikali Giderme Aktivitesi

Bu çalışmada, meyve örneklerinin metanol ekstraktlarının DPPH serbest radikalini süpürme aktivitesi IC50 değerleriyle ifade edilmiştir. Analiz sonuçları, DPPH radikali giderme aktivitelerinin istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir. Düşük IC50 değerine sahip örnekler, DPPH radikali süpürmede daha etkindir. Ordu ili meyve örneklerinin DPPH radikali süpürme aktivitesi (0.1333), Trabzon örneklerinkinden (0.1540) daha etkindir, bu da bölgesel farklılığın etkili olduğunu gösterir (Çizelge 5). Özdemir ve Özkan (2020)'in yaptığı çalışmada aronyada DPPH radikali süpürme aktivitesi için hesaplanan IC50 değeri 1.8 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmadaki aronya meyvesinin DPPH radikallerini süpürme etkinliği daha yüksek bulunmuştur.

### AChE ve BuChE İnhibisyon Sonuçları

Yapılan çalışmada bu değerler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.5$ ). Ordu ili meyve örneklerinin IC50 değeri 0,3553 olarak, Trabzon örneklerinin IC50 değeri ise 0,5023 olarak hesaplanmıştır. Galantamin için IC50 değeri 0,042 mg/ml olarak kaydedilmiştir (Çizelge 5). Galantaminin yaklaşık 10 kat daha etkili olması, örneklerimizin inhibisyonunda daha az etkili olduğunu göstermektedir. Butiril Kolinesteraz (BuChE) inhibisyonu testlerinde, 0,049 mg/ml galantamin %50 inhibisyon sağlarken, Ordu örnekleri 1,222 mg/ml, Trabzon örnekleri ise 19,648 mg/ml ile %50 inhibisyon sağlamıştır. Doğal ürünlerin IC50 değerlerinin 0,029-0,178 mg/ml arasında değiştiği bildirilmiştir (Wszelaki ve ark., 2010). Bizim sonuçlarımız bu değerlerin üzerindedir. Bu veriler önemlidir, çünkü ülkemizde yetişen aronya meyvelerinin kolinesteraz inhibitör aktivitesi rapor edilmemiştir.

Çizelge 5. Trabzon ve Ordu ilinde yayılış gösteren *Aronia melanocarpa* meyvesinin biyokimyasal analiz sonuçları

Biyokimyasal Analiz Sonuçları		N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maximum
Toplam Fenolik madde (mg GAE/g)	Trabzon	3	11.11	.14	11.03	11.28
	Ordu	3	13.09	.42	12.81	13.58
	Toplam	6	12.10	1.11	11.03	13.58
DPPH (IC 50-mg/ml)	Trabzon	3	10.54	.17	10.44	10.74
	Ordu	3	10.99	.35	10.75	11.40
	Toplam	6	1.77	.35	10.44	11.40
AChE İnhibisyonu (IC 50-mg/ml)	Trabzon	3	8.09	.29	7.83	8.41
	Ordu	3	11,10	.79	10.47	12.00
	Toplam	6	9.60	.73	7.83	12.00
BuChE İnhibisyonu (IC 50-mg/ml)	Trabzon	3	4.30	.10	4.20	4.40
	Ordu	3	4.83	.05	4.80	4.90
	Toplam	6	4.57	.30	4.20	4.90
Toplam Flavonoid (mg QE/g)	Trabzon	3	5.50	.020	5.48	5.52
	Ordu	3	5.14	.053	5.10	5.20
	Toplam	6	5.32	.20	5.10	5.52
APX (U/mg protein)	Trabzon	3	5.50	.020	5.48	5.52
	Ordu	3	5.14	.053	5.10	5.20
	Toplam	6	5.32	.20	5.10	5.52
SOD (U/mg protein)	Trabzon	3	5.50	.020	5.48	5.52
	Ordu	3	5.14	.053	5.10	5.20
	Toplam	6	5.32	.20	5.10	5.52
GPX (U/mg protein)	Trabzon	3	5.50	.020	5.48	5.52
	Ordu	3	5.14	.053	5.10	5.20
	Toplam	6	5.32	.20	5.10	5.52

#### Toplam Flavonoid Madde Miktarı Sonuçları

Aronya meyvelerinin toplam flavonoid miktarı Ordu örneklerinde 97.83 mg QE/g, Trabzon örneklerinde ise 85.36 mg QE/g olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar literatür ile benzerlik göstermektedir. Özellikle meyvelerde bol miktarda bulunan flavonollerin aronyada 8,9-89 mg QE/g olarak bulunduğu bildirilmiştir (Paredes-López ve ark., 2010; Metiner ve Ersus, 2023). Önemli antioksidan aktiviteye sahip olan bitkiler aleminde yaygın bulunan polifenolik bileşiklerden olan flavonoidlerin içeriği çevre şartlarına göre farklılık gösterebilmektedir (Başaran, 2023).

#### Antioksidan Enzim Aktiviteleri (APX, SOD, GPX) Sonuçları

Yapılan çalışmada iki lokalitenin antioksidan enzim aktiviteleri karşılaştırılmış olup her iki lokalitenin yaş meyve örneklerinde yapılan peroksidaz analizlerinden APX ve SOD aktivite değerleri Ordu örneklerinde, GPX aktivite değerleri ise Trabzon örneklerinde yüksek bulunmuştur. Bununla beraber literatüre göre düşük bulunan bu enzim aktivitelerinin yapılan tarım uygulamasına, meyvenin olgunluk durumuna göre değişkenlik gösterdiği ifade edilmektedir (Frias-Moreno ve ark., 2021). Yaşar ve ark (2008) tarafından tuz stresinin karpuzun (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) antioksidatif enzimleri üzerine olan etkisinin belirlendiği çalışmanın kontrol grubu denemelerindeki enzim sonuçları bizim çalışmamızın sonuçlarına benzerlik göstermektedir. Bu da çalışma yapılan lokalitelerde aronya meyvesinin yetiştirildiği ortam şartların strese yol açacak özellikle olmadığını gösteriyor olabilir. Tian ve ark. (2013)' e göre, reaktif oksijen türleri (ROS) meyve yaşlanması sürecinde rol oynar ve mitokondriyal proteinler yaşlanma sırasında oksidatif süreçlerle hasar gördüğünden, ROS seviyelerindeki bu artış, antioksidan enzimlerin biyosentezi ile ilişkilendirilmiştir. Peroksidaz enzimlerinin bozulmaya dirençli bir özelliğe



sahip olduğu belirtilmektedir (Gong ve ark., 2005). Ayrıca APX, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'yi H<sub>2</sub>O'ya, SOD ise O<sub>2</sub> 'ni H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'ye dönüştürerek oksijene bağlı toksisiteyi önler, dolayısıyla reaktif oksijen türlerinin detoksife edilmesinde rol oynar. GPX ise H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile lipid peroksidlerini etkisizleştirerek hidrojen peroksitten kaynaklı hasardan hücreleri korumaktadır (Abouzari ve Fakheri, 2015). Domates, bezelye gibi bitkilerde strese karşı GPX'in koruyucu bir görev yaptığı belirtilmektedir (Tekbaba, 2019).

Çizelge 6. İncelenen biyokimyasal özelliklerin varyans analiz sonuçları

Varyans Analiz Sonuçları		K. T.	df	K. O.	F	Sig.
Toplam Fenolik madde (mg GAE/g)	Gruplar arası	23.83	1	23,83	161.89	<b>.000</b>
	Gruplar içi	.59	4	.15		
	Toplam	24.42	5			
DPPH (IC 50-mg/ml)	Gruplar arası	.00	1	.00	240.25	<b>.000</b>
	Gruplar içi	.00	4	.00		
	Toplam	.00	5			
AChE İnhibisyonu (IC 50-mg/ml)	Gruplar arası	.032	1	.03	3.94	.12
	Gruplar içi	.033	4	.01		
	Toplam	.065	5			
BuChE İnhibisyonu (IC 50-mg/ml)	Gruplar arası	509.28	1	509.28	3.60	.13
	Gruplar içi	565.09	4	141.28		
	Toplam	1074.37	5			
Toplam Flavonoid (mg QE/g)	Gruplar arası	233.26	1	233.26	3.24	.15
	Gruplar içi	287.93	4	71.98		
	Toplam	521.18	5			
(APX)(U/mg protein)	Gruplar arası	,00	1	.00	1.70	.26
	Gruplar içi	,00	4	,00		
	Toplam	,00	5			
SOD (U/mg protein)	Gruplar arası	.00	1	.00	21.23	.01
	Gruplar içi	.00	4	.00		
	Toplam	.00	5			
GPX (U/mg protein)	Gruplar arası	.36	1	.36	.98	.38
	Gruplar içi	1.47	4	.37		
	Toplam	1.83	5			

K.T; Kareler Toplamı, K.O; Kareler Ortalaması, Sig; Önemlilik

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışma Viking çeşidi aronya meyvesinin yağış, sıcaklık, toprak gibi farklı ekolojik şartlardaki morfolojik ve fitokimyasal varyasyonlarının karşılaştırıldığı ilk çalışmadır. Elde edilen bütün sonuçlar çalışma lokaliteleri açısından değerlendirildiğinde; meyve en, boy, ŞÇKM miktarı, pH, toplam fenolik madde, DPPH radikali giderme aktivitesi, toplam flavonoid madde miktarı APX ve SOD enzim aktivitesi Ordu, TEA, C vitamini, toplam monomerik antosiyanin konsantrasyonu, asetil kolinesteraz, butiril kolinesteraz inhibisyonu ve GPX enzim aktivite değerleri ise Trabzon meyve örneklerinde yüksek bulunmuştur. Bundan sonraki süreçte farklı bölgelere ait aynı çeşit aronya meyvelerinin ekolojik ve fitokimyasal varyasyonları belirlenerek alternatif fonksiyonel gıdalar üretilebilir.


**Teşekkür:** Çalışmanın biyokimyasal analizlerinin yapımındaki katkılarından dolayı Doç. Dr. Melek ÇOL AYVAZ'a 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

Tuğba ÖZBUCAK  <http://orcid.org/0000-0002-4784-3537>

Ahmet Faruk GÜMÜŞ  <http://orcid.org/0009-0003-1239-1299>

## KAYNAKLAR

- Abouzari, A. ve Fakheri, B. A. 2015. Reactive oxygen species: generation, oxidative damage, and signal transduction. *International Journal of Life Sciences*, 9(5), 3-17.
- Balci, G. ve Keles, H. 2019. Bazı ahududu çeşitlerinin Yozgat ekolojisinde adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(6), 823-829.
- Başaran, U. ve Kardeş, Y. M., Gülümser, E., Doğrusöz, M. Ç., Hanife, M. U. T. 2023. Yozgat Ekolojik Koşullarında Yazlık ve Kışlık Olarak Yetiştirilen Bazı Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) Genotiplerinin Tane Verimi ve Kalite Özellikleri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 12(2), 211-220.
- Bayram, H. M., Öztürkcan A. 2022. Üzümün Meyvelerinin Biyoaktif Bileşenleri ile İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda*, 20(4), 442-453.
- Blois M.S. 1958. Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. *Nature*, 181.
- Chelghoum, M., Guenane, H., Tahri, D., Laggoun, I., Marfoua, F.Z., Rahmani, F.Z., Khenifer, F. ve Yousfi, M. 2021. Influence of altitude, precipitation, and temperature factors on the phytoconstituents, antioxidant, and  $\alpha$ -amylase inhibitory activities of *Pistacia atlantica*. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15, 4411-4425.
- Engin, S. P. ve Mert, C. 2024. Yalova Koşullarında Bazı Aronya Çeşitlerinin Fenolojik ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Bahçe*, 53(1), 27-33.
- Erdem, S. Ö., & Karakoyun, M. (2023). Bilecik Ekolojisinde Yetiştirilen Ahududu (*Rubus idaeus* L.) Çeşitlerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(2), 1356-1362.
- Fijalkowski, K. L. ve Kwarciak-Kozłowska, A. 2020. Phytotoxicity assay to assess sewage sludge phytoremediation rate using guaiacol peroxidase activity (GPX): A comparison of four growth substrates. *Journal of environmental management*, 263, 110413.
- Flocco, C.G. ve Giulietti, A.M. 2007. In vitro hairy root cultures as a tool for phytoremediation research. *Phytoremediation: methods and reviews*, 23, 161–173. <https://doi.org/10.1007/978-1-59745-098-0>.
- Frías-Moreno, M. N., Parra-Quezada, R. A., González-Aguilar, G., Ruíz-Canizales, J., Molina-Corral, F. J., Sepulveda, D. R. ve Olivas, G. I. 2021. Quality, bioactive compounds, antioxidant capacity, and enzymes of raspberries at different maturity stages, effects of organic vs. Conventional fertilization. *Foods*, 10(5), 953.
- Ghasemzadeh, A., S. Ashkani, A. Baghdadi, A. Pazoki, H.Z. Jaafar and A. Rahmat. 2016. Improvement in flavonoids and phenolic acids production and pharmaceutical quality of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) by ultraviolet-b irradiation. *Molecules*. 21: 1-15.
- Gouvinhas, I., Pinto, R., Santos, R., Saavedra, M.J. ve Barros, A. 2020. Enhanced phytochemical composition and biological activities of grape (*Vitis vinifera* L.) Stems growing in low altitude regions. *Scientia Horticulturae*, 265, 1-8.
- Gümüştpe, L., Aydın, E. ve Özkan, G. 2022. Avokadonun biyoaktif bileşenleri ve sağlık üzerine etkileri. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 10(1), 341-359.
- Harborne, J.B, 1993. Introduction to ecological biochemistry. *Aca. Press*. New York, 336 pp.
- Jurendic T. ve Scetar M. 2021. *Aronia melanocarpa* products and by-products for health and nutrition: A review. *Antioxidants*, 10(7): 1052.
- Kadioğlu, Y. ve Yılmaz, Y. 2023. Samsun Örneğinde Klimatik Özelliklerin Aronya Yetiştiriciliği Açısından Analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(4), 1137-1146.
- Katar, D., Kacar, O., Kara, N., Aytac, Z., Göksu, E., Kara, S. ve Elmastaş, M. 2017. Ecological variation of yield and aroma components of summer savory (*Satureja hortensis* L.). *Journal of applied research on medicinal and aromatic plants*, 7, 131-135.
- King, E. S. ve Bolling, B. W. 2020. Composition, polyphenol bioavailability, and health benefits of aronia berry: A review. *Journal of Food Bioactives*, 11.
- Metiner, E. E. ve Ersus, S. 2023. The effects of different drying methods on the quality of Aronia (*Aronia melanocarpa*) fruit and its dried powder. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2023, 60 (2):353-362.

- Neves, V.A. ve Lourenço, E.J. 1998. Peroxidase from peach fruit: thermal Stability. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 41, 179–186.
- Ochmian I., Grajkowski J. ve Smolik M. 2012. Comparison of Some Morphological Features, Quality and Chemical Content of Four Cultivars of Chokeberry Fruits (*Aronia melanocarpa*). *Not Bot Horti Agrobo*, 40(1):253-260.
- Özdemir, K. ve Özkan, E. E. 2020. Aronia sp. Meyvelerinin Kimyasal Bileşimi ve Biyolojik Aktiviteleri. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 44(3), 557-570.
- Özder, A. 2021. Bazı Aronya Çeşitlerinin (*Aronia melanocarpa* L.) Gelişme Performanslarının Belirlenmesi *Master's Thesis, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Öztürk, B., Bektas, E., Aglar, E., Karakaya, O. ve Gun, S. 2018. Cracking and quality attributes of jujube fruits as affected by covering and pre-harvest Parka and GA3 treatments. *Scientia Horticulturae*, 240, 65-71.
- Öztürk, A. 2023. Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx) Elliot) meyve suyu antosiyaninlerinin ısı ve depolama stabiliteilerinin belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Pantelidis, G.E., Vasilakakis, M., Manganaris, G.A. ve Diamantidis, G.R. 2007. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chemistry*, 102(3): 777-783.
- Paredes-López, O., Cervantes-Ceja, M. L., Vigna-Pérez, M. ve Hernández-Pérez, T. 2010. Berries: improving human health and healthy aging, and promoting quality life—a review. *Plant foods for human nutrition*, 65, 299-308.
- Rodríguez-Werner, M. Winterhalter, P. and Esatbeyoglu, T. 2019. Phenolic composition, radical scavenging activity and an approach for authentication of *Aronia melanocarpa* berries, juice, and pomace. *J. Food Sci.*, 84:1791-1798.
- Sanchez-Moreno, C., Larrauri, JA., & Saura-Calixto, F. (1998). A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76, 270-276.
- Singleton V.L., Rossi J.A. 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *Am J Enol Vit*, 16, 144.
- Senol, S., Orhan, I., Yilmaz, G., Çiçek, M. ve Sener, B. 2010. Acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase, and tyrosinase inhibition studies and antioxidant activities of 33 *Scutellaria* L. taxa from Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 48,781–788
- Tekbaba, A. G. 2019. Sülfonat grupları ile Substitue edilmiş suda çözünür fitalosiyantinlerin *Chlorella vulgaris* gelişimi ve antioksidan parametreleri üzerine etkisi (Doctoral dissertation, *Sakarya Üniversitesi* (Turkey).
- Telci, I., Demirtas, I., Bayram, E., Arabacı, O. ve Kacar, O. 2010. Environmental variation on aroma components of pulegone/piperitone rich spearmint (*Mentha spicata* L.). *Industrial Crops Products* 32, 588–592.
- Telci, I., Kacar, O., Bayram, E., Arabacı, O., Demirtaş, I., Yılmaz, G., Özcan, I., Sönmez, Ç. ve Göksu, E. 2011. The effect of ecological conditions on yield and quality traits of selected peppermint (*Mentha piperita* L.) clones. *Industrial Crops Products* 34, 1193–1197.
- Tian, S.; Qin, G.; Li, B. 2013. Reactive oxygen species involved in regulating fruit senescence and fungal pathogenicity. *Plant Mol. Biol.*, 82, 593–602.
- Tolic, M. T., Jurcevic, I. L., Krbavcic, I. P., Markovic, K. and Vahcic, N. 2015. Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Quality of Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) Products. *Food Technology and Biotechnology*, 53 (2): 171-179.
- Wilkes, K., Howard, L. R. and Prior, R. L. 2014. Changes in chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) polyphenols during juice processing and storage. *J. Agric. Food Chem.*, 62: 4018–4025.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Özpaya, T. Ve Uzal, Ö. 2008. Tuz stresinin karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) antioksidatif enzim (SOD, CAT, APX ve GR) aktivitesi üzerine etkisi. *Yuzuncu Yıl University Journal of*

*Agricultural Sciences*, 18(1), 61-65.

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.

Zhang, Y., Zhao, Y., Liu, X., Chen, X., Ding, C., Dong, L. and Xiao, F. 2021. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) as a new functional food relationship with health: *An overview*. *Journal of Future Foods*, 1(2), 168-178.

TÜRK  
TARIM ve DOĞA BİLİMLERİ  
DERGİSİ



TURKISH  
JOURNAL of AGRICULTURAL  
and NATURAL SCIENCES

[www.dergipark.gov.tr/turkjans](http://www.dergipark.gov.tr/turkjans)

Araştırma Makalesi

## Afyonkarahisar İlinde Üniversite Öğrencilerinin Yumurta Tüketim Tercihlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma

Günnur PEŞMEN<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Şuhut Meslek Yüksekokulu, Laborant Veteriner Sağlık Bölümü, Afyonkarahisar

\*Sorumlu Yazar: [gpesmen@aku.edu.tr](mailto:gpesmen@aku.edu.tr)

Geliş Tarihi: 22.08.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 11.09.2024 Kabul Tarihi: 12.09.2024

### ÖZ

Bu çalışma Afyonkarahisar ilinde öğrenim gören üniversite öğrencilerinin yumurta tüketim tercihleri ve yumurta tüketim bilincinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın verilerini 2024 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi'nde öğrenim gören öğrencilerle basit tesadüfi örnekleme yolu ile belirlenen 360 öğrenci oluşturmuştur. 180 kız ve 180 erkek öğrenciden oluşan örneklemin yaş ortalaması 21'dir. Öğrencilerin %66.7'si yumurta tüketmekte, %33.3'ü ise yumurta tüketmedikleri belirlenmiş olup, kişi başına düşen haftalık yumurta tüketimleri ortalama 4.47 adettir. Öğrencilerin %68,9'u organik yumurta üretim sisteminin en iyi üretim sistemi olduğunu, yumurta alırken en çok etiket ve ambalaja dikkat ettiklerini, öğrencilerin %70.6'nın yumurta fiyatlarını pahalı bulduklarını, yumurta tüketen öğrencilerin %70.6'sı yumurtayı en çok kış mevsiminde tükettikleri belirlenmiştir. Yumurta gençlerde sağlıklı ve dengeli beslenmenin en önemli kaynaklarından biri olması sebebiyle yumurtanın tüketim durumunun ve tercihlerinin belirlenmesi yumurtanın üretim ve pazarlama gibi süreçlerinde yapılacak çalışmalara yol gösterici olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Afyonkarahisar, anket, yumurta, tüketim.

### A Study on Determining The Egg Consumption Preferences of University Students in Afyonkarahisar Province

### ABSTRACT

This study was conducted to determine the egg consumption preferences and egg consumption awareness of university students studying in Afyonkarahisar province. The data of the study consisted of 360 students who were selected by simple random sampling method and who were studying at Afyon Kocatepe University in 2024. The average age of the sample consisting of 180 female and 180 male students was 21. It was determined that 66.7% of the students consume eggs, 33.3% do not consume eggs, and the average weekly egg consumption per person is 4.47. 68.9% of the students stated that the organic egg production system is the best production system, they pay the most attention to the label and packaging when buying eggs, 70.6% of the students find egg prices expensive, and 70.6% of the students who consume eggs consume eggs mostly in the winter season. Since eggs are one of the most important sources of healthy and balanced nutrition in young people, determining the consumption status and preferences of eggs will guide the studies to be carried out in the processes such as production and marketing of eggs.

**Key words:** Afyonkarahisar, survey, egg, consumption.

## GİRİŞ

Türkiye’de bitkisel gıda tüketimi yeterli düzeyde olmasına rağmen hayvansal gıdaların tüketimi yeterli seviyede değildir (Berber, 2022). Yumurta, 6 temel besin grubunu içermesi, kolin, A vitamini, D vitamini, demir, konjuge linoleik asit (CLA) ve luteinin iyi bir kaynağı (Fang ve ark., 2012) olmasının yanı sıra, sindirilebilirliğinin, yüksek kolay erişilebilir ve ucuz bir besin olması nedeniyle de Dünyanın birçok ülkesinde severek tüketilen bir hayvansal üründür (Vural, 1992; Nys, 2001). Son yıllarda yumurtanın faydalarının daha iyi anlaşılmasıyla, üretim ve tüketiminde ciddi artışlar görülmektedir (Çiçekgil ve Yazıcı, 2016). Türkiye’de 2022 yılında tavuk yumurtası üretimi 20 milyar adet olarak gerçekleşmiştir (Tüik, 2024). Tepge (2023) tarafından Türkiye’de iç talebi karşılayacak kadar yumurtanın üretildiği ve yumurta tüketimi yalnızca yerli üretimden karşılandığı bildirilmiştir. Türkiye nüfusu dikkate alındığında kişi başına yıllık yaklaşık 235 adet yumurta düşmektedir. Çiçekgil ve Yazıcı (2016) yıllar itibarıyla kişi başı yumurta tüketimi ve yumurta ihracatının artış eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir. Türkiye’de farklı illerde, farklı yaş ve gelir gruplarında, farklı sayıda katılımcılar üzerinde yumurta tüketim tercihlerini belirleme amacıyla çalışmalar yapılsa da (Çelik ve Şengül, 2001; Mızrak ve ark., 2012; Karakaya ve ark., 2014; İskender ve Kanbay, 2014; Alkan ve Derebaşı, 2018; Aytop ve Işık, 2020; Alkan ve Berber, 2022; Avcılar ve ark., 2023), özellikle üniversite öğrencilerinin yumurta tüketim tercihlerinin belirlenmesine yönelik çalışma sayısı yetersizdir. Üniversite öğrencilerinin tüketim alışkanlıkları büyük ölçüde sosyoekonomik yapılarına göre değişmektedir ve bu tüketim alışkanlıklarının bilinmesi önemlidir. Tüketicilerin satın alma tercihlerinin tespit edilerek, ona göre yetiştirme, besleme ve pazarlama modellerinin oluşturulması üretici firmalar açısından son derece önem taşımaktadır (İnci ve ark., 2014). Bu nedenle üniversite öğrencilerinin; yumurta tüketim bilincinin belirlenmesi, araştırmacılara, firmalara, karar vericilere, üretici ve tüketicilere katkı sağlaması hedeflenmektedir. 2022 yılında Afyonkarahisar 14,9 milyon ton yumurta tavuğu varlığı lider konumunda olmuştur, ayrıca ilin Başmakçı ilçesi Türkiye’nin yumurta borsasına ev sahipliği yapmaktadır (Zafer Kalkınma Ajansı, 2021; Tepge, 2023). Afyonkarahisar ili coğrafi konumu nedeniyle “özellikle birçok karayolunun keşiştiği ve Ankara, İzmir, Antalya gibi büyük tüketim merkezlerine yakınlığı” önemli bir ticaret potansiyeline sahiptir (Sarıözkan ve Sakarya, 2006). Yapılan çalışmalar incelendiğinde, Afyonkarahisar ilinde yumurta tüketimini inceleyen bir çalışmanın olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Çalışmanın verileri 2024 yılı, öğrencilerin demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, sınıf, barınma) ve öğrencilerin yumurta tüketim özelliklerini belirlemeye yönelik (Çelik ve Şengül 2001; Durmuş ve ark., 2007; Mızrak ve ark., 2012, İskender ve Kanbay, 2014) sorulardan oluşan anket formları kullanılarak yüz yüze görüşme yöntemi ile toplanmıştır. Anket soruları literatür taramaları sonucu ulaşılan çalışmalardan derlenerek oluşturulmuştur (İskender ve Kanbay, 2014; Alkan ve Derebaşı, 2018; Alkan ve Berber, 2022; Avcılar ve ark., 2023). Yapılan anket çalışmasında örneklem büyüklüğünü hesaplamak için  $n = \frac{Nt2pq}{d2(N-1)+t2pq}$  formülü kullanılmış; % 5 hata payı ve % 95 güven aralığında örneklem sayısının 356 olması gerektiği bulunmuştur.

Formülde;

n: Örnek Hacmi

N = Çalışma evrenindeki birey sayısı (ana kütle büyüklüğü)

t: % 95 önem derecesine karşılık gelen z tablo değeri

p: İncelenen olayın ana kitle içinde gerçekleşme olasılığı % 50 olarak alınmıştır.

q: İncelenen olayın gerçekleşmeme olasılığı (1-p)

d: Kabul edilen hata payı (bu çalışmada hata payı %5 olarak alınmıştır.) (Akbay ve ark., 2007; İskender ve Kanbay, 2014). Araştırma için etik kurul onayı Afyon Kocatepe Üniversitesinin Sağlık Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu’ndan alınmıştır (Karar no: 2024/27). Çalışmanın verileri SPSS 17.0 ortamında sayı, yüzde ve ortalama kullanılarak analiz edilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Ankete katılan üniversite öğrencilerini cinsiyet bakımından %50’sini erkek, %50’sini kadın öğrenciler, %52.8’ini 2. sınıf öğrencileri oluşturmuş, yaş ortalaması ise 21 olarak bulunmuştur. Yine katılımcıların %61.1’i öğrenci yurdunda kaldıklarını beyan etmişlerdir (Çizelge 1).



Çizelge 1. Katılımcıların demografik yapısı.

Değişkenler	Frekans		
	n	%	
Cinsiyet	Erkek	180	50
	Kadın	180	50
Sınıf	1. sınıf	82	22,8
	2. sınıf	190	52,8
	3. sınıf	27	7,5
	4. sınıf	61	16,9
İkamet	Öğrenci evi	70	19,4
	Yurt	220	61,1
	Aile evi	70	19,4

Anket katılımcılarının yumurta tüketim bilinç düzeyinin belirlenmesine ilişkin bulgular Çizelge 2’de yer almaktadır. Yumurtada, S, M, L, XL harfleri sırasıyla küçük, orta, büyük, ekstra büyük yumurta ağırlık sınıfını belirtir (Alkan ve Berber, 2022). Putri ve ark., (2021) büyük yumurtaların, maksimum tatmin sağladığı için tüketicilerin tercih sebebi olduğunu, Jibir ve ark., (2013), tüketiciler arasında tercih edilen niteliklerin sırasıyla büyük boyut, koyu kabuk rengi, temizlik, normal şekil, ağırlık ve tazelik olmuştur. Anket katılımcılarının %76.7’si yumurtanın üzerindeki S, M, L, XL harflerinin ne anlama geldiğini bildiklerini beyan etmişlerdir (Çizelge 2). Bulunan bu değer Avcılar ve ark., (2023), Alkan ve Berber (2022)’in sırasıyla bulmuş oldukları değerden (%82.7, %90.2) düşük olmasına rağmen, üniversite öğrencilerinin bu konuda yeterli bilgi ve bilince sahip olduğunun göstergesi olarak kabul edilebilir.

Çizelge 2. Katılımcıların yumurta tüketim tercihleri.

Soru	Cevap	Frekans	
		n	%
Yumurtanın üzerindeki S, M, L, XL harflerinin ne anlama geldiğini biliyor musunuz?	Evet	276	76,7
	Hayır	84	23,3
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Yumurta üretim sistemleri hakkında bilginiz var mı?	Evet	150	41,7
	Hayır	210	58,3
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Hangi yumurta üretim sistemlerini biliyorsunuz?	Organik sistem	186	51,7
	Free range (serbest)	33	9,2
	Geleneksel sistem	96	26,7
	Hepsi	45	12,5
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>110</b>
Sizce hangi yumurta üretim sistemi en iyisidir?	Organik sistem	248	68,9
	Free range (serbest)	45	12,5
	Geleneksel sistem	63	17,5
	Hepsi	4	1,1

	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Organik veya serbest sistemde yumurta üretim sistemi hakkında yeterli tanıtım var mı?	Evet	41	11,4
	Hayır	319	88,6
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Organik veya serbest sistemde üretilen yumurtaların fiyatını etkileyen en önemli faktör nedir?	Zor üretim	193	53,6
	Üretimin az olması	154	42,8
	Hepsi	13	3,6
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Neden organik veya serbest sistemde üretilen yumurtaları tercih ediyorsunuz?	Diğerlerinden daha iyi	27	7,5
	Daha lezzetli	43	12
	Tercih etmiyorum	30	8,3
	Daha sağlıklı	182	50,6
	Hiçbir fikrim yok	78	21,7
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Geleneksel yumurta üretim sistemi hakkında bilginiz var mı?	Evet	136	37,7
	Hayır	224	62,3
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Hangi yumurta daha lezzetli?	Organik	200	55,6
	Serbest gezinmeli	128	35,6
	Geleneksel	32	8,9
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Organik veya serbest sisteminde üretilen yumurtalar ile diğer yumurta üretim sistemleri arasında besin değerleri açısından bir fark var mıdır?	Evet	179	49,7
	Hayır	154	42,8
	Fikrim Yok	27	7,5
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Yumurta fiyatlarındaki artış veya azalış tüketim miktarınızı etkiler mi?	Evet	212	58,8
	Hayır	87	24,2
	Fikrim yok	61	17,0
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Televizyondaki yumurta-kolesterol programları yumurta tüketiminizi etkiler mi?	Hayır	263	73,0
	Artırır	48	13,3
	Azaltır	49	13,7
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Yumurta üreten veya satan işletmelerin denetimleri yeterli mi?	Evet	15	4,2
	Hayır	145	40,3
	Fikrim yok	200	55,6

	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Aldığınız yumurtaların sağlıklı koşullarda üretildiğine inanıyor musunuz?	Evet	25	6,9
	Hayır	235	65,3
	Fikrim yok	100	27,8
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Yumurthanın ambalajı veya etiketi üzerindeki bilgileri anlaşılır buluyor musunuz?	Evet	113	31,4
	Hayır	155	43,1
	Fikrim yok	92	25,6
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Yumurta ve kolesterol arasındaki ilişki hakkında ne düşünüyorsunuz?	Kolesterolü yükseltir	102	28,3
	Kolesterolü düşürür	25	6,9
	Etkisi yoktur	21	5,8
	Fikrim yok	212	58,9
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Piyasaya sürülen kirli yumurtalar hakkında ne düşünüyorsunuz?	Köy yumurtasıdır	72	20,0
	Organik yumurtadır	28	7,8
	Pazarlama stratejisidir	186	51,7
	Fikrim yok	73	20,3
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Kahverengi ve beyaz yumurtalar arasında fark var mıdır?	Evet	135	37,5
	Hayır	139	38,6
	Fikrim Yok	86	23,9
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Hangi renk yumurtaları tercih ediyorsunuz.	Beyaz	228	63,3
	Kahverengi	128	35,6
	Hepsi	4	1,1
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Yumurthanın kirli görünümü satın alma davranışlarınızı etkiliyor mu?	Etkilemez	146	40,6
	Pozitif yönde etkiler	57	15,8
	Negatif yönde etkiler	125	34,7
	Fikrim yok	32	8,9
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Yumurtaların üzerinde bulunan sayısal kodların (numaraların) anlamını biliyor musunuz?	Evet	95	26,4
	Hayır	89	24,7
	Fikrim yok	176	48,9
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>

Türkiye’deki yumurta fiyatları hakkında ne düşünüyorsunuz?	Pahalı	254	70,6
	Ucuz	14	3,9
	Uygun	55	15,3
	Fikrim yok	37	10,3
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Yumurta alırken neye dikkat edersiniz?	Etiket	146	40,6
	Logo	29	8,1
	Ambalaj	131	36,4
	Etiket-Logo-Ambalaj	8	2,2
	Tüketmiyorum	46	12,8
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Organik yumurta tercihini etkileyen faktörler nelerdir?	Fiyatı	54	15
	Besin değeri	99	27,5
	Sağlığa zararlı değildir	49	13,6
	Doğal ve ekolojiktir	149	41,4
	Hepsi	9	2,5
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Organik ürün alırken dikkat edilen noktalar nelerdir?	Etiket	123	34,2
	Logo	36	10
	Ambalaj	130	36,1
	Etiket-Logo-Ambalaj	7	1,9
	Almıyorum	64	17,8
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Yumurta tüketiminiz mevsime göre değişim gösteriyor mu?	Evet	127	35,3
	Hayır	233	64,7
	<b>Toplam</b>	<b>360</b>	<b>100</b>
Evet ise hangi mevsim yumurta tüketiminiz daha fazla olmaktadır?	İlkbahar	8	6,3
	Yaz	20	15,7
	Sonbahar	8	6,3
	Kış	91	71,7
	<b>Toplam</b>	<b>127</b>	<b>100</b>

Katılımcıların % 58.3’ünün yumurta üretim sistemlerini bildikleri, yine katılımcıların %9.2’sinin free range (serbest), %26.7’sinin geleneksel, %51.7’sinin organik, %12.5’inin ise tüm üretim sistemlerini bildiği belirlenmiştir. Katılımcıların %68.9’u organik, %17.5’i geleneksel, %12.5’i ise free range (serbest) yumurta üretim sisteminin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. Bu oranlar Alkan ve Berber (2022)’in yaptıkları çalışmada aynı sıra ile %39.1, %59.3, %1.5 olarak bildirilmiştir. Anket katılımcılarının %88.6’sı organik veya free range (serbest) yumurta üretim sistemleri hakkında yeterli tanıtımın olmadığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar Alkan ve Berber (2022)’in anket sonuçları ile uyumludur (Hayır %80.4, Evet: 19.6). İnci ve ark., (2017) yapmış oldukları

çalışmada; tüketicilerin organik ürünler hakkındaki bilgileri internet, televizyon, eş-dost tavsiyesi, dergi-gazete ve satış elemanlarından aldıklarını bildirmişlerdir. Onurlubaş ve ark. (2020), organik ürün üretimi ve tüketimi ile ilgili yazılı ve görsel reklam kampanyalarına, pazarlama çalışmalarının artırılmasına, güven artırıcı çalışmalar yapılmasına ve tüketicinin bilinçlendirilmesine ihtiyaç duyulduğunu dile getirmişlerdir.

Yapılan çalışmada katılımcıların %53.6'sı organik veya serbest sistemde üretilen yumurtaların fiyatını zor üretimin etkilediğini, %42.8'i üretimin az olmasının etkilediğini belirtmişlerdir. Onurlubaş ve ark., (2020) organik ve serbest sistemde üretilen yumurtaların fiyatları yüksek seyrettiğini, Karaalp ve ark., (2017) organik ve serbest sistemde üretilen yumurtaların geleneksel (kafes) sisteminde üretilen yumurtalara göre yaklaşık iki kat fiyata satılmasının psikolojik ve etik motivasyon taşıdığını ileri sürmüştür.

Yapılan çalışmada katılımcılarının %50.6'sı organik veya serbest sistemde üretilen yumurtaları "daha sağlıklı" olduğu için tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Bu sonuç Alkan ve Berber (2022)'in yapmış oldukları anket çalışmasından elde edilen sonuçla (%63.9) benzerdir. Çalışmada katılımcıların %55.6'sı organik yumurtaları, %35.6'sı serbest gezen tavukların yumurtaları, %8.9'u ise geleneksel üretim sisteminden elde edilen yumurtaları daha lezzetli bulmuşlardır. Toplum sağlığının giderek bozulması, medyaya yansıyan gıda skandalları gibi nedenler tüketim davranışlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu sebeple, çok sayıda ülkede doğal ortamından uzak kapalı ortamlarda yetiştirilen yumurta yerine, organik ürünler veya serbest gezen tavuklardan elde edilen yumurtalar tercih edilmektedir. (Onurlubaş ve ark., 2020; Çınar ve ark., 2022).

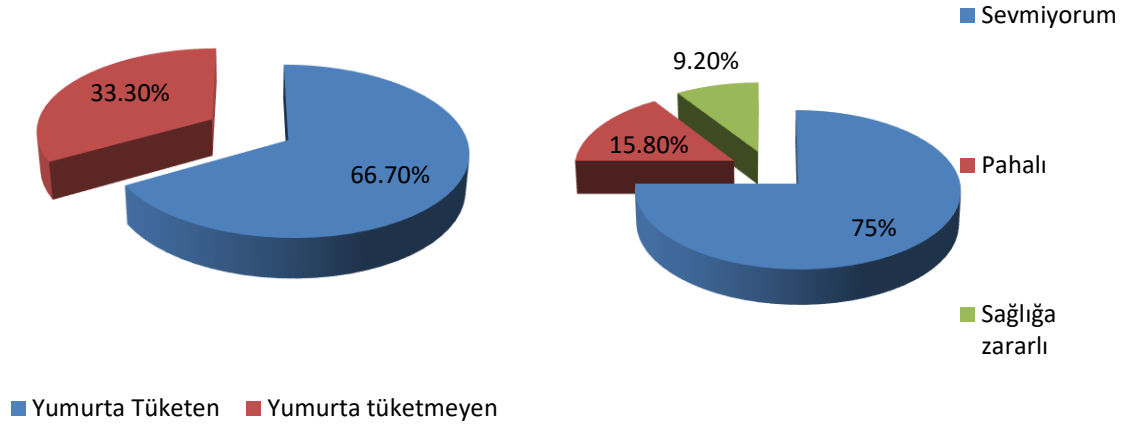
Yapılan anket çalışmasında yumurta fiyatlarındaki artış ve azalışların yumurta tüketim miktarını etkilediği ortaya konulmuş olup (%58.8 evet, %24.2 hayır), Türkiye'deki yumurta fiyatları katılımcıların büyük çoğunluğu tarafından (%70,6) pahalı bulunmuştur. Bu konuda yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde, Avcılar ve ark., (2023), Kozelová ve ark., (2018), Putri ve ark., (2021), Jamborová (2016), yumurta fiyatının yumurta satın almada en önemli faktör olduğunu, yumurta tüketimine fiyatların etkili olduğunu, Alkan ve Berber (2022), Durmuş ve ark., (2007), yumurta tüketimine fiyatların etkili olmadığını, Alkan ve Derebaşı (2018) ise Ordu ilinde ankete katılan tüketicilerin mutfağında fiyatı ne olursa olsun yumurtanın mutlaka yerini alması gereken bir ürün olarak görüldüğü bildirilmiştir. Tepge (2023) Türkiye genelinde kişi başına yumurta tüketiminin 2023 yılında azalmasının sebebi olarak yumurta fiyatlarındaki artışı göstermiştir.

Televizyondaki yumurta-kolesterol programlarının katılımcıların yumurta tüketimini etkilemediği (%73), tüketimlerinde herhangi bir artış ya da azalışa neden olmadığı görülmüştür. Bu sonuçlar Alkan ve Berber (2022)'in anket sonuçlarıyla uyumludur. Yapılan anket çalışmasında katılımcıların büyük çoğunluğunun (%58.9) yumurta ve kolesterol arasındaki ilişki hakkında bilgi sahibi olmadığını, katılımcıların %28.3'lük bir kesimi ise yumurtanın kolesterolü yükselttiğini düşünmektedir. Yumurta ve sağlıklı sürdürülebilir bir diyetdeki yeri konusunda yanlış anlamalar yaygındır (Myers ve Ruxton 2023). Kralik ve ark., (2020) anket katılımcıları arasında yumurta tüketiminin dezavantajlarından birisinin yüksek kolesterol olduğunu, David ve ark., (2016) ise günde bir yumurtanın günlük kan kolesterol seviyelerini arttırmadığını ve sağlıklı kişilerde CVD riskini artırmadığını ifade etmiştir.

Katılımcıların %55.6'sı yumurta üreten ya da satan firmaların denetimlerinin yeterli olup olmadığı konusunda fikir sahibi olmadıklarını, %40.3'ü ise yeterli bulmadıklarını beyan etmişlerdir. Ayrıca katılımcıların %65.3'ü yumurtaların sağlıklı koşullarda üretilmediğini düşünmektedir.

Katılımcıların %51.7'si piyasaya sürülen kirli yumurtaların pazarlama stratejisi olduğunu ve katılımcıların %40.6'sı yumurtaların kirli görünümünün satın alma davranışlarını etkilemediğini, %34.7'si ise olumsuz yönde etkilediğini beyan etmişlerdir. Tüketicilerin önemli bir kısmının kirli görünümlü yumurtalar konusunda farkındalık düzeyinin yüksek olmasına rağmen tüketicilerin tamamı bu konuda bilinçli değildir. Avcılar ve ark., (2023), Alkan ve Berber (2022), Alkan ve Derebaşı (2018) yapmış oldukları anket çalışmalarında katılımcıların büyük çoğunluğu kirli yumurtaların pazarlama stratejisi olduğunu beyan etmişlerdir.

Katılımcılar kahverengi ve beyaz yumurtalar arasında fark olmadığını ancak katılımcıların %63.3'ünün beyaz yumurtayı tercih ettikleri görülmüştür. Bu oran Karakaya ve ark., (2014)'nin bulmuş oldukları oranla (%63.7) uyumludur. Bu durum yumurtanın kabuk renginin, besleyici değer olarak farklılık oluşturmadığı bilirse de özellikle alışkanlıkların renk seçiminde etkili olduğunu akla getirmektedir (Avcılar ve ark., 2023). Putri ve ark., (2021), Jamborová (2016), tüketicilerin beyaz kabuklu yumurtalara göre daha besleyici hissettirdiği ve daha lezzetli olduğu için kahverengi kabuklu yumurtaları tercih ettiklerini bildirmişlerdir.



Şekil 1: Yumurta tüketim durumu

Şekil 2: Yumurta tüketmeme sebebi.

Katılımcıların %66.70'i yumurta tükettiğini, yumurta tüketmeyen %33.30'luk (Şekil 1) kesimin ise %75'i yumurtayı sevmedikleri (Şekil 2) için tüketmediklerini beyan etmişlerdir. Anket katılımcıları arasında kişi başına düşen haftalık ortalama yumurta sayısı 4.47, yıllık yumurta tüketimleri yaklaşık 228 adettir. Bu değerler İskender ve Kanbay (2014)'in bildirdikleri değerden (3.4) yüksektir. Aynı şekilde (4,47) Durmuş ve ark., (2007)'nin yılda kişi başına düşen yumurta sayısı (171), Mızrak (2011)'in (158 adet), Karakaya ve ark., (2014) (146.3 adet), Eleroğlu ve ark., (2018)'nin (130.49 adet), Çelik ve Şengül (2001)'ün (126 adet) olarak bildirdikleri değerden yüksek, Armağan ve Özdoğan (2005)'in (228.8 adet) olarak bildirdiği değer ile benzerdir. Türkiye genelinde kişi başına yumurta tüketimi 2021 yılında 191 adet, 2022 yılında 196 adet, 2023 yılında ise bir önceki yıla göre %4.6 oranında azalarak 191 adede düşmüştür (Tepge, 2023). Bu çalışmada bulunan kişi başı haftalık yumurta sayısı (4,47) üniversite öğrencilerinin yumurta tüketim seviyelerinin Türkiye ortalamasından yüksek olduğunu göstermektedir. Avrupa'da ortalama yumurta tüketiminin 2021 yılında kişi başına yılda 220-225 yumurta olduğu tahmin edilmektedir (Anonim, 2024b). Dünyanın en çok yumurta tüketen ülkelerinden biri, 409 yumurta ile Meksika olup, ABD, Kanada ve Birleşik Krallıkta yumurta tüketimi sırasıyla 285 ve 253 ve 198 yumurta olmuştur (Anonim, 2024b; Anonim, 2024c). Yumurta üretiminde dünyada ilk 10 ülke arasında yer alan Türkiye, yumurta tüketiminde 2017 yılında kişi başına 214 yumurta ile 23. sırada yer almıştır (Yum-Bir, 2016). Söz konusu ülkeler dikkate alındığında yumurta tüketiminin artırılması gerekmektedir. İrlanda ve Bulgaristan haftada yedi yumurta tüketilmesini önermektedir (Anonim, 2024a). Richard ve ark., (2017) haftada 6 ila 12 yumurta tüketiminin, diyabet geliştirme riski taşıyan veya tip 2 diyabetli bireylerde majör CVD risk faktörleri üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığını bildirmiştir. Dünya'da yumurta tüketiminin yılda kişi başı 161 adetten, 2032'ye kadar kişi başı günde bir adete çıkarılması hedeflenmektedir (Anonim, 2023).

Firmaların PESTLE (P (Political-Politik), E (Economical-Ekonomik), S (Social-Sosyal), T (Technological-Teknolojik), L (Legal-Yasal), E (Enviromental-Çevresel)) analizi ortama kuş bakışı bakılmasına imkan sağlayarak firmanın tüm faaliyetlerine etki etmektedir. PESTLE analizine göre sosyal sorunlar kapsamında tüketici bilincinin düşük olması ve yumurta tüketiminin mevsimsel tüketim algısı sorunları yer almaktadır (Zafer Kalkınma Ajansı, 2021). Afyonkarahisar ilinde yumurta üretici firmalarla yapılan analizinde kişi başına yumurta tüketiminin düşük olması yumurta üreticisi açısından zayıf yönler kapsamında yer almaktadır (Zafer Kalkınma Ajansı, 2021). Dolayısıyla yumurta tüketiminin artması üretici firmalar için fırsat olarak görülebilir.

Katılımcılar yumurta satın alırken sırasıyla etiket, ambalaj, logo, hepsine (etiket, logo, ambalaj) dikkat ettiklerini, organik yumurta satın alırken sırasıyla ambalaj, etiket, logo, hepsine (etiket, logo, ambalaj) dikkat ettiklerini bildirmişlerdir.

Katılımcıların %64.7'si yumurta tüketimlerinin mevsime göre değiştiğini, bu katılımcılarında %71.7'sinin kış mevsiminde yumurta tüketimlerinin arttığını beyan etmişlerdir. Bu sonuç Durmuş ve ark., (2017), İskender ve Kanbay (2014)'in anket çalışmalarında bulmuş oldukları sonuçlarla uyumludur.

Katılımcıların %65.3'ü aldıkları yumurtaların sağlıklı koşullarda üretildiğine inanmadıklarını beyan etmişlerdir. Tüketicilerin yumurtaların üretim koşulları konusundaki endişeleri yumurta tüketimini



etkileyebilmektedir. Bu tür olumsuz düşüncelerin ortadan kaldırılmasında yumurta üreten ve satan firmaların tüketicü üzerinde güven ilişkisini oluşturacak faaliyetlerde bulunması fayda sağlayacaktır.


## SONUÇ ve ÖNERİLER

Yumurta üretiminde son yıllarda müşteri tercihleri doğrultusunda organik ve gezen tavuk yumurtası gibi modellerle yetiştirme süreçlerinde değişiklik söz konusu olmuştur. Yumurta üretim süreçlerindeki gelişmelerle pastörize yumurta, yumurta tozu ve sprey yumurta formunda tüketime arz edilebilmektedir. Ayrıca kanatlı sektöründe önemli miktarda ortaya çıkan atık durumundaki yumurta kabuğunun kullanım alanlarını genişletmeye yönelik son yıllarda AR-GE çalışmaları artmaya başlamış (Tepav, 2013) ve özellikle mühendislik alanında çeşitli malzemelerin üretimde kullanılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır (Yönetken vd. 2022). Ancak yumurta kabuğunun etkin bir şekilde değerlendirilmesine yönelik bir çalışmalar yetersizdir. Yumurta tüketiminin kişi başı günde bir adete çıkarılması hedefine ulaşılabilmesi ve tüketim bilincini arttırabilmek için; organik ürün üreticilerinin fiyat konusunda hassas davranmaları (Çınar ve ark., 2022), yumurtanın besin değeri ve kolesterol içeriği konusunda tüketicilerin bilinçlendirilmesi (Hasipek ve Aktaş, 1997), yumurta içeren yeni ve farklı ürünler, kurutulmuş yumurta, likit yumurta gibi katma değer yaratılmış alternatif ürünlerin tüketimine sunulması (Bahtiyar ve Olhan, 2023), yumurta tüketiminde bilgi kirliliğinin önüne geçilecek önlemlerin alınması, üreticilerin üretim sistemleri hakkında tanıtıcı programlar yapması, üretim maliyetlerinin düşürülmesi (Ergün ve Bayram, 2021) önemli çalışmalar olacaktır.

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

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:** Yazar, çalışmanın tümüne tek başına katkı sağlamıştır.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Günnur PEŞMEN  <http://orcid.org/0000-0002-9164-6629>



## KAYNAKLAR

- Akbay, C., Tiryaki, G., Gül, A. 2007. Consumer characteristics influencing fast food consumption in Turkey. *Food Control*, 18: 904- 913. DOI: 10.1016/j.foodcont.2006.05.007.
- Alkan, S. Berber, Ö. 2022. Bursa ilindeki tüketicilerin yumurta tüketim bilincinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*. 11(2): 413-420. <https://doi.org/10.29278/azd.1115857>
- Alkan, S. ve Derebaşı, S. 2018. Ordu ilindeki yumurta tüketim bilincinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7 (2): 237-244. DOI: <http://dx.doi.org/10.29278/azd.482068>. 2147-640.
- Anonim. 2023. Statista, Web Sitesi: <https://www.statista.com/statistics/183678/per-capitaconsumption-of-eggs-in-the-us-since-2000/> Erişim Tarihi: 02.08.2024.
- Anonim. 2024a. European Commission Food-Based Dietary Guidelines in Europe. [https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/food-based-dietary-guidelines-europe-table-10\\_en](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/food-based-dietary-guidelines-europe-table-10_en). Erişim Tarihi: 02 Haziran 2024
- Anonim. 2024b. International Egg Commission Global Egg Production Continues to Increase at an Average of 3% per Year. <https://www.internationalegg.com/resource/global-egg-production-continues-to-increase-at-an-average-of-3-per-year/>. Erişim Tarihi: 4 Haziran 2024.
- Anonim. 2024c. Industry Data on Population Egg Consumption. <https://www.egginfo.co.uk/egg-facts-and-figures/industry-information/data>. Erişim Tarihi: 10 Nisan 2024.
- Armağan, G. ve Özdoğan, M. 2005. Ekolojik yumurta ve tavuk etinin tüketim eğilimleri ve tüketicü özelliklerinin belirlenmesi. *Hayvansal Üretim*, 46 (2): 14-21.
- Aytop, Y. ve Işık, F. 2020. Gaziantep ilindeki tüketicilerin yumurta tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(1): 269–275. <https://doi.org/10.30910/turkjans.680088>

- Bahtiyar, T. ve Olhan, E. 2023. Dünya yumurta ticaretindeki değişimler ve türkiye'nin dünya yumurta ticaretindeki yeri. *ADÜ Ziraat Derg*, 20 (2): 265-274. doi: 10.25308/aduziraat.1356253.
- Berber, Ö. 2022. Bursa ilinde yumurta tüketim bilincinin ve tüketici davranışlarının belirlenmesi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- Çelik, Y. ve Şengül, T. 2001. Şanlıurfa ili kentsel alanında tüketicilerin yumurta tüketim düzeyleri ve tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi, *Hayvansal Üretim*, 42 (2): 53-62.
- Çınar, N., Engindeniz, S., Çınar, G. 2022. Tüketicilerin organik yumurta satın alma tercihlerini etkileyen faktörler; Aydın İli Efeler ilçesi örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 28 (1): 99-110. <https://doi.org/10.24181/tarekoder.1002441>
- Çiçekgil, Z. ve Yazıcı, E. 2016. Türkiye'de tavuk yumurtası mevcut durumu ve üretim öngörüsü. *TEAD*, 2 (2): 26-34.
- David, H., Linda, L., Pamela, P. 2016. "USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 24." *Beltsville: Nutrient Data Laboratory, USDA National Nutrient Database for Standard Reference*.
- Durmuş, I., Demirtaş, Ş. E., Can, M., Kalebaşı, S. 2007. Ankara ilinde yumurta tüketim alışkanlığının belirlenmesi. *Tavukçuluk Arş Derg*, 7 (1): 42-45.
- Eleroğlu, H., Bircan, H., Arslan, R. 2018. Yozgat il merkezinde yumurta ve tavuk eti tüketimi üzerine etki eden faktörler. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 15 (1): 29-33.
- Ergün, O. F., Bayram, B. 2021. Türkiye'de hayvancılık sektöründe yaşanan değişimler. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 10 (2): 158-175. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bdhad>.
- Fang, D., Tan, F., Wang, C., Zhu, X., Xie, L. 2012. Egg intake and bladder cancer risk: A meta-analysis. *ExpTherMed.*, 4: 906-912. <https://doi.org/10.3892/etm.2012.671>.
- Hasipek, S., Aktaş, N. 1997. Türkiye'deki tavuk ürünlerinin insan beslenmesindeki yeri ve önemi. Uluslararası Tavukçuluk Konferansı YUTAV 97, İstanbul, s. 15-22.
- İnci, H., Karakaya, E., Şengül, T., Soğut, B. 2014. Bingöl ilinde kanatlı eti tüketiminin yapısı. *Türk Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1 (1): 17–24.
- İnci, H., Karakaya, E., Şengül, A.Y. 2017. Organik ürün tüketimini etkileyen faktörler (Diyarbakır ili örneği) *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 20 (2): 137-147. DOI: 10.18016/ksujns.41314.
- İskender, H., Kanbay, Y. 2014. Üniversite öğrencilerinin yumurta tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25 (3): 57-62.
- Jamborová, M. 2016. Poultry and eggs. Situation and outlook report to the date 31/12/2015. Bratislava, Slovakia: NPP VÚEPP. [http://www.vuepp.sk/dokumenty/komodity/2016/Hyd06\\_16.pdf](http://www.vuepp.sk/dokumenty/komodity/2016/Hyd06_16.pdf).
- Jibir, M., Isa, A. M., Adamu, I., Garba, S., Jibrila, I. 2013. Value perception of shell egg characteristics as determined by size and colour. *J Anim Sci Adv*, 3 (9) : 457-461.
- Karaalp, M., Kaya, H. ve Aksakal, V. 2017. Organik olarak üretilen yumurtaların bazı besinsel ve duyuşal özelliklerinin iyileştirilme olanakları. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5 (13): 1802-1809.
- Karakaya, E., İnci, H., Söğüt, B., Şengül, T. 2014. Bingöl il merkezinde yaşayan hane halklarının yumurta tüketim durumu üzerine bir araştırma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1 (2): 239–247.
- Kralik, I., Zelić, A., Kristić, J., Milković, S. J., Crnčan, A. 2020. Factors affecting egg consumption in young consumers. *Acta fytotechnica et zootechnica 23*, (Monothematic Issue): 1-6.
- Kozelová, D., Országhová, D., Matejková, E., Fikselová, M., Horská, E., Ďurdíková, D., Matysik-Pejas, R. 2018. Eggs and their consumption affected by the different factors of purchase. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 12 (1): 570-577. doi: <https://doi.org/10.5219/944>
- Mızrak, C. 2011. Türkiye'de yumurta ve tavuk eti tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tavukçuluk Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Araştırma Projesi, Ankara. <http://www.tae.gov.tr/www/tr /projeler/pdf/1.pdf>.

- Mızrak, C., Durmuş, İ., Kamanlı, S., Demirtaş, E. 2012. Determination of egg consumption and consumer habits in Turkey. *Turk J Vet Anim Sci*, 36 (6): 592-601.
- Myers, M., Ruxton, C.H.S. 2023. Eggs: Healthy or Risky? A review of evidence from high quality studies on hen's eggs. *Nutrients*. 15 (12): 2657. doi: 10.3390/nu15122657.
- Nys, Y. 2001. Recent developments in layer nutrition for optimising shell quality. In: Proceedings of 13<sup>th</sup> European Symposium of Poultry Nutrition. Blankenberge, Belgium, p. 45-52.
- Onurlubaş, E., Gümüş, N., Karaca, Ş. 2020. Tüketicilerin organik yumurta satın alma niyetini etkileyen faktörlerin yapısal eşitlik modeli ile incelenmesi. *ODÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (1), 113-131.
- Putri, F. S., Suryantini, A., Mulyo, J. H. 2021. Consumer preference towards layer chicken eggs and native chicken eggs in Yogyakarta advances in economics, business and management research. Proceedings of 1st International Conference on Sustainable Agricultural Socio-economics, Agribusiness, and Rural Development (ICSASARD 2021).
- Richard, C., Cristall, L., Fleming, E., Lewis, E. D. Ricupero, M., Jacobs, R. L., Field, C. J. 2017. Impact of egg consumption on cardiovascular risk factors in individuals with type 2 diabetes and at risk for developing diabetes: A systematic review of randomized nutritional intervention studies. *Canadian Journal of Diabetes*, 41 (4), 453-463. <https://doi.org/10.1016/j.jcjd.2016.12.002>.
- Sarıözkan, S., ve Sakarya, E. 2006. Lalahan Afyon ili yumurta tavukçuluğu işletmelerinde kârlılık ve verimlilik analizleri. *Hay. Araşt. Enst. Derg.* 46 (1): 29 – 44.
- Tepav. 2013. Gıda sektöründe değer zinciri analizi-kırmızı et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri, şeker. *Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı*. Ankara.
- Tepge 2023. Kümes Hayvancılığı Durum ve Tahmin 2023. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (Tepge). Yayın No: 381 ISBN: 978-625-8451-66-5.
- Tüik, 2024. [tuik.gov.tr](https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1). <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>
- Avcılar, Ö. V., Karataş, Y. F., Yılmaz, E. 2023. Üniversite öğrencilerinde yumurta tüketim durumu ve tercihlerinin belirlenmesi. *Vet Hekim Der Derg*, 94 (1): 26-35. <https://doi.org/10.33188/vetheder.1125196>
- Vural, N. 1992. *Besin analizleri*. Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Yayın No: 69, s. 154.
- Yonetken, A., Erol A., Pesmen, G. 2022. Characterization of egg shell powder doped ceramic metal composites. *Open Chemistry*. 20(1): 716-724. <https://doi.org/10.1515/chem-2022-0175>.
- Yum-Bir, 2016. Yumurta Üreticileri Merkez Birliği (Yum-Bir), [www.yum-bir.org](http://www.yum-bir.org)
- Zafer Kalkınma Ajansı, 2021. TC Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Zafer Kalkınma Ajansı. Afyonkarahisar İli Yumurta Sektörü Değer Zinciri Analizi.

## Rupestris du Lot Anacının Kullanıldığı Aşı Kombinasyonlarında Asma Fidanlarının Vejetatif Gelişimlerinin ve Uyuşma Katsayılarının Belirlenmesi

Tuba ÇELİK<sup>1</sup> , Mehmet İlhan ODABAŞIOĞLU<sup>2\*</sup> 

<sup>1</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Kilis-TÜRKİYE

<sup>2</sup>Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adıyaman-TÜRKİYE

\*Sorumlu Yazar: [milhanodabasioglu@gmail.com](mailto:milhanodabasioglu@gmail.com) ; [modabasioglu@adiyaman.edu.tr](mailto:modabasioglu@adiyaman.edu.tr)

Geliş Tarihi: 26.08.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 06.09.2024 Kabul Tarihi: 06.09.2024

### ÖZ

Günümüzde bağcılık, filoksera ve nematod gibi toprak kökenli zararlıların olumsuz etkilerinden kaçınmanın yanı sıra değişen ve bitki gelişimi için giderek zorlaşan iklim koşullarında ve farklı toprak özelliklerine sahip yörelerde ekonomik olarak gelir sağlayan bir tarımsal faaliyet olmayı sürdürülebilirlik amacıyla farklı anaçlar üzerine aşılanmış üzüm çeşitlerine ait aşılı asma fidanları ile tesis edilmiş bağlarda yapılmaktadır. Buna karşın asma anaçları ile üzüm çeşitlerinin oluşturduğu aşı kombinasyonları her zaman iyi bir uyuşma göstermemekte ve hem fidanlarda gelişim bozuklukları hem de bu fidanlarla tesis edilmiş bağlarda düşük verim ve kalitede üzüm üretimi görülebilmektedir. Bağcılıkta anaç kullanımının akabinde birçok araştırmacı anaç ile kalem arasında iyi bir uyuşmanın sağlanabileceği koşulları ve iyi uyuşma gösteren aşı kombinasyonlarının ne şekilde formüle edileceği üzerinde çalışmalar yürütmüşlerdir. Bu çalışmada daha önce farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiş olan aşı uyuşma katsayısı saptama formüllerinin Rupestris du Lot anacı üzerine aşılı 6 farklı üzüm çeşidine ait aşılı asma fidanlarının uyuşma katsayılarının hesaplanmasında kullanılabilirliği ve bu aşı kombinasyonlarına ait fidanların vejetatif gelişimleri incelenmiştir. İncelenen çeşitler arasında en iyi fidan gelişimini Tahannebi çeşidinin gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen bulgular Onaran ve Spiegel-Roy ve Lavee'nin formüllerinin aşılı asma fidanlarının uyuşma katsayılarının belirlenmesinde kullanılabileceğini ve formüllerde kalem çapı yerine ana sürgün çapı değerinin kullanılmasının daha uygun olacağını göstermiştir. Ayrıca uyuşma katsayısı hesaplamalarında kullanılan formüle göre ideal uyuşma katsayısına yakın değere sahip aşı kombinasyonlarının değişim gösterebileceği saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Afinite, asma anaçları, asma çoğaltımı, aşılama.

## Determination of Vegetative Growth and Affinity Coefficients of Grapevine Saplings in Grafting Combinations Used Rupestris du Lot Rootstock

### ABSTRACT

Today, viticulture is practised in vineyards established with grafted grapevine saplings of grape varieties grafted on different rootstocks to avoid the negative effects of soil-borne pests such as phylloxera and nematodes, as well as to continue to be an economically income-generating agricultural activity in regions with different soil characteristics and in changing climatic conditions that are becoming increasingly difficult for plant development. However, since the graft combinations of grapevine rootstocks and grape varieties do not always show good affinity, both developmental disorders can be seen in the saplings, and low yield and quality grape production can be observed in the vineyards established with these saplings. Following the use of rootstocks in viticulture, many researchers have studied the conditions under which good affinity between rootstock and scion can be achieved and how to formulate graft combinations that show good affinity. In this study, the usability of the calculation methods for determining the affinity coefficients of graft affinity previously reported by different researchers in the calculation of the coefficients of affinity of grafted grapevine saplings of 6 different grape

varieties grafted on Rupestris du Lot rootstock and the vegetative growth of the saplings of these graft combinations were examined. It was determined that the Tahannebi grape variety showed the best sapling growth among the varieties examined. The results showed that Onaran and Spiegel-Roy and Lavee's formulas can be used to determine the affinity coefficients of grafted grapevine saplings, and also it is more appropriate to use the main shoot diameter value instead of scion diameter in the formulas. In addition, it was determined that the graft combinations with values close to the ideal affinity coefficient may vary according to the formula used in the affinity coefficient calculations.

**Key words:** Affinity, grapevine rootstocks, vine propagation, graft.

## GİRİŞ

Antik çağlardan beri insanlar bitkileri çoğaltmak, verimi artırmak, çeşitli çevresel etkenlere karşı bitkilerin direncini geliştirmek ve benzeri amaçlarla, iyi uyuşan bitkileri birbiri üzerine aşılamışlardır (Garner, 2013). Farklı bitkileri ve bitki dokularını kesip bir araya getirdikleri bu teknik işlem sayesinde istenilen özelliklere sahip yeni bitkiler elde etmişlerdir (Feng ve ark., 2023). Aşılamadan sonra elde edilen yeni bitkiler, hızlı bir yenilenme ve değişim sürecine girmektedir. Süreç; dokuların bağlanması, hücre bölünmeleri, hücrelerin genişlemesi ve hücrelerin farklılaşarak kalem ile anaç arasında fonksiyonel damar bağlantıları oluşturması gibi bir dizi adımı içermektedir (Mudge ve ark., 2009; Lee ve ark., 2010; Loupit ve ark., 2023).

Dünya üzerinde aşılama işlemine tabi tutulan en eski bitki türlerinden biri de asmadır. Bağcılıkta aşılamaya başladığı dönüm noktası ise 1800'lerin sonlarında filoksera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) (Hemiptera: Phylloxeridae) zararlısının Avrupa bağlarında neden olduğu yıkıcı etkidir (Gökbayrak, 2006). Nitekim bağcılıkta aşılama faaliyetinin ilk defa, filokseraya hassas bir Avrupa asma (*Vitis vinifera* L.) kökünü bu zararlıya dirençli olan bir Kuzey Amerika asma köküne değiştirmek amacıyla uygulandığı birçok kaynakta aktarılmaktadır (Çelik, 1996; Odabaşoğlu, 2021). Filoksera dışında da çeşitli biyotik ve abiyotik stres etmenlerine karşı duyarlı olan üzüm çeşitlerinin yetiştiriciliğini ekonomik olarak sürdürülebilir kılmak amacıyla dünyanın birçok yerinde halen anaçlar üzerine aşılama yapılarak aşıllı asma fidanları üretilmekte ve bağlar bu fidanlarla tesis edilmektedir (Goldammer, 2013; Leao ve ark., 2020). Çünkü asma yetiştiriciliğinde aşıllı fidan kullanılması, filoksera, nematod ve diğer toprak kökenli zararlıların asma köklerinde neden olabileceği zararlanmalara ve bunların köklerde açtığı yara dokularına yerleşip omcalarda ciddi fizyolojik arazlar yaratabilecek patojenlere karşı bir önlem alma yöntemidir (Winkler ve ark., 1974; Çelik, 2011). Ayrıca her ne kadar *Vitis vinifera* L. türüne ait üzüm çeşitleri genel olarak kuraklığa ve toprakta yüksek kireç kapsamına toleranslı, toprak tuzluluğuna ise orta düzeyde hassas olarak kabul edilse de bütün çeşitlerin, bu gelişimi ve verimliliği sınırlayıcı etkenlere karşı toleransları aynı düzeyde değildir (Çelik ve ark., 1998; Müftüoğlu ve ark., 2006; Babalık ve Baydar, 2021). Bununla birlikte anaçların, fenolojik dönemlerin öne alınmasına veya geciktirilmesine, vejetatif gelişmenin ve kanopinin kontrol altında tutulmasına, omcaların verimliliğine ve üzümlerin kalite özelliklerine etki etmesi ve benzeri etkileri sebebiyle üreticiler bağlarını aşıllı fidanlarla kurmak istemekte ve dolayısıyla bu durum aşıllı asma fidanı üretimine olan talebi arttırmaktadır (Assuncao ve ark., 2016; Ferlito ve ark., 2020; Migicovsky ve ark., 2021).

Türkiye'de gerçekleştirilen aşıllı asma fidanı üretimi yıllara göre dalgalanma göstermekte ise de gerek iç gerekse dış piyasadan gelen talebi yeterince karşılamamaktadır (Dardeniz ve Şahin, 2005; Gargın ve ark., 2011; Çelik, 2012; Yağcı ve ark., 2016). Bunun yanı sıra bazen fidanlıklarda aşılama sırasında yapılan teknik hatalar, bazen aşı kaynaştırma sürecinde meydana gelen aksaklıklar, bazen dikim sonrası dış koşullara adapte olamama sorunları bazen de yetiştiricilikte yanlış veya eksik kültürel uygulamaların yapılması ve benzeri durumlardan kaynaklanan zayıf fidan gelişimi; düşük fidan randımanını ve standart dışı fidan üretimini beraberinde getirmektedir (Ergenoğlu ve Gürsöz, 1991; Yağcı ve Gökkaynak, 2016). Dahası standartları karşılayamayan ve anaçla kalemin iyi uyuşma sağlamadığı aşı kombinasyonlarına ait aşıllı asma fidanlarıyla tesis edilmiş bağlarda yetiştiriciliğin ileri safhalarında bile üstesinden gelinmesi zor sorunların ortaya çıkması ve bununla ilintili olarak bağlarda önemli miktarlarda ekonomik kayıpların yaşanması olasıdır (Bekişli ve ark., 2015; Çakır ve Yücel, 2016; Cangı ve Etker, 2019). Yukarıda bahsi geçen sorunların erken dönemde tespit edilmesi ve uyuşma sorunu olan aşı kombinasyonlarının aşıllı asma fidanı üretiminde kullanılmasının önüne geçilebilmesi için en uygun asma anaç-üzüm çeşidi aşı kombinasyonlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Daha önce yapılan araştırmalarda, Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan yerli ve standart üzüm çeşitlerinin çeşitli Amerikan anaçlarına aşılanması sonrasında fidan gelişimleri ve uyuşma katsayıları incelenmiş, fakat bu üzüm çeşitlerinin kuraklığa toleransı ile bilinen Rupestris du Lot anaç üzerindeki gelişimlerinin ve uyuşma düzeylerinin birlikte değerlendirildiği çalışmalar sınırlı kalmıştır (İşçi ve Altındişli, 2006, Gargın ve ark., 2011; Gökbayrak ve ark., 2012; Çakır ve Yücel, 2016; Sucu ve Yağcı, 2017; Odabaşoğlu, 2022). Ayrıca literatürde yer alan araştırmalar, çoğunlukla bağ koşullarında verim çağına ulaşmış omcalar üzerinde yürütülmüştür. Aşıllı asma fidanları



kullanılarak anaç ile kalem arasındaki uyuşmanın tespitine yönelik uyuşma katsayısının incelendiği çalışmaların sayısı ise oldukça azdır. Bu çalışmada, mevcut literatüre bu yönden katkı sağlamak ve farklı uyuşma katsayısı hesaplama yöntemlerinin aşılı asma fidanları incelenerek erken dönemde kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla Rupestris du Lot asma anacı üzerinde 6 farklı üzüm (*Vitis vinifera* L.) çeşidi masabaşı omega aşısı yöntemiyle aşılansın ve aşılansın 12 ay sonra fidanların vejetatif gelişimleri ve uyuşma katsayıları incelenmiştir.

## MATERYAL ve METOT

### Bitkisel Materyal

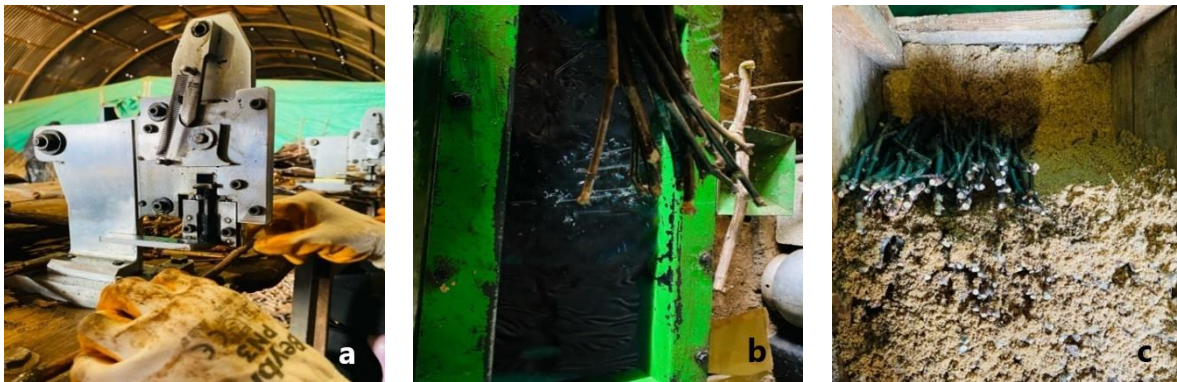
Çalışma 2023 yılında Şanlıurfa-Akçakale yolu üzerinde bulunan özel bir işletmede (GAP Fidancılık Ltd. Şti.) yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak Çiloreş, Tahannebi, Perlette, Hasandede, Kalecik Karası ve Hatun Parmağı üzüm (*Vitis vinifera* L.) çeşitlerine ait aşı kalemleri ve Rupestris du Lot anacına ait çelikler kullanılmıştır (Şekil 1.)



Şekil 1. Aşı materyallerinin bağdan ve anaç parselden alınması (a, b) ve paketlenmesi (c)

### Aşılansın Materyallerinin Hazırlanması ve Aşılansın

2023 yılı Mart ayı içerisinde bitkiler henüz dinlenme döneminden çıkmadan önce bağdan ve damızlık anaç parselden alınan bitki materyalleri, 100'lük demetler halinde siyah polietilen torbalara konulmuş ve +4 °C'de ve %90-95 nispi nemde aşılansın zamanına kadar muhafaza edilmiştir (Çelik, 1985). Aşılansın yapılmadan önce anaç çelikleri 24 saat, çeşitlere ait aşılansın çelikleri (kalemler) ise 12 saat suda bekletilmiştir. Anaçlar aşılansın öncesi 35 cm uzunluğunda (TS-4027) kesilmiş ve üzerindeki gözler köreltilmiştir (Çelik ve Odabaş, 1998). Kalemler ise tek göz içerecek şekilde yaklaşık 5 cm uzunluğunda hazırlanmıştır. Aşılansın omega ( $\Omega$ ) kesit açan pedallı aşılansın makinesi ile yapılmış ve akabinde bitkilere aşılansın yerlerini kapsayacak şekilde parafinleme işlemi uygulanmıştır (Sabir ve Ağaoğlu, 2009; İşçi ve ark., 2015). Daha sonra aşılansın çelikler ahşap Richter kasalarına dizilmiş ve nemli talaş içerisinde kaynaştırma odasında kaynaştırılmaya bırakılmıştır (Odabaşoğlu, 2022) (Şekil 2.). Aşılansın bitkiler başlangıçta 28 °C sıcaklık ve %85 oransal nemde sabit ısıtma sistemi koşulları altında karanlıkta kaynaştırmaya tabi tutulmuş sonrasında ise sıcaklık ve nem kademeli olarak düşürülmüştür (Bekişli ve ark., 2015).



Şekil 2. Aşılansın (a), parafinleme işlemleri (b) ve kasalara aşılansın çeliklerin dizilmesi (c)

Aşılansın 20-25 gün sonra aşılansın materyaller, dış koşullara adaptasyon sağlamaları (alıştırma) amacıyla kaynaştırma odasından çıkarılmış ve 5-7 gün süreyle bu koşullarda tutulmuştur. Iskarta olarak belirlenenler hariç; aşılansın noktasında, bazalda kallus gelişimi gerçekleşmiş, sürgün gelişimi gözlemlenen aşılansın çelikler önceden hazırlanmış olan araziye dikilmiştir. Fidanlık parsellerine dikim öncesi NPK (20:20:20) taban gübresi (30 kg da<sup>-1</sup>) uygulanmıştır. Mayıs ayının ve temmuz ayının son haftasında deneme parsellerine üre (CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>) üst gübresi (her uygulamada 30 kg/da) verilmiştir. Deneme parselleri vejetasyon periyodu boyunca 7 gün aralıkla salma



sulama yöntemiyle sulanmıştır. Aralık ayında sökümü yapılan fidanlar, anaç-çelik kombinasyonlarına göre ayrı ayrı paketlenmiş ve incelemeler yapılana kadar hendeklenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Dikim öncesi arazi hazırlığı (a), kaynaştırma odasından çıkarılmış aşılı çelik (b) ve söküm sonrası aşılı asma fidanlarının hendeklenmesi (c)

#### **Aşılı Fidanlarda İncelenen Parametreler**

Fidanlar üzerinde oluşan sürgünlerden en uzun ve kalın olanı ana sürgün olarak kabul edilmiş ve çalışmada sürgün özelliklerine dair incelenen parametrelerin ölçümleri bu ana sürgün üzerinde yapılmıştır. Çalışmada yer alan tüm fidanların sürgün uzunlukları, ana sürgünün fidana bağlandığı dip kısmından uç kısmına kadar şerit metre ile ölçülerek belirlenmiştir (Sabır ve Ağaoğlu, 2009). Sürgün sayısı ve ana sürgünün üzerinde bulunan boğum sayısı ise denemede yer alan her fidanda tek tek basit sayma yöntemiyle belirlenmiş ve ayrı ayrı kaydedilmiştir (Çakır ve Yücel, 2016; Korkutal ve ark., 2020).

Aşılı fidanlarda sökümden sonra; anaç çapı (mm) aşı yerinin 4 cm altından (Karabulut ve Çelik, 2022), kalem çapı (mm) aşı yerinin 4 cm üzerinden (Kaya ve Karataş, 2023), aşı yeri çapı (mm) aşı noktasından (Cangi, 1996), sürgün çapı (mm) ana sürgünün dipten itibaren 2. ile 3. boğumu arasından (Dardeniz ve Şahin, 2005) dijital kumpas kullanılarak belirlenmiştir.

#### **Aşılı Asma Fidanlarında Uyuşma Katsayısının Belirlenmesi**

Çalışma kapsamında aşılı asma fidanlarının bir vejetasyon süresince gelişimleri sonrasında uyuşma katsayılarının (UK) belirlenmesi amacıyla dört farklı hesaplama metodu (Onaran, 1940; Perraudine, 1962; Spiegel-Roy ve Lavee, 1971; Branäs, 1974) kullanılmıştır (Gökbayrak ve ark., 2012). Aşağıdaki eşitliklerde (Eşitlik 1, Eşitlik 2, Eşitlik 3 ve Eşitlik 4) sunulan bu hesaplama yöntemlerinde, daha önceden dijital kumpasla ölçümleri yapılmış olan kalem çapı (A), aşı yeri çapı (B) ve anaç çapı (C) harfleri ile simgelenmiştir. Bununla birlikte fidanlarda bu eşitlikler kullanılarak uyuşma katsayısı belirlenirken kalem çapı yerine ana sürgünün çapı değerinin kullanılabilirliğini de belirlemek amacıyla iki farklı hesaplama yapılmıştır. Buna göre ilk hesaplamada "A" değeri kalem çapı olarak, ikinci hesaplamada ise sürgün çapı olarak formüle uygulanmış ve bulgular ayrı ayrı sunulmuştur.

Onaran (1940) tarafından bildirilen hesaplama metodu Eşitlik 1'de sunulmuştur. Bu yöntemde elde edilen UK değeri anaç kalınlığının kalem kalınlığına yüzde cinsinden oranıdır. Bu nedenle UK değeri "100" 'e yaklaştıkça anaç ile kalem arasında iyi bir uyuşma sağlandığı kabul edilmektedir.

$$UK = (C * 100)/A \quad (1)$$

Perraudine (1962) tarafından bildirilen hesaplama metodu Eşitlik 2'de sunulmuştur. Buna göre elde edilen UK değeri "12" veya buna çok yakın bir değerde ise ideal bir uyuşma sağlandığı ancak "12" 'nin altındaki değerlerde kalemin, "12" 'nin üstündeki değerlerde ise anaçın daha kalın olması nedeniyle uyuşmanın arzu edilen düzeyde olmadığı kabul edilmektedir.

$$UK = [(C/A) + ((C + A)/2B)] + 10 \quad (2)$$

Spiegel-Roy ve Lavee (1971) tarafından bildirilen hesaplama metodu Eşitlik 3'de sunulmuştur. Bu hesaplamada elde edilen değer "0" 'dan uzaklaştıkça anaç ile kalem arasında kötü bir uyuşma gerçekleştiği kabul edilmektedir.

$$UK = (C/A) - 1 \quad (3)$$

Branas (1974) tarafından bildirilen hesaplama metodu Eşitlik 4’de sunulmuştur. Bu hesaplamada elde edilen UK değeri “10” veya buna çok yakın bir değerde ise ideal bir uyuşma sağlandığı ancak “10” ’un altındaki değerlerde kalem, “10” ’un üstündeki değerlerde ise anacın daha kalın olması nedeniyle uyuşmanın arzu edilen düzeyde olmadığı kabul edilmektedir.

$$UK = [(C/A) * (C + A)/2B] * 10 \quad (4)$$

### **Deneme Deseni ve İstatiksel Analiz**

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 yinelemeli ve her yinelemede 20 aşılı bitki materyali olacak şekilde dizayn edilmiştir. Elde edilen bulgular Minitab versiyon 18 istatistik paket programında tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak farklı harflerle belirtilmiştir.

### **BULGULAR ve TARTIŞMA**

Çalışma kapsamında incelenen çeşit-anaç aşı kombinasyonlarına ait aşılı asma fidanlarında anaç, kalem ve aşı yeri çapına ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 1.’de sunulmuştur. Elde edilen bulgular, anaç çapı ( $p < 0.01$ ) ve kalem çapı ( $p < 0.05$ ) bakımından Rupestris du Lot anacı üzerine aşılana üzüm çeşitlerinin istatistiksel olarak birbirlerinden farklılık gösterdiklerini ortaya koymuştur. Bununla birlikte en kalın anaç çapının Tahannebi ( $8.43 \pm 0.53$  mm), en kalın kalem çapının ise Hasandede ( $7.14 \pm 0.71$  mm) üzüm çeşidinin kullanımıyla elde edildiği belirlenmiştir. Aşı yerinin çapı bakımından ise Rupestris du Lot anacı üzerine aşılı üzüm çeşitleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Dardeniz ve Şahin (2005), dört farklı asma anacı üzerine aşılınmış Uslu üzüm çeşidinin fidanlarında, kullanılan anaçlara bağlı olarak aşı noktası kalınlığının değişim gösterdiğini saptamış ve aşı noktasında şişkinlik artışının affinite noksanlığına işaret ettiğini bildirmiştir. Verma ve ark. (2012) ise Pusa Urvashi üzüm çeşidini farklı asma anaçlarına ait çelikler üzerine değişik aşılama yöntemleri kullanarak aşılama ve aşılamalardan 120 gün sonra yaptığı ölçümlerde, kullanılan asma anaçlarına bağlı olarak fidanların anaç ve kalem çapı değerlerinin farklılık gösterdiğini saptamıştır. Tedesco ve ark. (2020), Syrah ve Touriga National üzüm çeşitlerine ait klonları hem kendi hem birbirlerinin hem de 110R anacının üzerine masabaşı omega aşı yöntemiyle aşılama ve aşılama 21 ve 152 gün sonra yaptığı ölçümlerde anaç, ana sürgün ve aşı noktası çapı değerleri bakımından incelediği aşı kombinasyonlarının birbirlerinden farklılık gösterdiğini belirlemiştir. Esasen birçok çevresel faktör (sulama, gübreleme, iklimsel değişimler vb.) aşılı asma fidanlarının gelişimi üzerinde etkili olmaktadır (Kavak, 2006; Köse, 2006; Küçükymuk, 2009; Gözlemeci, 2013). Ancak aynı çevresel etkilere ve kültürel uygulamalara maruz kalan farklı aşı kombinasyonlarının incelendiği bu çalışmada, aşı kombinasyonları arasında saptadığımız farklılıkların temelinde, Rupestris du Lot anacı ile incelediğimiz üzüm çeşitlerinin uyuşma düzeyindeki farklılaşmanın yattığı kanaatindeyiz. Nitekim belirli bir asma anacı üzerine aşılınmış farklı üzüm çeşitlerine ait aşılı asma fidanlarının aynı vejetatif gelişimi göstermedikleri, farklı araştırmacılar tarafından değişik ekolojilerde yürütülmüş araştırmalarla ortaya konmuştur (Çoban ve Kara, 2003; Aslan ve ark., 2015; Degirmenci Karatas ve ark., 2023). Bununla birlikte aşı yerinin çapına ilişkin elde ettiğimiz bulgularda incelenen aşı kombinasyonları arasında istatistiksel olarak farklılığın görülmemesi iki farklı sebepten veya bu sebeplerin her ikisinden de kaynaklanmış olabilir. Bunlardan birincisi; kaynaştırma odası koşullarında hemen hemen tüm aşı kombinasyonlarında aşı yerinde oluşan kallus dokusunun, ilerleyen safhalarda kurumması ve bu noktada ölü bir dokunun oluşması olabilir. Ancak bu ihtimal kaynaştırma sürecinde şayet tüm aşı kombinasyonlarında aşı noktasında benzer düzeyde kallus gelişimi gerçekleşmişse mümkün olabilir. Farklı asma anaçları ve üzüm çeşitlerinin kaynaştırma odası performanslarının incelendiği araştırmalarda elde edilen bulgular bu ihtimalin oldukça zayıf olduğunu göstermektedir (Çoban ve Kara, 2003; Çakır ve ark., 2013; Bekişli ve ark., 2015; Odabaşoğlu, 2022). Diğer ihtimal ise aşılı fidanlarla tesis edilmiş bağlarda omcaların ilerleyen yaşlarında aşı noktasında görülen kalınlaşma ve şişkinleşmenin, henüz bir yaşındaki fidanlarda farklı aşı kombinasyonlarına göre farklılıkların tespit edilmesine imkân tanıyacak kadar kalınlaşmaması olabilir. Nitekim henüz verim çağına ulaşmış, 41B ve 140Ru asma anaçları üzerine aşılı Red Globe üzüm çeşidine ait omcalar üzerinde yapılan bir araştırmada, omcaların aşı yeri kalınlıklarının kullanılan anaca göre değişkenlik gösterdiği saptanmıştır (Gargin ve Altındisli, 2014). Benzer bir bulguya 41B anacı üzerine aşılı 8 farklı üzüm çeşidine ait fidanları bağ koşullarında yetiştirdikten sonra inceleyen Gargin ve ark. (2011) da ulaşmış ve incelediği aşı kombinasyonuna göre anaç, kalem ve aşı yeri

çapının farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Onaran (1940) anaç ile kalem arasında iyi bir uyuşmanın sağlandığı aşı kombinasyonlarına ait verim çağındaki omcalarda hem anaç kalınlığının hem de anacın kalem kalınlığına oranının, iyi uyuşma göstermeyen kombinasyonlarda yer alan omcalara göre daha yüksek olduğunu saptamıştır. Bu durum muhtemelen, iyi uyuşma görülen aşı kombinasyonlarında yer alan omcaların anaçları vasıtasıyla topraktan aldıkları su ve bitki besin elementlerini kaleme hızlı bir şekilde aktarabilmeleri ve akabinde kalem üzerinde teşekkül eden organların yeşil aksamında fotosentetik aktivite sonucu sentezlenen asimilatların da köklere sorunsuz bir şekilde iletilmesi ile ilişkilidir. Elde ettiğimiz bulgular, bu yönüyle literatürle paralellik göstermektedir.

Çizelge 1. Rupestris du Lot anacı üzerine aşılansmış farklı üzüm çeşitlerine ait aşılı asma fidanlarının anaç, kalem ve aşı yeri çapı

Çeşit	Anaç Çapı (mm)	Kalem Çapı (mm)	Aşı Yeri Çapı (mm)
Çiloreş	7.43 ± 1.70 abc**	5.80 ± 2.38 ab*	9.77 ± 2.07 <sup>öd</sup>
Tahannebi	8.43 ± 0.53 a	6.78 ± 1.84 ab	10.70 ± 0.77
Hasandede	6.47 ± 0.92 abc	7.14 ± 0.71 a	9.01 ± 1.08
Perlette	8.08 ± 1.03 ab	4.88 ± 0.79 b	11.22 ± 3.57
Kalecik Karası	6.32 ± 2.54 bc	5.58 ± 0.94 ab	9.63 ± 3.08
Hatun Parmağı	6.04 ± 1.06 c	5.93 ± 1.15 ab	9.19 ± 1.54

Aynı sütunda farklı harflerle belirtilmiş olan üzüm çeşitleri arasında istatistiksel olarak anlamlı (\*\*:  $p < 0.01$ ; \*:  $p < 0.05$ ) farklılıklar vardır. öd: önemli değil

Farklı çeşitlere ait aşı kalemleri kullanılarak Rupestris du Lot anacı üzerine yapılan masa başı aşılama ve kaynaştırma sonrasında fidanlık koşullarında yetiştirilerek elde edilen aşılı fidanların söküm sonrasında yapılan ölçümlerinde sürgün sayısı, ana sürgünün çapı, ana sürgünün uzunluğu ve boğum sayısına ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 2.'de sunulmuştur. Elde ettiğimiz bulgular, boğum sayısı dışında diğer sürgün özellikleri bakımından incelenen üzüm çeşitlerinin istatistiksel olarak birbirlerinden anlamlı farklılıklar gösterdiklerini ortaya koymuştur. Sürgün sayısı, ana sürgünün çapı ve uzunluğu bakımından en yüksek değerler Tahannebi üzüm çeşidinin kullanıldığı aşı kombinasyonlarından elde edilmiştir. Bununla birlikte ana sürgünün uzunluğu bakımından Tahannebi ve Hatun Parmağı çeşitleri aynı istatistiksel grupta yer almıştır.

Daha önce farklı aşı kombinasyonlarının incelendiği çalışmalarda gerek kullanılan asma anaçlarına gerekse de üzüm çeşitlerine göre fidanlarda bazı vejetatif gelişim ve kalite parametrelerinin değişim gösterdiği bildirilmiştir (Sucu ve Yağcı, 2017; Cangı ve Etker, 2019; Akçaman ve Dardeniz, 2021; Bozkurt ve Yağcı, 2024). Nitekim Köse ve ark. (2015), Merzifon Karası üzüm çeşidinin Rupestris du Lot anacı üzerine aşılansmış fidanlarında sürgün uzunluğu, sürgün çapı ve anaç çapı özelliklerinin 1103P, 99R ve SO4 anaçlarının kullanıldığı kombinasyonlara göre daha yüksek değerlere sahip olduğunu saptamışlardır. Onaran (1940) Razakı/Rupestris du Lot ve Şamüzümü/Rupestris du Lot aşı kombinasyonlarına ait fidanların, Sultani çekirdeksiz/Rupestris du Lot aşı kombinasyonuna ait fidanlara göre, anaç ile kalemin birbirlerine yakın kalınlığa sahip olması ve benzer gelişme göstermeleri nedeniyle bu iki çeşidin (Razakı ve Şamüzümü) Rupestris du Lot anacı ile daha iyi uyuşma sağladığını bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da önceki araştırmalarla paralel bulgulara ulaşılmış ve Rupestris du Lot anacı üzerine aşılansmış farklı üzüm çeşitlerine ait aşılı fidanların sürgün özellikleri genel olarak incelenen üzüm çeşitlerine göre değişim göstermiştir. Anaç ve kalem arasında iyi bir uyuşma sağlanamaması hem aşılı asma fidanlarında gelişimin arzu edilen düzeyde gerçekleşmemesine hem de bu fidanlarla tesis edilmiş bağlarda üzüm veriminde ve kalitesinde kayıplara neden olabilir (Cangı, 1998; Baydar ve Ece, 2005; Odabaşoğlu, 2022; Çelik ve ark., 2023). Aksine iyi bir uyuşma gösteren aşı kombinasyonuna ait bitkiler tek bir bitki gibi gelişme göstermekte ve hem vejetatif hem de generatif gelişimleri sekteye uğramamaktadır (Dolgun ve ark., 2016).

Farklı araştırmacıların daha önce yaptıkları çalışmalarda belirlemiş oldukları eşitlikler kullanılarak, bu çalışma kapsamında incelediğimiz aşı kombinasyonlarına ait fidanların uyuşma katsayıları iki farklı şekilde belirlenmiştir. Bunlardan birincisi anaç ve kalem çapı değerleri kullanılarak belirlenen uyuşma katsayıları, ikincisi ise anaç ve sürgün çapı kullanılarak belirlenen uyuşma katsayılarıdır.

Çizelge 2. Rupestris du Lot anacı üzerine aşılınmış farklı üzüm çeşitlerine ait aşılı asma fidanlarının sürgün özellikleri

Çeşit	Sürgün Çapı (mm)	Sürgün Sayısı (adet)	Sürgün Uzunluğu (cm)	Boğum Sayısı (adet)
Çiloreş	4.66 ± 0.65 bc**	2.89 ± 0.78 ab*	65.11 ± 12.73 b**	14.67 ± 5.20 <sup>öd</sup>
Tahannebi	7.46 ± 0.94 a	3.56 ± 0.88 a	85.67 ± 14.16 a	17.67 ± 4.09
Hasandede	5.13 ± 1.57 bc	3.00 ± 0.71 ab	72.11 ± 12.27 ab	15.22 ± 3.53
Perlette	3.53 ± 0.88 c	2.56 ± 0.53 b	77.78 ± 8.97 ab	17.00 ± 3.54
Kalecik Karası	4.33 ± 1.40 bc	2.56 ± 0.73 b	72.56 ± 5.68 ab	14.22 ± 2.86
Hatun Parmağı	5.36 ± 1.54 b	2.56 ± 0.53 b	80.22 ± 5.04 a	14.22 ± 2.95

Aynı sütunda farklı harflerle belirtilmiş olan üzüm çeşitleri arasında istatistiksel olarak anlamlı (\*\*:  $p<0.01$  ; \*:  $p<0.05$ ) farklılıklar vardır. <sup>öd</sup>: önemli değil

Aşılı asma fidanlarının anaç çapı ve kalem çapı değerleri kullanılarak farklı araştırmacıların eşitliklerinden elde edilen uyuşma katsayısı değerleri Çizelge 3’de sunulmuştur. Branas (1974)’in eşitliği kullanılarak elde edilen uyuşma katsayısı değerlerine göre, incelenen üzüm çeşitleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Buna karşın diğer üç araştırmacının eşitlikleri kullanılarak belirlenen uyuşma katsayıları, çalışma kapsamında incelediğimiz üzüm çeşitlerinin Rupestris du Lot anacı ile uyuşma bakımından birbirlerinden istatistiksel olarak farklılık gösterdiklerini ortaya koymuştur. Onaran (1940) ve Spiegel-Roy ve Lavee (1971)’nin eşitliklerine göre Hatun Parmağı ve Hasandede üzüm çeşitlerinin, Perraudine (1962)’nin eşitliğine göre ise sırasıyla Tahannebi, Çiloreş, Kalecik Karası ve Hatun Parmağı üzüm çeşitlerinin, Rupestris du Lot anacı ile daha iyi uyuşma gösteren aşı kombinasyonlarını oluşturduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte Onaran (1940) ile Spiegel-Roy ve Lavee (1971)’nin eşitlikleri, anaca göre kalemin daha kalın olduğu aşı kombinasyonu olan Hasandede/Rupestris du Lot’u doğru saptamıştır. Söz konusu kombinasyon dışında kalemin anaca göre daha kalın olduğu aşı kombinasyonu olmamasına rağmen diğer araştırmacıların eşitliklerinde bazı aşı kombinasyonları için hatalı önermelere (kalemin anaca göre daha kalın olduğu önermesi) neden olabilecek uyuşma katsayıları elde edilmiştir. Perraudine (1962) ve Branas (1974)’in eşitliklerinde aşı yeri çapının da dikkate alınması, söz konusu bulguların elde edilmesine neden olmuş olabilir. Öte yandan en uzun ve kalın ana sürgüne, en fazla sürgün ve boğum sayısına sahip olan Tahannebi/Rupestris du Lot aşı kombinasyonunu ideale en yakın uyuşma katsayısı değerine sahip olan aşı kombinasyonu olarak belirleyen tek eşitlik Perraudine (1962)’nin eşitliğidir.

Çizelge 3. Rupestris du Lot anacı üzerine aşılınmış farklı üzüm çeşitlerine ait aşılı asma fidanlarında anaç ve kalem çapı değerleri kullanılarak elde edilmiş uyuşma katsayıları

Çeşit	Branas	Spiegel-Roy & Lavee	Onaran	Perraudine
Çiloreş	9.41 ± 3.04 <sup>öd</sup>	0.38 ± 0.39 ab**	138.0 ± 38.9 ab**	12.07 ± 0.40 ab*
Tahannebi	9.11 ± 1.17	0.31 ± 0.29 ab	130.9 ± 28.6 ab	12.03 ± 0.19 ab
Hasandede	6.91 ± 1.25	-0.09 ± 0.10 b	90.6 ± 9.8 b	11.67 ± 0.15 b
Perlette	10.58 ± 3.49	0.70 ± 0.35 a	169.6 ± 34.9 a	12.32 ± 0.38 a
Kalecik Karası	8.87 ± 7.41	0.21 ± 0.68 ab	121.1 ± 67.6 ab	11.89 ± 0.82 ab
Hatun Parmağı	7.09 ± 2.32	0.05 ± 0.24 b	104.7 ± 34.4 b	11.71 ± 0.32 ab

Aynı sütunda farklı harflerle belirtilmiş olan üzüm çeşitleri arasında istatistiksel olarak anlamlı (\*\*:  $p<0.01$  ; \*:  $p<0.05$ ) farklılıklar vardır. <sup>öd</sup>: önemli değil

Bu çalışmada incelenen aşı kombinasyonlarına ait asma fidanlarının anaç ve ana sürgünün çapı değerleri kullanılarak farklı araştırmacıların eşitliklerinden elde edilen uyuşma katsayısı değerleri Çizelge 4’de sunulmuştur. Anaç-kalem çapı değerleri kullanılarak elde edilen uyuşma katsayılarında da saptandığı üzere; Branas (1974)’in eşitliği ve anaç-ana sürgün çapı değerleri kullanılarak elde edilen uyuşma katsayıları bakımından incelenen çeşit-anaç kombinasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Buna karşın diğer üç hesaplama yönteminde de anaç-ana sürgün çapı değerleri kullanıldığında, incelenen aşı kombinasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.01$ ) farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Onaran (1940), Perraudine (1962) ve Spiegel-Roy ve Lavee (1971)’nin eşitliklerinden elde edilen bulgulara göre Perlette dışındaki diğer çeşitlerin Rupestris du Lot anacı ile oluşturdukları aşı kombinasyonlarından elde edilen fidanların uyuşma katsayıları birbirlerine benzer bulunmuştur. Anaç-kalem çapı değerleri kullanılarak elde edilen UK değerlerinde de olduğu gibi anaç-ana sürgün çapı değerleri kullanılarak elde edilen UK değerleri bakımından Branas (1974) ve Perraudine (1962)’in eşitlikleri, bazı aşı kombinasyonlarında kalemin anaca göre daha kalın olduğuna dair hatalı çıkarımların yapılmasına neden olacak bulguların elde edilmesine neden olmuştur. Oysaki çalışma kapsamında incelenen hiçbir aşı kombinasyonunda ana sürgün çapı, anaç çapından daha kalın bulunmamıştır. Bu durum yukarıda da belirtildiği

üzere Perraudine (1962) ve Branäs (1974)'in eşitliklerinde aşı yeri çapının da hesaplamalara dahil edilmesinden ileri gelmektedir. Öte yandan kalem çapı yerine ana sürgün çapı değerinin eşitliklerde kullanılması sonucunda, vejetatif gelişimi diğerlerine göre daha iyi bulunan Tahannebi/Rupestris du Lot aşı kombinasyonunun diğer aşı kombinasyonlarına göre ideale daha yakın uyuşma katsayısına sahip kombinasyon olarak belirleyen eşitlikler Onaran (1940) ve Spiegel-Roy ve Lavee (1971)'in eşitlikleri olmuştur.

Çizelge 4. Rupestris du Lot anacı üzerine aşılınmış farklı üzüm çeşitlerine ait aşılı asma fidanlarında anaç ve sürgün çapı değerleri kullanılarak elde edilmiş uyuşma katsayıları

Çeşit	Branäs	Spiegel-Roy & Lavee	Onaran	Perraudine
Çiloreş	10.25 ± 3.05 <sup>öd</sup>	0.60 ± 0.31 b**	160.3 ± 30.5 b**	12.24 ± 0.35 b**
Tahannebi	8.58 ± 1.56	0.15 ± 0.18 b	114.9 ± 18.2 b	11.90 ± 0.20 b
Hasandede	8.78 ± 3.15	0.38 ± 0.50 b	137.6 ± 49.5 b	12.02 ± 0.48 b
Perlette	13.55 ± 5.12	1.42 ± 0.68 a	242.2 ± 68.4 a	12.98 ± 0.70 a
Kalecik Karası	9.99 ± 8.00	0.53 ± 0.63 b	152.9 ± 63.4 b	12.12 ± 0.81 b
Hatun Parmağı	7.46 ± 2.17	0.21 ± 0.35 b	120.6 ± 35.1 b	11.85 ± 0.29 b

Aynı sütunda farklı harflerle belirtilmiş olan üzüm çeşitleri arasında istatistiksel olarak anlamlı (\*\*:  $p < 0.01$ ; \*:  $p < 0.05$ ) farklılıklar vardır. öd: önemli değil

Asmalarda anaç ile kalem arasındaki uyuşma düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan uyuşma katsayısı eşitlikleri esasen verim çağına ulaşmış omcalarda anaçla kalemin gelişim düzeylerinin birbirlerine göre farklılıklarını ortaya koymak ve belirli bir üzüm çeşidi için, yetiştiricilik yapılacak ekolojik koşulları da dikkate alarak en uygun asma anacını seçebilmek için bir gösterge olması bakımından önem arz etmekte ve kullanılmaktadır. Bu nedenle bir yaşındaki aşılı asma fidanlarında UK değerlerini belirleyerek anaç ile kalem arasında gelecekte oluşması muhtemel uyuşma sorunlarının erken dönemde tespitinde, incelediğimiz UK hesaplama yöntemlerinden Perraudine (1962) ve Branäs (1974)'nin yöntemlerinin kullanılmasının uygun olmadığı kanaatine varılmıştır. Bununla birlikte bu yöntemlerin bağ koşullarında birkaç yıl yetiştirilmiş omcaların uyuşma katsayısını belirlemede zaman zaman isabetli sonuçlar verebildiği İşçi ve Altındışli (2006), İşçi ve Altındışli (2009), Gargin ve ark. (2011), Gökbayrak ve ark. (2012) ve Gargin ve Altındışli (2014) tarafından yapılan çalışmada ortaya konmuştur. Gökbayrak ve ark. (2012), farklı çeşit-anaç aşı kombinasyonlarına ait omcaların bağ koşullarındaki verim ve kalite parametreleri ile bizim çalışmamıza da konu olan dört farklı UK değeri saptama yöntemine göre elde edilen UK sonuçlarını karşılaştırdığında; tek bir eşitliğin tüm aşı kombinasyonları için isabetli sonuç vermediğini saptamıştır. Araştırmacı ayrıca incelediği UK değeri hesaplama yöntemlerinin, eşitliklerde kullanılan girdilere göre iki gruba (1. A, B ve C 'nin, 2. A ve C 'nin kullanıldığı eşitlikler) ayrıldığını ve aynı grupta yer alan yöntemlerin benzer sonuçların elde edilmesini sağladığını bildirmiştir. Bizim çalışmamızda elde edilen bulgular, bu yönüyle Gökbayrak ve ark. (2012)'nin bulguları ile örtüşmektedir. Öte yandan çalışmamız kapsamında bir yaşındaki aşılı asma fidanlarının UK değerini ve anaç ile kalemin uyuşma durumunu belirlemede Onaran (1940) ve Spiegel-Roy ve Lavee (1971)'in eşitlikleri birbirlerine benzer ve yüksek isabette sonuçlar elde edilmesini sağlamışlardır. Bulgularımız, söz konusu araştırmacıların bildirdikleri UK hesaplama yöntemlerinin yalnızca bir yaşındaki değil daha yaşlı aşılı asma fidanlarının UK değerlerini belirlemede de kullanılabilmesine dair ümit vadetmektedir.

Çalışma kapsamında elde ettiğimiz bulgular, incelenen üzüm çeşitlerinden bağımsız olarak, Rupestris du Lot anacı üzerine aşılınmış üzüm çeşitlerine ait aşılı asma fidanlarında ana sürgün çapı ile kalemde oluşan sürgün sayısı arasında pozitif korelasyon ( $r = 0.41$ ,  $p < 0.01$ ) olduğunu göstermiştir. Ayrıca ana sürgünün uzunluğu ile ana sürgün üzerinde yer alan boğum sayısı arasında da pozitif korelasyon ( $r = 0.66$ ,  $p < 0.01$ ) saptanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Rupestris du Lot anacı üzerine aşılanmış farklı üzüm çeşitlerine ait aşılı asma fidanlarında vejetatif gelişim parametreleri arasındaki ilişkiler

	AÇ	KÇ	AYÇ	SÇ	SS	SU	BS
AÇ	1.00	0.12	0.12	0.21	0.19	0.21	0.27
KÇ		1.00	0.04	0.13	0.24	0.06	-0.01
AYÇ			1.00	0.06	0.09	-0.01	0.05
SÇ				1.00	0.41**	0.23	0.04
SS					1.00	0.06	0.07
SU						1.00	0.66**
BS							1.00

AÇ: anaç çapı. KÇ: kalem çapı. AYÇ: aşı yeri çapı. SÇ: sürgün çapı. SS: sürgün sayısı. SU: sürgün uzunluğu. BS: boğum sayısı. \*\*:  $p < 0.01$

Bir yaşındaki aşılı asma fidanlarının UK değerinin belirlenmesinde kullanılabilirliğini incelediğimiz dört farklı yöntemle ait eşitlerden elde edilen UK değerleri ile bu değerlerin elde edilmesinde kullanılan girdilerin (anaç, kalem, aşı yeri ve sürgün çapı) korelasyonu Çizelge 6'da sunulmuştur. Elde edilen bulgular, tüm yöntemlerin iki hesaplama şeklinde (kalem çapı ve ana sürgün çapı kullanılan hesaplamalar) de UK değeri ile anaç çapı arasında istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.01$ ) pozitif korelasyonların oluştuğunu göstermiştir. Bununla birlikte Perraudine (1962) ve Branäs (1974)'in eşitliklerinden elde edilen UK değerleri ile anaç çapı arasındaki korelasyon değerleri iki hesaplama şeklinde de Onaran (1940) ve Spiegel-Roy ve Lavee (1971)'nin eşitlikleri ile anaç çapı arasındaki korelasyona göre daha yüksek bulunmuştur. Benzer bulgulara Gökbayrak ve ark. (2012) da ulaşmışlardır. Öte yandan aşı yeri çapının girdi olarak eşitlikte kullanılmadığı Onaran (1940) ve Spiegel-Roy ve Lavee (1971)'nin yöntemleriyle elde edilen UK değerleri ile aşı yeri çapı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır. Perraudine (1962) ve Branäs (1974)'in eşitliklerinden elde edilen UK değerleri ile aşı yeri çapı arasında her iki hesaplama şeklinde de negatif korelasyonlar saptanmıştır. İncelenen dört yöntemde de hem kalem çapının kullanıldığı hesaplamalarda kalem çapı ile UK arasında hem de ana sürgün çapının kullanıldığı hesaplamalarda ana sürgün çapı ile UK arasında negatif yönde korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 6. Rupestris du Lot anacı üzerine aşılanmış farklı üzüm çeşitlerine ait aşılı asma fidanlarının UK ile anaç, kalem ve sürgün çapı değerlerinin Pearson korelasyon katsayıları

	AÇ	KÇ	AYÇ
Branäs	0.74**	-0.33*	-0.36**
Spiegel-Roy & Lavee	0.65**	-0.65**	0.06
Onaran	0.65**	-0.65**	0.06
Perraudine	0.75**	-0.47**	-0.19

	AÇ	SÇ	AYÇ
Branäs	0.65**	-0.37**	-0.36**
Spiegel-Roy & Lavee	0.47**	-0.71**	0.02
Onaran	0.47**	-0.71**	0.02
Perraudine	0.59**	-0.57**	-0.14

AÇ: anaç çapı. KÇ: kalem çapı. AYÇ: aşı yeri çapı. SÇ: sürgün çapı. \*\*:  $p < 0.01$  ; \*:  $p < 0.05$

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Rupestris du Lot anacı üzerine aşılanmış farklı üzüm çeşitlerinden Tahannebi üzüm çeşidine ait aşılı asma fidanlarının, incelenen diğer çeşit-anaç kombinasyonlarına ait aşılı asma fidanlarına göre daha iyi vejetatif gelişim gösterdikleri saptanmıştır. Her ne kadar Rupestris du Lot anacı üzerine aşılı asma fidanlarının vejetatif gelişimleri Tahannebi/Rupestris du Lot aşı kombinasyonunun gerisinde kalmışsa da Hatun Parmağı ve Hasandede üzüm çeşitlerini kuraklığa toleranslı bir asma anacına aşılama gereksiniminin doğduğu zamanlarda Rupestris du Lot anacının kullanımı bir alternatif olabilir.

Çalışma kapsamında incelenen dört UK belirleme yönteminden Onaran (1940)'ın ve Spiegel-Roy ve Lavee (1971)'in yöntemlerinin genç omcalarda ve aşılı asma fidanlarında kullanılabilmesi ancak diğer Perraudine (1962) ve Branäs (1974)'in yöntemlerinin aşı noktası çapını da girdi olarak kullanmaları nedeniyle ancak bağda birkaç yıl yetiştirilmiş ya da verim çağına ulaşmış omcaların uyuşma katsayısını belirlemek için kullanılmasının uygun olduğu kanaatine varılmıştır. Onaran (1940) ve Spiegel-Roy ve Lavee (1971)'in formülleri aşılı asma fidanlarının UK değerini belirlemede kullanılırken "A" değeri olarak kalem çapı yerine ana sürgün çapının kullanılmasının daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlayacağı kanaatine varılmıştır. Öte yandan aşılı fidanları iyi bir uyuşma



katsayısına sahip olan çeşit-anaç kombinasyonuna ait fidanlar kullanılarak yetiştirilmiş omcaların yüksek verim ve kalitede ürün ortaya çıkarma kabiliyetine sahip olup olmayacakları halen oldukça karmaşık ve hem çevresel (iklimsel değişimler, kültürel uygulamalar, yer ve yöney vb.) hem de içsel (genotipik özellikler, hormon ve sekonder metabolitlerin değişimleri vb.) birçok faktörden etkilenebilen bir durumdur. Bu nedenle fidanlarında iyi gelişme ve ideale yakın UK saptadığımız aşı kombinasyonlarının, değişik ekolojilerde, ardışık yetiştirme sezonlarında, farklı yetiştirme ortamlarında ve nihayetinde bağ koşullarında sergileyeceği performansları da incelenmeli ve elde ettiğimiz bulgular bu doğrultuda yeniden değerlendirilmelidir. Ayrıca gerek bu çalışmada incelediğimiz gerekse de henüz incelenmemiş olan farklı üzüm çeşitleri ile asma anaçlarının oluşturacağı aşı kombinasyonlarına ait asma fidanlarında fitohormonların ve diğer fitokimyasal bileşiklerin aşılama süreci sonrasında farklı dokulardaki dağılımlarının ve değişimlerinin periyodik olarak incelenmesi, aşı noktası ve çevresinde histolojik incelemelerin yapılması; uyuşma mekanizmasının daha net anlaşılması açısından önem arz etmektedir.

**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

Tuba ÇELİK  <http://orcid.org/0000-0002-8541-5103>

Mehmet İlhan ODABAŞIOĞLU  <http://orcid.org/0000-0001-8060-3407>

### KAYNAKLAR

- Akçaman, S. ve Dardeniz, A. 2021. Red Globe üzüm çeşidinde farklı anaç kombinasyonlarının açık köklü aşılı fidan randımanları üzerine etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2): 211-217.
- Assuncao, M., Canas, S., Cruz, S., Brazao, J., Zanol, G.C. ve Eiras-Dias, J. 2016. Graft compatibility of vitis spp, the role of phenolic acids and flavanols. *Scientia Horticulturae*, 207: 140-145.
- Aslan, K.A., Özcan, S., Kösetürkmen, S., Yağcı, A., Sakar, E., Bekişli, M.İ. ve Kılıç, D. 2015. Gaziantep ili asma fidanı üretiminde farklı çeşit/anaç kombinasyonlarının karşılaştırılması. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi-A*, 27: 210-216.
- Babalık, Z. ve Baydar, N.G. 2021. Asmalarda kuraklık ve tuz stresi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 21: 358-368.
- Baydar, N.G. ve Ece, M. 2005. Isparta koşullarında aşılı asma fidanı üretiminde farklı çeşit/anaç kombinasyonlarının karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3): 49-53.
- Bekişli, M.İ., Gürsöz, S. ve Bilgiç, C. 2015. Aşılı asma fidanı üretiminde bazı anaç-çeşit kombinasyonlarının katlama odası performanslarının incelenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(1): 24-37.
- Bozkurt, A. ve Yağcı, A. 2024. Tüplü fidan üretiminde farklı anaçlara aşılı karaerik ve narince üzüm çeşitlerinin fidan randımanlarının belirlenmesi. *Bahçe*, 53 (Özel Sayı 1): 1-8.
- Branas, J. 1974. *Viticulture*. Montpellier, Imprimerie Dehan, 990p.
- Cangi, R. 1996. Asılı asma fidanı üretimi ve ası kaynaşmasının anatomik, histolojik ve biyokimyasal olarak incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Van, 111s.
- Cangi, R. 1998. Asma fidanı gelişimine anaçların etkileri üzerine bir araştırma. 4. Bağcılık Sempozyumu, 20-23 Ekim, Yalova, s.412-416.
- Cangi, R. ve Etker, M. 2019. Tüplü asma fidanlarının vejetatif gelişmesine anaç çapının etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(2): 157-164.
- Çakır, A., Karaca, N., Sidfar, M., Baral, Ç. ve Söylemezoğlu, G. 2013. Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinin farklı amerikan asma anaçları ile aşı tutma oranının belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(3): 229-235.
- Çakır, A. ve Yücel, B. 2016. Narince ve Kalecik Karası üzüm çeşitlerinin 1103 Paulsen Amerikan asma anacı ile aşı performanslarının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 3(4): 311-317.
- Çelik, H. 1985. Aşılı Köklü Asma Fidanı Üretiminde Başarıyı Etkileyen Etmenler. *Türkiye I. Bağcılık Sempozyumu*, 14-19 Eylül, Tekirdağ, Cilt 1, s.139-153.
- Çelik, H. 1996. Bağcılıkta anaç kullanımı ve yetiştiricilikteki önemi. *Anadolu Journal of AARI*, 6(2): 127-148.
- Çelik, H. 2012. Türkiye bağcılığı ve asma fidanı üretimi-dış ticareti ile ilgili stratejik bir değerlendirme. *TÜRKTOB (Türkiye Tohumcular Birliği) Dergisi*; 1(4): 10-16.

- Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S., Fidan, Y., Marasalı, B. ve Söylemezoğlu, G. 1998. *Genel Bağcılık*. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi, Ankara, 253s.
- Çelik, H. ve Odabaş, F. 1998. Fidanlık Şartlarında Aşılama Yoluyla Aşılı Asma Fidanı Üretiminde Başarı Üzerine Aşı Tipi ve Aşılama Zamanlarının Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22(3): 281-290.
- Çelik, S. 2011. *Bağcılık (Ampeloloji) Cilt 1 (3. Baskı)*. Anadolu Matbaa San. ve Tic. Ltd. Şti., Tekirdağ, 428s.
- Çelik, T., Odabaşoğlu, M.İ. ve Gürsöz, S. 2023. Kuraklığa dayanıklı anaçlara aşılı sofralık üzüm çeşitlerinin farklı boğumlarından alınan kalemlerin vejetatif gelişimlerinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(2): 253-266.
- Çoban, H. ve Kara, S. 2003. Bazı üzüm (*Vitis vinifera* L.) çeşitlerinin asma anaçları ile aşı tutma durumu ve fidan kalitesine etkileri üzerine araştırmalar. *Anadolu Journal of AARI*, 13(1): 176-187.
- Dardeniz, A. ve Şahin, A.O. 2005. Aşılı asma fidanı üretiminde farklı çeşit ve anaç kombinasyonlarının vejetatif gelişme ve fidan randımanı üzerine etkileri. *Bahçe*, 34(2): 1-9.
- Degirmenci Karataş, D., Kaya, M. ve Karatas, H. 2023. Comparative analysis of rootstock-variety combinations for table grape saplings. *Applied Ecology and Environmental Research*, 21(5): 4677-4684.
- Dolgun, O., Ulas, S.S. ve Teker, T. 2016. Determination of graft success of grape cultivars grafted on two different rootstocks. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, 15(4): 135-145.
- Ergenoğlu, F. ve Gürsöz, S. 1991. Akdeniz bölgesi bağcılığının fidan sorunu. Türkiye 1. Fidanlık Sempozyumu. 26-28 Ekim, Tokat, s.85-95.
- Feng, M., Augstein, F., Kareem, A. ve Melnyk, C.W. 2023. Plant grafting: molecular mechanisms and applications. *Molecular Plant*, 17(1): 75-91.
- Ferlito, F., Distefano, G., Gentile, A., Allegra, M., Lakso, A.N. ve Nicolosi E. 2020. Scion-rootstock interactions influence the growth and behaviour of the grapevine root system in a heavy clay soil. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 26(1): 68-78.
- Gargin, S., İşçi B. ve Altındişli, A. 2011. 41B Amerikan asma anacı ile aşılı bazı üzüm çeşitlerinin aşı uyuma katsayıları üzerine bir araştırma. *CBÜ Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi*, 1(15): 75-86.
- Gargin, S. ve Altındişli, A. 2014. A Research on the affinity coefficients of Red Globe grape variety with 140 R, 41 B rootstocks. *BIO Web of Conferences*, 3: 01004.
- Garner, R.J. 2013. *The Grafters Handbook (6th edition)*. Octopus Publishing Group, London, UK, 320p.
- Goldammer, T. 2013. *Grape Grower's Handbook, A Complete Guide to Viticulture for Wine Production (1st edition)*. Apex Publishers, Virginia, 555p.
- Gökbayrak, Z. 2006. Bağcılığın belalı zararlısı filoksera. *Alatırım*, 5(1): 37-43.
- Gökbayrak, Z., Söylemezoğlu, G. ve Ergül, A. 2012. Aşı uyuma düzeyi belirlenmesinde kullanılan formüllerin farklı üzüm çeşit-anaç kombinasyonlarında karşılaştırılması. *Derim*, 29(2): 46-57.
- Gözlemeci, E.Ş. 2013. Bazı aşılı tüplü asma anaç-kalem kombinasyonlarında mikronize kalsit (Herbagreen) uygulamalarının fidanın vejetatif gelişmesine etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 63s.
- İşçi, B. ve Altındişli, A. 2006. Bazı üzüm çeşitlerinin 41 B ve 110 R Amerikan asma anaçları ile aşı tutma yüzdesi üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(2): 13-25.
- İşçi, B. ve Altındişli, A. 2009. 41B ve 110R amerikan asma anaçlarının 3 farklı sofralık üzüm çeşidi ile bornova koşullarında adaptasyonu üzerine araştırmalar. Türkiye 7. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu, 5-9 Ekim, Tekirdağ, s.307-312.
- İşçi, B., Altındişli, A., Kacar, E., Dilli, Y., Soltekin, O., Önder, S., Ünal, A. ve Savaş, Y. 2015. Farklı asma anaçları ile aşılı Red Globe üzüm çeşidinin fidan randımanı üzerine bir çalışma. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi-A*, 27(Özel Sayı 1): 17-26.
- Kaya, M. ve Karataş, H. 2023. Farklı amerikan asma anaçları üzerine aşılama şire (mazrumi) üzüm çeşidinde tüplü fidan randımanı ve kalite özelliklerinin incelenmesi. *Bahçe*, 52 (Özel Sayı 1): 78-84.
- Karabulut, B. ve Çelik, H. 2022. Determination of grafting success and carbohydrate distributions of foxy grape (*Vitis labrusca* L.) varieties grafted on different american grape rootstocks. *Horticulturae*, 8(10): 949.
- Kavak, O. 2006. Aşılı köklü, tüplü asma fidanı üretiminde fidan kalite özelliklerine mycorrhiza ve humik asit uygulamalarının etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 52s.
- Korkutal, İ., Bahar, E. ve Teksöz Özakin, T. 2020. Aşılı asma (*Vitis vinifera* L.) fidanlarına farklı yöntemlerle uygulanan mikorizaların fidan tutma ve gelişme özellikleri üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(2): 149-157.
- Köse, B. 2006. Samsun ekolojik şartlarında tüplü asma fidanı yetiştiriciliğinde ışık ve sıcaklığın vejetatif gelişme ve fidan kalitesi üzerine etkisinin saptanması. 19 Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Samsun, 241s.

- Köse, B., Çelik, H. ve 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.
- Küçükymuk, C. 2009. Aşılı asma fidanı üretiminde farklı sulama aralıkları ve malç uygulamalarının fidan randımanı ve kalitesi üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta, 188s.
- Leao, P.C.S., Nascimento, J.H.B., Moraes, D.S. ve Souza, E.R. 2020. Yield components of the new seedless table grape 'brs isis' as affected by the rootstock under semi-arid tropical conditions. *Scientia Horticulturae*, 263: 109114
- Lee, J.M., Kubota, C., Tsao, S.J., Bie, Z., Echevarria, P.H., Morra, L. ve Oda, M. 2010. Current status of vegetable grafting: diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*, 127(2): 93-105.
- Loupit, G., Brocard, L., Ollat, N. ve Cookson, S.J. 2023. Grafting in plants: recent discoveries and new applications. *Journal of Experimental Botany*, 74(8): 2433-2447.
- Migicovsky, Z., Cousins, P., Jordan, L.M., Myles, S., Striegler, R.K., Verdegaal, P., Daniel, H. ve Chitwoodet, D.H. 2021. Grapevine rootstocks affect growth-related scion phenotypes. *Plant Direct*, 5(5): e00324.
- Mudge, K., Janick, J., Scofield, S. ve Goldschmidt, E.E. 2009. A history of grafting. *Horticultural reviews*, 35: 437-493.
- Müftüoğlu, N.M., Dardeniz, A., Sungur, A. ve Altay, H. 2006. Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin tuza toleranslarının belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(40): 37-42.
- Odabaşoğlu, M.İ. 2021. Hangi Asma Anacını Neden Seçmeli?. Alınmıştır: *Türkiye'de Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları: Zorluklar ve Potansiyeller*. (ed) Baran, M.F., Bellitürk, K., Çelik, A., İksad Yayınevi, Ankara, 287-330.
- Odabaşoğlu, M.İ. 2022. Determination of Grafting Performance of Çiloreş and Azazi Grape Varieties on Different American Grapevine Rootstocks. Middle East International Conference on Contemporary Scientific Studies-VII, 3-4 March, Beirut-Lebanon, Vol:1, p.179-194.
- Onaran, M.H. 1940. *Filokseraya Mukavim Anaçlar*. T.C. Ziraat Vekaleti Neşriyatı. Umumi Sayı: 462. Bağ ve Bahçe Serisi Sayı: 5. 68s.
- Perraudine, 1962. La Pomologie Française Tam IV No:2 Fevrier.
- Sabır, A. ve Ağaoğlu, Y.S. 2009. Tüplü asma fidanı üretiminde değişik IBA ve NAA uygulamalarının farklı çeşit/anaç kombinasyonlarında aşı başarısı üzerine etkileri. *Alatarım*, 8(2): 22-27.
- Spiegel-Roy, P. ve Lavee, S. 1971. Performance of Table Grape Cultivars on Different Rootstocks on Arid Climate. *Vitis*, 10(3): 191-200.
- Sucu, S. ve 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.
- Tedesco, S., Pina, A., Feveireiro, P. ve Kragler, F. 2020. A phenotypic search on graft compatibility in grapevine. *Agronomy*, 10(5): 706.
- Verma, S.K., Singh, S.K., Krishna, H. ve Patel, V.B. 2012. Comparative performance of different grafting techniques in grape cv. Pusa Urvashi. *Indian Journal of Horticulture*, 69(1): 13-19.
- Winkler, A.J., Cook, J.A., Kliwer, W.M. ve Lider, L.A. 1974. *General Viticulture (2nd edition)*. Univ. of Calif. Press, Berkeley, 710s.
- Yağcı, A., Alpaslan, K. ve Özcan, S. 2016. Tüplü asma fidanı üretiminde farklı klon adaylarının etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2): 125-134.
- Yağcı, A. ve Gökaynak, A.G. 2016. Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinin fidan randımanı ve kalitesi üzerine anaç ve gölgeleme oranının etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1): 109-116.

## Bingöl Kent Merkezi Çevresel Gürültü Kaynakları, Düzeyleri ve Etkileri Üzerine Ön Araştırma

Hüccet VURAL<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bingöl

\*Sorumlu Yazar: [hvural@bingol.edu.tr](mailto:hvural@bingol.edu.tr)

Geliş Tarihi: 27.08.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 18.09.2024 Kabul Tarihi: 20.09.2024

### ÖZ

Gürültü kirliliği insan sağlığını, sosyal yaşam kalitesini ve bireyin günlük performansını etkilemesi nedeniyle çevre sorunlarının başında sayılmaktadır. Sürdürülebilir ve sağlıklı kentsel gelişme için çevresel gürültü kaynaklarının tespit edilerek insan ergonomisi için uygun düzeye getirilmesine yönelik tedbirlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Araştırmada Bingöl kentinin çevresel gürültü kaynakları, gürültü düzeyleri, gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri ve gürültü kirliliği ile ilgili alınması gereken tedbirler konusunda halkın görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı araştırmada, saha incelemeleri yapılmış ve veri toplama amacıyla anket formu oluşturulmuştur. Anket, katılımcıların işyerinde, evlerinde ve okullarında farklı demografik yapıdan gönüllü 527 kişiyle (%50.5'i kadın, %49.5'i erkek) yüz yüze yapılmıştır. Anket sorularının değerlendirilmesinde temel istatistik yöntemlerinin yanında cinsiyet, yaş, eğitim ve meslek değişkenlerine göre fark testlerinden (Ki Kare, Mann-Whitney U ve Kruskal Wallis-H Testleri) yararlanılmıştır. Anket sonuçlarına göre katılımcıların %61.9'u Bingöl kent merkezini gürültü bakımından orta derecede gürültülü olarak değerlendirmekte, %51.0'i gürültünün önlenmesine yönelik yeterli tedbirlerin alınmadığını düşünmekte ve %88.2'si ise gürültüden kaçış için park ve bahçeleri tercih ettiklerini ifade etmektedir. Gürültü kirliliği konusunda kadınların erkeklere göre daha hassas oldukları, 31-45 yaş grubu bireylerin farkındalığının diğer gruplara göre daha yüksek olduğu ve gürültünün olumsuz etkilerinden en fazla 60 yaş üstü bireylerin etkilendiği belirlenmiştir. Ayrıca katılımcılar, ev ve işyerlerinde sırasıyla ağır tonajlı iş makinalarının çıkardıkları seslerden, inşaat kaynaklı seslerden, eğlence merkezi kaynaklı seslerden ve trafik kaynaklı seslerden en fazla rahatsızlık duymaktadır. Genel bir değerlendirme olarak araştırma sonuçları Bingöl kent merkezinde günümüz için yüksek oranlı gürültü kirliliği olmadığını göstermektedir. Ancak kentleşme hızında göz önünde bulundurularak bu olumlu durumun devamı için gerekli teknik ve yasal önlemlerin alınması gerekmektedir. Kullanıcı görüşleri doğrultusunda gürültü kaynakları ve nedenlerinin gözden geçirilmesi, gürültüye neden olan etkenlerin ortadan kaldırılması (özellikle D300 karayolu kaynaklı), yeni alan kullanım kararlarında (park, konut, okul, yol vb.) gürültü kriterinin göz önünde bulundurulması ve mevcut gürültü kaynaklarının bitkisel gürültü bariyerleri ve ekolojik koridorlar ile desteklenmesi gibi öneriler sunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Gürültü kirliliği, gürültü farkındalığı, gürültünün önlenmesi, Bingöl.

### The Preliminary Research on Environmental Noise Sources, Levels, and Effects in Bingöl City Center

#### ABSTRACT

Noise pollution is considered to be one of the leading environmental problems because it affects human health, social life quality, and daily performance of the individual. For sustainable and healthy urban development, it is necessary to identify environmental noise sources and develop measures to bring them to an appropriate level for human ergonomics. In this study, it was aimed to determine the opinions of the public on the environmental noise sources, noise levels, the effects of noise on human health and the measures to be taken regarding noise pollution in Bingöl city. Qualitative and quantitative research methods were used in the

study, field investigations were conducted and a questionnaire form was created for data collection. The questionnaire was conducted face-to-face with 527 volunteers (50.5% female, 49.5% male) from different demographics in the workplaces, homes and schools of the participants. In the evaluation of the survey questions, in addition to basic statistical methods, difference tests (Chi-Square, Mann-Whitney U and Kruskal Wallis-H Tests) were utilized according to gender, age, education and occupation variables. According to the results of the survey, 61.9% of the participants evaluate Bingöl city center as moderately noisy in terms of noise, 51.0% think that adequate measures are not taken to prevent noise and 88.2% state that they prefer parks and gardens to escape from noise. It was determined that women are more sensitive to noise pollution than men, the awareness of individuals aged 31-45 is higher than other groups, and individuals over the age of 60 are most affected by the negative effects of noise. In addition, the participants are most disturbed by the sounds emitted by heavy tonnage construction machinery, sounds from construction, sounds from entertainment centers, and sounds from traffic in their homes and workplaces, respectively. As a general evaluation, the research results show that there is no high level of noise pollution in Bingöl city center today. However, considering the rate of urbanization, necessary technical and legal measures should be taken to maintain this positive situation. In line with user opinions, suggestions were made such as reviewing noise sources and causes, eliminating noise-causing factors (especially from the D300 highway), considering noise criteria in new area use decisions (park, housing, school, road, etc.), and supporting existing noise sources with vegetative noise barriers and ecological corridors.

**Key words:** Noise pollution, noise awareness, noise precautions, Bingöl.

## GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı ile ortaya çıkan kentleşme, son yıllarda kentlerde önemli çevresel problemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu problemlerin başında iklim değişikliği, biyolojik çeşitliliğin azalması, doğal kaynakların yok olması, çevrenin, havanın, suyun ve toprağın kirlenmesi ile çeşitli kaynaklardan ortaya çıkan gürültü kirliliği gelmektedir (Yuan ve ark. 2019). Kentlerde yaşanan nüfus artışında, kentlerin sosyal imkânlarının ve yaşam standartlarının giderek cazip hale gelmesi ile kırsal alanların insanların temel ihtiyaçlarının ve beklentilerinin karşılanamaması nedeniyle kent merkezlerine doğru göçün artmasının rolü bulunmaktadır. Bu göç, sanayi, teknoloji ve hizmetlere dayalı bir ekonomiye geçişle ilişkilidir. İstihdam, eğitim ve sağlık gibi temel hizmetler için şehirlerde daha büyük bir fırsat bulunmaktadır. Nüfusun kırsal alanlardan kentsel alanlara göçü, dünya çapında şehirlerin yüksek oranda büyümesi anlamına gelmektedir. Dünya Bankası verilerine göre, 1960 ile 2016 yılları arasında dünya genelinde kentsel nüfus yüzdesi %33.6'dan %54.3'e yükselmiştir (Morillas ve ark. 2018). Yine Dünya Bankası verilerine göre günümüzde nüfusun yarısı kentsel alanlarda yaşamakla beraber 2050 yılına kadar bu oranın üçte ikine çıkacağı öngörülmektedir. 2022 yılı itibarıyla Avrupa nüfusunun %75'i, Türkiye nüfusunun %77'si kentlerde yaşamaktadır (Anonim, 2024). Ancak kentler, yaşanan bu nüfus artışını karşılayacak fiziki alt yapıdan mahrum olup nüfus artış hızına yetecek kentsel planlama ve tasarım çalışmaları eşlik edememiştir. Bu durum özellikle büyük kentlerde daha belirgin olarak yaşanmakta ve daha derin çevresel problemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Yaşanan çevresel sorunların giderilmesi ve yaşanmaması için ulusal ve uluslararası ölçekte önemli kararlar alınmakla birlikte alınan kararların uygulanmasında yaşanan zorluklar nedeniyle tam ve sürdürülebilir çözüm geliştirilememiştir. Özellikle gürültü kirliliğinin önlenmesi konusunda diğer sorunlarla karşılaştırıldığında daha kısıtlı politikalar geliştirildiği görülmektedir. Son yıllarda kent planlamasında akustiğinin sağlanması ve başta trafik kaynaklı olmak üzere farklı gürültü kaynaklarının giderilmesine yönelik yeterli önlemler alınmamakta ve çeşitli hatalar yapılmaktadır. Mimarlar ve şehir plancıları bina cephelerinin şekillendirilmesi ve cadde ve sokakların planlanması konusunda geometrilerin o bölgede ki gürültü yayılımı üzerinde önemli etkiye sahip olacağını hesaplamadan planlama yapmaktadırlar (Vladimir ve Madalina, 2019). Hatalı planlamalar artan gürültü kaynaklarını engellemekte yetersiz kalarak insanların gürültü kirliliği ile karşı karşıya gelmesine neden olmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre gürültü kirliliği, günümüzde hava kirliliği (gaz emisyonu) ve su kirliliğinden sonra gelen en tehlikeli üçüncü çevre kirliliği sorunu olarak kabul edilmektedir (Khilman, 2004; Casas ve ark., 2014). Üstelik bu sorun büyük şehirlerde giderek daha kalabalıklaşan nüfus, artan trafik yükü ve gelişen endüstri kuruluşları nedeniyle sürekli büyüyen bir sorun haline gelmektedir (Zannin ve ark., 2006). Şehirlerdeki gürültü, dünya çapında kapsamlı bir şekilde araştırılan küresel bir sorun olarak görülmekte ve bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir (Fiedler ve Zannin, 2015). Kalıcı gürültü, kentsel alanlarda insan sağlığına çok zararlı en yaygın kirlenmelerden biri olduğu çok sayıda araştırma ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından ortaya konulmuştur (Güneş ve Özyavuz, 2018; Yuan ve ark., 2019). Gürültünün meydana getirdiği sorunların başında uyku bozuklukları (Sygna ve ark., 2014), öğrenme bozukluğu (Lercher ve ark., 2003), kardiyovasküler hastalıklar (Begou ve ark., 2020), metabolik sendrom (Recio ve ark., 2016, Yu ve ark., 2020), hipertansiyon iskemik kalp hastalığı (Vienneau ark.,

2015, Roswall ve ark., 2017) , diyabet riski (Roswall ve ark., 2018), obezite (Foraster ve ark., 2018) ve stres (Licitra ve ark., 2016) gelmektedir. Bunların yanında temel olarak gürültü kirliliği insanlar üzerinde fiziksel, fizyolojik, psikolojik ve performans bakımından olumsuz etki yapmaktadır. Duyma engelleri fiziksel etkilere; solunum hızının artışı, kan basıncının yükselmesi, kalp ritminin düzensizleşmesi ve ülser gibi etkiler fizyolojik etkilere; davranış bozuklukları, sinirlilik, huzursuzluk ve stres gibi etkiler psikolojik etkilere, vücut hareketliliğinin düşmesi, kas yorgunluğu, iş performansının düşmesi, okuduğunu anlamama veya yanlış anlama gibi etkiler ise performans etkilerine örnek olarak verilebilir (Barth, 1987; Job, 1996; Evans and Hygge, 2000; Stansfeld, 2000; Passchier-Vermeer and Passchier, 2000; Marius ve ark., 2005). Bu olumsuz etkiler göz önünde bulundurulduğunda gürültü kirliliğinin sadece günümüz toplumunu değil aynı zamanda gelecek nesilleri de sosyo kültürel, estetik ve ekonomik bakımdan olumsuz etkileyeceği ön görülmektedir (Güneş ve Özyavuz, 2018).

Gürültü kirliliğinin ortaya çıkması ile birlikte bu konuda dünyanın dört bir yanında ve Türkiye’de çok sayıda bilimsel araştırma farklı meslek gruplarından akademisyenler tarafından yapılmıştır. Yapılan literatür incelemesinde Türkiye’de çok sayıda kentte gürültü kirliliği ile ilgili araştırmalar bulunmaktadır. Bu araştırmalardan bazıları; kent genelinde (Yılmaz ve Özer, 2005; Dal, 2012; Cansaran, 2019, Devci ve Yorulmaz, 2022) trafik alanlarında (Şahin 2014; Ünver, 2018, Kaya, 2020, Özkurt ve ark. 2024), eğitim alanlarında (Güneş ve Özyavuz, 2018: Kılıç ve Adalı, 2020, Yeşil ve Güzel, 2023), yeşil alanlarda (Bayramoğlu ve ark. 2014; Kaymaz ve ark. 2015, Aktaş ve Kiper, 2022), yerleşim bölgelerinde (Kılıç ve Adalı, 2021), sanayi ve endüstri kuruluşlarında (Kaleoğlu ve Köse, 2021, Erbaş ve Özfirat, 2024), akaryakıt istasyonlarında (Hatipoğlu ve Akın, 2022), sağlık kuruluşlarında (Coşkun ve ark., 2022) yapılan gürültü ölçümlerini içermektedir. Ancak bazı illerde gerek ölçüme dayalı gerekse de kullanıcı görüşleri ile ilgili sosyal veriyi esas alan bir çalışma bulunmamaktadır. Bu araştırmaya konu Bingöl kentinde ise Vural (2020) ve Soylu (2009) tarafından yapılan çalışmalarda kentte gürültü kirliliğinden bahsedilmiş olsa da yapılan çalışmalar gürültü temalı çalışmalar değildir. Soylu (2009) Bingöl’de hızlı kentleşme ile birlikte yaşanan çevre sorunlarından birisinin gürültü kirliliği olduğu bildirilirken, Vural (2020) tarafından ankete dayalı yapılan araştırmada gürültü kirliliğinin kent genelinde yaşanan fiziksel sorunlar içerisinde %55.8 ile yedinci sırada olduğu belirtilmektedir.

Bingöl ili gerek nüfus artış hızının yüksek olması gerekse de coğrafi konumu nedeniyle gürültü dahil önemli çevresel risk faktörlerini barındırmaktadır (Soylu, 2009; Vural, 2020). Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], adrese dayalı nüfus kayıt sistemi verilerine göre Bingöl’ün 1960 yılı nüfusu 131.364 iken 2021 yılında %115.57’lik artışla 283.112 olmuştur. Kent merkezi nüfusu ise 61 yıllık süreçte 13 kat artışla 8.526’dan 168.953’e yükselmiştir. Yine 1960 yılında Bingöl nüfusunun %6,49’u kent merkezinde ikamet etmekte iken 2021 yılında nüfusun yaklaşık %60’ının kent merkezinde yaşadığı belirlenmiştir. Kentleşme oranının %11.21’den %59.81’e yükseldiği görülmektedir (TÜİK, 2021). Bu veriler birlikte değerlendirildiğinde Bingöl’de bir taraftan kentleşme oranı artarken diğer taraftan kent merkezi nüfus yoğunluğunun daha fazla yükseldiği anlaşılmaktadır. Kentlerde gerek kentin fiziki yapısından kaynaklanan sorunlar ve gerekse de insan faaliyetleri sonucu meydana gelen sorunlar kent yaşantısında olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Kentsel yaşam kalitesinin artırılmasında nihai hedef halkın memnuniyeti ve mutluluğu olmalıdır. Dolayısıyla sorunların katılımcı yaklaşımla iyi analiz edilip çözüm önerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Sorunların tespitinde teknik çalışmaların yanında kent insanının görüşleri de belirleyici unsurdur. Bu çalışmada Bingöl ilinde gürültü sorununun bulunup bulunmadığı, gürültü kaynakları, düzeyleri ve muhtemel sonuçlarının ne olduğu katılımcı yaklaşımla belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma ile bir taraftan planlamaya kent halkının katılımı teşvik edilirken, diğer taraftan fiziki ölçümlere dayalı yapılacak teknik çalışmalar için ön veri niteliği taşıyacaktır.

## MATERYAL ve METOT

Araştırma Bingöl kent merkezinde yürütülmüştür. TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNSK) verilerine göre 2023 yılı itibarıyla kent geneli nüfus 285.655, kent merkezi nüfusu (merkeze bağlı köyler dahil) 172.007 ve köyler hariç kent merkezi nüfusu 132.563’dür. Araştırmada kent merkezinde yaşayan halkın kentin gürültü kaynakları ve düzeyleri, gürültünün kent halkı üzerine etkileri, gürültü kirliliği ile ilgili beklenti ve memnuniyetlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla veri toplama aracı olarak anket formu oluşturulmuştur. Anket sorularının hazırlanmasında öncelikle soru havuzu oluşturulmuş, bu havuzdan araştırma amacına uygun olarak 15 soru seçilmiştir. Oluşturulan anket onbeş kişilik gruba ön uygulama amacıyla uygulanmış ve katılımcılardan alınan görüşler doğrultusunda son şekli verilmiştir. Ön uygulamada yapılan anketler araştırma sonuçlarına dahil edilmemiştir. Son şekli verilen anket için Bingöl Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu’ndan etik kurul izni (01.06.2023 tarih ve 33117789/044/108977 sayılı) alınmıştır.

Hazırlanan anketler genel kitleyi temsil etmesi bakımından yaş, cinsiyet, yerleşim yeri gibi bireysel özellikler dikkate alınarak katılımcıların evinde, işyerinde veya okulunda anketörler aracılığı ile 2023 Mayıs ve Haziran aylarında yüz yüze yapılmıştır. Örneklem büyüklüğünün belirlenmesinde; evren büyüklüğü 117.500



(anket yapılan mahalle nüfusu), sapma miktarı 0.05 ve güven düzeyi %95 olarak alınmıştır. Örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında Baş (2008), Gözener ve Sayılı (2013) ve Kızıoğlu ve Karakaya (2019)'un kullanmış oldukları aşağıdaki formülden yararlanılmıştır.

$$n = \frac{N \times t^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + t^2 \times p \times q}$$

Formüle göre örneklem büyüklüğü için minimum değer 384 kişi olarak hesaplanmıştır. Ancak anket sonuçlarının güvenilirliğini artırmak için toplam 527 kişiye uygulanmıştır. Örneklemin belirlenmesinde seçkisiz örnekleme yöntemlerinden basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Büyüköztürk ve ark., 2012 ; Yıldırım ve Şimşek 2013). Anketlerin analizinde IBM şirketinin SPSS Version\_24 Trial programı kullanılmıştır. Anket sonuçlarının değerlendirilmesinde betimsel istatistik göstergelerinin yanında fark testlerinden yararlanılmıştır. Kategorik verilerin değerlendirilmesinde Pearson Chi Square (Ki kare) Testi, derecelendirmeli soruların değerlendirilmesinde parametrik olmayan testlerden Mann-Whitney U Testi (iki grup arasında) ve Kruskal Wallis-H Testi (çoklu gruplar arasında) kullanılarak cinsiyet, yaş, meslek ve eğitim düzeyine göre ayrı ayrı analiz edilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma bulguları sahada yüzyüze yapılan anket sonuçlarına dayanmaktadır. Anket sorularını dört başlıkta ele almak mümkündür. Birinci başlıkta katılımcıların demografik özelliklerini (cinsiyet, yaş, meslek, eğitim durumu) belirleme amaçlı dört soru, ikinci başlıkta gürültü konusunda farkındalığı belirleme amaçlı çoktan seçmeli sekiz soru, üçüncü başlıkta katılımcıların ev ve işyeri/okulunda maruz kaldıkları gürültü kaynakları ve düzeylerinin sorulduğu derecelendirmeli dokuz maddeli iki soru ve dördüncü başlıkta gürültünün insan hissiyatında ki sonuçlarını belirleyici derecelendirmeli dokuz maddeli bir soru detaylı olarak analiz edilmiştir.

### Demografik özellikler

Sosyal çalışmalarda sorulan sorulara verilen cevaplar demografik özelliklere göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle ankete dayalı çalışmalarda çoğunlukla katılımcıların bireysel farklılıkları da belirlenmektedir. Araştırmada katılımcıların cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi ve meslekleri sorulara katılımcı profili belirlenmiştir (Çizelge 1). Buna göre cinsiyette kadın ve erkek bireyler arasında dengeli bir durum söz konusu iken yaş değişkeninde genç ve orta yaş grubu bireyler, meslek değişkeninde öğrenci grubu, eğitim değişkeninde lise ve üniversite gruplarının ağırlıklı olduğu görülmüştür. Eğitim düzeyinin yaşa göre dağılımı incelendiğinde ilkökul grubunda 46-60 yaş (%34.8), ortaokul grubunda 15 yaşından küçükler (%23.4), lise grubunda 15 yaşından küçükler (65.6), üniversite grubunda 15-30 yaş grubu (%61.6) ve lisansüstü grubunda 60 yaşından büyükler (%11.9) daha ağırlıklıdır. Eğitim düzeyinin cinsiyete göre dağılımında üniversite grubunda kadınlar daha ağırlıklı iken diğer gruplarda erkekler daha ağırlıklıdır. Meslek grubunun cinsiyete göre dağılımında kadınlar en fazla %44 ile öğrenci grubunda, erkekler %25 ile esnaf grubunda temsil edilmektedir. Kadınlar öğrenci grubundan sonra en fazla %18.4 ile ev hanımı, erkekler ise %20.4 ile serbest meslek grubunda yer almaktadır.

Çizelge 1. Anket katılımcı profili

Bireysel özellikler		N	%	Bireysel özellikler		N	%
Cinsiyet	Kadın	266	50.5	Yaş	15 yaşından küçük	64	12.2
	Erkek	261	49.5		15-30 yaş	177	33.7
	Toplam	527	100		31-45 yaş	144	27.4
Meslek	Öğrenci	165	31.4	46-60 yaş	96	18.3	
	Kamu personeli	68	12.9	60 yaşından büyük	45	8.6	
	Esnaf	79	15.0	Toplam	526	100	
	Serbest meslek	61	11.6	Eğitim durumunuz	İlkokul	82	15.8
	Ev hanımı	53	10.1		Ortaokul	94	18.1
Emekli	43	8.2	Lise		153	29.4	
Diğer	57	10.8	Üniversite		167	32.1	
Toplam	526	100.0	Lisansüstü		24	4.6	
				Toplam	520	100.0	

## Farkındalığı belirleme amaçlı sorulara verilen cevaplar

Katılımcıların gürültü farkındalığını ölçmek amacıyla sekiz soru sorulmuş ve Çizelge 2’de ki sonuçlar alınmıştır. Araştırmaya katılan bireylerin büyük çoğunluğu (%81.2) gürültü kirliliğini önemli bir çevre sorunu olarak değerlendirip (S1) gürültülü ortamların kendilerini rahatsız ettiğini (%80.6) vurgulamaktadır (S2). Yine ankete katılan bireylerin %85’i kenti orta dereceli (%61.9) veya çok gürültülü (%23.1) bulmakta (S3) ve %51’i buna yönelik önlem alınmadığını (S4) düşünmektedir. Anket sonuçları park ve bahçelerin insanlara gürültüden kaçış için bir fırsat sunduğunu göstermektedir. Buna yönelik sorular soruda (S5) katılımcıların %23.1’i sıklıkla, %60.3’ü bazen gittiğini beyan etmişken küçük bir kısmı (%11.8) park ve bahçeleri bu amaçla hiç kullanmadığını beyan etmişlerdir. Araştırmada ayrıca gürültünün önlenmesine yönelik farkındalığın belirlenmesine yönelik sorular sorulara verdikleri cevaplar katılımcıların bu konuda yeterli bilgisinin olmadığını göstermiştir. Çünkü katılımcıların %63.4’ü gürültü bariyeri kavramını daha önce duymadığını (S6), bitkilerin (özellikle ağaç ve çalılarının) gürültüyü önlemede yeterince katkı sağlayamayacağını (S7) düşünmektedirler. Buna bağlantılı olarak sorulan “S8. Gürültü önleyici materyal öneriniz/tercihiniz nedir?” sorusuna katılımcıların %36.8’i ‘Bitkisel gürültü perdeleri” tercinde bulunmuşlardır. Bitkisel gürültü tercinde bulunan katılımcıların %57.5’i bitkilerin gürültüyü azaltma ile ilgili soruya (S7) “Evet” cevabı verirken %38’i “Kısmen” cevabı vermişlerdir.

Çizelge 2. Anket katılımcılarının gürültü kirliliği ile ilgili düşünceleri

Sorular	Cevaplar	N	%	Sorular	Cevaplar	N	%
S1. Gürültü kirliliğini önemli bir çevre sorunu olarak görüyor musunuz?	<i>Evet</i>	415	81.2	S2. Gürültülü ortam sizi rahatsız eder mi?	<i>Evet</i>	423	80.6
	<i>Hayır</i>	52	10.2		<i>Hayır</i>	59	11.2
	<i>Kısmen</i>	44	8.6		<i>Kısmen</i>	43	8.2
S3. Yaşadığınız mahalle veya semti gürültü bakımından nasıl tanımlarsınız?	<i>Az gürültülü</i>	79	15.0	S4. Kentte gürültünün önlenmesine yönelik yeterli tedbirler alındığını düşünüyor musunuz?	<i>Evet</i>	70	13.3
	<i>Orta derecede</i>	326	61.9		<i>Hayır</i>	268	51.0
	<i>Çok gürültülü</i>	122	23.1		<i>Kısmen</i>	188	35.7
S5. Sessiz bir ortamda vakit geçirmek için park ve bahçelere gider misiniz?	<i>Bu amaçla hiç gitmem</i>	62	11.8	S6. Gürültü bariyeri kavramını duydunuz mu?	<i>Evet</i>	187	36.6
	<i>Bazen giderim</i>	317	60.3		<i>Hayır</i>	324	63.4
	<i>Sıklıkla giderim</i>	147	27.9				
S7. Sizce bitkilerin (özellikle ağaç ve çalılarının) gürültüyü azaltmaya katkısı var mıdır?	<i>Evet</i>	135	25.7	S8. Gürültü önleyici materyal öneriniz/tercihiniz nedir?	<i>Beton bariyerler</i>	186	35.4
	<i>Hayır</i>	120	22.9		<i>Bitkisel gürültü perdeleri</i>	193	36.8
	<i>Kısmen</i>	171	32.6		<i>Yapay gürültü bariyerleri</i>	103	19.6
	<i>Bilgim yok</i>	99	18.9		<i>Ahşap paneller</i>	43	8.2

Çizelge 2’de sorular sorular bağımsız değişkenler (cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi, meslek) açısından ayrıntılı analize tabi tutulmuş ve gruplar arasında fark oluşup oluşmadığı incelenmiştir. Değişkenler bakımından sonuçların analizinde; verilerin kategorik veriden oluşması nedeniyle Pearson Chi Square (Ki kare) testi kullanılmıştır. Yapılan analizde cinsiyet bakımından üç soruya, yaş bakımından üç soruya, eğitim düzeyi bakımından dört soruya ve meslek bakımından bir soruya katılımcılar tarafından verilen cevaplar gruplar arasında fark meydana getirmiştir (Çizelge 3). Cinsiyet bakımından 1., 2., ve 5. soruya, yaş bakımından 5., 6. ve 8. soruya, eğitim düzeyi bakımından 1., 4., 6. ve 7. soruya ve meslek bakımından 6. soruya verilen cevaplar gruplar arasında anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). “S3. Yaşadığınız mahalle veya semti gürültü bakımından nasıl tanımlarsınız?” sorusuna ise verilen cevaplar bütün değişken gruplarda farklılaşmamıştır ( $p > 0.05$ ).

Çizelge 3. Gürültü farkındalığının değerlendirilmesinde katılımcı gruplara göre anlamlılık testi sonuçları (Ki kare analizi)

Değişkenler	Sorun alanları	Analiz sonuçları	
		$\chi^2$	p
Cinsiyet	S1. Gürültü kirliliğini önemli bir çevre sorunu olarak görüyor musunuz?	14.09	<0.001
	S2. Gürültülü ortam sizi rahatsız eder mi?	9.97	0.007
	S5. Sessiz bir ortamda vakit geçirmek için park ve bahçelere gider misiniz?	6.11	0.047
Yaş	S5. Sessiz bir ortamda vakit geçirmek için park ve bahçelere gider misiniz?	21.12	0.007
	S6. Gürültü bariyeri kavramını duydunuz mu?	19.39	<0.001
	S8. Gürültü önleyici materyal öneriniz/terciniz.	23.78	0.022
Eğitim düzeyi	S1. Gürültü kirliliğini önemli bir çevre sorunu olarak görüyor musunuz?	18.10	0.020
	S4. Kentte gürültünün önlenmesine yönelik yeterli tedbirler alındığını düşünüyor musunuz?	18.67	0.017
	S6. Gürültü bariyeri kavramını duydunuz mu?	20.39	<0.001
	S7. Sizce bitkilerin (özellikle ağaç ve çalılar) gürültüyü azaltmaya katkısı var mıdır?	35.68	<0.001
Meslek	S6. Gürültü bariyeri kavramını duydunuz mu?	33.91	<0.001

Gruplar arasında cinsiyet bakımından anlamlı bulunan sorular incelendiğinde **S1**'e kadınların %87.4'ü, erkeklerin %74.7'si "Evet" cevabı, **S2**'ye kadınların %86'sı, erkeklerin %75.1'i "Evet" cevabı verdiği görülmüş ve kadınların erkeklere göre gürültüye karşı daha hassas oldukları belirlenmiştir. Bu sonuç Rahman ve ark. (2022) ve Aksu (2023)'ün araştırma sonuçları ile de uyumludur. Yine cinsiyet bakımından fark bulunan "**S5**. Sessiz bir ortamda vakit geçirmek için park ve bahçelere gider misiniz?" sorusunda kadınların erkeklerden daha fazla (%10 civarında) park ve bahçelere gittikleri anlaşılmıştır. Bu soruya yaş bakımından gruplar arası fark incelendiğinde 31-45 yaş aralığında ki bireyler diğer gruplara göre gürültüden kaçmak için park ve bahçeleri daha fazla tercih ettikleri görülmüştür. Yaş değişkeni bakımından gruplar arası farkın olduğu diğer bir soruda, gürültü bariyeri kavramını 31-45 yaş aralığında bireyler diğer gruplara göre daha fazla duydıklarını (%48.6), gürültüyü önlemeye yönelik öneri sorusunda ise 31-45 yaş aralığında bireylerin (%47.6) diğer gruplara göre bitkisel perdeleme elemanlarını daha fazla tercih ettikleri anlaşılmıştır. Dolayısıyla gürültü konusunda 31-45 yaş arası bireylerin farkındalığının diğer gruplara göre daha iyi olduğu, ikinci sırada ise 46-60 yaş bireyler olduğu görülmüştür.

Eğitim düzeyi bakımından dört soruda fark anlamlı bulunmuştur. **S1**'e verilen cevaplar incelendiğinde eğitim düzeyi arttıkça gürültünün önemli bir çevre sorunu olduğuna inanış artmaktadır. Bu soruya "İlkokul" grubu %69.6, "Ortaokul" grubu %74.7, "Lise" grubu %83.9, "Üniversite" grubu %87 ve "Lisansüstü" grubu %91.7 oranında "Evet" cevabı vermiştir. Benzer durum **S4**, **S6** ve **S7**'ye verilen cevaplarda da görülmüştür. Bu sonuçlar eğitim düzeyi arttıkça gürültü bilincinin daha fazla yaygınlaştığını göstermektedir. Nuyts ve ark. (2019)'da bu çalışmayı destekler biçimde ileri yaş gruplarında gürültünün bir çevre sorunu olduğuna yönelik hassasiyetlerinin arttığı vurgulanmaktadır. Meslek değişkeni bakımından ise sadece bir soruya (**S6**. Gürültü bariyeri kavramını duydunuz mu?) verilen cevaplar gruplar arasında farklılaşmıştır. Bu soruya en yüksek oranda "Evet" cevabı veren grup %64.2 ile "Kamu personeli" grubu olmuşken en yakın grup %42.1 ile "Esnaf" grubu olmuştur.

Diğer araştırma sonuçlarına bakıldığında; gürültü farkındalığı konusunda çalışan Aksu (2023)'ün elde ettiği sonuçlar bu araştırma sonuçları ile benzerlik taşımaktadır. Buna göre gürültü kirliliği konusunda kadınların daha bilinçli ve ileri yaş grubu bireylerin daha hassas, gürültü bariyerinden haberdar olanların oranının %38.6, bariyer talebinin %49.5, trafik gürültüsünden rahatsızlık düzeyinin orta derece (%31.7) olduğu ve gürültü bariyeri olarak en fazla bitkisel gürültü bariyerlerinin tercih edildiği belirlenmiştir (Aksu, 2023). Yine Rahman ve ark. (2022) kadınların erkeklere göre gürültüden daha fazla etkilendiklerini öne sürmektedirler. Çevre ve gürültü farkındalığı konusunda çalışan Ayyubi ve ark. (2024) katılımcıların cinsiyet, yaş ve gelir düzeyine bağlı olmaksızın çevre kaygılarının %94 olduğunu ve gelirlerinden %5'e kadar gürültü de dahil önlenmesi konusunda vergi ödemeye istekli olduklarını belirlemiştir.

### Çevresel gürültü kaynakları

Araştırma kapsamında yapılan ankette katılımcıların evlerinde ve işyerlerinde/okulunda maruz kaldıkları gürültü kaynakları ve kendilerini etkileme düzeyleri belirlenmiştir. Sekiz gürültü kaynağının kişiyi etkileme derecesi Likert ölçekli soru ile hem evleri hem de işyerleri için ayrı ayrı değerlendirilme yapılmıştır. Soruya verilen cevaplarda “Hiç etkilemiyor” 1 puan, “Az etkiliyor” 2 puan, “Orta derecede etkiliyor” 3 puan, “Çok etkiliyor” 4 puan ve “Aşırı derecede etkiliyor” 5 puan olarak hesaplanmış ve bireylerin evlerinde maruz kaldıkları gürültü kaynakları ile ilgili değerlendirmeleri Çizelge 4’de verilmiştir. Gürültü kaynaklarının insanları etkileme derecesi 3.40 ile 2.04 arasında yani az ile orta seviyenin biraz üzerinde olduğu görülmüştür. Buna göre ortalama değerler bakımından katılımcıları ağır tonajlı iş makinalarının çıkardığı seslerin en fazla (3.40), hayvan seslerinin ise en az (2.04) etkilediği görülmüştür. İnşaat yapımından kaynaklı sesler (3.39), eğlence mekanlarının çıkarmış olduğu sesler (3.27) ve trafik kaynaklı sesler (3.04) orta derecenin üzerinde gürültü kaynakları olarak görülmüştür. Bu sonuçlar farkındalıkla ilgili Çizelge 2’de verilen 3. Sorunun sonuçları ile benzerlik göstermekte ve kentte orta dereceli gürültünün söz konusu olduğunu desteklemektedir. Nitekim Vural (2020) tarafından Bingöl’ün fiziki problemleri ve öncelikleri üzerine ankete dayalı yapmış olduğu çalışmada gürültü kirliliği konusunda katılımcıların %55.8’i “Var”, %14.9’u “Orta seviyede” ve %20.5’i “Yok” cevabı verdikleri görülmüştür.

Çizelge 4. Bireylerin evlerinde maruz kaldıkları gürültü kaynakları ve düzeyi

Evlerinde Hissettikleri Gürültü Kaynakları	N	Hiç		Az		Orta		Çok		Aşırı		$\bar{X}$	s.s
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%		
Ağır tonajlı iş makinalarının çıkardığı sesler	522	19	3.6	75	14.4	166	31.8	203	38.9	59	11.3	3.40	0.987
İnşaat yapımından kaynaklı sesler	514	30	5.8	64	12.5	158	30.7	202	39.3	60	11.7	3.39	1.035
Eğlence mekânlarından gelen sesler (açık hava düğün salonu, kafe, vb...)	522	49	9.4	68	13.0	171	32.8	159	30.5	75	14.4	3.27	1.146
Trafik kaynaklı gürültü (araç sesi, korna sesi, vs....)	523	44	8.4	114	21.8	183	35.0	143	27.3	39	7.5	3.04	1.062
Sanayi ve endüstri kuruluşlarından gelen sesler	518	81	15.6	86	16.6	163	31.5	146	28.2	42	8.1	2.97	1.183
Ticari amaçlı anons, tanıtımlar, müzikler (işyerleri, pazarcı esnafı, sokak satıcısı, vb.....)	523	50	9.6	125	23.9	195	37.3	119	22.8	34	6.5	2.93	1.052
Kontrolsüz insan sesleri	519	44	8.5	170	32.8	146	28.1	115	22.2	44	8.5	2.89	1.104
Hayvan sesi (Kedi, köpek, kuş, evcil hayvan...)	522	229	43.9	140	26.8	80	15.3	49	9.4	24	4.6	2.04	1.176

Çizelge 4’de verilen cevapların cinsiyet, yaş, meslek ve eğitim durumu değişkenlerine göre değişiklik gösterip göstermedikleri parametrik olmayan testlerden Mann-Whitney U Testi ve Kruskal Wallis-H Testi kullanılarak analiz edilmiştir. Cinsiyet bakımından yapılan Mann-Whitney U Testi sonucuna göre yukarıda verilen gürültü kaynakları ve etkileme dereceleri cinsiyete göre değişmemektedir ( $p>0.05$ ). Yaş, meslek ve eğitim düzeyi değişkenlerine göre katılımcıların vermiş olduğu cevapların değişiklik gösterip göstermedikleri Kruskal Wallis-H Testi ile analiz edilmiştir. Yapılan analizde eğitim düzeyine göre cevapların değişiklik göstermediği ( $p>0.05$ ), yaş değişkenine göre kontrolsüz insan sesleri, eğlence mekânlarından gelen sesler ve sanayi ve endüstri kuruluşlarından gelen sesler, meslek değişkenine göre ise eğlence mekânlarından gelen sesler konusunda değerlendirmeleri gruplar arasında farklılaşmıştır (Çizelge 5). Kontrolsüz insan seslerinden 15-30 yaş grubu,

eğlence mekanlarından gelen seslerden 60 yaş üstü bireyler ve emekliler, sanayi ve endüstri kaynaklı gürültüden ise 60 yaş üstü bireyler en fazla etkilenen gruplar olarak öne çıkmaktadır.

Çizelge 5. Gürültü kaynakları ve etkileme derecesi üzerine gruplar arası fark testi sonuçları (Kruskal Wallis-H Testi)

Değişken	Seçenek	N	Mean Rank	df	p	
YAŞ	Kontrolsüz insan sesleri	15 yaşından küçük	63	209.55	4	0.008*
		15-30 yaş	175	280.05		
		31-45 yaş	142	263.88		
		46-60 yaş	93	264.77		
		60 yaştan büyük	45	224.80		
	Eğlence mekânlarından gelen sesler (açık hava düğün salonu, kafe, vb...)	15 yaşından küçük	64	239.98	4	0.014*
		15-30 yaş	175	239.48		
		31-45 yaş	142	274.26		
		46-60 yaş	95	270.55		
		60 yaştan büyük	45	312.57		
Sanayi ve endüstri kuruluşlarından gelen sesler	15 yaşından küçük	63	281.86	4	0.004*	
	15-30 yaş	174	267.01			
	31-45 yaş	142	226.18			
	46-60 yaş	94	253.95			
	60 yaştan büyük	44	311.31			
MESLEK	Eğlence mekânlarından gelen sesler (açık hava düğün salonu, kafe, vb...)	Öğrenci	163	215.13	5	0.033*
		Kamu personeli (Her hangi bir kamu kurumunda çalışan her statü)	67	238.86		
		Esnaf	78	247.47		
		Serbest meslek	61	207.15		
		Ev hanımı	53	251.71		
Emekli	42	274.56				

\*  $p < 0.05$

Katılımcıların işyerlerinde veya okullarında maruz kaldıkları gürültü kaynakları ve etkileme dereceleri de araştırma kapsamında incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar evlerinde ki gürültü değerleri ile benzerlik göstermesine karşılık kısmi farklılıklar bulunmaktadır. Gürültü kaynaklarının insanları işyerlerinde ve okullarında etkileme dereceleri 3.44 ile 2.19 arasında değişmektedir (Çizelge 6). Ortalama değerler bakımından katılımcıları işyerlerinde/okullarında en fazla ağır tonajlı iş makinelerinin çıkardığı sesler, en az ise hayvan sesleri rahatsız etmektedir. Beş gürültü kaynağının ortanın üzerinde, üç gürültü kaynağının ise ortanın altında rahatsızlık vermekte olduğu görülmüştür.

Çizelge 6. Katılımcıların işyerlerinde veya okullarında maruz kaldıkları gürültü kaynakları ve düzeyi

İşyerlerinde/Okulunda Hissettikleri Gürültü Kaynakları	N	Hiç		Az		Orta		Çok		Aşırı		$\bar{X}$	s.s
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%		
Ağır tonajlı iş makinelerinin çıkardığı sesler	474	19	4.0	62	13.1	155	32.7	168	35.4	70	14.8	3.44	1.023
İnşaat yapımından kaynaklı sesler	468	26	5.6	77	16.5	128	27.4	168	35.9	69	14.7	3.38	1.093
Eğlence mekânlarından gelen sesler (açık hava düğün salonu, kafe, vb...)	474	55	11.6	72	15.2	152	32.1	127	26.8	68	14.3	3.17	1.197
Trafik kaynaklı gürültü (araç sesi, korna sesi, vs...)	476	36	7.6	103	21.6	174	36.6	111	23.3	52	10.9	3.08	1.088
Kontrolsüz insan sesleri	470	39	8.3	138	29.4	118	25.1	127	27.0	48	10.2	3.01	1.143

Ticari amaçlı anons, tanıtımlar, müzikler (işyerleri, pazarcı esnafı, sokak satıcısı, vb.....)	475	36	7.6	124	26.1	169	35.6	108	22.7	38	8.0	2.97	1.055
Sanayi ve endüstri kuruluşlarından gelen sesler	474	64	13.5	105	22.2	135	28.5	133	28.1	37	7.8	2.95	1.164
Hayvan sesi (Kedi, köpek, kuş, evcil hayvan...)	474	191	40.3	115	24.3	78	16.5	65	13.7	25	5.3	2.19	1.248

Katılımcıların işyerlerinde veya okullarında maruz kaldıkları gürültünün gruplar arasında fark meydana getirip getirmediği ile ilgili yapılan analizde cinsiyete göre inşaat kaynaklı sesler, yaşa göre kontrolsüz insan sesleri ile sanayi ve endüstri kaynaklı sesler, eğitim düzeyine göre ise sadece kontrolsüz insan seslerinde istatistiksel olarak anlamlı fark meydana gelmiştir (Çizelge 7). Buna göre inşaat yapımından kaynaklı seslerden kadınlar erkeklere göre daha fazla etkilenmektedir. Yaş grupları arasında kontrolsüz insan seslerinden 15-30 yaş grubu bireyler, sanayi ve endüstri kaynaklı seslerden 60 yaş üstü bireyler diğer gruplardan daha fazla etkilendikleri görülmüştür. Eğitim değişkenine göre ise kontrolsüz insan seslerinden “Üniversite” grubu bireylerin diğer gruplardan daha fazla etkilendikleri belirlenmiştir.

Çizelge 7. İşyerinde/Okulda maruz kalınan gürültü kaynakları ve etkileme derecesi üzerine gruplar arası fark testi sonuçları

Değişken	Seçenek		N	Mean Rank	df	p
CİNSİYET <sup>a</sup>	İnşaat yapımından kaynaklı sesler	Kadın	235	255.03	1	<.001*
		Erkek	233	213.80		
YAŞ <sup>b</sup>	Kontrolsüz insan sesleri	15 yaşından küçük	63	214.19	4	0.010*
		15-30 yaş	168	260.83		
		31-45 yaş	132	233.16		
		46-60 yaş	80	215.96		
		60 yaştan büyük	26	186.46		
YAŞ <sup>b</sup>	Sanayi ve endüstri kuruluşlarından gelen sesler	15 yaşından küçük	63	256.12	4	0.032*
		15-30 yaş	169	253.53		
		31-45 yaş	132	210.38		
		46-60 yaş	83	224.78		
EĞİTİM <sup>b</sup>	Kontrolsüz insan sesleri	60 yaştan büyük	26	257.40	4	<.001*
		İlkokul	59	221.23		
		Ortaokul	81	213.70		
		Lise	140	206.30		
		Üniversite	161	269.90		
	Lisansüstü	24	235.29			

<sup>a</sup> Mann-Whitney U Testi <sup>b</sup> Kruskal Wallis-H Test <sup>c</sup>  $p < 0,05$

### Gürültü Kirliliğinin Etkileri

Araştırma kapsamında katılımcılara gürültülü bir ortamda bulduklarında olumsuz durumları ne ölçüde yaşadıkları sorulmuş ve Çizelge 8’de verilen sonuçlar alınmıştır. Gürültü kaynaklı kişinin hissedebileceği muhtemel olumsuzluklar “Az yada Hiç” için 1 puan, “Orta” için 2 puan ve “Çok” için 3 puan olarak alınarak ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 8). Buna göre ortalama değerlerin 2.28 ile 1.96 arasında, standart sapma değerlerinin 0.788 ile 0.625 arasında değiştiği görülmüştür. Katılımcıların en fazla yaşadıkları olumsuzluk; yüksek sesle konuşma, en az etkilenme ise iş ve çalışma performansında düşme konularında yaşanmaktadır. Bu soruya verilen cevaplar; farkındalık konusunda sorulan üçüncü soruya verilen cevaplar ile gürültü kaynaklarının ve etkilenme derecelerinin açıklandığı sorulara verilen cevaplarla paralellik göstermektedirler. Dolayısıyla kentte gürültü kirliliğinin orta seviyede olduğu gibi etkilerinin de orta seviyede hissedildiği anlaşılmaktadır.



Çizelge 8. Gürültü kirliliğinin katılımcıları etkileme dereceleri

Gürültünün olumsuz sonuçları üzerine fikirler	N	Az ya da Hiç		Orta		Çok		$\bar{X}$	s.s
		f	%	f	%	f	%		
1. Yüksek sesle konuşmama neden olur <sup>(a)</sup> .	523	69	13.2	239	45.7	215	41.1	2.28	.683
2. Okuduğumu anlayamam <sup>(a)</sup> .	525	94	17.9	224	42.7	207	39.4	2.22	.727
3. Her hangi bir konuya odaklanma sorunu yaşarım <sup>(a,b)</sup> .	526	63	12.0	303	57.6	160	30.4	2.18	.625
4. Davranış bozukluğu yaşarım (sinirlenme, öfke, bağırma,vb.....)	454	95	20.9	227	50.0	132	29.1	2.08	.703
5. Kendimi stresli hissedirim.	525	129	24.6	244	46.5	152	29.0	2.04	.731
6. Kendimi huzursuz ve kaygılı hissedirim <sup>(a)</sup> .	525	142	27.0	235	44.8	148	28.2	2.01	.744
7. İşitme kaybı yaşarım <sup>(a,b)</sup> .	524	166	31.7	199	38.0	159	30.3	1.99	.788
8. Baş ağrısı, baş dönmesi,...gibi sağlık sorunları yaşarım <sup>(a)</sup> .	523	155	29.6	224	42.8	144	27.5	1.98	.757
9. İş ve çalışma performansımı düşürür <sup>(b)</sup> .	526	150	28.5	246	46.8	130	24.7	1.96	.729

<sup>(a)</sup>Cinsiyete göre gruplararası fark (Mann-Whitney U Testi,  $p<0.05$ ), <sup>(b)</sup>Yaş, meslek, eğitim düzeyine göre gruplararası fark (Kruskal Wallis-H Testi,  $p<0.05$ )

Gürültünün olumsuz etkilerinin cinsiyet, yaş, meslek ve eğitim düzeyi gruplarında istatistiksel farklılıkların belirlenmesi üzerine yapılan analizde cinsiyet bakımından altı, yaş, meslek ve eğitim düzeyi bakımından ise üç konuda sonuçlar farklılaşmıştır. Cinsiyet açısından işitme kaybı konusunda erkeklerin, diğer konularda (1, 2, 3, 6, 8 nolu sorunlar) kadınların gürültüden daha fazla olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Diğer değişkenlere bakıldığında 3 ve 9 nolu olumsuzlukları yaş bakımından "15-30 yaş" grubu bireyler, meslek bakımından "Kamu personeli" grubu ve eğitim düzeyi bakımından "Üniversite" grubu diğer gruplara göre daha yüksek oranda hissetmektedir. İşitme kaybı konusunda ise yaş bakımından "60 yaş üstü" bireyler, meslek bakımından "Serbest meslek" grubu bireyler ve eğitim düzeyi bakımından "Ortaokul" grubu bireyler diğer gruplara göre daha yüksek oranda etkilendikleri tespit edilmiştir.

Gürültü kirliliğinin insanlar üzerine olumsuz etkilerinin yukarıda sayılanlarla sınırlı olmadığı yapılan çok sayıda araştırmada ortaya konulmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar tamamen kişi beyanını esas alan verilere dayanmakta olup araştırma sahasının gürültü düzeyleri ile bireylerin etkilenme derecesi paralellik göstermektedir. Bu çalışmayı destekler nitelikte Liang ve ark. (2024) tarafından sekiz araştırma sonuçları üzerine meta analize dayalı çalışmasında düşük frekanslı gürültünün mantıksal akıl yürütme, matematiksel hesaplama ve veri işleme gibi daha yüksek düzeyli bilişsel işlevleri olumsuz etkileyebileceği ileri sürülmektedir. Peer ve ark. (2024) trafik gürültüsünün etkileri üzerine yapmış olduğu araştırmada 60 dB(A) daha yüksek gürültüye maruz kalma insanlarda iskemik kalp hastalığı riskini 2.24 kat artırdığı, erkeklerin ise kadınlardan %16 daha fazla risk taşıdığını bildirilmektedir. Benzer olarak Vienneau ve ark. (2015) tarafından gürültüye maruziyette 50 dB'den başlayarak her 10 dB artış başına 1.06 oranında iskemik kalp hastalığı riskini artırdığı, erkeklerin kadınlara kıyasla ve 65 yaş üstü bireylerin diğer bireylere göre daha yüksek risk taşıdığı öne sürülmektedir.

Yine ankete dayalı çalışmalardan Ayanugo ve ark. (2024), kilise evlerine yakın sakinler için stres seviyeleri, uyku kalitesi ve ruh hali değişiklikleri için ortalama yanıtlar sırasıyla 2.78, 2.72 ve 2.68 iken, kilise evlerinden uzakta yaşayan sakinler için 1.60, 1.61 ve 1.63 olarak verilmekte ve kilise gürültüsü stres, uyku kalitesi ve ruh haliyle ilişkilendirilmektedir. Ayyubi ve ark. (2024) trafik gürültüsünün genel rahatsızlık, baş ağrısı, hipertansiyon, stres ve uykusuzluk hali gibi olumsuzluklara neden olduğu, Newbury ve ark. (2024) çocukluk çağında ve ergenlikte daha yüksek gürültü kirliliğine maruz kalmanın kaygıya yakalanma olasılığının artmasıyla ilişkili olduğu, Thompson ve ark. (2022) orta ve yaşlı yetişkinlerde çevresel gürültünün bilişsel bozukluklara sebep olduğu, Dokur ve ark. (2005) ve Carrier ve ark. (2016) özellikle yaşlı bireylerin gürültüye bağlı sağlık sorunlarının daha fazla olduğu ileri sürülmektedir. Sygna ve ark. (2014), zayıf uyku kalitesine sahip katılımcılar arasında gürültüye maruz kalma (10 dB artış) ile psikolojik sıkıntı semptomları arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan pozitif ilişki, iyi ve orta düzeyde uyku kalitesi bildiren bireyler arasında yol trafiği gürültüsü ile ruh sağlığı arasında bir ilişki bulamadıkları, dolayısıyla yol trafiği gürültüsünün, kötü uyku çeken denekler arasında daha kötü ruh sağlığına sebep olabileceğini vurgulamaktadır.

Bu sonuçları bazı klinik çalışmalar da desteklemektedir. Gürültüye maruz kalmanın işitmeyi etkilemesinin yanı sıra çeşitli işitsel olmayan etkilerle de ilişkili olduğu bildirilmiştir. Bunlardan Lee ve ark. (2024) yapmış olduğu araştırmada gürültüye maruz kalan 224 kişiden 125'ine klinik olarak baş ağrısı teşhisi konulduğu, baş ağrısı teşhisi konulanların %56.7'si ergenlik çağı, %60'ının ergenlik öncesi bireylerin olduğu ve baş ağrısının yaşa göre anlamlı şekilde arttığı bildirilmektedir. Foraster ve ark. (2018) karayolu trafik gürültüsüne maruz kalmanın obezite riskini artırdığını 5 yıllık verilere ve ortalama 10 dB artışa bağlı olarak bildirmektedir. Gürültüye maruz kalma, otonom sinir ve endokrin sistemlerini akut olarak etkileyerek kan basıncı seviyesini ve kalp atış hızını artırdığı (Lusk ve ark., 2004), kardiyovasküler hastalıkla ilişkili olan lipit ve kan şekeri konsantrasyonlarını etkilediği (Babisch, 2011) öne sürülmektedir. Yine yüksek gürültüye maruz kalmanın daha yüksek depresyon ve anksiyete oranlarıyla ilişkilendirildiği (Beutel ve ark., 2016), beyindeki elektrik aktivitenin uyarılma olasılığında %10'luk artışa neden olduğu (McGuire, 2016) ve özellikle uyku, psikiyatrik bozuklukları ve bilişsel performansı etkileme gibi çeşitli sinir sistemi sorunlarına yol açtığı öne sürülmektedir (Lee ve ark., 2023).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Gürültü kirliliği, özellikle kent sakinleri için halk sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olan önemli çevre sorunlarından biridir. Kentlerin plansız yapılaşması ve beklenmedik nüfus artışlarının bir sonucu olarak gürültü kirliliği gitgide ağır bir sorun haline gelmektedir. Hızlı ve kontrolsüz kentleşmeden kaynaklı sesler, trafik yoğunluğundan kaynaklanan araç sesleri, endüstri-sanayi kaynaklı sesler, kontrolsüz insan sesleri ve hizmet sektöründen kaynaklı sesler başlıca çevresel gürültü kaynakları olarak gösterilmektedir. Çevre faktörleri, arazi örtüsü, alan kullanımları ve kentsel formlara bağlı olarak gürültü kaynaklarının çevreye vermiş oldukları zarar artabilmekte ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Kentsel planlamada akustik önlemlerin göz ardı edilmesi, yoğun yapılaşma, bina yükseklikleri, binaların bir birine yakın olması, yerleşim bölgeleri arasında ekolojik bariyerlerin olmaması, kentlerin yeşil alt yapıdan mahrum olması, trafik koridorlarında yeterince biyolojik perdelemenin yapılmaması, hatalı malzeme ve ekipman kullanımı, vb. çok sayıda etken gürültü kirliliğinin önlenememesine ve artışına neden olmaktadır. Bu bakımdan sürdürülebilir ve sağlıklı kentsel planlama için çevresel gürültü kaynaklarının tespit edilerek insan ergonomisi için uygun düzeye getirilmesine yönelik etkili önlemlerin formüle edilmesi ve uygulanması çok yararlı olacaktır. Bunun için kentlerin sürekli olarak akustik değerlerinin izlenmesi gerekmektedir. Bu araştırma daha önce gürültü konusunda somut bilimsel bir çalışma yapılmamış Bingöl kenti için ön araştırma niteliği taşımaktadır. Araştırmada kent merkezinin çevresel gürültü kaynakları, insanları etkileme düzeyi, gürültünün insan sağlığı üzerine etkisi, gürültü farkındalığı ve gürültünün önlenmesine yönelik alınması gereken tedbirler konusunda Bingöl halkının görüşleri alınmış ve bu görüşler ışığında genel bir değerlendirme yapılmıştır. Araştırmada özetle aşağıda ki sonuçlar elde edilmiştir;

1. Bingöl halkı gürültü kirliliğini önemli bir çevre sorunu olarak görmekte ve gürültülü ortamlardan rahatsızlık duymaktadırlar. Park, bahçe ve yeşil alanları gürültüden kaçış için bir fırsat olarak görmektedirler.
2. Kenti çevresel gürültü açısından orta düzeyli olarak değerlendirmektedirler. Ancak gürültü kirliliği konusunda yeterli önlem alınmadığını vurgulamaktadırlar.
3. Bingöl halkı ev ve işyerlerinde çevresel gürültü kaynağı olarak en fazla ağır tonajlı iş makinelerinin çıkardıkları sesleri, inşaat kaynaklı sesleri, eğlence merkezi kaynaklı sesleri ve trafik kaynaklı sesleri görmektedir. Ağır tonajlı iş makinesi ve trafik kaynaklı gürültünün D300 karayolunun kent merkezinden geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.
4. Bingöl halkı gürültü kaynaklarını ortanın üzerinde şiddetli görmekte ve etkileme derecesini de orta düzeyli olarak değerlendirmektedir. Buna paralel olarak gürültünün olumsuz etkilerinden orta dereceli olarak etkilenmektedirler.
5. Özellikle cinsiyet ve yaş faktörüne bağlı olarak gürültü farkındalığı, gürültünün değerlendirilmesi ve gürültüden etkilenme düzeyi değişiklik gösterebilmektedir.

Yukarıda açıklanan sonuçlar Bingöl kent merkezinde günümüz için yüksek oranlı gürültü kirliliği olmadığını göstermektedir. Ancak bu sonuçları destekleyici gürültü ölçümlerinin de yapılması gerektiği unutulmamalıdır. Ayrıca kentleşme hızında göz önünde bulundurularak bu ölçümlerin sıklıkla yapılması, gerekli teknik ve yasal önlemlerin alınması da gerekmektedir. Sonuç olarak kullanıcı görüşleri doğrultusunda gürültü kaynakları ve nedenleri gözden geçirilerek, gürültüye neden olan etkenlerin ortadan kaldırılması (özellikle D300 karayolu kaynaklı), yeni alan kullanım planlanmasında (park, konut, okul, yol vb.) gürültü kriterinin göz önünde bulundurulması ve mevcut gürültü kaynaklarının bitkisel gürültü bariyerleri ve ekolojik koridorlar planlanarak giderilmesi önerilmektedir.

**Teşekkür:** Bu araştırmada elde edilen veriler; TÜBİTAK Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB) 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2022/1 dönemi kapsamında desteklenen

1919B012204681 numaralı proje verilerine dayanmaktadır. Veri toplamada destek veren Peyzaj Mimarlığı bölümü öğrencileri Fatoş ÖZTEKİN, Dilan SÖKMEN, Serda ARSLAN ve Çiçek ARMAN'a katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

**NOT:** Bu çalışma 24-26 Mayıs 2024 tarihleri arasında düzenlenen "Munzur 6th International Conference on Applied Sciences" kongresinde sunulmuş ve özet olarak yayınlanmıştır.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Hüccet VURAL  <http://orcid.org/0000-0001-6115-1572>

## KAYNAKLAR

- Aksu, A. 2023. Erzurum Kent Merkezi Karayolu Güzergahında Ekolojik Koridor Kapsamında Gürültü Önleme Bariyeri Planlaması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 212 sayfa, Erzurum.
- Aktaş, D. ve Kiper, T. 2022. Kentsel yaşam kalitesi temelinde park alanlarında gürültü düzeylerinin belirlenmesi: Tekirdağ/Çorlu örneği. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 11(2), 165-179.
- Anonim, 2024. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çevresel Göstergeler, Kentsel- Kırsal Nüfus Oranı Verileri. [https://cevreselegostergeler.csb.gov.tr/kentsel---kirsal-nufus-orani-i-85670#\\_edn1](https://cevreselegostergeler.csb.gov.tr/kentsel---kirsal-nufus-orani-i-85670#_edn1) (Erişim Tarihi: 09.08.2024).
- Ayanugo, A. O., Ogaji, D. S. ve Agbapuonwu, N. 2024. Association of church-house noise pollution on mental health of individuals living in proximity in Owerri, Imo State. *International Journal of Public Health, Pharmacy and Pharmacology*, 9(3), 12-22.
- Ayyubi, M. S., Iqbal, Z., Lodhi, S. ve Tahir, Z. 2024. Assessment and analysis of public perception of environmental pollution: A Case Study of Lahore. *CARC Research in Social Sciences*, 3(2), 186-197.
- Babisch, W., Pershagen, G., Selander, J., Houthuijs, D., Breugelmans, O. ve Cadum, E. 2013. Noise annoyance—A modifier of the association between noise level and cardiovascular health? *Science of the Total Environment*, 452, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.02.034>
- Baş, T. 2008. *Anket. Araştırma Yöntemleri Dizisi:2*, Seçkin Yayıncılık, 5. Baskı, Ankara.
- Barth, W.E. 1987. *Praktischer Umwelt und Naturschutz*. Verlag Paul Parey, Hamburgund Berlin,1987.
- Bayramoğlu, E., Özdemir, B. ve Demirel, Ö. 2014. Gürültü Kirliliğinin kent parklarına etkisi ve çözüm önerileri: Trabzon kenti örneği. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 4(9), 35-42.
- Begou, P., Kassomenos, P. ve Kelessis, A., 2020. Effects of road traffic noise on the prevalence of cardiovascular diseases: The case of Thessaloniki. *Greece. Sci. Total Environ.* 703, 134477. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134477>.
- Beutel, M. E., Junger, C., Klein, E. M., Wild, P., Lackner, K. ve Blettner, M. 2016. Noise annoyance is associated with depression and anxiety in the general population—the contribution of aircraft noise. *PLoS One*, 11(5), e0155357. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155357>
- Büyüköztürk, Ş. 2011. *Veri Analizi El Kitabı* (15.Baskı). Pegem Akademi Yayınları, Ankara.
- Cansaran, D. 2019. Gürültü kirliliği düzeyini belirlemeye yönelik bir çalışma: Amasya ili örneği. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 74(1), 89-108.
- Carrier, M., Apparicio, P. ve Séguin, A. M. 2016. Road traffic noise in Montreal and environmental equity: What is the situation for the most vulnerable population groups? *Journal of Transport Geography*, 51, 1-8.
- Casas, W. J. P., Cordeiro, E. P., Mello, T. C. ve Zannin, P. H. T. 2014. Noise mapping as a tool for controlling industrial noise pollution. *Journal of scientific & industrial research [recurso eletrônico]*. New Delhi. Vol. 73 (4), 262-266.
- Coşkun, S., Sava, B. ve Şahin, C. 2022. Isparta Kent Merkezi Hastane Yerleşkelerinin Gürültü Kirliliği Açısından İncelenmesi. *Kent Akademisi*, 15(2), 848-860.
- Çepel, N. 2006. Gürültü kirliliği. *Editör: Aydemir. A.. Erozyon Doğa ve Çevre. Birinci Baskı. Ankara: Tema Yayınları*, 1-8.
- Dal, H. 2012. Sakarya ili şehir merkezinin gürültü kirliliği üzerine bir ön çalışma. *Sakarya University Journal of Science*, 16(2), 83-91.
- Deveci, S. ve Yorulmaz, F. 2022. Edirne il merkezinde çevresel gürültünün değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 15(2), 234-244.
- Dokur, Ş., Madanoğlu, Z. N., Kesmezacar, Ö. ve Bakırcı, N., 2005. Endüstriyel gürültü sorunu ve korunma. *TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 6(21), 17-24.
- Erbaş, E. E. ve Özfırat, M. 2024. Ağır Sanayide Örnek bir Çalışma ile Gürültü Ölçümlerinin Değerlendirilmesi ve Önlemler. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 2(1), 29-40.

- Evans G,W. ve Hygge S. 2000. Noise and performance in children and adults. In D. Prasher (Ed.), Handbook of noise and health
- Fiedler, P. E. K. ve Zannin, P. H. T. 2015. Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs—Noise maps and measurements. *Environmental Impact Assessment Review*, 51, 1-9.
- Foraster, M., Eze, I.C., Vienneau, D., Schaffner, E., Jeong, A., Héritier, H. ve Probst-Hensch, N. 2018. Long-term exposure to transportation noise and its association with adiposity markers and development of obesity. *Environ. Int.* 121, 879–889. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.057>.
- Gözener, B., Sayılı, M. 2013. Tüketicilerin Açık Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Tercihlerinin İncelenmesi Tokat-Turhal İlçesi Örneği. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*. 1(2013): 160-175.
- Günes, M. ve Özyavuz, M. 2018. Noise mapping of Namik Kemal University Campus (Tekirdag–Turkey) by using geographic information systems. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 19(1), 186-195.
- Hatipoğlu, M. N. ve Akın, B. S. 2022. Şehir içi akaryakıt istasyonları gürültü kaynakları ve kontrolü. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(2), 663-679.
- Job R.F.S., 1996. The influence of subjective reactions to noise on health effects of the noise. *Environmental International*, 22 (1), 93–104.
- Kalelioğlu, Ö. ve Köse, E. 2021. Çimento fabrikasında gürültü düzeylerinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (25), 43-49.
- Kaya, G. K. 2020. *Gaziantep'in yoğun trafik bölgelerindeki gürültü seviyelerinin belirlenmesi ve çevresel etkileri* (Master's thesis, Hasan Kalyoncu Üniversitesi).
- Kaymaz, I., Belkayalı, N. ve Akpınar, N. 2015. Ses yürüyüşü yöntemi ile kent parklarında akustik karakterin belirlenmesi. *Uluslararası Hakemli Tasarım ve Mimarlık Dergisi*, 2(4), 41-67.
- Khilman, T. 2004. Noise pollution in cities, Curitiba and Goteborg as examples. In *proceeding of*.
- Kılıç, M. Y. ve Adalı, S. 2020. İlkokul çevresinde gürültü kirliliğinin belirlenmesi: Bursa ili örneği. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(3), 1607-1615.
- Kılıç, M. Y., Kılıç, İ. ve Adalı, S. 2021. Kentsel yerleşim alanlarında çevresel gürültünün belirlenmesi: Bursa Dikkaldırım Mahallesi örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(3), 792-804.
- Kızıoğlu, S., Karakaya, E. 2019. Bingöl ilinin kırsal turizm potansiyelinin belirlenmesi ve Bingöl ili sakinlerinin kırsal turizm algılamaları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(2), 257-266.
- Lee, S., Kim, K. R. ve Lee, W. 2024. Exploring the link between pediatric headaches and environmental noise exposure. *BMC pediatrics*, (241), 94.
- Lee, Y., Lee, S. ve Lee, W. 2023. Occupational and environmental noise exposure and extra-auditory effects on humans: A systematic literature review. *GeoHealth*, 7(6), e2023GH000805. <https://doi.org/10.1029/2023GH000805>
- Lercher, P., Evans, G.W., Meis, M., 2003. Ambient noise and cognitive processes among primary schoolchildren. *Environ. Behav.* 35 (6), 725–735. <https://doi.org/10.1177/0013916503256260>.
- Liang, P., Li, J., Li, Z., Wei, J., Li, J., Zhang, S., ... & Wang, J. 2024. Effect of low-frequency noise exposure on cognitive function: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 24(1), 125.
- Licitra, G., Fredianelli, L., Petri, D., Vigotti, M.A., 2016. Annoyance evaluation due to overall railway noise and vibration in Pisa urban areas. *Sci. Total Environ.* 568, 1315–1325. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.071>.
- Lusk, S. L., Gillespie, B., Hagerty, B. M. ve Ziemba, R. A. 2004. Acute effects of noise on blood pressure and heart rate. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 59(8), 392–399. <https://doi.org/10.3200/aeoh.59.8.392-399>
- Marius A., Tijunelis M. D., Fitzsullivan B A., Sean O, Henderson M.D. 2005. Noise in the ED. The American journal of emergency medicine. 23 (3), 332-335
- McGuire, S., Muller, U., Elmenhorst, E.-M. ve Basner, M. 2016. Inter-individual differences in the effects of aircraft noise on sleep fragmentation. *Sleep*, 39(5), 1107–1110. <https://doi.org/10.5665/sleep.5764>
- Morillas, J. M. B., Gozalo, G. R., González, D. M., Moraga, P. A. ve Vilchez-Gómez, R. 2018. Noise pollution and urban planning. *Current Pollution Reports*, 4(3), 208-219.
- Newbury, J. B., Heron, J., Kirkbride, J. B., Fisher, H. L., Bakolis, I., Boyd, A., ... & Zammit, S. 2024. Air and noise pollution exposure in early life and mental health from adolescence to young adulthood. *JAMA Network Open*, 7(5), e2412169-e2412169.
- Nuyts, V., Nawrot, T. S., Scheers, H., Nemery, B. and Casas, L., 2019. Air pollution and selfperceived stress and mood: A one-year panel study of healthy elderly persons. *Environmental Research*, 177, 108644.
- Özkurt, N., Oğuz, M. N. T., Sarı, D., Hamamcı, S. F., Erdöl, M., Çakmak, E. G., ... & Gençer, F. 2024. Karayollarında gürültü bariyer sistemleri uygulanabilir potansiyel kesitlerin belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 39(2), 1003-1016.

- Passchier-Vermeer W., ve Passchier W. F. 2000. Noise exposure and public health. *Environmental Health Perspectives Supplements*, 108 (1), 123–131.
- Peer, M. Y., Mir, M. S., Vanapalli, K. R. ve Mohanty, B. 2024. Road traffic noise pollution and prevalence of ischemic heart disease: modelling potential association and abatement strategies in noise-exposed areas. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(8), 1-24.
- Rahman, M. M., Tasnim, F., Quader, M. A., Bhuiyan, M. N. U. I., Sakib, M. S., Tabassum, R., ve Islam, A. R. M. T., 2022. Perceived noise pollution and self-reported health status among adult population of Bangladesh. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4), 2394.
- Recio, A., Linares, C., Banegas, J.R. ve Díaz, J. 2016. Road traffic noise effects on cardiovascular, respiratory, and metabolic health: An integrative model of biological mechanisms. *Environ. Res.* 146, 359–370. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.12.036>.
- Roswall, N., Raaschou-Nielsen, O., Jensen, S.S., Tjønneland, A. ve Sørensen, M. 2018. Long-term exposure to residential railway and road traffic noise and risk for diabetes in a Danish cohort. *Environ. Res.* 160, 292–297. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.008>.
- Roswall, N., Raaschou-Nielsen, O., Ketzel, M., Gammelmark, A., Overvad, K., Olsen, A. ve Sørensen, M. 2017. Long-term residential road traffic noise and NO<sub>2</sub> exposure in relation to risk of incident myocardial infarction-A Danish cohort study. *Environ. Res.* 156, 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.03.019>.
- Soylu, H. 2009. Bingöl’de hızlı şehirleşmeden kaynaklanan çevre sorunları. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 87-104.
- Stansfeld S., Haines M. ve Brown B. 2000. Noise and health in the urban environment. *Reviews of Environmental Health*, 15, 43–82.
- Sygna, K., Aasvang, G.M., Aamodt, G., Oftedal, B. ve Krog, N.H. 2014. Road traffic noise, sleep and mental health. *Environ. Res.* 131, 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.02.010>.
- Şahin, K. 2014. Atakum (Samsun) şehrinde çevresel gürültü kirliliği. *Journal of International Social Research*, 7(29).
- Thompson, R., Smith, R. B., Karim, Y. B., Shen, C., Drummond, K., Teng, C. ve Toledano, M. B. 2022. Noise pollution and human cognition: An updated systematic review and meta-analysis of recent evidence. *Environment International*, 158, 106905.
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK] 2021. Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçları, <http://tuik.gov.tr/Start.do> adresinden erişilmiştir.
- Ünver, E. 2018. *Trafik ve rekreasyonel kullanım kaynaklı gürültü kirliliğinin belirlenmesi: Çorlu örneği* (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- Vienneau, D., Schindler, C., Perez, L., Probst-Hensch, N. ve Röösli, M. 2015. The relationship between transportation noise exposure and ischemic heart disease: a metaanalysis. *Environ. Res.* 138, 372–380. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.02.023>.
- Vladimir, M. ve Madalina, C. 2019. Optimizing urban landscapes in regard to noise pollution. *Procedia Manufacturing*, 32, 161-166.
- Vural, H. 2020. Bingöl’ün yaşanabilir kent olma yolunda fiziki problemleri ve öncelikleri üzerine bir değerlendirme. *OPUS International Journal of Society Researches*, 15(1), 5006-5031.
- Yeşil, M. ve Güzel, M. 2023. Üniversite yerleşkelerinde gürültü kirliliğinin ölçülmesi: Ordu Üniversitesi Cumhuriyet Yerleşkesi örneği. *Kent Akademisi*, 16(1), 164-180.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H., 2013. Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri (9. baskı). Seçkin Yayıncılık, No:76, 448 s, Ankara.
- Yılmaz, H. ve Özer, S. 2005. Evaluation and analysis of environmental noise pollution in the city of Erzurum, Turkey. *International Journal of Environment and Pollution*, 23(4), 438-448.
- Yu, Y., Paul, K., Arah, O., Mayeda, E., Wu, J., Lee, E. ve Ritz, B. 2020. Air pollution, noise exposure, and metabolic syndrome – A cohort study in elderly Mexican-Americans in Sacramento area. UNSP 105269. *Environ. Int.* 134. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105269>.
- Yuan, M., Yin, C., Sun, Y. ve Chen, W. 2019. Examining the associations between urban built environment and noise pollution in high-density high-rise urban areas: A case study in Wuhan, China. *Sustainable Cities and Society*, 50, 101678.
- Zannin, P. H. T., Ferreira, A. M. C. ve Szeremetta, B. 2006. Evaluation of noise pollution in urban parks. *Environmental monitoring and assessment*, 118(1), 423-433.

## Portola ve Kabarla Çilek Çeşitlerinde Hasat Öncesi Farklı Gübre Uygulamalarının Hasat Sonrası Performansı Üzerine Etkisi

Fırat İŞLEK<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş

\*Sorumlu Yazar: [f.islek@alparslan.edu.tr](mailto:f.islek@alparslan.edu.tr)

Geliş Tarihi: 04.09.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 24.09.2024 Kabul Tarihi: 24.09.2024

### ÖZ

Bu çalışmada, kabarla ve portola çilek çeşitleri hasat öncesi kontrol, yaprak gübresi, organomineral gübre ve çiftlik gübresi uygulamalarıyla yetiştirilmiş olup hasat sonrası modifiye atmosfer koşullarında 4°C sıcaklıkta 12 gün süreyle %90-95 nispi nemde depolanmıştır. Depolama periyodu süresince her 4 günde bir meyve örneklerinde; ağırlık kaybı, suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asit miktarı, toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesi analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre organomineral gübre ile yetiştirilen meyvelerin hasat döneminde daha kaliteli meyveler oluşturduğu ve bu kaliteyi hasat sonrası diğer uygulamalara nazaran koruduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Çilek, Gübre, Depolama

## Effect of Different Pre-harvest Fertiliser Applications on Post-harvest Performance of Portola and Kabarla Strawberry Cultivars

### ABSTRACT

In this study, Kabarla and Portola strawberry cultivars were grown with control, foliar fertiliser, organomineral fertiliser and farmyard fertiliser treatments before pre-harvest and post-harvest stored under modified atmosphere conditions at 4°C temperature for 12 days at 90-95% relative humidity. Weight loss, water soluble dry matter, titratable acid content, total phenolic content and antioxidant capacity were analysed every 4 days during the storage period. According to the results obtained, it was determined that the fruits grown with organomineral fertiliser formed better quality fruits at harvest and maintained this quality after harvest compared to other treatments.

**Key words:** Fertiliser, Storage, Strawberries

### GİRİŞ

Giderek artan dünya nüfusu hem gıda ihtiyacının karşılanması hem de doğal kaynak kullanımı üzerindeki baskıyı önemli ölçüde artırmaktadır. Gıda güvenliğinin ekosistemi ve biyoçeşitliliği tehlikeye atmadan sağlanması, kısıtlı kaynaklar ve küresel iklim değişikliği bağlamında önemli bir küresel politika olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tarımsal üretimde uzun yıllardır sentetik gübre kullanımı, ürün kalitesinde düşüş, insan sağlığı üzerinde zararlı etkiler ve biyoçeşitliliğin azalması gibi sorunlara yol açmaktadır. Tarımsal üretimin yüksek verimli olmasının yanı sıra sürdürülebilir olması da günümüzde arzu edilen bir durumdur. Bitkisel üretimde organik gübre kullanımı kültürel önlemlerin ilk sıralarında yer almaktadır (Çakır ve ark., 2020). Bitki besin maddesi olarak organik gübrelerin tarımsal üretimde kullanımı ile toprağın biyolojik, kimyasal ve fiziksel özellikleri iyileştirilmekte ve bitkilerin ihtiyaç duydukları besin maddeleri sağlanmaktadır. Böylece üretimde kalitenin yanı sıra verimde de artış sağlanmaktadır (Madejón ve ark., 2001; Sönmez ve ark., 2002). Son yıllarda çilek



meyvesinin tüketimi, içerisinde bulunan lif, vitamin, kalsiyum, fosfor, demir ve flavonoidler gibi faydalı bileşiklerin yanı sıra antioksidan özellikleri nedeniyle artmaktadır. Fakat hasattan sonra içerdiği yararlı bileşiklerin miktarı hızla azalmakta ve raf ömrü kısalmaktadır. Bu nedenle, hasattan sonra çilek meyvelerinin kalitesini ve besin değerini korumak için uygun yöntemler geliştirmek son derece önemlidir (Fernández-León ve ark., 2013). Bu bağlamda, taze ürünlerin kalitesini ve besin içeriğini korumak büyük bir sorun teşkil etmektedir (Caleb ve ark., 2012). Meyve metabolizma hızının azaltılması ve meyvede oluşabilecek bozulmayı kontrol altına alarak raf ömrünü uzatmak için soğuk depolama yöntemi uzun yıllardır kullanılmakta olup bu yöntemin etkili olduğu belirlenmiştir (Almeida ve ark., 2015). Bununla birlikte, uzun süreli depolama için, meyve kalitesini korumak yeterli değildir ve bu nedenle modifiye atmosfer gibi diğer hasat sonrası koruma tekniklerinin kullanılması gerekmektedir. Modifiye atmosfer yöntemini kullanarak ürün depolama ve muhafaza etme birçok sebze üzerinde başarılı olduğu pek çok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir. Bu teknik, kullanılan ambalaj ile ortam havasıyla gaz alışverişinden kaynaklanan CO<sub>2</sub> kısmi basıncındaki artış ve O<sub>2</sub>'deki düşüştürten meydana getirmektedir (Silveira ve ark., 2014). Düşük kısmi oksijen basıncına sahip ambalaj, solunum hızını azaltabilir ve raf ömrünü normal hava içeren ambalajdan daha uzun süre veya daha iyi kalitede muhafaza edebilmektedir. Çilekte mineral ve fenolik bileşik konsantrasyonlarının hasat öncesi koşullardan (bitki besleme, genotip ve hasat olgunluğu gibi) ve hasat sonrası faktörlerden (depolama süresi, sıcaklık ve işleme gibi) etkilendiği bilinmektedir (Cordenunsi ve ark., 2002; Kafkas ve ark., 2007). Ayrıca toprak tipleri, gübreleme ve malçlama bitkinin ihtiyaç duyduğu su ve besin maddelerini doğrudan etkilediği gibi hasat edilen meyvenin besin bileşimini, askorbik asit içeriğini ve antioksidan aktivitesini de etkilemektedir (Wang ve Lin, 2002). Ca, Mg ve N ile zenginleştirilmiş düşük organik maddeli ve düşük katyon değişim kapasiteli kumlu toprakta yetiştirilen bitkiler, ilave gübre verilmeyen bitkilere göre meyvede daha fazla askorbik asit oluşturmaktadır (Wang, 2006). Bununla birlikte Wang ve Lin (2002), çilek organik asitleri olan malik asit ve sitrik asidin gübre ilavesiyle arttığını bildirmiştir.

Gübre, tarımda önemli bir organik madde kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bir toprak takviyesi olarak gübre, çileklerde bitki büyümesini, meyve kalitesini ve askorbik asit ve flavonoid içeriğini önemli ölçüde artırmaktadır. Gübreleme yapılarak yetiştirilen çilek bitkileri yüksek düzeyde fenolik, flavonol ve antosiyanin içeriğine sahip meyveler oluşturmaktadır (Wang, 2006; Wang ve Lin, 2002). Öte yandan organik olarak yetiştirilen çilekler, konvansiyonel tarım uygulamalarıyla üretilenlere kıyasla daha yüksek toplam fenolik madde içerikleri sahip bulunmaktadır ve bu durumun nedeni, gerekli tüm besin maddelerini organik maddeden almalarıdır. Ayrıca, flavonol içeriği organik olarak yetiştirilen çilek meyvelerinde geleneksel olarak yetiştirilenlere göre daha yüksek olmaktadır. Bu veriler, organik yetiştiricilik uygulamasının bir sonucu olarak bitkinin antioksidan savunma sisteminde bir iyileşme meydana geldiğine dair kanıtlar sunmaktadır (Wang, 2006). Bununla birlikte, çoğu çalışma çilekte organik üretim ve ürün performansı arasında olumlu bir korelasyon olduğunu gösterse de Hargreaves ve ark. (2008), organik değişikliklerin inorganik değişikliklere kıyasla meyve kalitesini artırmadığını ve geleneksel ve organik olarak yetiştirilen çilekler arasında toplam fenolik içerik açısından hiçbir fark gözlenmediğini tespit etmiştir.

Çilek meyvesinin kalitesi, diğer bahçe ürünlerde olduğu gibi, çeşit ile hasat öncesi faktörlerin etkileşimi sonucu şekillenir. İklim koşulları ve tarımsal uygulamalar gibi hasat öncesi faktörler, çileğin doğal kalitesini belirlerken, bu faktörlerin genetik özelliklerle etkileşimi meyvenin nihai kalitesini tayin eder (Kays, 1999). Çilek meyve kalitesi hasattan sonra iyileştirilemeyeceğinden, tüketici kabulünü ve raf ömrünü iyileştirmek için hasat öncesi faktörlerin rolü önemlidir (Wang, 2006). Meyve kalitesinin önemli bir belirleyicisi, büyüme ve gelişme sırasında temel besin maddelerinin mevcudiyetidir. Bunlar arasında kalsiyum (Ca), çilek de dahil olmak üzere birçok meyvede olgunlaşma ve yaşlanma süreçlerini yavaşlatmaktadır (Singh ve ark., 2007). Nestby ve ark. (2005) ile Prange ve De Eil (1995), Ca'un çileğin hasat sonrası kalitesi üzerindeki etkisi konusunda son 25 yılda yapılan araştırmaların çelişkili sonuçlar verdiğini bildirmektedir. Bazı çalışmalarda, Ca'un yapraklardan uygulamaları ve toprağa uygulanması, çeşitten bağımsız olarak meyve kalitesini etkilemezken, diğer çalışmalar Ca uygulamasına bağlı olarak raf ömrünün arttığını göstermektedir (Singh ve ark., 2007). Azot (N), meyve kalitesi için bir diğer önemli besin maddesidir ve N'nin verim ve meyve kalitesi üzerindeki hem olumlu hem de olumsuz etkileri kaydedilmiştir. N'nin meyve kimyasal bileşenleri üzerindeki etkisi değişken olup, uygulama zamanı ve oranı ile diğer çevresel faktörlere bağlı olarak yıldan yıla farklılık göstermektedir (Nestby ve ark., 2005). Çalışmanın amacı; çilekte hasat öncesi gübre uygulamalarının hasat sonrası modifiye atmosfer şartlarında depolama üzerine etkisi incelemektir.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Çalışma, Muş ilinde Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlı olarak yürütülmüş olup çalışmanın materyalini kabarla ve portola çilek çeşitleri oluşturmuştur. Denemede çilek fideleri masura üzerine çift sıra olarak dikilmiştir. Sıra arası mesafe 25 cm sıra üzeri mesafe 30 cm olarak ayarlanmıştır. kontrol grubu

(gübre uygulaması yapılmayan) ve üç farklı (yaprak gübresi (2000 cc/da), organomineral gübre (2000 cc/da), ve çiftlik gübresi (3 ton/da)) gübre olacak şekilde oluşturulmuştur. Aynı olgunluk aşamasına gelen meyveler hasat edildikten sonra 12 saat 10° C’de ön soğutmaya tabi tutulduktan sonra köpük tabaklarda streçlenip %90-95 nispi nemde 4°C sıcaklıkta 12 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Örnekler 4'er gün aralıkla (0.,4.,8. ve 12. günlerde) analiz edilmiştir. Muhafaza süresince yapılan analizler;

#### Yöntem

Çalışma Muş ilinde Tesadüf blokları deneme deseni uyarınca üç tekrarlı olarak yürütülmüş olup çalışmanın materyalini kabarla ve portola çilek çeşitleri oluşturmuştur. Deneme, kontrol grubu ve üç farklı (Yaprak gübresi, Organomineral gübre ve çiftlik gübresi) gübre olacak şekilde oluşturulmuştur. Aynı olgunluk aşamasına gelen meyveler hasat edildikten sonra 12 saat 10° C’de ön soğutmaya tabi tutulduktan sonra köpük tabaklarda streçlenip %90-95 nispi nemde 4°C sıcaklıkta 12 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Örnekler 4 günde (0.,4.,8. ve 12. günlerde) bir analiz edilmiştir. Muhafaza süresince yapılan analizler;

#### Ağırlık Kaybı

Depolama süresince, 500 gramlık paketlerde muhafaza edilen ürünlerin ağırlıkları her analiz gününde hassas terazi kullanılarak ölçülmüş ve ağırlık kaybı yüzdesi hesaplanmıştır..

#### pH, Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM), Titre Edilebilir Asitlik (TEA)

pH değeri, pH metre (Mettler Toledo ) probu ile çilek meyvelerinden elde edilen meyve suyundan tespit edilmiştir.

Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) elde edilen meyve suyundan dijital el refraktometresi (Atago, Tokyo, Japonya) ile tespit edilmiş ve sonuçlar °brix olarak gösterilmiştir

Titre edilebilir asitlik miktarı ise Cemeroglu (2007)'na göre pH 8.1 olana kadar 0.1 N NaOH çözeltisi meyve suyuna ilave edilmiştir ve sonuçlar malik asit (%) eşdeğeriyle hesaplanmıştır.

#### Toplam Fenol ve Antioksidan Kapasitesi

Püre haline getirilen çilek meyvelerinden her bir analiz için 1 g alınıp üzerine 5 mL metanol eklenerek yaklaşık 1 dk homojenizatörde homojenize edilmiştir.

Homojenize edilen örnekler 12 dk 10000 rpm’de santrifüjlenmiştir. Santrifüjle ayrılan supernatant kısım 0.45 µm membran filtreden geçirilip toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitesi analizlerinde kullanılmıştır.

Toplam fenol içeriği, örneklerin supernatant kısmından spektrofotometre (Thermo Scientific Genesys 10S UV-VIS, USA) ile belirlenmiştir. Örneklerin absorbanansı 725 nm’de okunmuştur. Hesaplamada gallik asit eşdeğeri göz önünde bulundurulmuştur. Sonuçlar, mg GAE 100 g-1 olarak verilmiştir (Swain ve Hillis, 1959).

Antioksidan kapasitesi ise Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) yöntemi ile belirlenmiştir. Örnekler 593 nm dalga boyunda okunarak sonuçlar µmol trolox eşdeğeri (TE) g-1 olarak ifade edilmiştir (Benzie ve Strain, 1996).

#### Verilerin Değerlendirilmesi

Bu çalışmanın varyans analizi JMP (jmp pro 13) istatistik paket programı kullanılarak tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmıştır. Ortalamalar ve çoklu karşılaştırmalar ise DUNCAN testi uyarınca %5 önem seviyesine göre belirlenmiş ve farklı harflerle ifade edilmiştir..

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Yaprak gübresi, çiftlik gübresi, organomineral gübre uygulamaları ve kontrol (uygulama yapılmayan) ile yetiştirilen kabarla ve portola çilek çeşitlerinin, depolama süresince ağırlık kaybında meydana gelen değişim değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Gübre uygulamaları arasındaki fark 0. gün hariç tüm günlerde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.05).

Çizelge 1. Depolama süresince ağırlık kaybında meydana gelen değişimler.

Çeşit	Uygulama	Ağırlık Kaybı (%)			
		0. gün	4. gün	8. gün	12. gün
Kabarla	Kontrol	0,00	0,87 <sup>B</sup>	1,28 <sup>A</sup>	1,46 <sup>A</sup>
	Yaprak gübresi	0,00	0,89 <sup>A</sup>	1,13 <sup>B</sup>	1,33 <sup>AB</sup>
	Çiftlik gübresi	0,00	0,92 <sup>AB</sup>	1,09 <sup>C</sup>	1,20 <sup>BC</sup>
	Organomineral	0,00	0,94 <sup>AB</sup>	1,06 <sup>C</sup>	1,25 <sup>B</sup>
Portola	Kontrol	0,00	1,02 <sup>A</sup>	1,18 <sup>AB</sup>	1,39 <sup>AB</sup>
	Yaprak gübresi	0,00	1,00 <sup>A</sup>	1,10 <sup>B</sup>	1,26 <sup>B</sup>
	Çiftlik gübresi	0,00	0,93 <sup>AB</sup>	1,06 <sup>C</sup>	1,25 <sup>B</sup>
	Organomineral	0,00	0,99 <sup>A</sup>	1,08 <sup>C</sup>	1,19 <sup>BC</sup>
<b>CV</b>		3,654			

Farklı harflerle gösterilen değerler farklı grupları göstermektedir.

Çizelge 1 incelendiğinde, depolama sonunda en fazla ağırlık kaybı kabarla çeşidinin kontrol uygulamasında (%1,46) bulunmuş olup en az ağırlık kaybı ise portola çeşidinin organomineral uygulamasında (%1,19) olduğu tespit edilmiştir.

Hasat sonrası meydana gelen ağırlık kaybı, taze ürünlerin kalitesini etkileyen temel faktörlerden biridir ve meyvelerin bozulup pürsümesine yol açmaktadır (Lufu ve ark., 2020). Çilek meyvesi, ince meyve yüzeyi yapısı nedeniyle hızlı su kaybına karşı yüksek hassasiyete sahiptir (Hernández-Muñoz ve ark., 2008). İşlek ve Çavuşoğlu (2022), farklı gübre uygulamalarıyla yetiştirdikleri kavunda hasat sonrası ağırlık kaybının en fazla kontrol grubu meyvelerinde meydana geldiğini bildirmişlerdir. Yılmaz ve Çavuşoğlu (2022), ise farklı gübre uygulamalarıyla yetiştirdikleri patlıcanda yine ağırlık kaybının en fazla kontrol grubu meyvelerinde meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Çalışma bu yönüyle önceki çalışmaları destekler niteliktedir.

Çizelge 2. Depolama süresince pH değerinde gelen değişimler.

Çeşit	Uygulama	pH			
		0. gün	4. gün	8. gün	12. gün
Kabarla	Kontrol	3,91 <sup>A</sup>	3,97 <sup>A</sup>	4,04 <sup>A</sup>	4,09 <sup>A</sup>
	Yaprak gübresi	3,84 <sup>A</sup>	3,90 <sup>A</sup>	3,97 <sup>A</sup>	3,97 <sup>A</sup>
	Çiftlik gübresi	3,79 <sup>B</sup>	3,85 <sup>A</sup>	3,90 <sup>A</sup>	3,97 <sup>A</sup>
	Organomineral	3,77 <sup>B</sup>	3,82 <sup>A</sup>	3,86 <sup>AB</sup>	3,91 <sup>AB</sup>
Portola	Kontrol	3,55 <sup>C</sup>	3,66 <sup>B</sup>	3,72 <sup>AB</sup>	3,80 <sup>B</sup>
	Yaprak gübresi	3,40 <sup>CD</sup>	3,53 <sup>BC</sup>	3,62 <sup>B</sup>	3,71 <sup>BC</sup>
	Çiftlik gübresi	3,42 <sup>CD</sup>	3,48 <sup>BC</sup>	3,57 <sup>B</sup>	3,63 <sup>C</sup>
	Organomineral	3,40 <sup>CD</sup>	3,36 <sup>C</sup>	3,50 <sup>B</sup>	3,59 <sup>C</sup>
CV		2,200			

Farklı harflerle gösterilen değerler farklı grupları göstermektedir.

Yaprak gübresi, çiftlik gübresi, organomineral gübre uygulamaları ve kontrol (uygulama yapılmayan) ile yetiştirilen kabarla ve portola çilek çeşitlerinin, depolama süresince pH değerinde meydana gelen değişim değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Gübre uygulamaları arasındaki fark tüm günlerde istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Çilek meyvelerinin pH değerleri depolama süresince artış göstermiş olup her iki çeşitte de en yüksek pH değeri tüm gübre uygulamalarında kontrol grubunda (kabarla 4,09 ve portola 3,80) olduğu saptanmıştır. En düşük pH değeri ise her iki çeşitte de organomineral gübre (kabarla 3,91 ve portola 3,59) uygulamasında belirlenmiştir.

Solunum pH’ı etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Kader ve Ben-Yehoshua, 2000). Düzgün ve Çavuşoğlu (2024), Albion çilek çeşidi meyvelerinin depolanması sırasında pH değerinde depolama başlangıcından sonuna kadar tüm uygulamalarda artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Depolama süresi arttıkça çilek meyvelerinin pH değerlerinin olgunlaşma ile birlikte arttığı bulguları ile uyumludur.

Çizelge 3. Depolama süresince SÇKM miktarında (%) meydana gelen değişimler.

Çeşit	Uygulama	SÇKM			
		0. gün	4. gün	8. gün	12. gün
Kabarla	Kontrol	8,18 <sup>C</sup>	8,28 <sup>BC</sup>	8,44 <sup>C</sup>	8,60 <sup>B</sup>
	Yaprak gübresi	8,35 <sup>B</sup>	8,40 <sup>B</sup>	8,46 <sup>C</sup>	8,52 <sup>BC</sup>
	Çiftlik gübresi	8,63 <sup>AB</sup>	8,70 <sup>AB</sup>	8,74 <sup>B</sup>	8,79 <sup>AB</sup>
	Organomineral	8,83 <sup>A</sup>	8,87 <sup>A</sup>	8,92 <sup>A</sup>	8,96 <sup>A</sup>
Portola	Kontrol	7,32 <sup>DE</sup>	7,36 <sup>D</sup>	7,46 <sup>EF</sup>	7,64 <sup>CD</sup>
	Yaprak gübresi	7,49 <sup>D</sup>	7,50 <sup>CD</sup>	7,55 <sup>E</sup>	7,64 <sup>CD</sup>
	Çiftlik gübresi	7,49 <sup>D</sup>	7,58 <sup>CD</sup>	7,62 <sup>D</sup>	7,70 <sup>C</sup>
	Organomineral	7,61 <sup>CD</sup>	7,65 <sup>C</sup>	7,70 <sup>D</sup>	7,76 <sup>C</sup>
CV		3,860			

Farklı harflerle gösterilen değerler farklı grupları göstermektedir.

Yaprak gübresi, çiftlik gübresi, organomineral gübre uygulamaları ve kontrol (uygulama yapılmayan) ile yetiştirilen kabarla ve portola çilek çeşitlerinin, depolama süresince SÇKM miktarında meydana gelen değişim değerleri Çizelge 3’te verilmiştir. Gübre uygulamaları arasındaki fark tüm günlerde istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

SÇKM miktarı depolama gününe paralel olarak tüm uygulamalarda artış göstermiştir. Depolama sonunda SÇKM miktarında en yüksek artış oranı her iki çeşitte de kontrol grubunda olduğu en az artış oranı ise

organomineral gübre uygulamasında olduğu gözlemlenmiştir. Bahçe ürünlerinin olgunlaşması sürecinde SÇKM sakkaroz biyosentezinde önemli bir role sahip olan sakkaroz fosfat sentez enziminin aktivitesine bağlı olarak artar ve bu enzim etilen tarafında aktif hale gelir. (Özgan et al., 2018). Suda çözünabilir kuru madde miktarı kalite parametreleri arasında önemli bir yer teşkil etmektedir. SÇKM değerinde artış, olgunlaşma ile meyvede bulunan nişastanın parçalanıp şekere dönüşmesinden kaynaklanmaktadır (Augusto ve ark., 2016). Nitekim bizim çalışmamızda da benzer sonuçlar tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Depolama süresince TEA miktarında (%) meydana gelen değişimler.

		TEA			
Çeşit	Uygulama	0. gün	4. gün	8. gün	12. gün
Kabarla	Kontrol	1,25 <sup>AB</sup>	1,18 <sup>AB</sup>	1,12 <sup>B</sup>	1,00 <sup>B</sup>
	Yaprak gübresi	1,19 <sup>B</sup>	1,13 <sup>AB</sup>	1,06 <sup>BC</sup>	0,93 <sup>BC</sup>
	Çiftlik gübresi	1,15 <sup>B</sup>	1,10 <sup>B</sup>	0,99 <sup>C</sup>	0,92 <sup>BC</sup>
	Organomineral	1,09 <sup>B</sup>	1,02 <sup>BC</sup>	0,94 <sup>C</sup>	0,87 <sup>C</sup>
Portola	Kontrol	1,46 <sup>A</sup>	1,33 <sup>A</sup>	1,26 <sup>A</sup>	1,13 <sup>A</sup>
	Yaprak gübresi	1,39 <sup>AB</sup>	1,28 <sup>A</sup>	1,18 <sup>AB</sup>	1,08 <sup>AB</sup>
	Çiftlik gübresi	1,36 <sup>AB</sup>	1,25 <sup>A</sup>	1,19 <sup>AB</sup>	1,06 <sup>AB</sup>
	Organomineral	1,29 <sup>AB</sup>	1,20 <sup>AB</sup>	1,14 <sup>B</sup>	0,98 <sup>B</sup>
<b>CV</b>		4,362			

Farklı harflerle gösterilen değerler farklı grupları göstermektedir.

Yaprak gübresi, çiftlik gübresi, organomineral gübre uygulamaları ve kontrol (uygulama yapılmayan) ile yetiştirilen kabarla ve portola çilek çeşitlerinin, depolama süresince TEA miktarında meydana gelen değişim değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Gübre uygulamaları arasındaki fark tüm günlerde istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4 incelendiğinde, başlangıca kıyasla tüm uygulamalarda depolama sonunda bir düşüş kaydedilmiştir. Depolama başlangıcında en yüksek TEA miktarı portola çeşidinin kontrol uygulamasında (1,46) tespit edilirken en düşük TEA miktarı ise kabarla çeşidinin organomineral gübre uygulamasında (1,09) tespit edilmiştir.

Meyvelerin titre edilebilir asitlik değeri metabolik aktiviteden ve organik asitleri tüketen solunum değerinden etkilendiğinden, solunumun artmasıyla asitlik miktarının azaldığı bildirilmiştir (Jin et al., 2013). Ayrıca, TEA miktarındaki düşüşün solunumda organik asitlerin kullanılmasından kaynaklandığı bildirmiştir (Kaynaş, 2017). Nitekim çalışmamız bu yönüyle önceki çalışmalara benzerlik göstermiştir.

Çizelge 5. Depolama süresince toplam fenol içeriğinde ( $\text{mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ ) meydana gelen değişimler.

		Toplam Fenol			
Çeşit	Uygulama	0. gün	4. gün	8. gün	12. gün
Kabarla	Kontrol	3,34 <sup>D</sup>	3,13 <sup>C</sup>	2,92 <sup>C</sup>	2,82 <sup>C</sup>
	Yaprak gübresi	3,18 <sup>E</sup>	3,10 <sup>C</sup>	2,96 <sup>C</sup>	2,86 <sup>C</sup>
	Çiftlik gübresi	3,17 <sup>E</sup>	3,03 <sup>CD</sup>	2,95 <sup>C</sup>	2,89 <sup>C</sup>
	Organomineral	3,13 <sup>E</sup>	2,95 <sup>CD</sup>	2,90 <sup>C</sup>	2,84 <sup>C</sup>
Portola	Kontrol	4,17 <sup>A</sup>	4,01 <sup>A</sup>	3,83 <sup>A</sup>	3,70 <sup>A</sup>
	Yaprak gübresi	3,99 <sup>B</sup>	3,88 <sup>AB</sup>	3,83 <sup>A</sup>	3,76 <sup>A</sup>
	Çiftlik gübresi	3,74 <sup>C</sup>	3,66 <sup>B</sup>	3,58 <sup>B</sup>	3,52 <sup>AB</sup>
	Organomineral	3,57 <sup>CD</sup>	3,52 <sup>BC</sup>	3,48 <sup>BC</sup>	3,45 <sup>B</sup>
<b>CV</b>		0,289			

Farklı harflerle gösterilen değerler farklı grupları göstermektedir.

Yaprak gübresi, çiftlik gübresi, organomineral gübre uygulamaları ve kontrol (uygulama yapılmayan) ile yetiştirilen kabarla ve portola çilek çeşitlerinin, depolama süresince toplam fenol içeriğinde meydana gelen değişim değerleri Çizelge 5'te verilmiştir. Gübre uygulamaları arasındaki fark tüm günlerde istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Toplam fenol içeriğinde tüm uygulamalarda ve çeşitlerde depolama sonunda başlangıca kıyasla düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Depolama sonunda en yüksek toplam fenol içeriği portola çeşidinin yaprak gübresi uygulamasında ( $3,76 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ ) olduğu, en düşük değer ise kabarla çeşidinin kontrol uygulamasında olduğu ( $2,82 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ ) belirlenmiştir.

Çizelge 6. Depolama süresince antioksidan kapasitesinde (mg TE g<sup>-1</sup> FW) meydana gelen değişimler.

Antioksidan Kapasitesi					
Çeşit	Uygulama	0. gün	4. gün	8. gün	12. gün
Kabarla	Kontrol	9,17 <sup>AB</sup>	9,08 <sup>AB</sup>	8,95 <sup>CB</sup>	8,83 <sup>CD</sup>
	Yaprak gübresi	9,10 <sup>B</sup>	9,04 <sup>AB</sup>	8,96 <sup>B</sup>	8,89 <sup>C</sup>
	Çiftlik gübresi	9,05 <sup>B</sup>	8,96 <sup>B</sup>	8,90 <sup>B</sup>	8,83 <sup>CD</sup>
	Organomineral	8,97 <sup>C</sup>	8,91 <sup>BC</sup>	8,86 <sup>CB</sup>	8,83 <sup>CD</sup>
Portola	Kontrol	9,38 <sup>A</sup>	9,18 <sup>A</sup>	9,10 <sup>A</sup>	9,07 <sup>A</sup>
	Yaprak gübresi	9,25 <sup>AB</sup>	9,20 <sup>A</sup>	9,12 <sup>A</sup>	9,03 <sup>AB</sup>
	Çiftlik gübresi	9,19 <sup>AB</sup>	9,12 <sup>AB</sup>	9,05 <sup>AB</sup>	8,95 <sup>BC</sup>
	Organomineral	9,12 <sup>B</sup>	9,07 <sup>AB</sup>	9,02 <sup>AB</sup>	8,96 <sup>BC</sup>
<b>CV</b>		0,180			

Farklı harflerle gösterilen değerler farklı grupları göstermektedir.

Yaprak gübresi, çiftlik gübresi, organomineral gübre uygulamaları ve kontrol (uygulama yapılmayan) ile yetiştirilen kabarla ve portola çilek çeşitlerinin, depolama süresince toplam fenol içeriğinde meydana gelen değişim değerleri Çizelge 6'te verilmiştir. Gübre uygulamaları arasındaki fark tüm günlerde istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Yaprak gübresi, çiftlik gübresi, organomineral gübre uygulamaları ve kontrol (uygulama yapılmayan) ile yetiştirilen kabarla ve portola çilek çeşitlerinde depolama süresince azalış gözlemlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek antioksidan kapasitesi portola çeşidinin kontrol uygulamasında (9,07 mg TE g<sup>-1</sup> FW) en düşük antioksidan kapasitesi ise kabarla çeşidinin kontrol, çiftlik gübresi ve organomineral gübre uygulamalarında (8,83 mg TE g<sup>-1</sup> FW) belirlenmiştir. Fakat başlangıca kıyasla depolama sonunda oransal olarak düşüş en fazla iki çeşidin de kontrol uygulamasında meydana gelmiştir. Taylor ve Kahan (2007), toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitesinde meydana gelen bu düşüşün hücre membran yapısının bozulması ve hücre geçirgenlik özelliğini kaybetmesinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Khodaei and Hamidi-Esfahani (2019), bu durumun fenol içeriğini düşürdüğünü belirtmiştir. Yapılan çalışmalarda kavunda (İşlek, 2022), elmada (Karagöz, 2018), patlıcanda (Yılmaz, 2022), çilekte (Temiz, 2020) toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitesi depolama süresince düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir. Önceki çalışmalardan elde edilen bulgularla çalışmamız ile uyum göstermektedir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER


Meyvelerin kalitesini ve verimini belirlemede birçok kimyasal ve yapısal değişiklik meyveler henüz ana bitkiye bağıyken gerçekleşmektedir. Diğer taraftan, uygun sıcaklıkta hasat ve depolama arasındaki sürenin kritik bir öneme sahip olduğu bilinmektedir. Düşük sıcaklık ve modifiye atmosfer kullanımı, küf gelişimini ve meyve yaşlanmasını kısmen önleyerek çileğin raf ömrünü uzatmaktadır. Tarımsal üretimde uzun yıllardır sentetik gübre kullanımı, ürün kalitesinde düşüş, insan sağlığı üzerinde zararlı etkiler ve biyoçeşitliliğin azalması gibi sorunlara yol açmaktadır. Tarımsal üretimin yüksek verimli olmasının yanı sıra sürdürülebilir olması da günümüzde arzu edilen bir durumdur. Son yıllarda çilek meyvesinin tüketimi, içerisinde bulunan lif, vitamin, kalsiyum, fosfor, demir ve flavonoidler gibi faydalı bileşiklerin yanı sıra antioksidan özellikleri nedeniyle artmaktadır. Fakat hasattan sonra içerdiği yararlı bileşiklerin miktarı hızla azalmakta ve raf ömrü kısalmaktadır.

Bu çalışma, Portola ve Kabarla çilek çeşitlerinde farklı gübre uygulamalarının hasat sonrası performans üzerine etkilerini incelemiştir. Yapılan analizler sonucunda, organomineral gübre ile yetiştirilen meyvelerin, hem hasat döneminde hem de depolama süresince diğer gübre uygulamalarına göre daha yüksek kalite özelliklerini koruduğu belirlenmiştir. Organomineral gübre uygulaması, meyvelerin ağırlık kaybını azaltmış, pH, suda çözünür kuru madde, toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitesi gibi kalite parametrelerinde daha olumlu sonuçlar sağlamıştır. Özellikle, fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesinin korunmasında organomineral gübre en etkili uygulama olmuştur. Bu sonuçlar, çilek üretiminde organomineral gübre kullanımının kaliteyi artırıcı ve raf ömrünü uzatıcı etkiler sağladığını göstermektedir. Bu bulgular doğrultusunda, çilek yetiştiriciliğinde organomineral gübrelerin kullanımının yaygınlaştırılması önerilmektedir.

**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

Fırat İŞLEK  <http://orcid.org/0000-0003-3157-3680>

## KAYNAKLAR

- Almeida, M. L. B., Moura, C. F. H., Innecco, R., Santos, A. D. ve de Miranda, F. R. 2015. Postharvest shelf-life and fruit quality of strawberry grown in different cropping systems.
- Augusto, A., Simões, T., Pedrosa, R. ve Silva, S. F. 2016. Evaluation of Seaweed Extracts Functionality as Post-Harvest Treatment For Minimally Processed Fuji Apples, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 33: 589-595.
- Benzie, I. E. F. ve Strain, J. J. 1996. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239: 70-76.
- Caleb, O. J., Opara, U. L. ve Witthuhn, C. R. 2012. Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: A review. *Food and Bioprocess Technology*, 5(1): 15–30.
- Cemeroğlu, B. 2007. Gıda Analizleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No: 34, Ankara.
- Cordenunsi, B. R., Oliveira Do Nascimento, J. R., Genovese, M. I. ve Lajolo, F. M. 2002. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in brazil. *J Agric Food Chem.*50:2581-86.
- Çakır, A., Alp, Y. ve İşlek, F. 2020. Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliğinde Sürdürülebilir Gübre Uygulamaları, Bölüm 10. Tarımda Yenilikçi Yaklaşımlar; Sürdürülebilir Tarım ve Biyoçeşitlilik (Editör: K. Kökten). *İksad Publishing House.*, Ankara. 211-262.
- Düzgün, S. ve Çavuşoğlu, Ş. 2024. Maintaining The Quality and Storage Life of Strawberries (*Fragaria × ananassa* Duch.) with Melatonin and Methyl Jasmonate . *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 273-282.
- Fernández-León, M., Fernández-León, A., Lozano, M., Ayuso, M., Amodio, M. L., Colelli, G., ve González-Gómez, D. 2013. Retention of quality and functional values of broccoli ‘Parthenon’ stored in modified atmosphere packaging. *Food Control*, 31(2): 302–313.
- Hargreaves, J. C., Sina, A. M., Warman, P. R. ve Vasantha Rupasinghe, H. P. 2008. The effects of organic and conventional nutrient amendments on strawberry cultivation: Fruit yield and quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88:2669-2675.
- Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., V. Del Valle, D. ve Velez, R. 2008. Gavara Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria × ananassa*) quality during refrigerated storage *Food Chemistry*, 110 (2): 428-435.
- İşlek, F. 2022. Kavunda (*Cucumis melo* L.) Farklı Organik Gübreler ile Yenilebilir Kaplamanın Dilimlenmiş Meyvelerde Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri (Doktora Tezi, Basılı). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Jin, P., Zhu, H., Wang, J., Chen, J., Wang, X. ve Zheng, Y. 2013. Effect of methyl jasmonate on energy metabolism in peach fruit during chilling stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(8): 1827-1832.
- Kader, A. A. ve Ben-Yehoshua, S. 2000. Effects of superatmospheric oxygen levels on postharvest physiology and quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 20(1): 1-13.
- Kafkas, E., Kosar, M., Paydas, S., Kafkas, S. ve Baser, K. H. C. 2007. Quality characteristics of strawberry genotypes at different maturation stages. *Food Chem.* 100:1229-36.
- Karagöz, Ş. 2018. Stevia İçeren Yenilebilir Film Formülasyonlarının Geliştirilmesi ve Yenilebilir Film Kaplama ile Modifiye Atmosferde Ambalajlama Kombinasyonunun Az İşlem Görmüş Elmaların Raf Ömrüne Etkileri. (Doktora tezi, basılmamış). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.
- Kays, S. J. 1999. Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest Biology and Technology*. 15:233-247.
- Khodaei, D. ve Hamidi-Esfahani, Z. 2019. Influence of Bioactive Edible Coatings Loaded With *Lactobacillus plantarum* on Physicochemical Properties of Fresh Strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, 156: 110-944.
- Lufu, R., Ambaw, A. ve Opara U. L. 2020. Water loss of fresh fruit: *Influencing pre-harvest, harvest and postharvest factors Scientia Horticulturae*, 272.
- Madejon, E., Lopez, R., Murillo, J. M. ve Cabera, F. 2001. Agricultural Use of Three (sugar-beet) Vinasse Composts: Effect on Crops and Chemical Properties of a Cambisol Soil in the Guadalquivir River Valley (SW Spain). *Agriculture. Ecosystem and Environment*, 84: 55-65.



- Nestby, R., Lieten, F., Pivot, D., Raynal Lacroix, C. ve Tagliavini M. 2005. Influence of mineral nutrients on strawberry fruit quality and their accumulation in plant organs. *International Journal of Fruit Science*. 5:139-156.
- Özgan, F. ve Sabır, F. K., 2018. Albion ve kabarla çilek çeşitlerinde derim sonrası salisilik ve oksalik asit uygulamalarının soğukta depolama süresince kalite özelliklerine etkileri. *Alatarım*, 17(2): 89-97.
- Prange, R. K. ve DeEll, J. R. 1995. Preharvest factors affecting postharvest quality of berry crops. *Hortscience*. 32:824-830.
- Singh, R., Sharma, R. R. ve Tyagi, S. K. 2007. Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry. *Scientia Horticulturae*. 112:215-220.
- Sönmez, İ., Sönmez, S. ve Kaplan, M. 2002. Çöp Kompostunun Bitki Besim Maddesi İçerikleri ve Bazı Organik Gübrelerle Karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (29): 31-38.
- Swain, T. ve Hillis, W. E. 1959. The Phenolic Constituents of Prunus Domestica. I.-The Quantitative Analysis of Phenolic Constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10 (1): 63-68.
- Taylor, S. U. E. ve Kahan, J. 2007. Effects of Butylated Hydroxyanisole (BHA) and Butylated Hydroxytoluene (BHT) on Growth and Aflatoxin Production of *Aspergillus Flavus*. *Journal of Food Safety*, 1: 39-51.
- Temiz, N. N. 2020. Probiyotik ile Zenginleştirilmiş Yenilebilir Kaplamaların Geliştirilmesi ve Taze Çileklerin Raf Ömrü Üzerine Etkisi (yüksek lisans tezi, basılmamış). Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Wang, S. Y. 2006. Effect of pre-harvest conditions on antioxidant capacity in fruits. *Acta Horticulturae*. 712:299-305.
- Wang, S. Y. ve Lin, S. S. 2002. Composts as soil supplement enhanced plant growth and fruit quality of strawberry. *Journal of Plant Nutrition*. 25:2243-2259.
- Yılmaz, N. 2022. Patlıcanda Hasat Öncesi Farklı Organik Gübrelerin Verim ve Kalite Üzerine Olan Etkisi ile Farklı Yenilebilir Kaplamaların Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri (Doktora Tezi, Basılı). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

## Mısır Silajı ve Ayçiçeği Silajı ile Farklı Düzeylerdeki Karışımlarının Kıvırcık Kuzuların Besi Performansına Etkileri

Ömer ŞENGÜL\* , İbrahim AK 

Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Bursa, Turkey

\*Sorumlu Yazar: [omersengul@uludag.edu.tr](mailto:omersengul@uludag.edu.tr)

Geliş Tarihi: 05.09.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 23.09.2024 Kabul Tarihi: 23.09.2024

### ÖZ

Mısır silajı, dünya genelinde geviş getiren hayvanların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan bir kaba yem kaynağıdır. Bununla birlikte, mısır, soğuk ve kurak iklimlerde pahalı ve yetiştirilmesi zor bir üründür. Bu durum, ülkemizde silaj kullanımının yaygınlaşmasını olumsuz yönde etkileyen faktörlerden biridir. Bu nedenle, mısır silajı üretiminin ekonomik olmadığı bölgeler için alternatif bitkilerden silaj üretimi konusu gündeme gelmiştir. Söz konusu silajlık bitkilerinden biri de soğuk ve kurak iklimlerde yetiştirilebilen ayçiçeğidir. Bu çalışmada, mısır ve ayçiçeği silajı ile bunların farklı oranlarda karışımlarının kuzuların besi performansı üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada, hayvan materyali olarak 2,5-3 aylık yaşta ve ortalama canlı ağırlığı 23-25 kg olan 40 adet Kıvırcık erkek kuzu kullanılmıştır. Deneme, yarı açık bir ahırda 56 gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Deneme düzenine göre, hayvanlar 5 farklı silaj grubuna (100 mısır silajı, %75 mısır silajı+%25 ayçiçeği silajı, %50 mısır silajı+%50 ayçiçeği silajı, %25 mısır silajı+%75 ayçiçeği silajı, %100 ayçiçeği silajı) ayrılmıştır ve her grupta 8 kuzu bulunmuştur. Kuzular, deney süresince bireysel bölmelerde barındırılmış ve bireysel olarak beslenmiştir. Silajlar ad libitum verilmiş ve ek olarak 0-21, 22-42 ve 43-56 günleri arasında günlük sırasıyla 700, 900 ve 1400 g konsantre yem verilmiştir. Besi süresince, canlı ağırlık, günlük canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yem dönüşüm oranı değerleri belirlenmiştir. Deneme süresince farklı silaj gruplarının canlı ağırlık değerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmamış ve 8 hafta sonunda elde edilen değerler 35.9 ile 37.4 kg arasında değişmiştir. Farklı silaj türleriyle beslenen kuzuların silaj tüketimi, 0-2 ve 6-8 haftalarında önemli farklılıklar göstermiştir ( $p<0.05$ ). Sonuç olarak, kuzu besisinde mısır silajının %100'üne kadar ayçiçeği silajı ile ikame edilmesinin besi performansı üzerinde herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Hem besi performansı hem de tüketim seviyeleri göz önünde bulundurularak, ayçiçeği silajının, özellikle kış koşullarının sert olduğu, sulama imkanlarının sınırlı olduğu, verimsiz ve çorak arazilerin bulunduğu veya mısır silajı üretim maliyetlerinin yüksek olduğu bölgelerde, mısır silajına umut verici bir alternatif olarak kullanılabilmesi ileri sürülebilir.

**Anahtar kelimeler:** Alternatif yemler, Konsantre yemler, Besi performansı, Kaba yem, Kıvırcık, Silaj.

## The Effects of Maize Silage and Sunflower Silage and Their Mixtures at Different Levels on the Fattening Performance of Kıvırcık Lambs

### ABSTRACT

Maize silage is a forage source widely used in the feeding of ruminant animals worldwide. However, maize is an expensive and difficult product to grow in cold and dry climates. This situation is one of the factors that negatively affects the widespread use of silage in our country. For this reason, the issue of silage production from alternative plants has been brought to the agenda for regions where corn silage production is not economical. One of the silage plants in question is sunflower, which can be grown in cold and arid climates. This study aimed to investigate the effects of corn and sunflower silage and their mixtures in different proportions on the fattening performance of lambs. In the study, 40 Kıvırcık male lambs, aged 2.5-3 months

and with an average live weight of 23-25 kg, were used as animal material. The experiment was carried out in a semi-open barn for 56 days. According to the experimental design, the animals were divided into 5 different silage groups (100 maize silage, 75% maize silage+25% sunflower silage, 50% maize silage+50% sunflower silage, 25% maize silage+75% sunflower silage, 100% sunflower silage) and each group contained 8 lambs. The lambs were housed in individual pens and fed individually throughout the experiment. Silages were given ad libitum and additionally 700, 900 and 1400 g of concentrate feed were given daily between days 0-21, 22-42 and 43-56, respectively. During the fattening period, live weight, daily live weight gain, feed consumption and feed conversion ratio values were determined. The differences between the live weight values of different silage groups during the experiment were not found to be significant and the values obtained at the end of 8 weeks varied between 35.9 and 37.4 kg. Silage consumption of lambs fed with different silage types showed significant differences at 0-2 and 6-8 weeks ( $p<0.05$ ). As a result, it was determined that substituting up to 100% of maize silage with sunflower silage in lamb fattening did not have any negative effect on fattening performance. Considering both fattening performance and consumption levels, it can be suggested that sunflower silage can be used as a promising alternative to maize silage, especially in regions where winter conditions are harsh, irrigation opportunities are limited, barren and unproductive lands are present or maize silage production costs are high.

**Key words:** Alternative feeds, Concentrated feeds, Fattening performance, Forage, Kıvırcık, Silage.

---

## INTRODUCTION

Approximately 70% of the costs of livestock enterprises are roughage and concentrated feed (Kara and Eroğlu, 2018). This shows how effective and decisive feed is in the development of livestock. Today, where the demand for animal products is increasing, more and more roughage and intensive feed production is needed for more animal food production. To obtain high yield from animals, it is necessary to meet their nutritional needs at a balanced and sufficient level. For this purpose, it is necessary to use quality roughage and concentrated feed sources (Kutlu, 2016). In this context, one of the quality and inexpensive roughage sources that can be used in feeding ruminants instead of expensive concentrated feed is silage.

Adding silage to the rations of animals with concentrated feed can allow breeders to achieve both economical and rational advantages in feeding. In addition to their quality, silo feeds are a very attractive because they ensure winter nutrition, maintain their freshness for a long time, minimize storage losses, and are not affected by unfavorable weather conditions.

Among the forage crops cultivated for silage production, cereals such as maize, wheat, and sorghum, which have high water-soluble carbohydrate contents and low buffer capacity, come to the fore, but maize silage constitutes more than 80% of the total silage in general production (Yaylak and Alçiçek, 2003). The reason why maize is the most preferred plant material for silage production is its high dry matter content, low buffer capacity, and sufficient amount of water-soluble carbohydrates, which are essential for lactic acid fermentation. However, since maize silage alone cannot adequately meet the nutritional requirements of animals, it needs to be supplemented in terms of protein, energy, vitamins, and minerals (Filya, 2001; Filya, 2007; Özen et al., 2016).

Nevertheless, some regions at high altitudes, low temperatures, and with short development periods are not suitable for the cultivation of maize, which is a hot climate plant. For this reason, silage plants that can be an alternative to maize silage in terms of the sustainability and continuity of silage production are being examined in various studies (Nolan, 1974; Stanley, 2003). One of the plants that can be an alternative to maize in silage production is sunflower, which is an annual industrial plant. Although sunflower is grown for different purposes (e.g., oil, pulp, snacks) in the world, it is also grown as a silage plant in some countries. Sunflower cultivation is easier than maize, and it can be an alternative, especially in regions that do not receive much precipitation, and when irrigation systems are limited. It is possible to benefit from sunflower thanks to its higher tolerance to high and low temperatures than maize and its high adaptability to various soil conditions (Yıldız, 2017). In high altitude regions, sunflower silage can be an important alternative roughage source to meet the roughage needs of cattle and sheep.

Although sunflower silage does not find much production and use globally, it is currently used in a few countries such as the United States and Canada. As a matter of fact, in regions of the United States such as Montana, which has a high altitude in the north, the use of sunflower as a silage material is higher than that of maize. In some South American countries, sunflower varieties for silage-making have been developed for use in animal nutrition (Tomich et al., 2003; Velázquez-Martínez et al., 2022).

The use of silage in the feeding of small ruminants is not very common. Due to its nutritional value and low production cost, it can be a suitable feed source for feeding sheep and goats. The rations of small ruminants largely consist of roughage, so silages produced from these can be consumed by animals. De Vyver et al. (2014) reported that silage can be used successfully for fattening lambs. The recommended silage consumption amounts for sheep are between 1 kg for breeding sheep and 0.5-1.3 kg for fattening lambs per day. It has been reported that sheep can be given up to 5 kilograms of silage per animal per day.

Therefore, the aim of the present study was to determine the effects of feeding maize and sunflower silage, alone or in combination, together with concentrated feed, on the fattening performance of lambs and especially the possibilities of using sunflower silage in lamb fattening.

## MATERIAL AND METHODS

### 2.1 Animals and location

This study was carried out with a total of 40 Kivırcık lambs, divided into 5 groups of 8 in a semi-open barn in a sheep farm belonging to the Agricultural Application and Research Center of Bursa Uludağ University (Bursa Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi) during the April-June period. The fattened lambs were housed in individual compartments during the 56-day trial period and fed individually.

### 2.2. Feeding program and treatments

The silage used in the study was obtained from sunflower planted in a field belonging to the Agricultural Application and Research Center of Bursa Uludağ University. The harvest was carried out during the filling of the grains and the dropping of the yellow leaves (28% dry matter). The maize silage used in the experiment was obtained from a private company. Maize was cultivated in the same period as the sunflower used in the experiment and was ensiled with the same method.

The 40 lambs at the ages of 2.5-3 months with average live weights between 23 and 25 kg that were included in the experiment were divided into 5 different silage groups, and each group was fed *ad libitum* with its own silage formulation. The silage groups were designed to include 100% maize silage, 75% maize silage+25% sunflower silage, 50% maize silage+50% sunflower silage, 25% maize silage+75% sunflower silage, and 100% sunflower silage.

In the experiment, a mixture of barley, maize, sunflower seed meal, dicalcium phosphate (DCP), salt, and minerals-vitamins was used in the preparation of the concentrated feed used in lamb rations. The contents of the concentrated feed are given in Table 1.

Table 1. Composition of the concentrated feed used in the experiment.

Raw materials	Ratio (%)
Barley	50.3
Maize	20.0
Sunflower seed meal	27.0
Dicalcium phosphate (DCP)	1.5
Salt	1.0
Mineral-vitamin mixture*	0.2
Total	100.0

\*Per kg: Vit. A 300,000 IU; Vit. D<sub>3</sub> 50,000 IU; Vit. E 1,250 mg; manganese (oxide) 3,000 mg; iron (sulphate) 3,000 mg; zinc (oxide) 4,500 mg; copper (sulphate) 1,000 mg; cobalt (mono carbonate) 30 mg; iodine (calcium iodate) 45 mg; selenium (sodium selenite) 12 mg; filler (razmol or CaCO<sub>3</sub>) 969,066 mg.

In addition to the silage mixtures given to the lambs, 700 g of concentrated feed per animal was given in the first 4 weeks of the experiment. Later, this amount was increased to 900 g for 4 weeks and to 1,400 g in the last 2 weeks of the experiment, considering the daily nutrient needs of the animals.

The results of the analyses performed to determine the nutrient composition of maize silage, sunflower silage and concentrated feed used in the treatment are given in Table 2.

The lambs were fed once a day at 09:00 in the morning. The remaining feeds from the feeders in the individual compartments were collected and weighed daily before a new batch of feed was prepared the next day, and the amount of silage mixture and concentrated feed consumed by each animal per day was determined. The silage mixtures to be given to the lambs were prepared and given daily just before the time of feeding. Fresh and clean drinking water was made constantly available.

During the trial period, the live weights and feed consumption of lambs were determined individually. Animals housed in individual chambers were weighed on an empty stomach at 9:00 am with a 100 g precision scale, once every 14 days, by taking the food and water in front of them the night before. The feed

consumption of the lambs was determined by subtracting the left-over from the total feed given to the animals the previous day. During the fattening period, the average temperature in the barn was 23 °C, and the humidity was 57%.

Table 2. Nutrient composition of maize silage, sunflower silage, and concentrated feed used in the experiment.

Nutrients	Maize silage (%)	Sunflower silage (%)	Concentrated feed (%)
Dry matter	29.61	25.62	87.57
Organic matter	95.11	87.73	93.61
Crude fat	2.14	9.70	1.17
Crude cellulose	19.03	26.40	8.30
Crude ash	4.89	12.27	6.39
Cellulose	25.74	32.65	3.94
Hemicellulose	16.20	7.69	8.97
Nitrogen-free core substances	20.12	12.24	69.07
NDF	42.99	46.69	14.13
ADF	26.79	39.00	5.16
ADL	1.05	6.35	1.22
pH	3.76	4.07	-
Crude protein	8.00	9.75	15.07
ME (kcal/kg DM)	2444	2179	2826

NDF: Neutral Detergent Fiber, ADF: Acid Detergent Fiber, ADL: Acid Detergent Lignin, ME: Metabolic Energy, DM: Dry Matter.

The feed ingredients and diets used in the experiment were ground using a laboratory mill (IKA A 10, Istanbul, Turkey) with a 1 mm sieve and prepared for chemical analyses. To determine the dry matter (DM) content of the feed samples, the samples were dried in an oven (Nüve N120, Ankara, Turkey) at 105 °C for 3 hours, and the ash content was determined by ashing the samples in a muffle furnace (Nüve FN500, Ankara, Turkey) at 550 °C for 4 hours. The nitrogen (N) content was determined using the Kjeldahl method (Gerhardt Kjeldatherm-Vap30, Königswinter, Germany) and the crude fat content was determined by ether extraction according to the methods described in AOAC (1990). The metabolic energy values of feed raw materials, rations, and silages were calculated with the formula specified by TSE 1991. The neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and acid detergent lignin (ADL) contents, which are components of the cell wall of feed ingredients and experimental diets, were determined according to the methods described by Van Soest and Robertson (1980). The levels of cellulose (ADF-ADL) and hemicellulose (NDF-ADF) were calculated (Ankom Fiber Analyzer 200, Macedon, NY, USA). The feed conversion ratio was calculated by dividing feed consumption per period by live weight gain in the same period.

### 2.3. Statistical analysis

Data were analyzed using one-way analysis of variance employing the SPSS 23.0 package program. Duncan's Multiple Comparisons Test was used to determine the significance level of the differences between mean values. The level of statistical significance was accepted as  $p \leq 0.05$ .

The statistical model applied in the study was

$$y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + e_{ijk}$$

Where:

$Y_{ijk}$  = measurement of a particular trait,

$\mu$  = the population mean,

$a_i$  = effect of groups,

$b_j$  = effect of weeks,

$e_{ijk}$  = random error.

## RESULTS AND DISCUSSION

The live weight values of the lambs fed maize silage, sunflower silage, or different mixtures of these at different periods are shown in Table 3. The differences among the live weight values of the silage groups during the trial period were found to be not significant ( $p > 0.05$ ), and the values obtained at the end of 8 weeks varied between 35.9 and 37.4 kg.

Table 3. Mean live weight and standard error values of lambs.

Weeks	Silage types and ratios					p-value
	100% Maize	75% Maize+25% Sunflower	50% Maize+50% Sunflower	25% Maize+75% Sunflower	100% Sunflower	
	<b>Live weight (kg)</b>					
0	24.3±1.0	24.2±0.9	25.1±1.1	24.4±1.0	23.7±1.0	NS
2	25.6±0.9	25.5±0.7	27.3±1.0	25.7±1.0	25.2±1.1	NS
4	29.7±0.9	30.0±0.8	30.3±1.4	29.0±0.9	29.5±1.1	NS
6	33.8±0.9	34.1±0.8	34.1±1.3	32.5±0.9	33.1±1.0	NS
8	37.4±0.8	37.4±0.8	37.4±1.4	35.9±0.9	36.3±1.0	NS

Differences between means within the same row are not significant. NS: Non-significant.

Table 4 shows the mean values of the average daily weight gains of the lambs in different periods. The differences among the daily average body weight gains of the lambs in the experimental groups at 0-2 and 2-4 weeks were significant ( $p < 0.05$ ). The highest average daily gain values were seen in the 50% maize silage+50% sunflower silage group in the period of 0-2 weeks and in the 75% maize silage+25% sunflower silage group in the period of 2-4 weeks. In the other periods of the experiment, the differences among the average daily weight gain values disappeared, and the groups had similar values. Considering the entire experiment period, feeding the lambs with different silage types during the 0-8-week period did not have a significant effect on their average daily weight gain.

Table 4. Mean and standard error values of the average daily weight gain of lambs fed maize silage, sunflower silage, or their mixtures at different ratios.

Weeks	Silage types and ratios					p-value
	100% Maize	75% Maize+25% Sunflower	50% Maize+50% Sunflower	25% Maize+75% Sunflower	100% Sunflower	
	<b>Average daily gain (g/day)</b>					
0-2	93.8±11.6 <sup>b</sup>	89.3±15.6 <sup>b</sup>	153.6±13.3 <sup>a</sup>	89.3±9.2 <sup>b</sup>	112.5±20.5 <sup>ab</sup>	<0.05
2-4	293.8±19.7 <sup>abc</sup>	320.5±19.0 <sup>a</sup>	219.6±44.2 <sup>c</sup>	234.8±17.4 <sup>bc</sup>	307.2±17.9 <sup>ab</sup>	<0.05
4-6	288.4±16.5	292.0±18.8	268.8±22.4	250.9±11.0	256.3±21.3	NS
6-8	263.4±10.2	236.6±10.9	234.8±12.5	248.2±26.6	224.1±15.9	NS
0-8	234.8±6.7	234.6±9.0	219.2±11.1	205.8±8.3	225.0±7.4	NS

Different superscript letters (<sup>a, b, c</sup>) within the same row indicate significant differences between means. NS: Non-significant.

The live weight gain values of the lambs in the experimental groups in different periods are given in Table 5.



Table 5. Mean and standard error values of the live weight gain of the lambs fed maize silage, sunflower silage, or their mixtures at different ratios.

Weeks	Silage types and ratios					p-value
	100% Maize	75% Maize+25% Sunflower	50% Maize+50% Sunflower	25% Maize+75% Sunflower	100% Sunflower	
<b>Live weight gain (kg)</b>						
0-2	1.3±0.2 <sup>b</sup>	1.3±0.2 <sup>b</sup>	2.2±0.2 <sup>a</sup>	1.3±0.1 <sup>b</sup>	1.6±0.3 <sup>ab</sup>	<0.05
2-4	4.1±0.3 <sup>abc</sup>	4.5±0.3 <sup>a</sup>	3.1±0.6 <sup>c</sup>	3.3±0.2 <sup>bc</sup>	4.3±0.3 <sup>ab</sup>	<0.05
4-6	4.0±0.2	4.1±0.3	3.8±0.3	3.5±0.2	3.6±0.3	NS
6-8	3.7±0.1	3.3±0.2	3.3±0.2	3.5±0.4	3.1±0.2	NS
0-8	13.2±0.4	13.1±0.5	12.3±0.6	11.5±0.5	12.6±0.4	NS

Different superscript letters (<sup>a, b, c</sup>) within the same row indicate significant differences between means. NS: Non-significant.

The differences among the live weight gain values of the experimental groups were significant ( $p < 0.05$ ) at 0-2 and 2-4 weeks, while they were not significant at 4-6 and 6-8 weeks. While the group given 50% maize silage+50% sunflower silage had the highest amount of live weight gain in the first 2 weeks, the group given 75% maize silage+25% sunflower silage performed better in the period of 2-4 weeks. Considering the 0-8-week period, it was observed that the silage types did not have a significant effect on the live weight gain values of the lambs.

The mean values of the average daily silage intake of the lambs in different periods are given in Table 6.

Table 6. Mean and standard error values of the daily silage intake of the lambs fed maize silage, sunflower silage, or their mixtures at different ratios.

Weeks	Silage types and ratios					P-value
	100% Maize	75% Maize+25% Sunflower	50% Maize+50% Sunflower	25% Maize+75% Sunflower	100% Sunflower	
<b>Average daily silage intake (kg)</b>						
0-2	0.8±0.1 <sup>b</sup>	0.8±0.1 <sup>ab</sup>	1.1±0.2 <sup>ab</sup>	0.8±0.1 <sup>b</sup>	1.2±0.2 <sup>a</sup>	<0.05
2-4	0.9±0.1	0.9±0.1	1.2±0.3	1.0±0.1	1.5±0.3	NS
4-6	0.8±0.1	0.8±0.1	1.1±0.3	1.0±0.1	1.2±0.2	NS
6-8	1.0±0.1 <sup>b</sup>	1.1±0.1 <sup>a</sup>	1.4±0.2 <sup>a</sup>	1.4±0.1 <sup>a</sup>	1.5±0.1 <sup>a</sup>	<0.05
0-8	0.9±0.1	0.9±0.1	1.2±0.2	1.0±0.1	1.4±0.2	NS

Different superscript letters (<sup>a, b, c</sup>) within the same row indicate significant differences between means. NS: Non-significant.

While the average daily silage intake of the lambs in different experimental groups showed significant differences ( $p < 0.05$ ) at 2 weeks and 6-8 weeks, similar results were obtained in the other periods and the entire fattening period (0-8 weeks). The group with the highest daily silage consumption in the periods of 0-2 and 6-8 weeks was the 100% sunflower silage group. The 100% maize silage group consumed the lowest amount of silage in both periods. One of the groups that consumed the lowest amounts of silage in the first two weeks was the 25% maize silage+75% sunflower silage group. Considering the entire fattening period, it is seen that there was no significant difference among the daily amounts of silage consumed by the lambs in the experimental groups.

The of silage consumption values of the lambs in different periods are given in Table 7.

Table 7. Mean and standard error values of the silage intake of the lambs fed maize silage, sunflower silage, or their mixtures at different ratios.

Weeks	Silage types and ratios					p-value
	100% Maize	75% Maize+25% Sunflower	50% Maize+50% Sunflower	25% Maize+75% Sunflower	100% Sunflower	
<b>Silage intake (kg)</b>						
0-2	10.7±1.2 <sup>b</sup>	11.7±1.0 <sup>ab</sup>	15.4±2.1 <sup>ab</sup>	10.6±1.4 <sup>b</sup>	16.6±2.4 <sup>a</sup>	<0.05
2-4	12.4±1.1	12.4±1.0	16.0±3.5	14.2±0.9	21.0±3.5	NS
4-6	11.4±0.8	11.0±1.2	15.5±3.5	13.8±0.9	17.4±2.9	NS
6-8	14.2±1.1 <sup>b</sup>	14.6±1.1 <sup>b</sup>	20.1±3.1 <sup>a</sup>	19.9±0.9 <sup>a</sup>	21.5±1.9 <sup>a</sup>	<0.05
0-8	48.6±3.8	49.7±3.4	67.0±11.7	58.4±3.4	76.4±10.2	NS

Different superscript letters (<sup>a, b, c</sup>) within the same row indicate significant differences between means. NS: Non-significant.

The silage consumption values of the lambs showed significant differences among the groups ( $p < 0.05$ ) at 0-2 and 6-8 weeks. The differences among the silage consumption values of the groups were not found significant ( $p > 0.05$ ) in the other periods or in the entire fattening period. The group that consumed the highest amount of silage in the periods of 0-2 and 6-8 week was the 100% sunflower silage group. While the groups that consumed the least silage in the first 2 weeks of the experiment were the 100% maize silage and the 25% maize silage+75% sunflower silage groups, in the period of 6-8 week, the groups with the lowest consumption values were those given 100% maize silage and 75% maize silage + 25% sunflower silage. There were no significant differences among the total silage consumption values of the groups during the entire 0-8-week fattening period.

The of average daily concentrated feed intake values of the lambs in different periods are given in Table 8.

Table 8. Mean and standard error values of the average daily concentrated feed intake of the lambs fed with maize silage, sunflower silage, or their mixtures at different ratios.

Weeks	Silage types and ratios					P-value
	100% Maize	75% Maize+25% Sunflower	50% Maize+50% Sunflower	25% Maize+75% Sunflower	100% Sunflower	
<b>Average daily concentrated feed intake (kg)</b>						
0-2	0.7±0.0	0.7±0.0	0.7±0.0	0.7±0.0	0.7±0.0	NS
2-4	0.8±0.0	0.8±0.0	0.8±0.0	0.8±0.0	0.8±0.0	NS
4-6	0.8±0.0	0.9±0.0	0.9±0.0	0.9±0.0	0.9±0.0	NS
6-8	1.4±0.0	1.4±0.0	1.4±0.0	1.4±0.0	1.4±0.0	NS
0-8	1.0±0.0	0.9±0.0	0.9±0.0	0.9±0.0	0.9±0.0	NS

Different superscript letters (<sup>a, b, c</sup>) within the same row indicate significant differences between means. NS: Non-significant.

The differences among the daily average concentrated feed consumption values of the experimental groups were not significant ( $p > 0.05$ ) for any single periods or the entire fattening period. While the lambs were

being fed, they started to consume silage after eating concentrated feed first. No significant difference ( $p>0.05$ ) was observed among the concentrated feed consumption values of the groups. During the fattening period, all groups consumed an average of 0.9 kg of concentrated feed per day.

The concentrated feed intake values of the lambs in different periods are given in Table 9.

Table 9. Mean and standard error values of the concentrated feed intake of the lambs fed maize silage, sunflower silage, or their mixtures at different ratios.

Weeks	Silage types and ratios					p-value
	100% Maize	75% Maize+25% Sunflower	50% Maize+50% Sunflower	25% Maize+75% Sunflower	100% Sunflower	
<b>Concentrated feed intake (kg)</b>						
0-2	9.2±0.2	9.4±0.0	9.4±0.1	9.1±0.2	9.4±0.0	NS
2-4	10.6±0.2	10.7±0.0	10.7±0.2	10.7±0.1	10.7±0.1	NS
4-6	11.8±0.3	12.2±0.0	12.0±0.2	12.1±0.1	12.2±0.0	NS
6-8	19.2±0.1	19.5±0.0	19.4±0.1	19.3±0.2	19.5±0.1	NS
0-8	50.8±0.7	51.9±0.1	51.4±0.4	51.2±0.4	51.8±0.1	NS

Different superscript letters (<sup>a, b, c</sup>) within the same row indicate significant differences between means. NS: Non-significant.

The average daily silage + concentrated feed intake values of the lambs in different periods are given in Table 10.

The differences among the mean daily silage + concentrated feed intake of the lambs fed different silage formulations were significant ( $p<0.05$ ) in the periods of 0-2, 6-8, and 0-8 weeks. In the first two weeks of the experiment, the 100% sunflower silage group consumed the most daily silage + concentrated feed, while the lowest consumption was found in the 25% maize+75% sunflower silage and 100% maize silage groups. In the 6-8-week period, the 100% sunflower silage and 50% maize silage+50% sunflower silage groups had the highest daily intake of silage + concentrated feed. The lowest value of consumption was in the 100% maize silage group. Considering the 0-8 week fattening period as a whole, it was observed that the silage + concentrated feed intake in different silage groups showed significant differences ( $p<0.05$ ).

Table 10. Mean and standard error values of the daily silage + concentrated feed intake of the lambs fed maize silage, sunflower silage, or their mixtures at different ratios.

Weeks	Silage types and ratios					p-value
	100% Maize	75% Maize+25% Sunflower	50% Maize+50% Sunflower	25% Maize+75% Sunflower	100% Sunflower	
<b>Average daily silage + concentrated feed intake (kg)</b>						
0-2	1.4±0.1 <sup>b</sup>	1.5±0.1 <sup>ab</sup>	1.8±0.2 <sup>ab</sup>	1.4±0.1 <sup>b</sup>	1.9±0.2 <sup>a</sup>	<0.05
2-4	1.6±0.1	1.7±0.1	1.9±0.2	1.8±0.1	2.3±0.3	NS
4-6	1.7±0.1	1.7±0.1	2.0±0.2	1.9±0.1	2.1±0.2	NS
6-8	2.4±0.1 <sup>c</sup>	2.4±0.1 <sup>bc</sup>	2.8±0.2 <sup>a</sup>	2.8±0.1 <sup>ab</sup>	2.9±0.1 <sup>a</sup>	<0.05
0-8	1.8±0.1 <sup>b</sup>	1.1±0.1 <sup>b</sup>	2.1±0.2 <sup>ab</sup>	2.0±0.1 <sup>ab</sup>	2.3±0.2 <sup>a</sup>	<0.05

Different superscript letters (<sup>a, b, c</sup>) within the same row indicate significant differences between means. NS: Non-significant.

The total silage + concentrated feed intake values of the lambs belonging to different experimental groups in different periods are given in Table 11.

Table 11. Mean and standard error values of the silage + concentrated feed intake of the lambs fed maize silage, sunflower silage, or their mixtures at different ratios.

Weeks	Silage types and ratios					p-value
	100% Maize	75% Maize+25% Sunflower	50% Maize+50% Sunflower	25% Maize+75% Sunflower	100% Sunflower	
<b>Silage + concentrated feed intake (kg)</b>						
0-2	19.9±1.3 <sup>b</sup>	21.1±1.0 <sup>ab</sup>	24.7±2.0 <sup>ab</sup>	19.7±1.5 <sup>b</sup>	26.1±2.4 <sup>a</sup>	<0.05
2-4	22.9±1.1	23.2±2.0	26.7±3.4	24.9±0.9	31.7±3.6	NS
4-6	23.2±0.9	23.2±1.9	27.5±3.4	25.9±0.9	29.6±2.9	NS
6-8	33.4±1.1 <sup>c</sup>	34.2±1.1 <sup>bc</sup>	39.5±3.0 <sup>a</sup>	39.2±0.9 <sup>ab</sup>	40.9±1.8 <sup>a</sup>	<0.05
0-8	99.3±4.0 <sup>b</sup>	101.6±3.4 <sup>b</sup>	118.5±11.4 <sup>ab</sup>	109.7±3.5 <sup>ab</sup>	128.2±10.2 <sup>a</sup>	<0.05

Different superscript letters (<sup>a, b, c</sup>) within the same row indicate significant differences between means. NS: Non-significant.

The differences among the mean total silage + concentrated feed intake values of the groups were significant ( $p < 0.05$ ) in the periods of 0-2, 6-8, and 0-8 weeks. In the 0-2-week period, the group that consumed the highest amount of silage + concentrated feed was the 100% sunflower silage group. In the same period, the groups with the lowest amounts of consumption were the 100% maize silage group and the 25% maize silage+75% sunflower silage group. In the 6-8-week period, the groups with the highest consumption values were the 100% sunflower silage group and the 50% maize silage+50% sunflower silage group. In the mentioned period, the minimum consumption values were realized in the 100% maize silage group and the 75% maize silage+25% sunflower silage group. It was determined that silage types were effective on silage + concentrated feed intake in the overall 8-week period.

The values related to the feed conversion ratios of the lambs belonging to different experimental groups in different periods are given in Table 12.

Table 12. Mean and standard error values of the feed conversion ratios of the lambs fed maize silage, sunflower silage, or their mixtures at different ratios.

Weeks	Silage types and ratios					p-value
	100% Maize	75% Maize+25% Sunflower	50% Maize+50% Sunflower	25% Maize+75% Sunflower	100% Sunflower	
<b>Feed conversion ratio (kg:kg)</b>						
0-2	17.2±2.6	24.7±7.8	12.4±1.8	18.8±4.4	19.6±3.6	NS
2-4	5.7±0.4 <sup>b</sup>	5.2±0.1 <sup>b</sup>	10.0±1.1 <sup>a</sup>	8.0±0.8 <sup>ab</sup>	7.5±0.9 <sup>ab</sup>	<0.01
4-6	5.8±0.3 <sup>b</sup>	5.8±0.4 <sup>b</sup>	7.8±1.3 <sup>ab</sup>	7.4±0.3 <sup>ab</sup>	8.6±0.9 <sup>a</sup>	<0.05
6-8	9.2±0.6 <sup>b</sup>	10.4±0.3 <sup>b</sup>	12.1±0.9 <sup>ab</sup>	12.4±1.5 <sup>ab</sup>	13.6±1.3 <sup>a</sup>	<0.05
0-8	7.6±0.4 <sup>b</sup>	7.8±0.2 <sup>b</sup>	9.6±0.7 <sup>ab</sup>	9.7±0.6 <sup>ab</sup>	10.2±0.8 <sup>a</sup>	<0.01

Different superscript letters (<sup>a, b, c</sup>) within the same row indicate significant differences between means. NS: Non-significant.

Table 12 shows that the differences among the mean feed conversion ratio values of the groups were significant ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ ), except for the 0-2-week period. In the 2-4-week period, it was determined that the 100% maize silage group and the 75% maize silage+25% sunflower silage group were the groups that benefited from the feed best ( $p < 0.01$ ). In this period, the lowest feed conversion ratio was observed in the 50% maize silage+50% sunflower silage group. It was determined that the 100% maize silage group and the 75% maize silage+25% sunflower silage group benefited from the feed best in the periods of 4-6 and 6-8 weeks, as in the first two weeks ( $p < 0.05$ ). The aforementioned groups had significantly better feed conversion ratios compared to the 100% sunflower silage group in these periods. In the 0-8 weeks of fattening, the 100% maize silage group and the 75% maize silage+25% sunflower silage group were again the groups that benefited from the feed best. These groups benefited from the feed to a significantly greater extent ( $p < 0.01$ ) than the 100% sunflower silage group. As a result, a significant improvement in feed efficiency was observed due to the increase in maize silage in the diet of the animals.

In this study, significant differences were observed among the groups formed with Kıvrıkcık lambs fed maize silage, sunflower silage, or their mixtures prepared at different ratios in terms of their daily silage + concentrated feed intake, silage + concentrated feed intake during the fattening period, and feed conversion ratios. In previous studies on this subject, different results have been reported regarding the effects of feeding with different silages. Malisetty *et al.* (2013) reported that the use of different ratios of silage in lamb rations significantly affected the weights of the animals at the end of fattening, while Keleş *et al.* (2018) reported that feeding with different silages was not effective on weight at the end of fattening. Fluharty *et al.* (2017) stated that in lamb fattening, maize silage was 21.2% more effective on weight at the end of fattening compared to alfalfa straw feeding. As for average daily weight gain, De Sousa *et al.* (2008), in their study on lamb fattening with silage, reported 107 g/day in the group fed with sunflower and 104 g/day in the group fed with maize silage, and they obtained different results from ours. Azambuja Ribeiro *et al.* (2002) found that lambs consuming sunflower silage had higher daily weight gain values than those consuming maize and sorghum silages. The researchers attributed this result to the higher consumption rates of sunflower silage by the animals. Bueno *et al.* (2004) revealed that maize silage provided higher daily live weight gain in lambs compared to sunflower silage. The reason why the values reported by both researchers were different from the data obtained in the current study was considered to be the high amount of concentrated feed we used and the fact that most of the energy need of the animals was met by the concentrated feed and therefore, the effects of the silages were reduced. Almeida Junior *et al.* (2004) explained in a similar study using maize silage that the moisture content of the silage did not affect average daily weight gain outcomes. Regarding live weight gain values, similar results were reported by De Sousa *et al.* (2008), who fed lambs sunflower and maize silages. Nolan (1974), who fed lambs clover+grass silage, also obtained similar results in terms of other performance parameters like live weight and feed efficiency. Considering the fattening period of 0-8 weeks in the present study, it was determined that the silage intake of the lambs rose along with the increase in the sunflower silage ratio in their rations. Nolan (1974) explained that feeding lambs only silage or adding concentrated feed in addition to silage affected their average daily silage intake. Stanley (2003) reported that quality silage can provide the desired average daily weight gain in lambs. Anil *et al.* (2000), contrary to the data we obtained, demonstrated that consumption was similar in lambs fed different types of silages. Although the increase in the ratio of sunflower silage in the rations of the lambs included in this study did not lead to a significant difference in the concentrated feed intake values of the animals, it can be stated that it increased their dry matter intake because it raised their silage intake. In addition to this, an increase in the silage intake of the animals was observed with an increase in the sunflower silage ratio in their rations. Considering the eight-week fattening period, it was determined that feed efficiency improved depending on the increase in the ratio of maize silage in the ration, while it decreased with the increase in the ratio of sunflower silage in the ration. The feed conversion ratio results obtained by Azambuja Ribeiro *et al.* (2002) and Bueno *et al.* (2004) were similar to those obtained in this study. Malisetty *et al.* (2013) observed that feed conversion ratios were higher in lambs fed maize silage. The consumption of more sunflower silage by the lambs in their rations indicated that they consumed this silage with pleasure. However, although sunflower silage was consumed more by the lambs, these lambs performed similarly to the lambs consuming maize silage. This result was attributed to the sunflower silage having lower metabolic energy and higher ADF and ADL values than the maize silage.

## CONCLUSION

As a result, it was determined that the substitution of maize silage up to 100% by sunflower silage in the process of lamb fattening did not have any negative effect on fattening performance. Keeping in mind both fattening performance and consumption levels, it can be argued that sunflower silage can be used as a promising alternative to maize silage, especially in regions where winter conditions are harsh, irrigation facilities are limited, there are barren and inefficient lands, or the cost of maize silage production is high. Positive results were obtained in terms of the use of sunflower silage in lamb fattening, and it may be recommended to conduct similar studies in dairy and beef cattle where silage consumption rates are higher.. Additionally, it was concluded that it would be useful to consider mixtures of sunflower silage with silages other than maize silage (e.g., clover, wheat, sorghum, grass) in different studies.

**Acknowledgment:** This work supported supported by the Uludağ University Scientific Research Project (Project No: DDP(Z)-2020/15), Turkey.

**Ethical Statement:** This study was prepared under the permission numbered 2020-01/02, dated 07/01/20, from the Ethics Committee of Bursa Uludağ University.

**Conflicts of interest:** There is no conflict of interest between the article authors. "We declare that there is no conflict of interest between us as the article authors." It should be declared with the phrase.

**Summary of Researchers' Contribution Declaration:** Authors declare that they have contributed equally to the article.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Ömer ŞENGÜL  <https://orcid.org/0000-0001-5078-2002>

İbrahim AK  <https://orcid.org/0000-0003-1691-5996>


## KAYNAKLAR

- Almeida Junior, G. A, Costa, C., Monteiro, A. L. G., Garcia, CA, Munari, D.P. and Neres, M. A. 2004. Live weight gain, carcass traits and economic results on lambs fed with high moisture maize silage in creep feeding. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(4): 1048-1059.
- Anil, L., Park, J. and Phipps R. H. 2000. The potential of forage–maize intercrops in ruminant nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 86(3-4): 157-164.
- Azambuja Ribeiro, E. L. A., da Rocha, M. A., Mizubuti, I. Y. and da Silva, L. D. F. 2002. Silages of sunflower (*Helianthus annuus L.*), maize (*Zea mays L.*) and sorghum (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) for ewes in feedlot. *Produção Animal Ciencia Rural*, 32(2): 299-302.
- Bueno, M. S., Junior, E. F., Possenti, R. A., Bianchini, D., Leinz, F. F. and de Carvalho Rodrigues, C. F. 2004. Performance of sheep fed sunflower silage or maize silage with increasing proportion of commercial concentrate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(6 Sup.2): 1942-1948.
- De Sousa, V. S., Louvandini. H., Scropfner, E. S., McManus, C., Abdalla, A. L. and Garcia Jose, A. S. 2008. Performance, carcass traits and body components in hair sheep fed with sunflower silage and maize silage. *Ciência Animal Brasileira* 9(2): 284-291.
- De Vyver, W. V., Beukes, J. and Meeske, R. 2014. Maize silage as a finisher feed for Merino lambs. *South African Journal of Animal Science*, 43(5): 116.
- Filya, İ. 2001. Silage Technology. Uludağ University Faculty of Agriculture Department of Animal Science, Bursa, Türkiye.
- Filya, İ. 2007. Silage making in our country and ways to improve silage quality. *Feed Magazine*, 47: 37–44.
- Fluharty, F. L., Zerby, H. N., Lowe, G. D., Clevenger, D. and Relling, A. E. 2017. Effects of feeding maize silage, pelleted, ensiled, or pelleted and ensiled alfalfa on growth and carcass characteristics of lamb. *South African Journal of Animal Science*, 47(5): 704-711.
- Kara, H. and Eroğlu, A. 2018. Capacity planning of intensive livestock enterprise with integer linear programming method: Konya (Ereğli) example. *Çukurova Journal of Agriculture and Food Sciences*, 33(2): 31-46.



- Keleş, G., Kocaman, V., Üstündağ, A. O., Zungur, A. and Özdoğan, M. 2018. Growth rate, carcass characteristics and meat quality of growing lambs fed buckwheat or maize silage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(4): 522-528.
- Kutlu, H. R. (2019). All aspects of silage making and silage feeding. <http://www.zootechni.org.tr/upload/File/SILAJ%20EI%20KTABI.pdf>. (Accessed Date: 25.02.2022).
- Küçükersan, M. K. 2015. Sheep feeding principles. Ankara University Faculty of Veterinary Medicine Lecture Notes, Ankara, Türkiye.
- Malisetty, V., Yerradoddi, R. R., Devanaboina, N., Mallam, M., Cherala, H. K., Admal, R. R. and Manthani, G. P. 2013 Effect of feeding maize silage supplemented with concentrate and legume hay on growth in Nellore ram lambs. *Veterinary World*, 6(4): 209-213.
- Nolan, T. 1974. Fattening of lambs on silage fed alone and with concentrates. *Irish Journal of Agricultural Research*, 13 (2): 137-146.
- Özen, N., Kırkpınar, F., Özdoğan, M., Ertürk, M. M. and Yurtman İ. Y. (2016). Animal Feeding. [http://www.tavukmamulleri.com/pdf/hayvan\\_besleme.pdf](http://www.tavukmamulleri.com/pdf/hayvan_besleme.pdf) (Accessed Date: 20.02.2022).
- Stanley, D. 2003. The role of silage in lamb-finishing systems. <http://grasslandnsw.com.au/news/wp-content/uploads/2011/09/Stanley-2003.pdf> (Accessed Date: 10.01.2022).
- Tomich, T. R., Rodrigues, J. A. S., Gonçaves, L. C., Tomich, R. G. P. and Carvalho, A. U. 2003. Forage potential of sunflower cultivars produced in the off-season for silage. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 55(6): 756-762.
- TSE. 1991. Animal feeds - determination of metabolic (convertible) energy (chemical method) UDK 636.085. TS 9610. Ankara, Türkiye.
- Van Soest, P. J. and Robertson, J. B. 1980. Systems of Analysis for Evaluating Fibrous Feeds. In: Standardization of Analytical Methodology for Feeds, Eds: Pidgen, W. J., Balch, C.C. and Graham, M., International Development Research Centre, Canada.
- Velázquez-Martínez, M., Garnica-Monzalvo, L., Vargas-Monter, J., Hernández Martínez, R., Noguez-Estrada, J., Sifuentes-Saucedo, D. M. and Hernández-Guzmán, F. J. (2022). Production of corn and sunflower lower fodder, and its preference as silage among ewes in Mineral de la Reforma, Hidalgo. *Agro Productividad*, 15(7): 213-219.
- Yaylak, E. and Alçiçek, A. 2003. A cheap source of roughage in cattle breeding: Maize silage. *Animal Production*, 44(2): 29-36.
- Yıldız, S. 2017. The effect of using sunflower silage instead of maize silage in the rations of Saanen x Hair goat hybrid (F1) goats on rumen and blood parameters, milk yield and composition. (Ph.D. thesis) Yüzüncü Yıl University, The Institute of Natural Sciences, Van, Türkiye.

## Discovering Sericulture Clusters Through the Use of Local Indicators of Spatial Association (LISA)

Tuba BAYIR<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Fırat University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Biometrics, Elazığ.

\*Corresponding Author) e-posta : tuubabayir@gmail.com; tbayir@firat.edu.tr

Geliş Tarihi: 01.03.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 24.07.2024 Kabul Tarihi: 24.07.2024

### ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the spatial pattern of sericulture in Türkiye with spatial analysis approaches, taking into account the data of 81 provinces, by creating a database based on Geographic Information Systems (GIS). This study employed data from the TURKSTAT, which included the amount of fresh cocoon produced and the silkworm egg boxes opened, between 2004-2022. In order to evaluate the relationship between the cocoon yield in each province and the cocoon yield in neighboring provinces, Moran's I measurements were made for the relevant time periods, and each period's Moran's I scatter plot was created. The Local Spatial Association Indicator (LISA) was used to assess the spatial structure of fresh cocoon yield. There was determined spatial clustering and a positive spatial association for cocoon yield, and all of the Moran's I values were found to be more than 0. The LISA maps were demonstrated the distinct local clustering patterns in the cocoon yield. More local clusters were identified (High-High or Low-Low) compared to local spatial outliers (High-Low or Low-High). High-High clusters were generally identified in the Marmara Region. Important implications have been obtained in terms of sustainability, such as how to take advantage of hotspot spillover effects and prioritize hotspot locations when allocating resources. As a result, spatial relations should be taken into account in the policies to be developed for sericulture and more activities should be carried out on sericulture.

**Key words:** Cocoon yield, LISA, Moran's I, Silkworm, Spatial Analysis.

### Mekânsal İlişkilendirmenin Yerel Göstergelerini (LISA) Kullanarak İpek Böcekçiliği Kümelenmelerini Keşfetmek

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Coğrafi Bilgi Sistemlerine (CBS) dayalı bir veri tabanı oluşturarak, Türkiye'deki ipek böcekçiliğinin mekânsal yapısını, 81 ilin verileri dikkate alınarak mekânsal analiz yaklaşımlarıyla analiz etmektir. Bu çalışmada 2004-2022 yılları arasında üretilen yaş koza miktarı ve açılan kutu sayısını içeren TÜİK verileri kullanılmıştır. Her ildeki koza verimi ile komşu illerdeki koza verimi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi amacıyla ilgili zaman dilimleri için Moran's I ölçümleri yapılmış ve her döneme ait Moran's I dağılım grafiği oluşturulmuştur. Yaş koza veriminin mekânsal yapısını değerlendirmek için Yerel Mekânsal İlişki Göstergesi (LISA) kullanılmıştır. Koza verimi için mekânsal kümelenme ve pozitif mekânsal ilişki belirlenmiş olup, Moran's I değerlerinin tamamı 0'dan büyük bulunmuştur. LISA haritaları koza verimindeki farklı yerel kümelenme modellerini göstermiştir. Yerel mekansal aykırı değerlere (Yüksek-Düşük veya Düşük-Yüksek) kıyasla daha fazla yerel küme (Yüksek-Yüksek veya Düşük-Düşük) belirlenmiştir. Yüksek-Yüksek kümeler genel olarak Marmara Bölgesi'nde tespit edilmiştir. Sıcak nokta yayılım etkilerinden nasıl yararlanılacağı ve kaynaklar tahsis edilirken sıcak nokta konumlarının nasıl önceliklendirileceği gibi sürdürülebilirlik açısından önemli çıkarımlar elde edilmiştir. Sonuç olarak ipekböcekçiliğine yönelik geliştirilecek politikalarda mekânsal ilişkiler dikkate alınmalı ve ipekböcekçiliği konusunda daha fazla faaliyet yürütülmelidir.

**Anahtar kelimeler:** Koza verimi, LISA, Moran's I, İpek böceği, Mekânsal analiz.

## INTRODUCTION

Sericulture is an endeavor that includes all stages from growing mulberries, which are the sole food source of silk, to obtaining raw silk. Although sericulture is considered as an auxiliary branch of agriculture, it is actually a profession and art in itself (Davulcu, 2018). The silkworm belongs to the Bombycidae family (*Bombyx mori*) and was first discovered in China around 2600 BC. The silkworm produces silk, which is an important and expensive textile industry raw material (Başkaya, 2013; Camuz and Gül, 2022). According to the information obtained from the oldest sources, it was not allowed to leave the borders of China, but it was able to enter Anatolia in 552 AD (Başkaya, 2013). Raw silk obtained from silkworm cocoon; it is used in different areas such as silk fabric, silk carpet, surgical rope, parachute rope, souvenirs and military steel vest manufacturing (Başkaya, 2013; Davulcu, 2018; Güler, 2021).

Today, silkworm farming is practiced in nearly 60 countries in the world, especially in the Far Eastern countries of China, India and Japan. According to FAO's data, China ranks first in fresh cocoon production, and India ranks second. In recent years, sericulture and related industries have begun to be established in Brazil, Bulgaria, Egypt and Madagascar. Although silkworm breeding is generally carried out as an auxiliary agricultural activity, it plays a crucial role in the employment of the rural population and is very useful in preventing migration to cities (ISC, 2020; Yakişan and Yılmaz, 2022).

Türkiye is one of the countries whose climate is suitable for mulberry tree and silkworm cultivation. Sericulture can be done wherever mulberry trees grow. The natural conditions of our country have provided our country with an important place in silkworm farming compared to other countries. Silkworm breeding and cocoon production depend on the existence of the mulberry tree. The mulberry tree, which is not sensitive in terms of climate and soil requirements, can easily grow in all parts of our country except very high and cold places (Camuz and Gül, 2022). A box of cocoons can be fed with one ton of mulberry leaves, and approximately 25-30 kg of fresh cocoons can be obtained from a box of silkworms (Tuigong et al., 2015). The decrease in the young population in the villages due to the increase in migration from villages to cities has revealed the lack of labor force. As a result of the destruction of mulberry gardens, cultivation areas decreased and with the decrease in production, the demand for alternative products began to increase (Şahinler and Şahinler, 2002; Başkaya, 2013; Taşkaya Top et al., 2014; Barıtcı et al., 2017). It is very important to ensure the continuity of silkworm breeding. Because ensuring rural development, increasing national income and especially protecting cultural heritage and genetic resources is possible by ensuring breeding sustainability (Taşkaya Top et al., 2014). It is also important because it plays a role in other agricultural activities and employment with low capital investment (Mattigatti et al., 2009; Balasaraswathi et al., 2010; Lakshmanan et al., 2012).

Various academic studies have been carried out in world literature in order to determine the general situation of silkworm farming and to determine its problems (Kumaresan et al., 2008; Başkaya, 2013; Ishtiaque et al., 2013; Li and Tao, 2014; Tuigong et al., 2015; Davulcu, 2018; Güler, 2021; Camuz and Gül, 2022; Yakişan and Yılmaz, 2022). It has been reported that silkworm embryonic development and current environmental conditions should be taken into consideration in cocoon quality parameters such as cocoon weight and silk richness. For this reason, the environment; It has been reported that temperature, humidity, light and air, as well as quality mulberry leaves, genetic structure and growing time affect cocoon quality (Rahmathulla, 2012). In Türkiye, silkworm breeding can be done twice a year in spring and autumn, and when examined from an economic perspective, breeding in the spring season yields more positive results (Şahan, 2011). In addition, factors such as price, feeding place, labor force, leaf supply, climate, natural conditions and environmental pollution may affect fresh cocoon production (Güler, 2021). Due to these factors, sericulture; It varies significantly according to provinces and regions. In line with this information, the aim of this study is to analyze the spatial pattern of sericulture in Türkiye with spatial analysis approaches by creating a database based on Geographical Information Systems (GIS).

## MATERIALS and METHODS

### Data collection

The number of opened silkworm egg boxes and the amount of fresh cocoons produced at the provincial level used in this study were taken from the Turkish Statistical Institute (TURKSTAT). Fresh cocoon yield was calculated using the silkworm egg boxes opened and the amount of fresh cocoons produced by province.

### Spatial analysis

Spatial analysis was performed during the whole study period (2004-2022). Calculated fresh cocoon yield was used to create cartographic maps. A database built on Geographic Information Systems (GIS) was

made for this purpose. Data from shape files with the.shp extension at the provincial level was used in GIS applications for output mapping and spatial analysis. The WGS 84 EPSG:4326 coordinate reference system was used to define the data. Visualizing of the fresh cocoon yield spatial distribution for all analyzed years was done with the open-source QGIS version 3.18.3 program.

### Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA)

The present study implemented exploratory spatial data analysis (ESDA) to detect the existence of spatial dependence and variability in fresh cocoon yield throughout the provinces of Türkiye. ESDA analysis was performed using GeoDa software (version 1.8) based on the shape-files. A collection of techniques known as ESDA is used to describe and visualize spatial distribution patterns, identify outliers and clustering, uncover patterns of spatial linkages, and propose spatial structures (Anselin, 1988; Anselin, 1999). Depending on the extent or scale of the investigation, spatial autocorrelation statistics are classified as global or local scales. A well-known statistic for examining spatial autocorrelation and identifying global spatial clustering is Moran's I (Moran, 1948; Moran, 1950). The Moran's I statistic, which measures general clustering, is assessed by testing the null hypothesis, which states that there is no clustering to the spatial pattern. The Global Moran's I statistic can be expressed as follows:

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \times \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (1)$$

where  $w_{ij}$  is the queen contiguity matrix,  $x_i$ ,  $x_j$  calculated fresh cocoon yield at province  $i$  and  $j$ ,  $\bar{x}$  is the average calculated fresh cocoon yield in the nation,  $I$  is global spatial autocorrelation statistics.

Spatial autocorrelation cannot exist if the spatial distribution is entirely random. A nonrandom spatial pattern known as spatial autocorrelation appears when the null hypothesis is rejected. Values for Moran statistics range from -1 to 1. There isn't any spatial autocorrelation if this statistic is 0. Perfect positive autocorrelation occurs when this statistic is +1, and perfect negative autocorrelation occurs when this statistic is -1. In the present study, positive spatial autocorrelation is observed when provinces exhibiting parallel fresh cocoon yield likely to be situated adjacent to one another. Conversely, negative spatial autocorrelation is observed when provinces with dissimilar fresh cocoon yields occur side by side (Anselin, 1996; Anselin, 1999).

The Local Spatial Association Indicator (LISA) was used to assess the spatial structure of fresh cocoon yield. High-High, Low-Low (Clusters) and High-Low, Low-High (Outliers) cities were identified. Statistical evaluations were made using the Monte Carlo permutation method and 95% confidence interval. The Local Moran's I statistic can be expressed as follows:

$$I_i = n \times \frac{x_i \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_j - \bar{x})}{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2} \quad (2)$$

where  $I_i$  is local spatial autocorrelation statistics. LISA maps with information on the significance of local spatial patterns were created. High-High, which is depicted in red, shows high-value areas encircled by the high value cluster areas. Low-Low, which is depicted in dark blue, shows low-value areas encircled by the low-value cluster areas. High-Low, which is depicted in pink, shows high-value areas encircled by low-value areas. Low-High, which is depicted in light blue, shows low-value areas encircled by high-value areas (Anselin, 1988; Anselin, 2003).

## RESULTS and DISCUSSION

In the present study, the historical evaluation of sericulture between 2004 and 2022 was examined with spatial analysis methods. This study highlights several implications. One of its most important highlights is the integration of the most up-to-date data calculated on cocoon yield in Türkiye. Another important point is that the whole of Türkiye was taken into account in this study. It is feasible to obtain more precise and dependable results with a wider perspective on a national scale as opposed to a global one by employing data at the province level. Also, keeping the time period wide is an extra important issue. Studies conducted generally consist of research conducted in a limited time or region. The catographic and clustering maps obtained in this study may provide more important input for subsequent initiatives.

Sericulture variable data for years are given in Table 1. Depending on the ratio of fresh cocoon production (kg) to opened silkworm egg boxes for each province, different colors are shaded on the maps. Six levels were used to evaluate cocoon yield. Classification was made using natural breaks classification (Figure 1 a and b). The number of provinces where seed distribution is made has increased in Türkiye. Similarly, the number of provinces with production has also increased, although there has been fluctuation (Table 1).

**Table 1.** The number of silkworm egg boxes opened, the amount of fresh cocoon produced, the cocoon yield by years, the number of provinces with production and the number of provinces where seeds were distributed (boxes) (2004-2022).

Year	The amount of fresh cocoon produced (kg)	The number of silkworm egg boxes opened	The cocoon yield (%)	The number of provinces where seeds were distributed	The number of provinces with production
2004	143 408	5 161	27.79	24	18
2005	156 940	5 669	27.68	22	17
2006	127 108	5 699	22.31	22	18
2007	124 661	5 273	23.64	25	16
2008	124 640	5 564	22.40	26	16
2009	136 463	5 683	24.01	28	17
2010	126 315	5 477	23.06	26	20
2011	150 651	5 808	25.94	35	27
2012	133 711	5 576	23.98	29	26
2013	121 481	5 261	23.09	33	24
2014	80 058	3 739	21.41	37	27
2015	114 789	4 674	24.56	37	28
2016	102 840	5 303	19.39	42	35
2017	101 826	5 686	17.91	52	43
2018	93 705	6 238	15.02	58	48
2019	89 616	5 890	15.21	59	51
2020	89 671	5 775	15.53	63	51
2021	76 129	6 029	12.63	60	43
2022	68 517	5 577	12.29	53	41

Silk cocoon production in Türkiye started to decline rapidly after 1990, and decreased by nearly 90% in a short period of 5 years until 1995. Raw silk production has also decreased significantly due to the decrease in cocoon production and factors affecting cocoon production. After 2000, the increase in state support for livestock farming and efforts to prevent the extinction of sericulture have yielded results. In 2005, silk cocoon production and raw silk production increased. In 2010, cocoon production and raw silk production decreased again, and this increase did not continue much. It showed that production is in a downward trend again (Başkaya, 2013). Similarly, in this study, it was determined that production decreased. The reasons for the decrease in production can be listed as follows: poisoning from pesticides; an aging population in the villages and a labor shortage as a result of village to city migration; destruction of mulberry gardens; rapid growth in China; low-cost cocoon production; and the development of substitute products.

In this study, it was determined that production was carried out in a very small number of provinces in the Central Anatolia, Black Sea, Mediterranean and Southeastern Anatolia regions between 2004 and 2010. It was determined that production was mostly done in the western parts of the country, but in the last five years, production was also made in the eastern parts. Diyarbakır province, located in the Southeastern Anatolia Region, has become an important place in terms of productivity in the 2000s, especially after 2015. When the average yield between 2004 and 2022 was evaluated, Ankara, Eskisehir, Bolu, Bilecik, Bursa, Antalya and Diyarbakır were determined as the provinces with the highest yield (Figure 1 a and b). Başkaya (2013) stated in his study that the provinces where the highest silk cocoon production is made are Diyarbakır, Antalya and Bilecik, followed by Ankara, Sakarya, Bolu and Eskişehir.

In order to evaluate the relationship between the cocoon yield in each province and the cocoon yield in neighboring provinces, Moran's I measurements were made for the relevant time periods, and each period's Moran's I scatter plot was created. All of the Moran's I values were higher than 0, indicating that there was spatial clustering and a positive spatial connection for the cocoon yield (Figure 2). To increase the cocoon productivity, it is crucial to ensure that provinces interact with one another. Local Moran I statistics results have shown that, in addition to Diyarbakır province, which produced the most production during the examined period, many provinces in the Marmara region are provinces that can make significant contributions to sericulture.

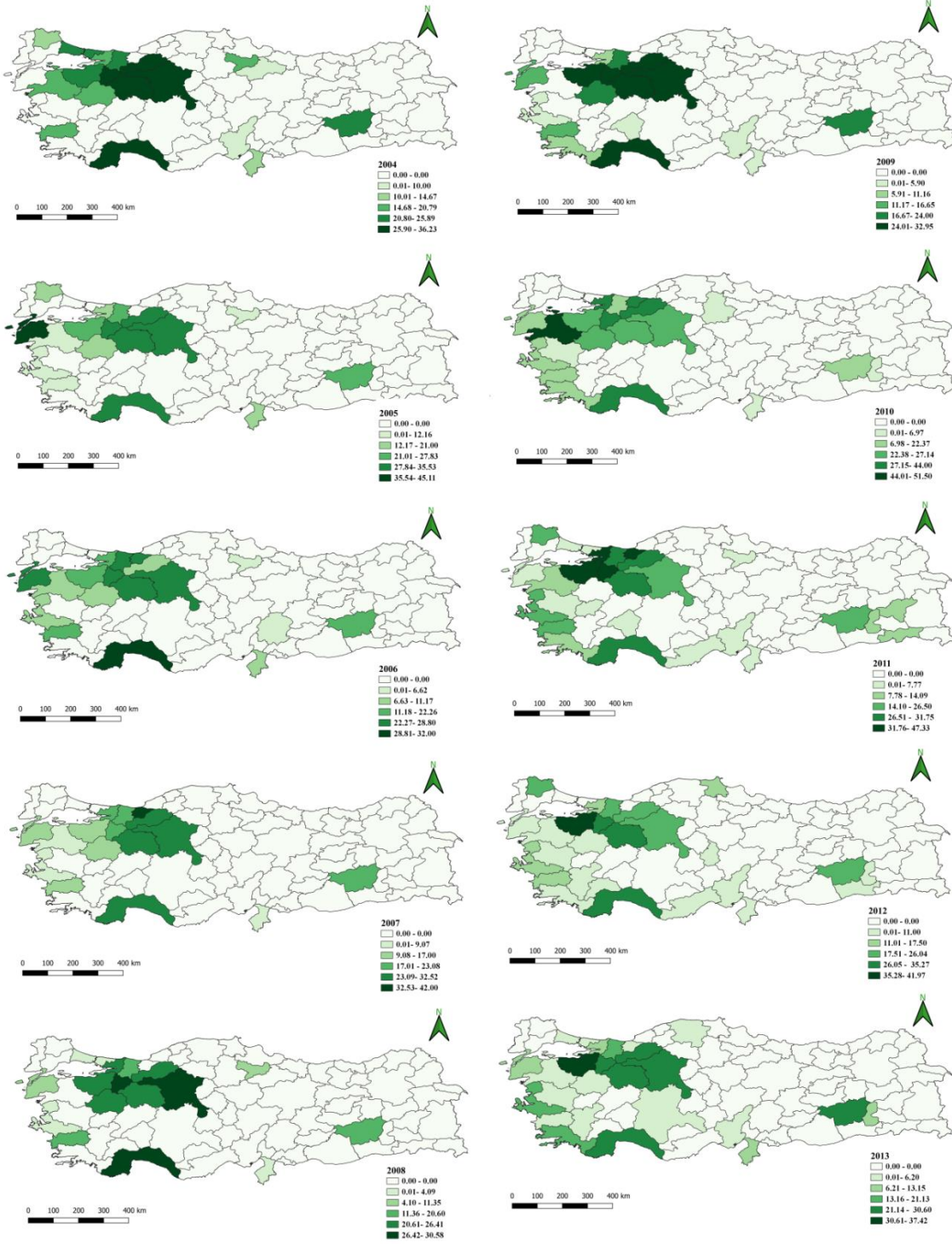


Figure 1a. Distribution of fresh cocoon yield at province level in Türkiye (2004-2022).



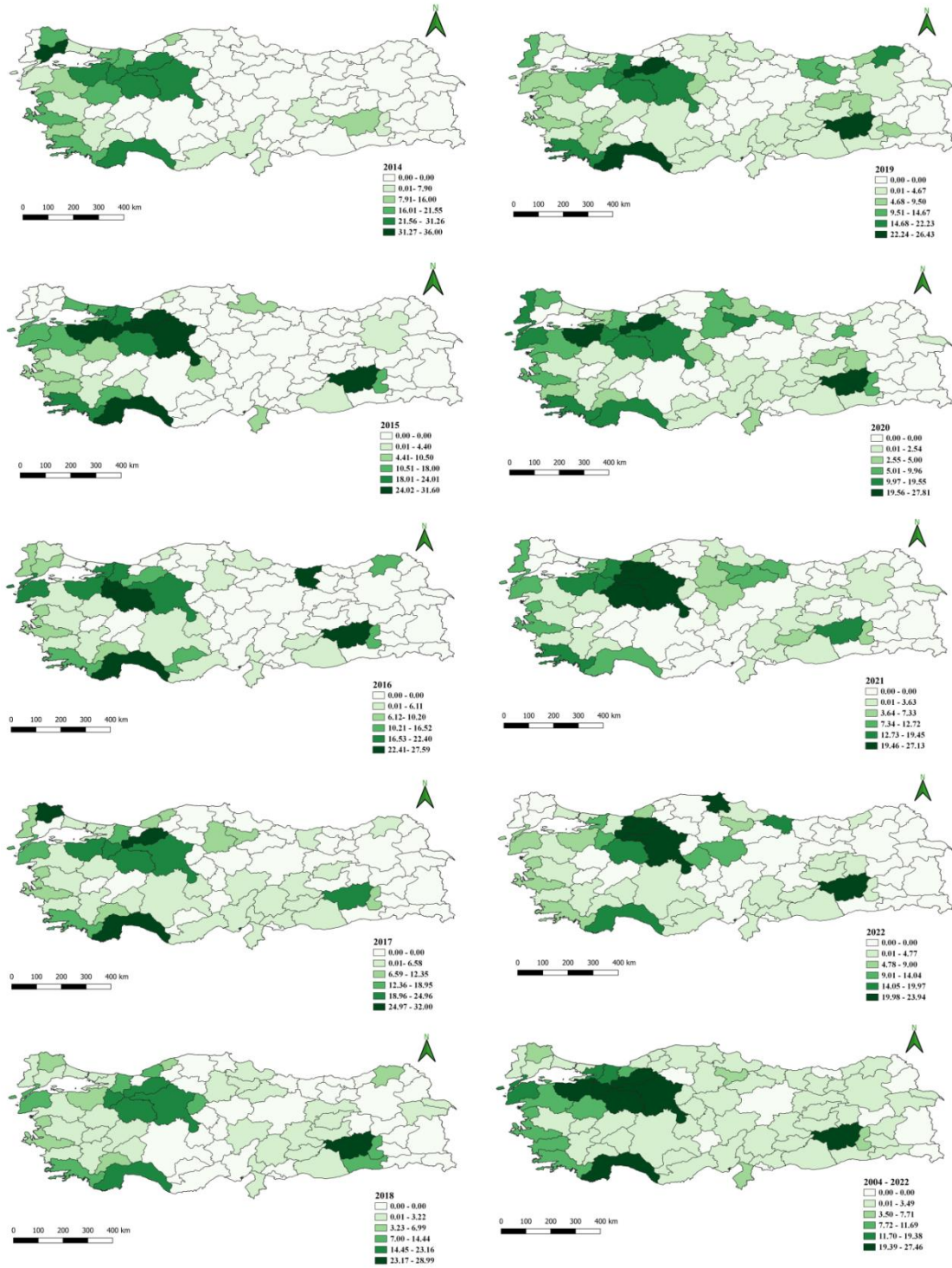


Figure 1b. Distribution of fresh cocoon yield at province level in Türkiye (2004-2022).

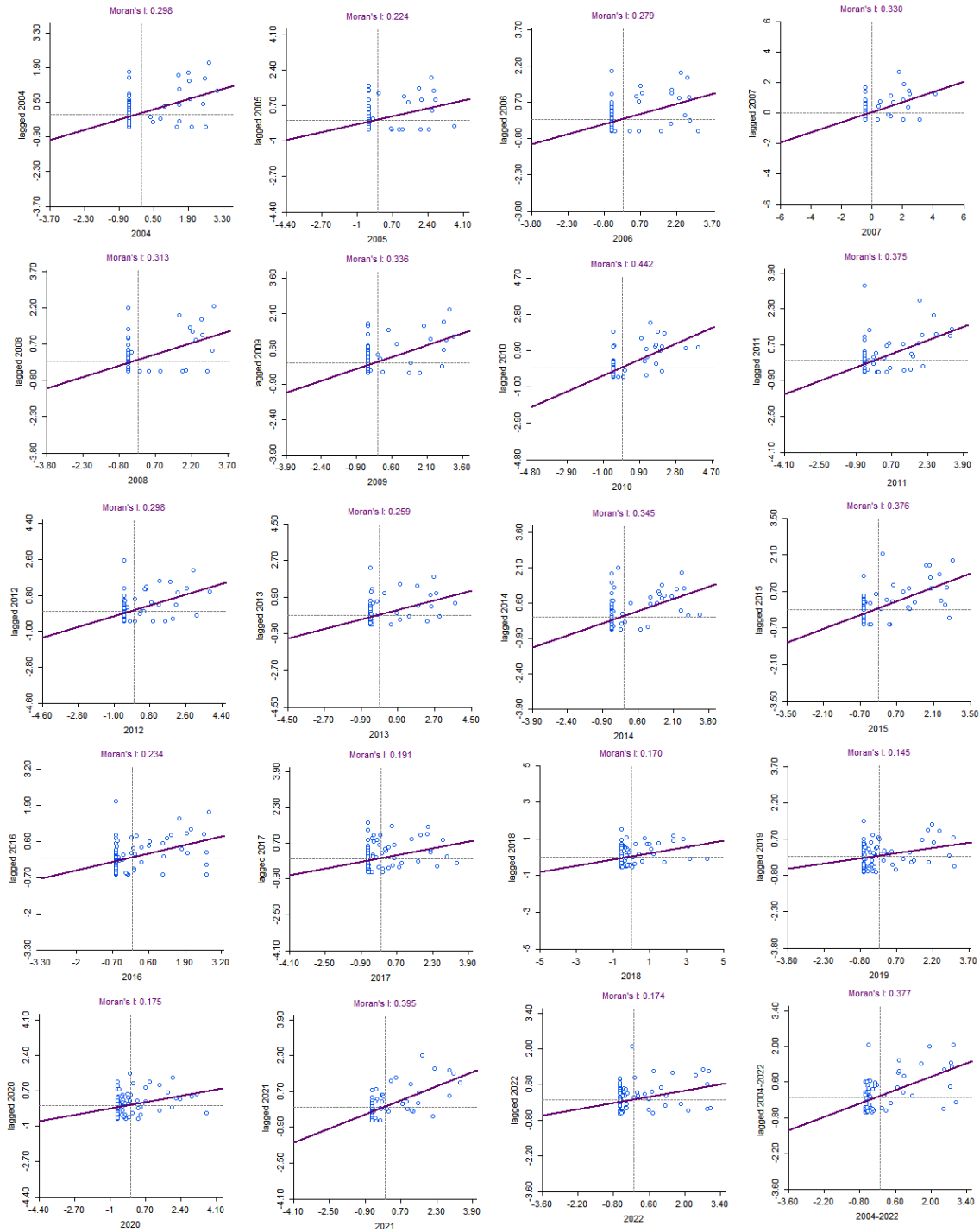


Figure 2. Moran's I scatter plot of fresh cocoon yield in Türkiye (2004-2022).

The LISA maps demonstrate the distinct local clustering patterns in the cocoon yield. In comparison to local spatial outliers (High-Low or Low-High), there are more local clusters (High-High or Low-Low). High-High clusters were generally identified in the Marmara Region. High-High clusters were not observed in Eastern Anatolia, Southeastern Anatolia and the Mediterranean region. Low-Low clusters were seen in all regions except the Marmara and Aegean regions. Generally evaluated, Low-Low clusters were determined in the eastern parts of Türkiye (Figure 3).

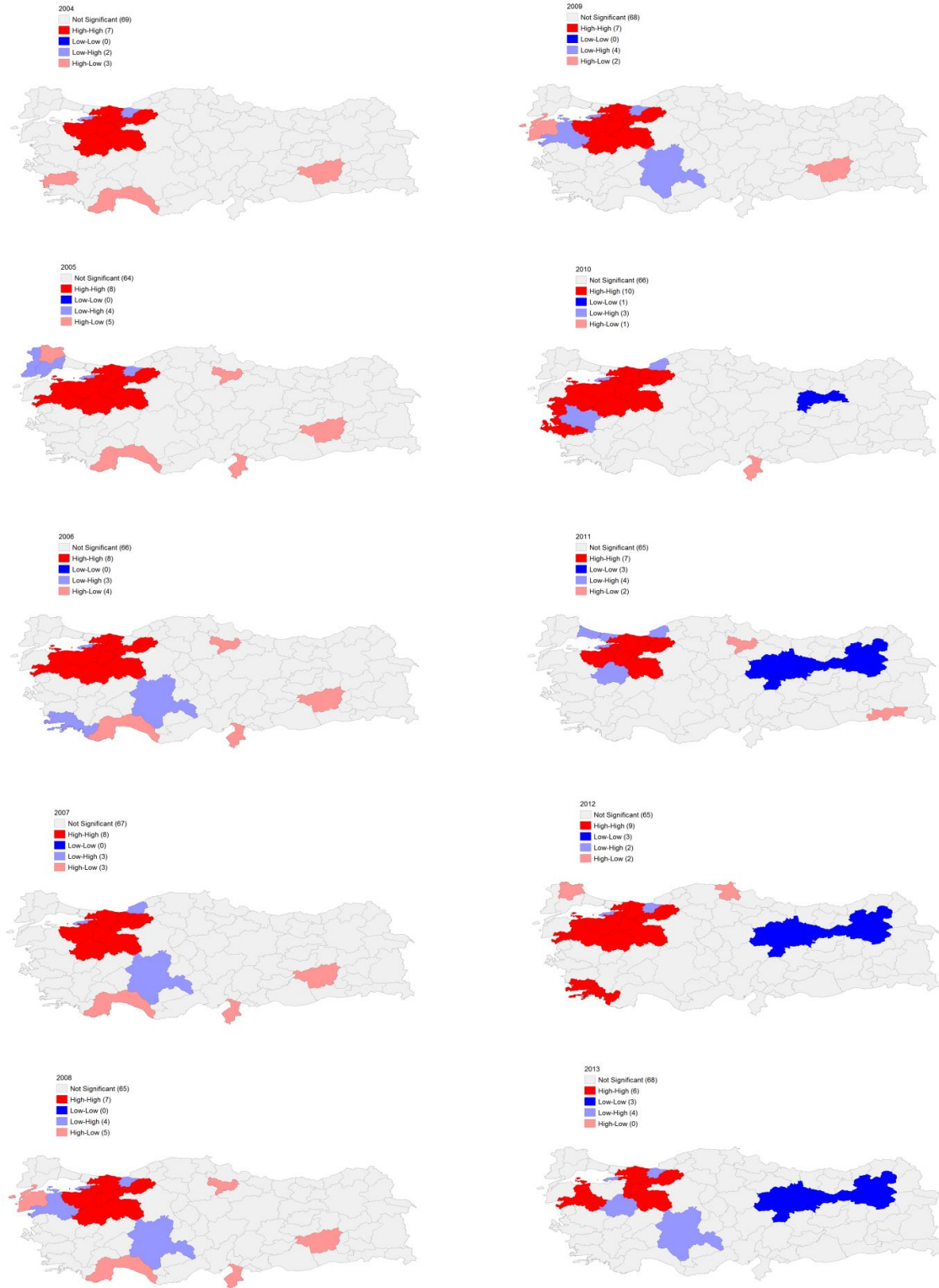


Figure 3. Spatial clustering and outliers of fresh cocoon yield using LISA clustering (95% confidence interval).

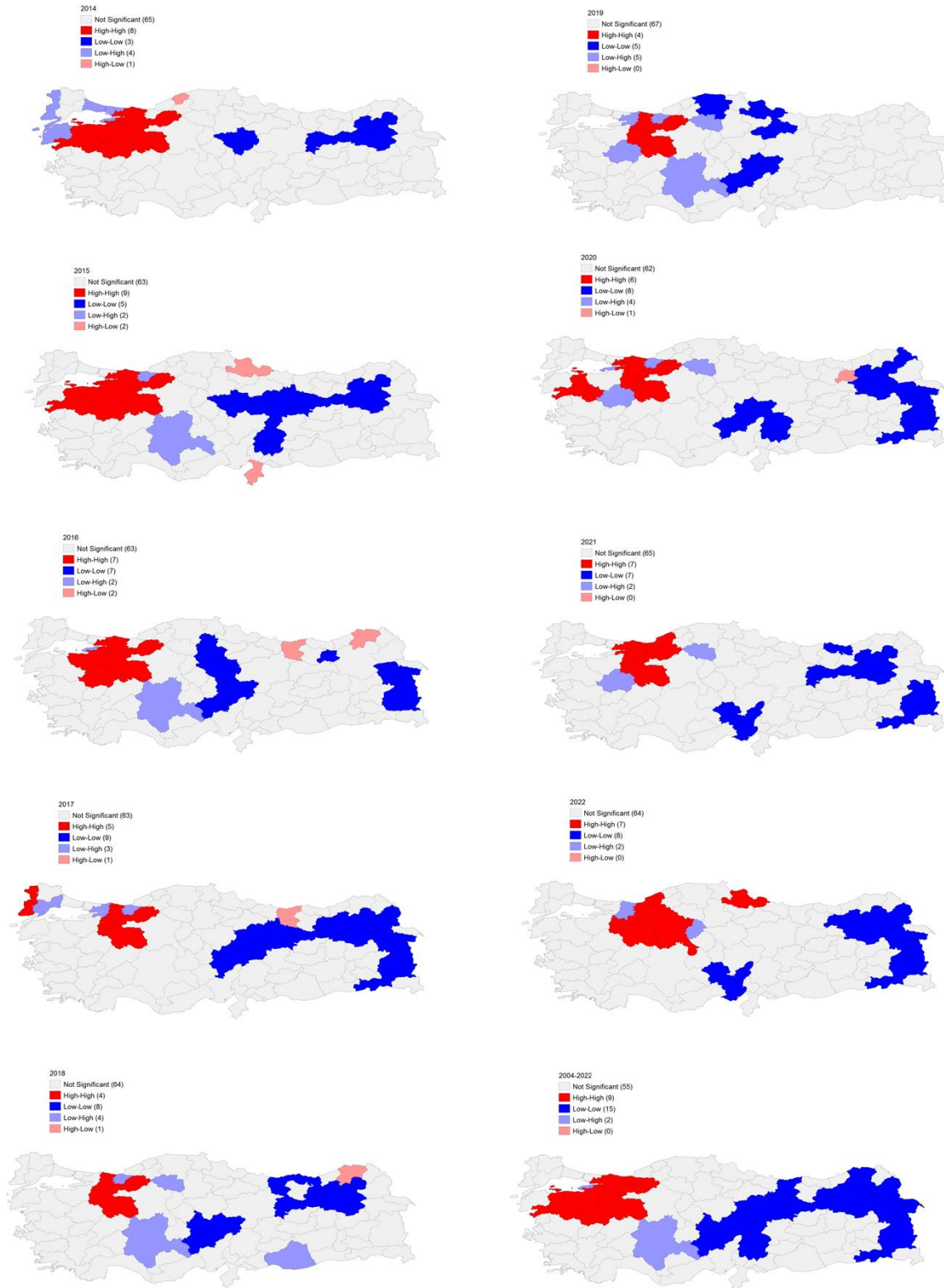


Figure 3. Spatial clustering and outliers of fresh cocoon yield using LISA clustering (95% confidence interval).



Güler (2021) stated in his research that the region that contributed the most to sericulture was the provinces of Şanlıurfa and Diyarbakır, but the contribution to sericulture came largely from the province of Diyarbakır. LISA clustering results obtained in this study showed that there was no High-High clustering in Diyarbakır province. The reason for this is that production is low or non-existent in the provinces neighboring Diyarbakır. In this case, it only confirms the effectiveness of Diyarbakır province. Similarly, the low productivity in the neighboring provinces of Antalya province, which has an important place, did not create a High-High cluster in this area. But, a positive spatial correlation was identified for cocoon yield. In this context, many benefits can be obtained from these regions by increasing the activities in the neighbors of Diyarbakır and Antalya.

In 2004, fresh cocoon production ranked first in Diyarbakır province. The reason for the rapid increase in production in Diyarbakır province is the implementation of the Sericulture Breeding Project. The aim of this project is to prevent the migration and unemployment of people in rural areas, especially the Kulp district, from villages to cities, to revitalize sericulture and to create alternative sources of income. With the implementation of the project, cocoon production began to increase rapidly in Diyarbakır province in 2003. Where sericulture and silk cocoon production has been constantly increasing since this year, silk cocoon production in 2011 exceeded 50 thousand kg and reached 52,600 kg (Başkaya, 2013). Thus, reverse migration from cities to villages took place during the wet cocoon production periods in the region, and alternative income opportunities were provided, especially with the participation of women in production (Barıtcı et al., 2017; Güler, 2021). The findings obtained in this study showed that Diyarbakır is an important center in sericulture and that the region can be more effective by increasing production in the surrounding provinces.

In the Marmara Region, where sericulture is most intense, industrialization and the construction brought about by this industrialization, unconscious and excessive use of pesticides may have negatively affected sericulture. However, the findings obtained in this study showed that although there was a decrease in the Marmara Region, sericulture has an important place.

## CONCLUSIONS and RECOMMENDATIONS

This study, was investigated the spatial relationships of cocoon yield at the province level in Türkiye in the periods of 2004-2022. With these analysis emphasized that how crucial spatial analysis are to agricultural research. The outputs of the amount of fresh cocoon produced (kg) and the number of silkworm egg boxes opened in 81 provinces of Türkiye were used as an indication to look into the spatial correlations of cocoon yield. This study shows positive global spatial autocorrelation with High-High clusters and Low-Low clusters; this suggests that the province with high (or low) cocoon production outputs tends to cluster close to other provinces with high (or low) production. These results show that regions tend to differ in silkworm cultivation. When the spatial distribution of the outputs of all periods is evaluated, the absence of a cluster in eastern Anatolia, southeastern Anatolia and the Mediterranean region can be an important reference for policy making in the management of the silk production sector. In addition, the absence of clusters in Diyarbakır and Antalya, which are important production areas, may also reveal the effectiveness of the LISA statistical technique. By providing more resources to neighboring provinces, these regions can become important production areas.

Silkworm breeding has a significant trade volume in the world. Silkworm farming is an important production area because it prevents unemployment in rural areas, reduces migration from village to city and provides high income in a short time. However, the amount of cocoons obtained from silkworm breeding is decreasing every year. Silkworm farming varies spatially depending on environmental conditions. For this reason, production can be further increased by taking spatial relations into account in the policies to be developed for sericulture and by increasing cooperation with neighboring provinces in provinces with high production. More effective sustainability models can be developed by taking spatial relations into consideration. Therefore, more comprehensive studies need to be conducted that take into account the environmental factors affecting silkworm breeding.

**Conflicts of Interest:** The author declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

**Author contributions:** Authors declare that they have contributed equally to the article.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Tuba BAYİR  <https://orcid.org/0000-0001-6381-0324>

## REFERENCES

- Anselin, L. 1988. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. 1<sup>st</sup> ed., Springer, Dordrecht.
- Anselin, L. 1999. The future of spatial analysis in the social sciences. *Annals of GIS*, 5(2):67–76.
- Anselin, L. 1996. The Moran Scatter Plot as an ESDA Tool to Assess Local Instability in Spatial Association. *Spatial Analytical Perspectives on GIS*. 1<sup>st</sup> ed., CRC Press, London.
- Balasaraswathi, S., Lakshmanan, S., Mani, A., Shanthy, A. M. and Qadri, S. M. H. 2010. An Economic Analysis of Cocoon Production in Theni District of Tamil Nadu. *Indian Journal of Sericulture*, 49(1):81-85
- Barıtcı, İ., Adıgüzel, C. and Kanat, M. 2017. Diyarbakır İlinde İpekböceği Yetiştiriciliğinin Genel Durumu. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2):77-82.
- Başkaya, Z. 2013. Gelişimi Ve Dağılışı Bakımından Türkiye İpekböcekçiliğinde Bilecik İlinin Yeri, Sorunları Ve Çözüm Önerileri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 18(30):257-286.
- Camuz, E. and Gül, A. 2022. Hatay ili, Defne, Antakya, Samandağ ve Yayladağı ilçelerinde ipek böceği yetiştiriciliğinin genel durumu, sorunları ve çözüm önerileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3):540-548.
- Davulcu, M. 2018. Alanya Yöresinde İpek ve İpekböcekçiliği Kültürü Üzerine Halkbilimsel Bir İnceleme. *Folklor Akademi Dergisi*, 1(3):335-358.
- Güler, D. 2021. Türkiye’de İpek Böcekçiliğinin Çok Boyutlu Ölçekleme ve Kümeleme Analizleri ile İncelenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(1):212-220.
- ISC, 2020. *Global Silk Industry*, International Sericultreul Comission.
- Ishtiaque, A., Haider, F., Hasan, R. M., Mahmud, M. S., Uddin, H. and Habiba, U. 2013. The plight of the Bangladeshi silk industry: An empirical investigation. *Malaysian Journal of Society and Space*, 9(2):9-16.
- Kumaresan, P., Geetha Devi, R. G., Rajadurai, S., Selvaraju, N. G. And Jayaram, H. 2008. Performance of large scale farming in sericulture-an economic analysis. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 63(4):641-652.
- Lakshmanan, S., Ramprakesh Munikrishnappa, H. M. and Qadri, S. M. H. 2012. Economic Performance of Mulberry Sericulture VIS-A-VIS Other Agricultural Crops in Maharashtra a Cross-Sectional Analysis. *Indian Journal of Sericulture*, 51(1):59-63.
- Li, Y. and Tao, H. 2014. An Investigation of the present living condition of the sericulturist group in the sericultural area along the Jialing River Basin. *Advances in Applied Sociology*, 4:197-203.
- Mattigatti, R., Veerabhadrapa B. P. and Renukarya, C. K. 2009. Yield Gap in Sericulture in Karnataka - An Economic Analysis. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 22(5):1046-1050.
- Moran, P. A. P. 1950. Notes on Continuous Stochastic Phenomena. *Biometrika*, 37(1/2):17–23.
- Moran, P. A. P. 1948. The Interpretation of Statistical Maps. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 10(2):243-251.
- Rahmathulla, V. K. 2012. Management of climatic factors for successful silkworm (*bombyx mori* L.) crop and higher silk production: A review. *Psyche: A Journal of Entomology*, 121234:1-12.
- Şahan, Ü. 2011. İpekböcekçiliği. Dora Basım Yayın Dağıtım Ltd. Şti. ISBN: 978-605-4118-98-4.
- Şahinler, N. and Şahinler, S. 2002. Hatay il'inde İpekböceği Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu Sorunları ve Çözüm Önerileri Üzerine Bir Araştırma. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1-2):95-104.
- Sharma, A., Chanotra, S., Gupta, R. and Kumar, R. 2020. Influence of climate change on cocoon crop loss under subtropical conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(5):167-171.
- Taşkaya Top, B., Özüdoğru, T., Özer, O. O., Yasan Ataseven, Z., Uçum, İ., Polat, K. ve Bars, T. 2014. Türkiye’de Damızlık İpekböceği İşletmelerinin Mevcut Durumlarının Değerlendirilmesi. *Ulusal Aile Çiftçiliği Sempozyumu*, 30-31 Ekim, Ankara, s. 390-395.
- Tuigong, D. R., Tk, K. and Madara, D. S. 2015. Mulberry and Silk Production in Kenya. *Journal of Textile Science & Engineering*, 5, 1-7.
- Villanueva, R. C. 1999. Problems and issues affecting the pace of sericulture development in the Philippines. *Don Mariano Marcos Memorial State University Research and Extension Journal (Bacnotan Campus)*.
- Yakişan, R. and Yılmaz, A. 2022. Diyarbakır İli Kulp İlçesi Koşullarında İpekböceği Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerde Kimi Çevre Faktörlerinin Koza Kalite Özelliklerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(2) :344-353.



## Comparison of Fruit Quality Characteristics of Çakıldak, Palaz and Tombul Hazelnut (*Corylus colurna L.*) Varieties Grown at Different Altitudes of Ordu Province

Yakup POLAT<sup>1\*</sup>, Ebru KURT<sup>2</sup>, Buse TAGAY BİCE<sup>2</sup>, Ferit ÇELİK<sup>1</sup>, N.Ebru KAFKAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana

\*Sorumlu Yazar: yakupyyu@gmail.com

Geliş Tarihi: 12.03.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 07.08.2024 Kabul Tarihi: 26.08.2024

### ABSTRACT

The hazelnut, which is known to be among the homelands of Anatolia, has been grown in our country for centuries. Hazelnut cultivation in Turkey dates back to ancient times. In the province of Ordu, the hazelnut varieties Çakıldak, Palaz and Tombul are mainly cultivated but other varieties are also grown. This study was carried out between 2022-2023 to determine the effects of altitude and location difference on the fruit characteristics of hazelnut varieties Çakıldak, Palaz and Tombul grown in Fatsa (300 m), İkizce (590 m) and Kumru (400 m) districts of Ordu province. In the study, the lowest average values for nut and kernel fruit weight, nut and shell thickness and kernel size were obtained from trees at 400 m altitude, while the highest values were obtained from trees at 590 m altitude. According to the results, the altitude had a different effect on the weight of the nuts and kernels depending on the variety. While the weight of nuts and kernels increased with increasing altitude in Çakıldak and Palaz varieties, these values decreased in Tombul variety. As a result some fruit quality characteristics of hazelnut varieties grown at different altitudes in Ordu province were found to be different.

**Key words:** Altitude, Hazelnut, Fruit quality properties, Ordu.

## Ordu ilinin Farklı Rakımlarında Yetiştirilen Çakıldak, Palaz ve Tombul Fındık (*Corylus colurna L.*) Çeşitlerinin Meyve Kalite Özelliklerinin Karşılaştırılması

### ÖZ

Anavatanları arasında Anadolu'nun da olduğu bilinen fındık, asırlardır ülkemizde yetiştirilmektedir. Türkiye'de fındık yetiştiriciliği çok eskilere dayanmaktadır. Ordu ilinde yaygın olarak yetiştirilen fındık çeşitleri çakıldak palaz ve tombul olmakla birlikte diğer çeşitlerle de yetiştiricilik yapılmaktadır. Bu çalışma Ordu ili Fatsa (300 m), İkizce (590 m) ve Kumru (400 m) ilçelerinde yaygın olarak yetiştirilen Çakıldak, Palaz ve Tombul fındık çeşitlerinin meyve özellikleri üzerine rakım ve lokasyon farkının etkisi belirlemek amacı ile 2022-2023 yılları arasında yürütülmüştür. Çalışmada en düşük ortalama kabuklu ve iç meyve ağırlığı, kabuklu meyve ve kabuk kalınlığı ve iç meyve iriliği değerleri 400 m rakımda yetiştirilen ağaçlardan elde edilirken en yüksek ise 590 m rakımda yetiştirilen ağaçlardan elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre rakımın çeşitlerin kabuklu ve iç meyve ağırlığına etkisi çeşitlere göre farklılık göstermiştir. Çakıldak ve Palaz çeşitlerinde yükseltinin artmasıyla birlikte kabuklu ve iç meyve ağırlığı artarken, Tombul çeşidinde bu değerler azalmıştır. Sonuç olarak Ordu ilinin farklı rakımlarında yetiştirilen fındık çeşitlerinde bazı meyve kalite özelliklerinin değişkenlik gösterdiği ortaya çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Fındık, Meyve kalitesi özellikleri, Ordu, Rakım.

## INTRODUCTION

The Hazelnut is known to belong to the genus *Corylus* of the subfamily *Corylaea* of the family Betulaceae of the order Fagales (Ayfer et al., 1986; Özbek, 1978). The best known species name of hazelnut is *Corylus avellana* L. The hazelnuts cultivated in our country are called hybrids of *Corylus avellana* and *Corylus maxima*. The Turkish hazelnut is *Corylus colurna* L. (Marangoz, 1999). It is said that the hazelnut originated in Central Asia, the Caucasus and Anatolia, and that the eastern Black Sea region is the place where the hazelnut was cultivated in Anatolia. It is reported that hazelnut shoots were spread by the ancient Greeks from Trabzon to Edremit and Ayvalık and from there via Andalusia to Italy and to European cities from the island of . The hazelnut (*Corylus avellana*) is a dwarf, shrub-like, long-lived cultivated plant. In Türkiye, hazelnut growing areas are located between 40-41° latitude and 37-42° longitude. Within these limits, the most ecologically suitable areas are the coasts of the Black Sea. Hazelnut cultivation extends 60 km inland from the Black Sea coasts and up to 750 m altitude (Özbek, 1978; Köksal, 2002). Among the countries where hazelnuts are cultivated, our country is both important in terms of breeding and rich in genetic resources. The wild hazelnut species are distributed over a very wide area from Japan to China, Anatolia, Europe and California and Europe is the region where the wild species have the greatest diversity. Although wild hazelnut species are widespread, the source of crop is the coastal flora of the eastern Black Sea (Özbek, 1978). One of the basic elements of successful fruit cultivation is the selection of varieties suitable for the climate and soil conditions (Steiner and Giuliani, 1995). In the Black Sea region, which has the most suitable ecology for hazelnuts in the world, the highest quality hazelnut varieties in the world are grown. Since the Black Sea region has hilly and sloping land, hazelnut cultivation is practised at different altitudes and it has been reported that altitude and planting age cause significant differences in quality and yield among varieties (Bostan, 1997). Hazelnut is a very important crop in our country and especially in the Black Sea region, where a large part of the population lives on hazelnut. Therefore, the most important objective of hazelnut research is to increase yield and quality. The provinces of Ordu, Giresun, Trabzon, Düzce, Sakarya and Samsun in the Black Sea region, account for 92% of Türkiye's hazelnut production (Demir and Beyhan, 1998). Türkiye's hazelnut production in 2023 is 650.000 tons (Anonymous, 2023b). The hazelnut production in the world is 1.195.732 tons. Türkiye is in first place with a production of 765.000 tons, followed by Italy in second place with a production of 98.670 tons, Azerbaijan in third place with 72.104 tons, and the USA in fourth place with a production of 70.310 tons (Anonymous, 2023a). The most common hazelnut varieties grown in Ordu province are Çakıldak and Palaz, but Tombul, Kalınkara and Sivri varieties can also be found (Balık and Beyhan, 2014). It has been reported that differences in factors such as climatic conditions, cultivar, altitude, location, technical and cultural treatments alter the morphological and anatomical characteristics of the plants (Koyuncu et al., 1997; Karadeniz and Kup, 1997; Cordell et al., 1998; Özbucak et al., 2013). It is known that the temperature decreases by 0.5°C for every 100 meters difference in altitude in the atmosphere. This affects the quality of the fruit (Eser, 1986; Balcı, 2002). Previous studies have investigated the effects of altitude, orientation, number of branches, and number of fruits in the nuts on hazelnut quality characteristics of hazelnuts, but the studies on the effects of different altitudes on fruit quality were insufficient (Faniadis et al., 2010; DiVaio et al., 2013). The aim of this study was to determine the effects of altitude on some fruit characteristics of hazelnut varieties Çakıldak, Palaz and Tombul grown at different altitudes (300, 400, 590 m) (Fatsa, Kumru, İkizce) in Ordu province.

## MATERIALS and METHODS

### Plant Material

This study was carried out to determine the effects of altitude on some fruit characteristics of Çakıldak, Palaz and Tombul hazelnut cultivars grown at 300, 400 and 590 m altitude in Fatsa, Kumru and İkizce districts of Ordu province in 2022-2023, Nut and kernel weight (g), nut and kernel (length, width and thickness) (mm), nut and kernel size (mm), nut shape index, kernel shape index, shell thickness (mm), kernel percentage (%), percentage of double kernels (%), empty kernel ratio (%), percentage of shriveled kernels (%), percentage of good kernels (%) and fiberiness were determined. The study was carried out on a total of 90 trees of 3 varieties at 3 different altitudes, with 10 trees for each variety at each altitude.

### Method

**Nut and kernel weight (g):** Both nuts and kernels were weighed using a digital scale with 0.01 g measurement accuracy. A total of 10 randomly selected nuts were used for nut and kernel weight. (Ayfer et al., 1986; Gülsoy et al. 2019).

**Nut and kernel (length, width and thickness) (mm):** Both the nut and kernel were measured with a digital caliper (mm) on randomly selected 10 nuts from each fruit. (Ayfer et al., 1986; Gülsoy et al. 2019).

**Nut and kernel size (mm):** It was determined using the geometric mean of the length (a), width (b) and thickness (c) values of 10 randomly sampled fruits (Yılmaz, 2005; Gülsoy et al. 2019). Shell and kernel size(mm): =  $3\sqrt{a.b.c}$

**Nut shape index:** It was calculated with the following formula by relating the shell length to the average of the shell width and nut thickness (Semiz, 2016).

$$\text{Nut shape index} = \text{nut length} / [ (\text{nut width} + \text{nut thickness}) / 2 ]$$

**Kernel shape index:** It was calculated using the following formula by relating kernel length to the average of kernel width and kernel thickness (Semiz, 2016).

$$\text{kernel shape index} = \text{kernel length} / [ (\text{kernel width} + \text{kernel thickness}) / 2 ]$$

**Shell thickness (mm):** Shell thickness was measured on 10 randomly collected fruit samples using a digital caliper (Ayfer et al., 1986; Gülsoy et al. 2019).

**Kernel percentage (%):** Kernel percentage is the percentage of kernel weight to nut weight%. Kernel weight percentage % =  $\text{kernel weight} / \text{nut weight} \times 100$

**Percentage of double kernels (%):** Percentage of double kernels was calculated based on the number of double kernels in 10 randomly selected nuts of each fruit.

**Empty kernel ratio (%):** It was determined by relating the number of empty fruits out of 100 fruits to the total number of fruits (Gülsoy et al. 2019).

$$\text{Empty Fruit Ratio (\%)} = (\text{number of empty fruits} / \text{total number of fruits}) \times 100$$

**Shriveled kernel ratio (%):** 100 pieces of fruit It was determined by the ratio of the number of shriveled kernel to the total number of fruits (Gülsoy et al. 2019).

$$\text{Shriveled kernel ratio} = (\text{number of shriveled kernel} / \text{total number of fruits}) \times 100$$

**Good kernel ratio (%):** It was determined by relating the number of hard (outer) shell completely filled, flawless and intact kernel parts of the broken fruits to the total number of fruits (Ayfer et al., 1986; Gülsoy et al. 2019).

**Fibrousness:** The condition of the brown fibrous tissue on the kernel surface of the hard shell, which remained adhered to the outer surface of the kernel fruits extracted by breaking the hard shell, was evaluated as fibrousness. The varieties were evaluated as fibrous and non-fibrous according to the fibrous condition of the kernel (Ayfer et al., 1986; Gülsoy et al. 2019).

### Statistical analysis

Statistical Analyses Descriptive statistics were expressed as mean and standard error. ANOVA analysis of variance was used to determine if there was a difference between the mean scores of the varieties with respect to these traits. Following the analysis of variance, Duncan's multiple comparison test was used to determine the differences. The calculations were based on a statistical significance level of 5% and the calculations were performed using the statistical package IBM SPSS Statistics 22 (Düzgüneş et al., 1987). Correlation analysis was performed in the IBM SPSS Statistics 22 statistical program to determine the relationships between the pomological characteristics examined in hazelnuts.

## RESULTS and DISCUSSION

According to the results of our study, the lowest average nut weight was found in the Tombul variety (1.79 g) grown at 400 m altitude, while the highest was found in the Tombul variety (3.01 g) grown at 590 m altitude. The highest and lowest average nut length values of the varieties were found in Palaz (15.77 mm) and Tombul (21.59 mm) varieties grown at 590 m altitude. In the study, the lowest average nut width was recorded for the Tombul variety (16.99 mm) at 400 m altitude and the highest for the Palaz variety (20.63 mm) at 300 m altitude. The lowest average nut thickness was found in the Tombul variety at 400 m altitude (15.24 mm) and the highest in the Tombul variety at 590 m altitude (18.49 mm). In another study conducted at 6 different altitudes between 10 and 500 m in Giresun province, it was reported that kernel width varied depending on altitude and that there was a significant negative correlation between altitude and nut thickness in the Tombul variety (Bostan, 2001). In addition, the shell thickness was determined between the Palaz variety at 400 m altitude (0.96 mm) and the Tombul variety at 590 m altitude (1.24 mm). The lowest average nut and kernel weight was determined at 400 m altitude, while the highest values were obtained at 590 m altitude (Table 1).

**Table 1.** Some Pomological Characteristics of The Varieties (Averages of 2022-2023).

Varieties	Altitude	Nut Weight (g)	Nut Length (mm)	Nut Width (mm)	Nut Thickness (mm)	Shell Thickness (mm)
Palaz	Fatsa (300m)	2.57±0.24b	16.14±0.79e	20.63±0.84a	17.66±0.69ab	1.16±0.08abc
Palaz	Kumru (400m)	1.98±0.26de	16.61±0.73e	18.59±0.76bc	15.60±1.41ef	0.96±0.07e
Palaz	İkizce (590m)	2.24±0.26c	15.77±0.73e	19.19±0.81b	17.07±0.82bcd	1.19±0.08ab
Tombul	Fatsa (300m)	2.25±0.12c	17.74±1.11d	18.46±0.54bc	16.48±0.82cde	1.04±0.13de
Tombul	Kumru (400m)	1.79±0.28e	18.47±1.35cd	16.99±0.73d	15.27±1.07f	1.04±0.05de
Tombul	İkizce (590m)	3.01±0.30a	21.59±0.59a	20.41±0.58a	18.49±0.91a	1.24±0.08a
Çakıldak	Fatsa (300m)	2.37±0.21bc	19.15±0.83bc	18.68±0.62b	17.29±1.02bc	1.15±0.07bc
Çakıldak	Kumru (400m)	2.11±0.28cd	19.53±0.77b	17.76±1.68cd	16.13±1.12def	1.05±0.05d
Çakıldak	İkizce (590m)	2.36±0.27bc	19.73±0.67b	18.40±0.74bc	17.29±0.68bc	1.09±0.04cd
Significance		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

The difference between means denoted by the same letter is not statistically important ( $p < 0.05$ )

The lowest average kernel weight values of the varieties were recorded for Tombul (0.98 g) at 400 m altitude and the highest for Tombul (1.61 g) at 590 m altitude. The lowest average kernel fruit width of the tested varieties was recorded for the Tombul variety at an altitude of 400 m (11.64 mm) and the highest for the Palaz variety at an altitude of 300 m (16.36 mm). The lowest and the highest average kernel length was recorded for the Palaz (11.10 mm) and the Tombul variety (15.92 mm) at 590 m altitude. In addition the lowest average kernel thickness was recorded for the Tombul variety (11.68 mm) at 400 m altitude and the highest for the Palaz variety (14.26 mm) at 300 m altitude (Table 2).

**Table 2.** Some Pomological Characteristics of The Varieties (Averages of 2022-2023).

Varieties	Altitude	Kernel Weight (g)	Kernel Width (mm)	Kernel Length (mm)	Kernel Thickness (mm)
Palaz	Fatsa (300m)	1.29±0.23bc	16.36±0.74a	11.71±0.65e	14.26±1.23a
Palaz	Kumru (400m)	1.14±0.12cd	14.69±4.01b	12.75±0.59d	13.03±1.13bc
Palaz	İkizce (590m)	1.22±0.06bc	14.99±0.44ab	11.10±1.95e	13.62±0.62ab
Tombul	Fatsa (300m)	1.20±0.19bc	14.36±1.36b	13.50±0.89cd	13.16±1.25bc
Tombul	Kumru (400m)	0.98±0.18d	11.64±0.66c	14.12±1.62bc	11.68±0.98d
Tombul	İkizce (590m)	1.61±0.18a	14.74±0.78b	15.92±0.83a	13.19±0.79bc
Çakıldak	Fatsa (300m)	1.30±0.17bc	14.40±0.86b	15.01±0.88ab	12.90±1.03bc
Çakıldak	Kumru (400m)	1.19±0.17bc	13.73±1.06b	15.64±0.31a	12.46±1.33cd
Çakıldak	İkizce (590m)	1.33±0.07b	14.12±1.09b	15.45±0.85a	13.04±0.77bc
Significance		0.000	0.000	0.000	0.000

The difference between means denoted by the same letter is not statistically important ( $p < 0.05$ )

In the study, the lowest average nut size was recorded for the Tombul variety at an altitude of 400 m (16.85 mm) and the highest value for the Tombul variety at an altitude of 590 m (20.11 mm). Demir (1997) stated that Turkish hazelnut varieties are the best quality hazelnut varieties in the world, but the nut size is not high compared to foreign hazelnut varieties. The lowest average nut shape index was found in Palaz variety (0.84 mm) at 300 m altitude and the highest in Çakıldak variety at 400 m altitude. In addition the lowest average kernel size was found in the Palaz variety at 300 m altitude (11.99 mm) and the highest in the Çakıldak variety at 590 m altitude (14.53 mm). Among investigated the varieties, the lowest mean kernel shape index was observed in the Palaz variety at 300 m altitude (0.77 mm) and the highest in the Tombul variety at 400 m altitude (1.27 mm). The lowest average kernel percentage recorded for in the Palaz variety at 300 m altitude (50.48%) and the highest average kernel percentage for the Palaz variety at 400 m altitude (57.35%) (Table 3).

**Table 3.** Some pomological characteristics of the varieties (averages of 2022-2023).

Varieties	Altitude	Nut Size (mm)	Nut Shape Index (%)	Kernel Size (mm)	Kernel Shape Index (%)	Kernel Ratio (%)
Palaz	Fatsa (300m)	18.05±0.48bc	0.84±0.06e	11.99±0.84c	0.77±0.02e	50.48±2.14c
Palaz	Kumru (400m)	16.86±0.64e	0.98±0.05d	13.11±0.51b	0.93±0.15d	57.35±1.78a
Palaz	İkizce (590m)	17.25±0.73de	0.87±0.03e	13.42±0.77ab	0.78±0.04e	54.63±1.23ab
Tombul	Fatsa (300m)	17.53±0.52cd	1.02±0.08cd	13.65±0.86ab	0.98±0.07cd	53.16±2.46bc
Tombul	Kumru (400m)	16.85±0.51e	1.15±0.02a	13.86±0.52ab	1.27±0.34a	54.25±2.90ab
Tombul	İkizce (590m)	20.11±0.62a	1.11±0.06ab	13.97±2.69ab	1.14±0.15ab	53.29±1.85bc
Çakıldak	Fatsa (300m)	18.35±0.62b	1.07±0.11bc	14.05±0.57ab	1.10±0.07bc	54.93±6.45ab
Çakıldak	Kumru (400m)	17.74±0.37cd	1.15±0.05a	14.16±0.32ab	1.21±0.16ab	56.19±4.08ab
Çakıldak	İkizce (590m)	18.44±0.56b	1.11±0.05ab	14.53±0.63a	1.14±0.10ab	56.33±3.50ab
Significance		0.000	0.000	0.000	0.000	0.002

The difference between means denoted by the same letter is not statistically important ( $p < 0.05$ )

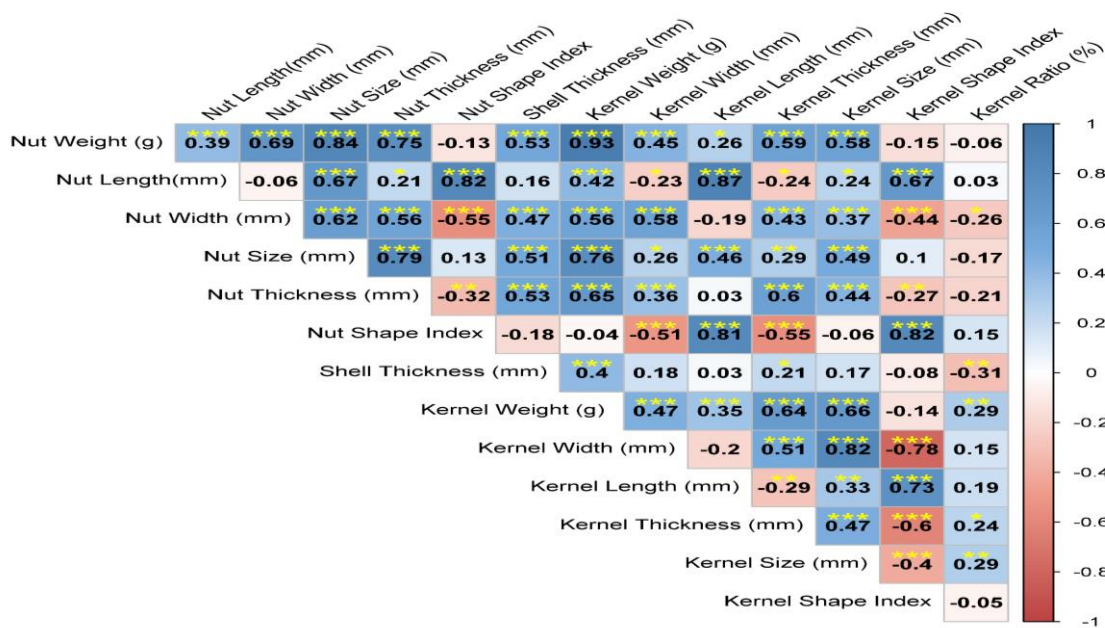
Regarding fibrousness, all varieties (Çakıldak, Palaz and Tombul) were evaluated as non-fibrous. In addition, no double kernel (twin fruit) was observed in the varieties in terms of double kernel percentage. The empty kernel percentage was not observed in all varieties and was determined as 100% full. The proportion of the good interior was determined as 100% for all varieties. The good kernel ratio was found to be 100% in all varieties. When the percentage of shriveled kernels of the varieties at different altitudes was examined, all varieties were good and no shriveled kernels were observed (Table 4).

**Table 4.** Some Pomological Characteristics of The Varieties (Averages of 2022-2023).

Varieties	Altitude	Double Kernel Ratio (%)	Empty Kernel Ratio (%)	Good Kernel Ratio (%)	Shriveled Kernel Ratio (%)	Fibrousness
Palaz	Fatsa (300m)	0	0	100	0	non-fibrous
Palaz	Kumru (400m)	0	0	100	0	non-fibrous
Palaz	İkizce (590m)	0	0	100	0	non-fibrous
Tombul	Fatsa (300m)	0	0	100	0	non-fibrous
Tombul	Kumru (400m)	0	0	100	0	non-fibrous
Tombul	İkizce (590m)	0	0	100	0	non-fibrous
Çakıldak	Fatsa (300m)	0	0	100	0	non-fibrous
Çakıldak	Kumru (400m)	0	0	100	0	non-fibrous
Çakıldak	İkizce (590m)	0	0	100	0	non-fibrous

Comparing the study we conducted with the studies in the literature; Beyhan (2000) reported that the nut weights of the hazelnut cultivars Tombul, Palaz, Sivri, Kalınkara, Local Hazelnut and Hanım vary between 1.02- 1.07 g and their kernel rate is between 50.9-53.0%. Islam et al. (2005) conducted a study in Ordu province between 1999 and 2001 and found that the kernel percentage of the hazelnut varieties Tombul, Palaz, Çakıldak varied between 43.08% - 65.48%, the nut size between 15.02 - 20.39 mm, the nut weight between 1.37 - 3.64 g, the shell thickness between 0.69 - 1.56 mm and the kernel weight between 0.76 - 1.75 g. In a study in the Çarşamba district of Samsun, Semiz (2016) determined the nut weights of hazelnut varieties and types to be 2.14 g (Çakıldak), 1.93 g (Palaz) and 1.89 g (Tombul). In addition, the researcher recorded the shell thickness between 0.74 mm (Kuş Hazelnut-1) and 1.29 mm (Palaz-1) and the kernel weight between 0.79 g (Kuş hazelnut-1) and 1.46 g (Çarşamba Tip-1) and the nut size between 15.08 mm (Giresun Karası-2) and 18.62 mm (Çarşamba Tip-2) and the kernel size between 11.89 mm (Kuş Hazelnut-1) and 15.86 mm (Giresun Karası-1). Gülsoy et al. (2019), study in Ordu, in hazelnut cultivars grown in different locations, the average nut weight was between 1.52 g (Çakıldak -350 m) and 2.92 g (Kara -350 m), kernel weight was between 0.80 g (Sivri -350 m)-1.47 g (Kara -350 m), kernel percentage between 46.88% (Sivri -350 m)-55.52% (Çakıldak -350 m), shell thickness between 0.94 mm (Yağlı -350 m)-1.29 mm (Kara -800 m), nut size between 14.27 mm (Sivri -350 m)-18.67 mm (Kara -350 m). In addition, they evaluated the varieties in 2 groups as fibrous and non-fibrous in terms of fibrousness. The Çakıldak, Yağlı, Palaz and Sivri varieties were evaluated as non-fibrous and the Kara variety as fibrous. In a study conducted in

the Harkköy region in the Karakaya Basin of the Tirebolu district of Giresun province, Karadeniz et al. (2020) determined the nut weight of the genotypes to be between 1.63-2.40 g, the kernel weight between 0.90-1.18 g, the kernel percentage between 44.91-56.27%, the shell thickness between 1.12-1.52 mm and nut size between 16.64-17.29 mm. Comparing the data obtained in our study with the studies conducted in previous years, it can be seen that they are either similar or have better values. It is thought that the difference in similarity or superiority of the genotypes could be due to both genetic structure and environmental factors. It is known that the physical and chemical characteristics of fruit species are influenced by factors such as climate and soil conditions of the region where they are grown, technical and cultural treatments, harvest time, fruit yield and fruit ripening time (Drogoudi et al., 2009; Caliskan and Polat, 2012). It has been reported that hazelnuts grown at different altitudes differ from each other in terms of fruit quality factors and that fruit characteristics vary considerably depending on nutritional conditions and altitude (Karadeniz and Bostan, 2004). In a study conducted to determine the effects of geographical region and climate on hazelnut yield and variety performance, it was found that climate and soil characteristics and average yield values vary according to altitude and distance from the coast (Baldwin et al., 2001).



**Figure 1** Correlation graph between pomological characteristics of hazelnut cultivars.

In this study, correlation test was performed to determine the relationship between the pomological characteristics of hazelnut cultivars and altitude (Figure 1). As a result of correlation test, nut weight showed high positive correlation with nut width ( $r=0.69^{***}$ ), nut size ( $r=0.84^{***}$ ), nut thickness ( $r=0.75^{***}$ ), kernel weight ( $r=0.93^{***}$ ). Moreover, nut length showed a high positive correlation trend with nut size ( $r=0.67^{***}$ ), nut shape index ( $r=0.82^{***}$ ), kernel length ( $r=0.87^{***}$ ) and kernel shape index ( $r=0.67^{***}$ ). In addition nut width showed a positive correlation trend with nut size ( $r=0.62^{***}$ ), nut thickness ( $r=0.56^{***}$ ), Kernel width ( $r=0.58^{***}$ ), while it showed a low negative correlation trend with nut shape index ( $r=-0.55^{***}$ ), kernel shape index ( $r=-0.44^{***}$ ) and kernel ratio ( $r=-0.26^*$ ). Besides nut size tended to be positively correlated with nut thickness ( $r=0.79^{***}$ ), shell thickness ( $r=0.51^{***}$ ), kernel weight ( $r=0.76^{***}$ ), kernel size ( $r=0.49^{***}$ ). Nut thickness tended to be positively correlated with kernel thickness ( $r=0.53^{***}$ ), kernel weight ( $r=0.65^{***}$ ), kernel thickness ( $r=0.60^{***}$ ), kernel size ( $r=0.44^{***}$ ), while nut shape index ( $r=-0.32^{**}$ ) tended to be negatively correlated with kernel shape index ( $r=-0.27^{**}$ ). Moreover, nut shape index tended to be positively correlated with kernel length ( $r=0.81^{***}$ ) and Kernel shape index ( $r=0.82^{***}$ ), while kernel width ( $r=-0.51^{***}$ ) and kernel thickness ( $r=-0.55^{***}$ ) were negatively correlated. Shell thickness was positively correlated with kernel weight ( $r=0.40^{***}$ ) and negatively correlated with kernel ratio ( $r=-0.31^*$ ). Kernel weight tends to be positively correlated with kernel thickness ( $r=0.64^{***}$ ), kernel size ( $r=0.66^*$ ), kernel width ( $r=0.47^{***}$ ). Also kernel width showed positive correlation with kernel size ( $r=0.82^{***}$ ), while it showed negative correlation with kernel shape index ( $r=-0.78^{***}$ ). Kernel length



showed positive correlation with kernel shape index ( $r=0.73^{***}$ ) and negative correlation with kernel thickness ( $r=-0.29^{**}$ ).

## CONCLUSION and SUGGESTIONS

Hazelnut cultivation in our country is generally practiced on small plots and in the form of family farms. Hazelnut cultivation directly or indirectly affects 8 million people in the regions (Karadeniz et al., 2020). For this reason, hazelnuts are of great importance both for the region where they are grown and for our country. In Ordu province, many hazelnut varieties can be grown at different altitudes. In the study, the lowest average values for nut and kernel weight, nut and shell thickness and kernel size were obtained from trees at 400 m altitude, while the highest values were obtained from trees at 590 m altitude. According to the results, the altitude had a different effect on the weight of the nuts and kernels depending on the variety. While the weight of nuts and kernels increased with increasing altitude in Çakıldak and Palaz varieties, these values decreased in Tombul variety. It was determined that the best values in terms of yield per decare and fruit quality characteristics of Çakıldak, Palaz and Tombul cultivars were found in orchards at different altitudes in Fatsa, İkizce and Kumru ecosystems in Ordu province in the orchards at 590 m altitude. It was concluded that the quality parameters may increase with increasing altitude. However, more reliable results can be obtained by conducting similar studies considering many characteristics such as soil fertility, orientation, variety and cultivation methods in each district. In this study, differences were found between the fruit characteristics of varieties grown at different altitudes. However, longer-term and more detailed studies on the effects of altitude on the fruit quality of the varieties will provide better results.

**Funding:** This research received no external funding.

**Acknowledgments:** We would like to thank Mevlüt ERTEKİN, Rıdvan BİÇE and Mustafa KURT for their help in providing materials for this study.

## Compliance with Ethical Standards

**Conflict of interest** All authors declare that they have no conflicts of interest

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

## AUTHORS' ORCID NUMBERS

Yakup POLAT  <http://orcid.org/0000-0002-5831-8199>

Ebru KURT  <http://orcid.org/0000-0003-0072-0879>

Buse TAGAY BİÇE  <http://orcid.org/0009-0004-3107-072X>

Ferit ÇELİK  <http://orcid.org/0000-0001-9089-2468>

N.Ebru KAFKAS  <http://orcid.org/0000-0003-3412-5971>

## REFERENCES

- Anonymous. 2023a. FAO, Birleşmiş Milletler Gıda Tarım Örgütü İstatistik Bilgiler. [www.fao.org](http://www.fao.org). (Erişim tarihi: 04.11.2023)
- Anonymous. 2023b. TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu İstatistik Bilgiler. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr). (Erişim tarihi: 04.11.2023)
- Ayfer, M. Uzun, A. Baş, F. 1986. Türk Fındık Çeşitleri. Karadeniz Bölgesi Fındık ve Mamulleri İhracatçılar Birliği Yayınları, s.95, Ankara.
- Balcı, B. 2002. Bazı ceviz (*Juglans regia* L.) çeşitlerinde farklı ekolojilerin verim ve kalite öğelerine etkileri üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Baldwin, B. Gilchrist, K. Snare, L. 2001. Variations in flowering, growth and yield of hazelnut cultivars and grower's selections in Australia. *Acta Hort.*, 556, 109- 116.
- Beyhan, N. 2000. Fındığın döllenme biyolojisi. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 116-122.

- Bostan, S. Z. 2001. Variation in morphological and pomological characteristics in hazelnut at six elevations. *Acta Hort.* (556):197-201.
- Bostan, S.Z. 1997. Tombul, Palaz ve Sivri Fındık Çeşitlerinde Çotanaktaki Meyve Sayısı ile Diğer Bazı Özellikler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi. *Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 7: 23-27.
- Cordell, S. Goldstein, G. Mueller-Dombois, D. Webb, D. & Vitousek, P. M. 1998. Physiological and morphological variation in *Metrosideros polymorpha*, a dominant Hawaiian tree species, along an altitudinal gradient: the role of phenotypic plasticity. *Oecologia*, 113(2), 188-196.
- Çalışkan O, Polat AA, 2012. Effects of Genotype and Harvest Year on Phytochemical and Fruit Quality Properties of Turkish Fig Genotypes. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 10(4): 1048-1058.
- Demir, T. 1997. Samsun İlinde Yetiştirilen Fındıkların Seleksiyonu Üzerine Bir Ön Araştırma. (Yüksek Lisans Tezi), Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun.
- Demir, T. Beyhan, N. 1998. Samsun İlinde yetiştirilen fındıkların seleksiyonu üzerine bir araştırma. *Turk J. Agric For.*, 24, 173-183.
- DiVaio, C. Nocerino, S. Paduano, A. Sacchi, R. 2013. Influence of Some Environmental Factors on Drupe Maturation and Olive Oil Composition. *J Sci Food Agric*. 93(5):1134-9.
- Drogoudi, P.D. Tsipouridis, C.G. Pantelidis, G. 2009. Effects of Crop Load and Time of Thinning Application on Split Pits, Yield, Fruit Quality and Leaf Mineral Content in 'Andross' Peach. *J. Hortic. Sci. Biot.* 84:505–509.
- 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.
- Eser, D. 1986. Tarımsal Ekoloji. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No: 975, Ankara.
- Faniadis, D. Drogoudi, P.D. Vasilakakis, M. 2010. Effects of Cultivar, Orchard Elevation, and Storage on Fruit Quality Characters of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae* 125: 301–304.
- Gülsoy, E. Şimşek, M. & Çevik, C. 2019. Ordu ilinin farklı rakım ve lokasyonlarında yetiştirilen bazı fındık çeşitlerinin meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Uluslararası tarım ve yaban hayatı bilimleri dergisi*, 5(1), 25-30.
- Karadeniz, T. Kirca, L. Şenyurt, M. & Bak, T. 2020. Tirebolu Harkköy yöresinde yabancı fındık genotiplerinin tespiti ve değerlendirilmesi. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 2(1), 13-23.
- Karadeniz, T. ve Bostan, S.Z. 2004. Tombul Fındık Çeşidinde Meyve ve Toprak Özelliklerinin Rakıma Göre Değişimi ve Bunlar Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi. 3. Milli Fındık Şurası Kitabı.10-14 Ekim 2004, Giresun(Editör: Prof. Dr. Turan Karadeniz).S.471
- Koyuncu, M.A. Balta, F. Koyuncu, F. & Balta, M.F. 1997. Main composition of the fruits of the hazelnuts Tombul and Palaz cultivars preselected in Carsamba and Terme (Samsun) districts. *Acta Horticulturae*, 445, 119–122.
- Köksal, İ. 2002. Türk Fındık Çeşitleri. Fındık Tanıtım Grubu Yayınları, Ankara. 136s.
- Marangoz, D. 1999. Fındıkta yumurtalıkta meydana gelen gelişmeler ile bunlara ilişkin bazı meyve özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Bölümü Yüksek Lisans Tezi.
- Özbek, S. 1978. Fındık Yetiştiriciliği. Özel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:128, s.286-321, Adana.
- Semiz, M. 2016. Çarşamba Ovası'nda (Samsun) Yetişen Bazı Fındık (*Corylus Avellana* L.) Çeşit ve Genotiplerinin Morfolojik, Pomolojik Özellikleri İle Akralalık İlişkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Steiner, R. Giuliani, G. 1995. Die Richtige Sorteauf den Richtigen Standort. *Obstbau Weinbau* 32(11): 287-289.
- Yılmaz, M. 2005. Bazı fındık çeşit ve genotiplerinin pomolojik, morfolojik ve moleküler karakterizasyonu, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana.

## Diyarbakır Sur İlçesinin Tarihi Yapı ve Çevresinin Görsel Kalite Analizi

Kübra YAZICI<sup>1\*</sup>  Bahriye GÜLGÜN<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Yozgat/Türkiye

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İzmir/Türkiye

\*Sorumlu Yazar: k-yazici-karaman@hotmail.com.

Geliş Tarihi: 21.05.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 18.07.2024 Kabul Tarihi: 18.07.2024

### ÖZ

Tarihi mekanlar, geçmişin izlerini taşıyan ve toplumun belleğinde önemli bir yere sahip olan yapılar, anıtlar veya alanlardır. Tarihi mekanların kültürel, tarihsel ve mimari açıdan büyük değere sahip olmaları görsel algı açısından önemlidir. Görsel kalite analizi, bu tarihi mekanların fiziksel durumunu ve görünüşünü değerlendirerek koruma ve bakım gereksinimlerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu analiz, mekanın korunmasına yönelik alınacak kararlarda önemli bir rol oynamaktadır. Görsel kalitede etkili olan parametreler mekanın koruma ve bakımını, ziyaretçi deneyimini, kültürel mirasın korunması, turizm ve ekonomi açısından önemini ve toplumsal bilinci yansıtmaktadır. Tarihi mekanların görsel algısı, insanların bu mekanları nasıl algıladıkları ve bu algının mekanın tarihi, kültürel ve mimari özellikleriyle nasıl ilişkilendirildiğini ifade etmektedir. Tarihi mekanların görsel algısı, çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilir. Tarihi mekanların görsel algısı, bu mekanların korunması, ziyaretçi deneyimi ve kültürel mirasın devamı açısından önemlidir. Olumlu bir yöndeki görsel algı, tarihi mekanların toplumda daha değerli ve önemli bir konuma sahip olmasını sağlayabilirken, olumsuz bir algı ise mekanların itibarını zedeler ve korunmasını zorlaştırabilir. Bu nedenle, tarihi mekanların görsel algısı, koruma ve bakım stratejilerinin belirlenmesinde ve mekanların tanıtımında dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Bu çalışmada Diyarbakır Sur İlçe'sinde yer alan otuz bir tarihi mekan 10 uzman kişi tarafından görsel kalite parametrelerine göre değerlendirilmiştir. Sonuç olarak tarihi mekanların görsel algısında elde ettiği puanlamalarla, bu mekanların korunması, turizm açısından önemi ve kültürel mirasın devamı için öneriler getirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Tarihi mekan, turizm, görsel kalite, görsel algı, peyzaj

## Visual Quality Analysis of Diyarbakır Sur District's Historical Buildings and Surroundings

### ABSTRACT

Historical sites are structures, monuments, or areas that carry the traces of the past and hold significant importance in society's collective memory. The cultural, historical, and architectural of the building are important for visual perception. Visual quality analysis aimed to assess the physical condition and appearance of historical buildings and their conservation and maintenance needs. This analysis plays an important role in the decisions to be taken for the preservation of the place. The parameters that influence visual quality reflect the preservation and maintenance of the place, the visitor experience, the importance of cultural heritage for conservation, tourism and economy, and social awareness. Visual perception of historic places refers to how people perceive these places and how this perception is associated with the historical, cultural, and architectural features of the place. The visual perception of historic places may vary depending on various factors. The visual perception of historic places is important for their preservation, visitor experience, and the continuation of cultural heritage. While a positive visual perception of historical buildings can make them more valuable and important in society, a negative perception can damage their reputation and make it difficult to preserve them.

For this reason, the visual perception of historical places is an important factor that should be taken into account in determining conservation and maintenance strategies and in the promotion of places. In this study, thirty historical places in Diyarbakır Sur District were evaluated by 10 experts according to visual quality parameters. As a result, with the scores obtained in the visual perception of historical places, suggestions were made for the protection of these places, their importance in terms of tourism, and the continuation of cultural heritage.

**Key words:** Historical place, tourism, visual quality, visual perception, landscape.

---

## INTRODUCTION

Historical cities and unique buildings are significant for our cultural heritage. It is a condition of modern life and conservation thought that these areas, which are accepted as the common heritage of humanity, should be protected and kept alive and re-evaluated to meet today's needs (Karabulak Ertem and Turgut, 2020; Gülgün et al., 2014; Yazici and Gülgün, 2019). The urban spaces created by societies in different periods formed the remnants of the cultural structure of that society. For the next phases, these remnants were characterized as old and gained historical quality as they were parts of the cultural development (Yılmaz and Aşur, 2020). Contemporary developments have brought new contents and interpretations to the concept of conservation, as well as understanding based on the rationale of the continuity of history to preserve the historical fabric as a whole and develop conservation approaches on a plane inspired by the continuous change of the physical environment (Erbay, 2020; Dal and Kaymaz, 2021; Akten and Sunar, 2022). Cultural landscapes form parts of our common identity as mirrors of human social development, creativity, and spiritual richness. These areas, which connect the past and the present with their historical, artistic, documentary, functional, etc. values, need to be protected due to their values and importance (Aşur and Aşur, 2020; Bandarin and Oers, 2012; Kapucu and Cengiz, 2023; Koçan, 2012). The historical urban fabric's physical quality and the historical elements' interaction should be evaluated from a holistic perspective. Re-functionalizing cultural landscapes with sustainable uses and adapting them to living conditions will ensure their preservation and continuity for future generations (Tülek and Atik, 2021). In addition to having many examples of immovable cultural heritage, the historical urban area of Sur also constitutes an important example for the study with its natural landscape and alternative tourism opportunities. We believe that it will be effective in terms of the decisions to use the historical urban area by preserving it for tourism purposes with sustainable use principles.

In the study, the historical texture of Diyarbakır Sur district was evaluated in terms of landscape architecture. In this context, the necessity to preserve the structural features of the district and to continue. Because of the preservation of historical buildings, the unique cultural life patterns of neighborhood life were discussed. The preservation of historical buildings in the Sur district of Diyarbakır, as they are deemed necessary for the continuation of the lives of the people living here, is another issue that the study focuses on. The methodology of this study is based on the review of cultural heritage conservation literature and the data obtained are evaluated with expert opinion. The compatibility of the scientific approaches proposed in the literature with the practice is discussed. The other important concept of the study is the urban identity. Cities mostly differ in terms of the characteristics of the geographical area where they are established. The other important concept of the study is the urban identity. The difference between cities is not limited to the geographical terrain where they are founded, but, social events in the historical process, architectural elements that are reflections of the values of the people living in that city, an artist, an ideal man or statesman who has left a mark on the society, a legendary hero is also important identity documents that distinguish the city from other cities. To better understand the urban identities of a city, it is necessary to know the structural characteristics of the architectural elements, the monumental buildings, civil architecture examples in the city, and the artistic elements in the buildings. In addition, it is important to know the historical processes that constitute urban identity and to pay attention to them in urban transformation practices (Sezik, 2018). The study aimed to contribute to the sustainability of historical places in Sur District by taking expert opinions and evaluating the qualities of the places in terms of landscape characteristics during the planning stages. For this purpose, the data were evaluated and suggestions were made.

## MATERIAL AND METHOD

Sur is one of the four central districts of Diyarbakır. In 2008, with Law No. 5747, it was established within the boundaries of Diyarbakır Metropolitan Municipality, in the oldest settlement center of Diyarbakır. Sur is named after the historical Diyarbakır city walls surrounding the district center (Figure 1).

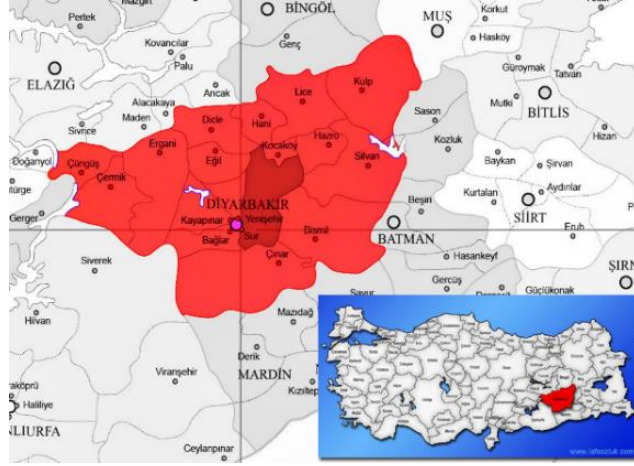


Figure 1. Map of the study area

Located in the central part of the Southeastern Anatolia Region, Sur district was founded on the lava of Karacadağ, 660 meters above sea level, on the banks of the Tigris River. Traces of the great civilizations that dominated the district and numerous historical monuments can be found everywhere in the district (Yozgat Municipality Official Web Page).

Historical Development of Diyarbakır Sur District; Diyarbakır, located in the central part of the Southeastern Anatolia Region, has had a geopolitical importance throughout history, connecting the Mediterranean to the Persian Gulf and the Black Sea to Mesopotamia since ancient times. The fact that Diyarbakır is a natural transit route has increased its attractiveness in every period and it has been a city where civilizations have left their mark. It is a city where countless cultures from the depths of history embrace.

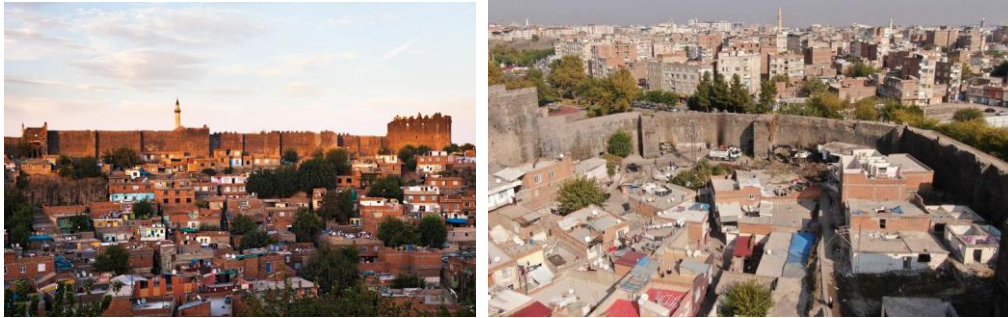


Figure 2. Distorted Urbanization in Sur District

The deep-rooted history of Diyarbakır Sur District dates back 12,000 years. Recent archaeological excavations in the Bismil district of the city have revealed that settlement began in "Körtik Tepe" between 10,400-9250 BC. Çayönü Hill near Ergani, which provides the best example of Anatolia's oldest agricultural village communities, sheds light not only on the history of our region but also on the history of world civilization with its history dating back 10,000 years.

The method of the study is; the Lawshe technique was analyzed in the landscape planning scale of the historical textures in the Diyarbakır Sur district. Scoring was done according to the Lawshe technique which used a 3-point Likert scale. According to this scoring, there should be at least 5 between at most 40 expert opinions. This study was conducted with 10 expert opinions. Each parameter examined with the Lawshe technique was scored as 'the item (feature) does and measures what is intended'. The item (feature) is related to the construct but unnecessary, the item (feature) does not measure the targeted construct' (Yurdagül, 2005). The formula is as follows:  $KGO = \frac{N_G}{N/2} - 1$ . The criteria addressed in the visual quality parameters are as follows: historicity, naturalness, space identity, fascination, vividness, uniqueness, harmony with the environment, perceptibility, integrity with the landscape, emphasis and imaginary effect, visibility, originality, mystery, width and spaciousness, building and ground harmony, symmetry and balance, texture, proportion-scale, form, color effect.



Parameters were utilized from Clay and Smidt (2004), Yardımcı et al. (2019), Demirbaş (2022), and Demirbaş Özcan and Sezen (2023).



Figure 3. Diyarbakır Houses and Streets



Figure 4. Diyarbakır Houses and Streets



Figure 5. Diyarbakır Houses and Streets

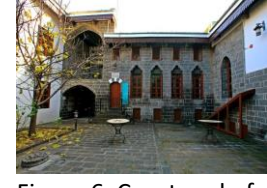


Figure 6. Courtyard of Cahit Sıtkı Tarancı Museum



Figure 7. Ziya Gökalp Museum



Figure 8. Ahmet Arif Literature Museum



Figure 9. Archaeology Museum



Figure 10. Berham Paşa Mosque



Figure 11. Fatih Paşa Mosque



Figure 12. Safa Mosque



Figure 13. Melik Ahmet Paşa Mosque



Figure 14. Ali Paşa Mosque



Figure 15. Aynalı Minare Mosque



Figure 16. Hz. Ömer Mosque



Figure 17. Nasuh Paşa Mosque



Figure 18. Nebi Mosque



Figure 19. Şeyh Mutahhar Mosque



Figure 20. Hz. Süleyman Mosque



Figure 21. Diyarbakır Ulu Mosque



Figure 22. Meryem Ana Church

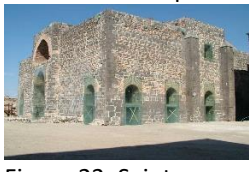


Figure 23. Saint George Church



Figure 24. Mar Petyun Keldani Church



Figure 25. Cemil Paşa Mansion



Figure 26. Gazi Mansion



Figure 27. Erdebil Mansion



Figure 28. Kuşdili Mansion



Figure 29. Deliller Khan



Figure 30. Sülüklü Khan





Figure 31. Kadı Hamamı



Figure 32. Ten Eyed Bridge



Figure 33. Diyarbakır Walls



Figure 34. Diyarbakır Walls

References of Figures Culture Portal 2023

## RESULTS AND DISCUSSION

Sur district and its surroundings in Diyarbakır is a region of historical and architectural accumulation. The residential areas within Sur have homogeneous outlooks and consist of buildings with adjoining regular, earthen roofs, surrounded by high courtyard walls, with door and bay window decorations. The streets are narrow, sometimes ending in dead-end streets, with well-adjusted shade-to-sun ratios, reflecting a structure with fountains at the corners (Karakaş, 2007). Sur district was declared a First Degree Urban Conservation Area by the Directorate of Cultural and Natural Heritage Conservation Board in 1988. There are currently 266 registered buildings of historical and cultural value in Sur district, 97 of which are monuments, 9 of which are public buildings, and 160 of which are houses that are examples of civil architecture. Religious buildings and public buildings in use are better preserved than inns, baths, and hotels. Civil architectural examples have a relatively low share and only 108 buildings have been preserved (Karakaş, 2007). Of the existing houses in Sur district, 1946 have traces of historical texture and only 77 of build are suitable for restoration. In addition to the traditional houses, 94% of which have 1 or 2 stories and have been particularly dilapidated and destroyed in the last 3 decades, as a result, 5000 new buildings have also been constructed in the Sur district. Most of these new brick masonry buildings are over 3 stories, 44% of which are 3 stories or more, some with up to 9 stories (Karakaş, 2007).

### *Buildings in Sur District of Diyarbakır*

#### *Diyarbakır Houses and Streets*

Diyarbakır houses are shaped according to the climatic conditions of Diyarbakır, reflecting an architecture unique to this climate, where each season is experienced in separate rooms. The houses were built with basalt stones, again the most defining feature of the city's architecture. The texture of the area within the city walls, known today as the old city, reflects the city's historical identity. The streets called "Küçe", are often too narrow for a car to pass through. This is because of the narrowness and warmth of the inner city area, which, until the end of the 19th century, did not extend beyond the city walls. These houses, which look very simple and modest from the outside, have a door with a canopy on two consoles on the street façade built of rubble stone. The city is uniform in itself with its dense texture, narrow streets, and walls with high courtyards (Figure 3, Figure 4).

It can only be animated by the street doors, the bay windows, and the streets which curve, stretch, narrow, and widen. They leave neither pump nor well. The stones on the street walls gain meaning when one enters the courtyard. Fullness and emptiness, eaves eliminate monotony and provide integrity to the courtyard (Figure 5). In Diyarbakır traditional houses, some areas can physically be defined as open, semi-open (or semi-closed), and closed in line with the needs and wishes of the users (Demircan, 2005).

**Cahit Sıtkı Tarancı Museum:** Cahit Sıtkı Tarancı Museum is a museum in Sur district of Diyarbakır. It is the house where Diyarbakır-born poet Cahit Sıtkı Tarancı was born and raised. The house was built in 1733. Born on October 2, 1910 in this house, Cahit Sıtkı Tarancı spent part of his childhood and youth in this historical house; After being purchased and restored by the Ministry of Culture in 1973, it was opened as a museum on October 29, 1973, in the 50th anniversary of the republic to keep the memory of Cahit Sıtkı Tarancı alive and perpetuate his name (Figure 6).

**Ziya Gökalp Museum:** Build is the house where writer Ziya Gökalp was born. On March 23, 1956, it was opened as a museum. Collections of the writer's personal belongings documents and ethnographic artifacts of the region are on display. One of Diyarbakır's typical examples of civil architecture, this two-story house was built in the early 19th century using black basalt stone. It consists of harem and selamlık apartments around an inner courtyard. In 1824, the house passed to Gökalp's family, then Ziya Gökalp was born there in 1876. The museum is located on Melik Ahmet Street, Gökalp Street. It was burned down in October 2014 during the 2014 Kobani protests in Turkey, destroying the archive and library section. The museum was restored by TÜRSAB - Association of Turkish Travel Agencies (Figure 7).

**Ahmet Arif Literature Museum:** Ahmet Arif Literature Museum is located in the Sur district of Diyarbakır. The museum was dedicated to Diyarbakır-born poet Ahmet Arif and became operational in 2011. The 120-year-old mansion where the museum is located was expropriated and restored by the Ministry of Culture and Tourism and allocated to Ahmet Arif. The museum exhibits Arif's personal belongings, its handwritten poems, and photographs of many poets who grew up in the Southeast. The museum, which has six rooms and a courtyard plan, possesses a library of approximately 2,500 books (Figure 8). The museum is also located right next to the house where Cahit Sıtkı Tarancı was born, which is now a museum. (Parla, 2005)

**Archeology Museum:** Opened in 1934, the museum was housed in the Sincariye (Zinciriye) Madrasa, which was built during the reign of the Artuqid ruler al-Malik al-Sâlih Mahmud (1201-1222), west of the Great Mosque, until it moved to its new building in 1986 (Figure 9). In addition to archaeological artifacts, the Diyarbakır Archaeology Museum contains local ethnographic artifacts. Archaeological artifacts from the Late Paleolithic, Neolithic, Chalcolithic, Hittite, Assyrian, Roman, Byzantine, Early Christian, Umayyad, Abbasid, Seljuk, Artuqid, Akkoyunlu, Karakoyunlu and Ottoman eras are exhibited. Due to the various physical problems of the museum, İçkale was re-functionalized as the Diyarbakır Museum complex area opened in June 2015 (Parla, 2005).

#### **Religious Buildings**

**Behram Pasha Mosque:** Behram Pasha Mosque is an Ottoman monument built by Mimar Sinan by Behram Pasha, who was the governor of Diyarbakır. The construction of this mosque started in 1564 and ended in 1572 (Figure 10). The reversed arrangement of the right and left courts above the entrance door, made by applying the modern compression method used in today's construction to stone construction 400 years ago, attracts the attention and appreciation of scientists. Behram Pasha Mosque is a very original work with basalt stones and reflects the local architecture of Diyarbakır, which has taken its place among the rare works of Mimar Sinan (Haspolat, 2014).

**Fatih Pasha Mosque:** Fatih Pasha Mosque (also known as Kurşunlu Mosque and Bıyıklı Mehmet Pasha Mosque) is a mosque in the Sur district of Diyarbakır, Turkey. It was built between 1516 and 1520 by Bıyıklı Mehmet Pasha, the first Ottoman Governor of the city. This mosque is located on the northeast side of the Sur, in İç Sokak, Fatih Pasha Neighborhood. It was the first building mosque by the Ottoman in the Sur and is considered the most elaborate building in Diyarbakır. It is also known as the Fatih Pasha Mosque because the people of Diyarbakır gave the name (Figure 11). "Fatih Pasha" to Bıyıklı Mehmet Pasha, who conquered Diyarbakır on behalf of the Ottomans, and "Kurşunlu Mosque". After all, its dome and roof are completely covered with a layer of lead (Haspolat, 2014).

**Safa Mosque** *Safa Safa Mosque*, also known as Parlı Mosque, is a historical mosque in Sur district of Diyarbakır. It is also known as Şeyh Safâ, İpariye, İparla, Palo (Figure 12). Although the exact date of its construction and its owner are unknown, it is accepted that it was built by Uzun Hasan (1454-1478) at the request of Junaid-i Safavî, the grandfather of Shah İsmâil and the son of Sheikh İbrâhim Safî. Although it is estimated to have been built during the Akkoyunlu period, it resembles Ottoman architecture since it was repaired between (1531 and 1532). Evliya Çelebi refers to this building as "İpariye" and underlines that the walls of the building smell musk in rainy weather (Haspolat, 2014).

**Melik Ahmet Pasha Mosque:** Melik Ahmet Pasha Mosque is a historical mosque in the Sur district of Diyarbakır (Figure 13). The mosque, which shows the influence of Mimar Sinan in its plan and architecture, was built by Melek Ahmet Pasha in the 16th century. This mosque was built by Melek Ahmet Pasha in Diyarbakır between 1587-1791. The influence of Mimar Sinan can be seen in its plan and architecture. The mosque consists of a ground floor plus one floor. The south and north facades of the two-story building, which was built with two-color stone material, were built of black and white stone rows, and the deaf side walls were built of black rubble stones. It has a mihrab covered with tiles (Haspolat, 2014).

**Ali Pasha Mosque:** Hadım Ali Pasha Mosque (Mizgefta Elî Pasha) is a historical mosque in the Sur district of Diyarbakır. It is located in the neighborhood of the same name (Figure 14). It was built by Hadım Ali Pasha, the Governor of Diyarbakır Province, between 1534 and 1537, although the exact date is unknown. The mosque, which shows the influences of Mimar Sinan, is made of cut stone and has a single dome. Ali Pasha Mosque is located in a building group. The mosque to the east, which belongs to the Shafiis, was added in 1769. To the west of the mosque is the Ali Pasha Madrasah (Haspolat, 2014).

**Aynalı Minaret Mosque:** Aynalı Minare Mosque, also known as Same Minare Mosque, is an Akkoyunlu-era mosque in Diyarbakır. It is located near Mardinkapı; according to its foundation, it was built in 904 (1499) by a benefactor named Hodja Ahmed B. Mehmed, who is also known as the builder of other Akkoyunlu-era buildings in the Sur district of Diyarbakır as a result of the examination of some foundations; Kavas Mosque. It was built of cut stone. It has an octagonal minaret at the corner of its small, irregular courtyard (Figure 15). The last congregation place, which opens to the outside with two columns and three arches, is blocked with walls on both sides. As a result of repairs, the Mosque was not carried out following the original, the unity in the cover of the

last congregation place was lost and the space was partly covered with a dome and partly with irregular vaults (Haspolat, 2014).

*Nasuh Pasha Mosque:* It is said to have been built by Nasuh Pasha, the governor of Diyarbakir Province between 1606 and 1611. Additionally, this mosque is considered to have been built by him for his wife Servinaz Hanım (Figure 17). In 1819, the upper part of the minaret was destroyed by a cannonball fired from the citadel then, named "Minareya Qot" (Truncated Minaret) after that day. The surviving part of the minaret is built with black stones and has a cylindrical shape, while the top of the later-added chalice and balcony are built with white stones. The mosque was damaged during the 2015-16 Sur clashes (Haspolat, 2014).

*Hz. Ömer Mosque:* According to the inscription on the entrance of the building, (Figure 16) the mosque was built by Nisanoglu Mueyyideddin Abu Ali Hasan bin Ahmet. Based on the fact that Nisanoglu Abu Ali Hasan ruled between 1141 and 1156, it has been suggested that this date may be 1145 (H.540) or 1154 (H.549). The mosque has a transverse rectangular plan in the east-west direction. The interior consists of three sections. The space is covered with an oval dome in the center and a hemispherical dome on the sides. It reflects an irregular architecture due to its location (Haspolat, 2014).

*Nebi Mosque:* Although it is understood from the inscription dated 936/1530 on the minaret that a person named Kasap Hacı Hüseyin from Diyarbakır built this part, (Figure 18) it is not known for certain who built the main building. However, it is estimated that the stone-covered single-domed mosque is a 15th-century Akkoyunlu study. In the 16th century, it underwent some changes. In 1960, the remaining parts were repaired by the General Directorate of Foundations and the minaret was rebuilt in its present location (Haspolat, 2014).

*Sheikh Mutahhar Mosque:* Sheikh Mutahhar Mosque (Sheikh Mattar Mosque, Four-legged Minaret Mosque, Kasim Bey Mosque, Kasim Padişah Mosque) is a mosque in Diyarbakir built in 1500 by Kasim Bey, one of the Akkoyunlu beys. It is one of the most important monumental works of the Akkoyunlu. It was built on the plot where Sheikh Mutahhar's grave is located (Figure 19). It is popularly known as Sheikh Matar Mosque (Haspolat, 2014).

*Hazrat Suleiman Mosque:* Hazrat Suleiman Mosque, also known as Kale Mosque, Nasiriyye Mosque, Mashhad Mosque or Murtaza Pasha Mosque, is a historical mosque in Sur district of Diyarbakır (Figure 20). Built by the Inaloğulları Principality, the mosque is known as the Tomb of the 27 Companion. Today's mosque bears the traces of the Inaloğulları and Ottoman periods. It is understood from the inscriptions on the minaret of the mosque that it was built in 1160 by Nisanoğlu Kemaleddin Abu'l Kasim Ali (1156-1179) during the Inaloğulları Principality (Nisanoğulları) period. During the Ottoman period, the mosque was expanded for the first time by Suleiman the Magnificent, and a foundation was organized in its name (Haspolat, 2014).

*Great Mosque of Diyarbakir:* The mosque was the oldest mosque in Anatolia (Figure 21). It was built in 639 by the Muslim Arabs who ruled Diyarbakır by converting the largest temple (Martoma Church), which was located in the city center, into a mosque. The Great Mosque of Diyarbakır, interpreted as a reflection of Anatolia, is recognized as the 5th Harem-i Sharif of the Islamic world. There is also a sundial in the mosque built by the famous scholar Al-Jazari, is considered the father of cybernetics (Parla, 2005).

*Virgin Mary Church:* Virgin Mary Church, also known as Mor Yakup Church, is a historical church in Sur district of Diyarbakır. The church belongs to the Orthodox Assyrians. Believed to have been built in the 3rd century, (Figure 22) the church has been burned, destroyed, and repaired several times until today. Built in the 3rd century, the church belongs to Orthodox Assyrians. Although there are 14 inscriptions in the building complex, these are inscriptions of repairs and additions to the buildings. The oldest of these inscriptions is dated 1533 and states that the building was renovated. The building was subjected to fire in 1648 and 1297 AD, renovation in 1533, apse section in 1689, Mor Yakup section in 693, and repairs and renovations in 1719, 1850, 1881, and 1914 (Parla, 2005).

*Saint George Church:* Saint George Church or Black Priest Church is a church in Diyarbakır (Figure 23). It is located on the northeast corner of the citadel, and thus it is the only church not located within the city wall. Although there is no exact information about the construction date of the church, it is thought to have been built in the 3rd century AD. The Church of Saint George assumed to have been a temple of polytheistic religions, may have been used as a fire temple during the Roman period. During the Artuqid period, it was used as the bathhouse of the palace. Today, it has been restored by the Ministry of Culture and Tourism and functions as an art gallery (Aykal, 2013).

*Mar Petyun Chaldean Church:* Chaldean Catholic Church in the Sur district of Diyarbakır in southeastern Turkey. One of the two active churches in Diyarbakır, (Figure 24) Mar Petyun has a congregation of about ten families. The church does not have a pastor and the pastor is an Assyrian (Aykal, 2013).

#### *Special Structures*

*Cemil Pasha Mansion:* It was built between 1888 and 1902 by Cemil Pasha, who was the governor of Yemen and later the governor of Siirt. The mansion, built on two thousand square meters, is one of the

architectural structures built as a residence in the 17th century (Figure 25). It consists of a harem and selamlık and has a large courtyard. The north side of the harem section was used for winter and the south side for summer; the eastern and western parts were used seasonally. In the selamlık part is stables servant rooms, reception rooms, coffee rooms, main rooms, and an elliptical pool with a rectangular frame. The construction of the mansion which has two entrances, cut basalt stone and a material called "cıs" were used to give mobility to the structure (Gündoğan, 2013).

**Gazi Mansion:** Gazi Köşkü or Atatürk Köşkü is a two-story historical mansion in Diyarbakır. Dating from the 15th century, it is known as an Akkoyunlu work. Formerly known as Semanoğlu Mansion, it was used as a headquarters by Mustafa Kemal Atatürk, the commander of the 16th Corps during World War I (Figure 26). One of the examples of Diyarbakır houses built of black and white cut stones with wide iwan, the small door on the right of the mansion opens to the kitchen and the door on the left to the tea room. It is currently in public as a sightseeing, recreation, and picnic area (Parla, 2005).

**Erdebil Mansion:** also known as Ber Der-i Pir, historical pavilion was located in the Sur district of Diyarbakır. It is on the same hill as the Gazi Mansion such as Kırklar Mountain, Tigris River, and Hevsel Gardens (Figure 27). The restored structure was registered by the Diyarbakır Cultural and Natural Heritage Preservation Board by the decision dated 09.11.1994 and numbered 1506 (Gündoğan, 2013).

**Kuşdili Mansion** is a historical mansion, located in the Sur district of Diyarbakır. It is understood from the inscription on it that it was built in 1904, but there is no information about who built it (Gündoğan, 2013), (Figure 28).

### **Commercial Buildings**

**Deliller Khan:** Deliller Hanı or Hüsrev Paşa Hanı is an old inn located in the Sur district of Diyarbakır. Deliller Hanı is named Mardin Kapusu Menzil Hanı in a foundation dated 1603. Today, it is known as the Kervansaray Hotel because it is operated as a hotel (Figure 29). The building consists of an open courtyard and two closed sections. Black and white cut stone was used as building material on the courtyard facades, arches, and piers, on the west facade; rubble stone was used on the other three facades, and the vaults and domes were built of brick or stone. On the right and left of the entrance, this Han is 16 shops lined up side by side, shaped by rows of black and white stones with barrel vaults. In 1982, with the decision of the General Directorate of Foundations, it was restored and used for touristic purposes. (Parla, 2005).

**Hasan Pasha Khan:** Hasan Pasha Inn is a historical inn located on Gazi Street, opposite the eastern entrance of the Great Mosque in Diyarbakır. According to the two inscriptions of the inn, it was built between 1572 and 1575 by Vezirzade Hasan Pasha, the son of Sokollu Mehmet Pasha, the third governor of Diyarbakır after the Ottomans took the city. This inn, which was built by Vezirzade Hasan Pasha, one of the governors of Diyarbakır, between 1572 and 1575, immediately attracted the attention of travelers who visited Diyarbakır throughout history and travelers gave important information about the inn. Simeon of Poland, who visited Diyarbakır in 1612, described the Hasan Pasha Inn, where he landed when he arrived in the city, as follows).

**Sülüklü Khan:** Sülüklü Han or Kazancılar Han is a historical inn located in Sur, one of the central districts of Diyarbakır. Built-in 1683 by Hanilioğlu Mahmut Çelebi and his sister Atike Hatun, the inn is made of black basalt stone. Sülüklü Han was named after the leeches taken out of the well in the courtyard for therapeutic purposes. The ground floor of the inn, which had been a three-story building with eighteen rooms on each floor, was used as a stable, however, today the inn has only one floor. Sülüklü Han, where the upper floors were used as restrooms and the lower floors as stables, was used as the headquarters of cavalry units during the Turkish War of Independence (Figure 30). Today it is operated as a cafeteria (Gündoğan, 2013).

### **Social and Cultural Structures**

**Kadı Hamamı:** The Kadı Mosque, which belongs to the foundation where the bath is located, was built in 1543-44, built in the same period. This bath, which has survived to the present day with all its spaces, is not used for any function. With the restoration carried out between 2009 and 2010, the bath dome was renewed, (Figure 31) the wall surfaces were scraped, joint fillings were made, the floor was covered with smooth basalt stone, and the original benches and kurtas were removed. A door between a flat-arched door in the south of the bath leads to the courtyard and from the courtyard to the cold room (Parla, 2005).

**Ten-Eyed Bridge:** Dicle Bridge is the old bridge over the Tigris River in the Sur district of Diyarbakır (Figure 32). It is known locally as the Ten-Eyed Bridge because it has ten spans, and in some sources, it is also referred to as the Silvan Bridge because it is located on the route of the old Silvan Road. It is 3 kilometers away from the city center and, located at the junction of the secondary road coming from Diyarbakır and continuing to Mardin (the old Mardin road) and then diverging towards the east, at the point connecting the center of the city to the town of Bağıvar and the surrounding villages (Parla, 2005).

**Inside the castle:** The citadel is considered as the first settlement of the city of Diyarbakır. It is located northeast of the Sur, about 100 meters above the Tigris River. The citadel was founded during the time of the



Hurrians and was repaired in 349 during the reign of the Roman emperor Constantius II. It underwent significant changes during the rule of the Artuqid Principality and was surrounded by a new wall with sixteen bastions during the Ottoman Empire. The palace and all administrative organizations such as the government house and the court building were located in the citadel. The Inner Fortress has four gates; the gates named Fetih and Oğrun (Hidden Gate) open to the outside of the city, while the gates named Saray and Küpeli open to the old Sur within the Sur walls (Yücedağ and Oğuz, 2022).

**Diyarbakır Walls:** Diyarbakır Walls, a UNESCO World Cultural Heritage Site, is one of the city's numerous monuments (Figure 33; Figure 34). Resembling a turbot from a bird's eye view, it encircles the Sur from top to bottom and consists of two sections: the Inner Fortress and the Outer Fortress. Diyarbakır Walls ranks first among the castles in the world in terms of age and height. Diyarbakır Castle, almost all of which have survived to the present day and bears the traces of many civilizations, has been standing for about five thousand years, defying time. Nearly 30 civilizations have ruled the city (Parla, 2005). In Table 1 and Table 2 showed the average scores and importance levels of the old buildings and their surroundings in Diyarbakır Sur District according to the evaluation criteria. 32 historical buildings (Figure 2-Figure 33) were evaluated with 20 various, visual quality criteria. As seen in the tables, it is seen that the criteria with negative scores on the 3-point Likert scale have a negative impact on visual quality. In this study, the Sur district is an area with historical development that is a symbol. It has a unique cultural development, structural mastery value, and lived experience. Is an area with historical development that is a symbol. It has a unique cultural development, structural mastery value, and experience. However, the negative impact of unplanned urbanization on the visual quality is noticeable. A similar view was also stated in the study by Demirbaş Özcan and Sezen (2023). Faced with both uncontrolled construction and rapid urbanization, the city is in danger of losing its cultural and historical heritage. Landscape perception in historical places; landscape structure is closely related to the perceived visual landscape quality. Abbreviations are as follows: GKA 1: Historicity, Abbreviations are as follows: GKA 2: Naturalness, GKA 3: Place Identity, GKA 4: Magicality, GKA 5: Vitality, GKA 6: Uniqueness, GKA 7: Harmony with the Environment, GKA 8: Perceptibility, GKA 9: Integrity with the Landscape, GKA 10: Emphasis and Imaginary Effect.

Table 1. Average scores and importance levels of historical buildings and their surroundings in Diyarbakır Sur District according to evaluation criteria

	GKA 1	GKA 2	GKA 3	GKA 4	GKA 5	GKA 6	GKA 7	GKA 8	GKA 9	GKA 10
1. Cahit Sıtkı Tarancı Museum	1	0,83	0,66	0,33	0,50	0,16	0,33	0,50	0,16	0,33
2.Ziya Gökalp Museum	1	0,83	0,83	0,66	0,66	0,33	0,33	0,33	0,16	0,50
3.Ahmet Arif Literature Museum	1	0,83	0,66	0,33	0,50	0,16	0	0,33	0	0,66
4. Archaeology Museum	1	0,66	0,83	0,16	0,33	0	0,16	0,66	0,16	0,50
5. Behram Paşa Mosque	1	0,50	0,66	0,33	0,50	0,16	-0,33	0,16	-0,16	0,33
6.Fatih Paşa Mosque	1	0,66	0,50	0,66	0,50	0,33	-0,33	0,33	-0,33	0,16
7.Safa Mosque	1	0,50	0,50	0	0,16	0,16	-0,66	0,16	-0,50	0,16
8.Melik Ahmet Paşa Mosque	1	0,83	0,83	0,50	0,66	0,50	0,16	0,33	0,33	0,50
9.Ali Paşa Mosque	1	0,50	0,33	0,50	0,33	0,16	-0,33	0,33	-0,33	0,16
10.Aynalı Minare Mosque	1	0,66	0,83	0,66	0,50	0,16	0,16	0,66	0,16	0,66
11.Nasuh Paşa Mosque	1	0,66	0,50	0,16	0,16	0	-0,16	0,50	-0,16	0,66
12.Hz. Ömer Mosque	1	0,83	0,66	0,50	0,50	0,50	-0,33	0,50	-0,33	0,33
13.Nebi Mosque	1	0,66	0,66	0,33	0,16	0,33	-0,16	0,33	-0,16	0,50
14.Şeyh Mutahhar Mosque	1	0,50	0,33	0,83	0,16	0,16	0	0,16	0	0,16
15.Diyarbakır Ulu Mosque	1	1	0,83	0,66	0,50	0,50	-0,16	0,16	-0,16	0,33
16. Mother Mary Church	1	0,83	0,33	0,66	0,16	0,33	-0,33	0,33	-0,33	0,33
17.Hz. Süleyman Mosque	1	1	0,66	0,83	0,33	0,66	0,16	0,66	0,33	0,50
18. Saint George Church	1	0,50	0,33	0,16	-0,16	-0,16	-0,50	0,50	-0,50	0,66
19.Mar Petyun Keldani Church	1	0,83	0,66	0,50	0,33	-0,33	-0,16	0,50	-0,33	0,66
20.Cemil Paşa Mansion	1	0,83	0,83	0,83	0,66	0,50	0,33	0,66	0,16	0,33
21.Erdebil Mansion	1	1	0,66	0,66	0,33	0,33	0,33	0,66	0,33	0,66
22.Cemil Paşa Mansion	1	1	1	0,50	0,33	0,50	0,16	0,33	0,16	0,33
23.Gazi Mansion	1	1	0,83	0,66	0,50	0,33	0,50	0,16	0,66	0,50
24.Kuşdili Mansion	1	0,83	0,50	0,50	0,33	0,16	0,33	0,50	0,50	0,33
25.Deliller Khan	1	0,66	0,66	0,83	0,66	0,33	0,50	0,33	0,33	0,66
26.Hasan Paşa Khan	1	0,66	0,50	0,66	0,50	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
27.Sülüklü Khan	1	1	0,83	0,83	0,66	0,50	0,33	0,33	0,33	0,50
28.Kadı Hamamı	1	0,66	0,33	0	-0,16	-0,50	-0,50	0,16	-0,50	0,16
29. Ten Eyed Bridge	1	1	0,66	0,66	0,33	0	-0,16	0,66	-0,16	0,50
30. Inside the castle	1	0,83	0,50	0,66	0,16	-0,16	-0,33	0,50	-0,33	0,50
31. Diyarbakır Walls	1	1	1	0,83	0,66	0,66	0,66	0,83	0,66	0,83

Table 2: Average scores and importance levels of historical buildings and their surroundings in Diyarbakır Sur District according to evaluation criteria

	GKA 11	GKA 12	GKA 13	GKA 14	GKA 15	GKA 16	GKA 17	GKA 18	GKA 19	GKA 20
1. Cahit Sıtkı Tarancı Museum	0,16	0,83	0,16	0,33	0,16	0,66	0,50	0,33	0,50	0,33
2.Ziya Gökalp Museum	0,33	0,66	0,16	0,16	0,16	0,83	0,33	0,66	0,16	0,33
3.Ahmet Arif Literature Museum	0,16	0,83	0	0	0	0,66	0,33	0,33	0	0
4. Archaeology Museum	0,33	0,66	0,16	0,16	0,16	0,33	0,50	0,33	0,16	0,16
5. Behram Paşa Mosque	-0,16	0,50	-0,16	-0,16	-0,16	0,83	0,16	0,16	-0,16	-0,33
6. Fatih Paşa Mosque	-0,33	0,66	-0,33	-0,33	-0,33	0,50	0,33	0,66	-0,33	-0,33
7. Safa Mosque	-0,50	0,50	-0,50	-0,66	-0,50	0,66	0,16	0,16	-0,50	-0,66
8.Melik Ahmet Paşa Mosque	0,33	0,83	0,33	0,33	0,33	0,83	0,33	0,50	0,33	0,16
9. Ali Paşa Mosque	-0,33	0,50	-0,33	-0,33	-0,33	0,33	0,33	0,50	-0,33	-0,33
10.Aynalı Minare Mosque	0,16	0,66	0,16	0,16	0,16	0,83	0,66	0,66	0,16	0,16
11. Nasuh Paşa Mosque	-0,16	0,66	-0,16	-0,16	-0,16	0,66	0,50	0,16	-0,16	-0,16
12. Hz. Ömer Mosque	-0,33	0,83	-0,33	-0,33	-0,33	0,50	0,50	0,33	-0,33	-0,33
13. Nebi Mosque	-0,16	0,66	-0,50	-0,33	-0,16	0,66	0,33	0,50	-0,16	-0,16
14.Şeyh Mutaahhar Mosque	0	0,50	0,16	-0,16	-0,33	0,33	0,16	0,83	0	0
15.Diyarbakır Ulu Mosque	-0,16	1	-0,16	-0,16	-0,16	0,83	0,16	0,66	-0,16	-0,16
16. Mother Mary Church	-0,33	0,83	-0,33	-0,33	-0,33	0,33	0,33	0,83	-0,33	-0,33
17.Hz. Süleyman Mosque	0,33	1	0,33	0,33	0,33	0,66	0,66	0,83	0,33	0,16
18. Saint George Church	-0,50	0,50	-0,50	-0,50	-0,50	0,33	0,50	0,16	-0,50	-0,50
19.Mar Petyun Keldani Church	-0,33	0,83	-0,33	-0,33	-0,33	0,66	0,50	0,50	-0,33	-0,16
20.Cemil Paşa Mansion	0,16	0,83	0,16	0,16	0,16	0,83	0,66	0,83	0,16	0,33
21.Erdebil Mansion	0,33	1	0,33	0,33	0,33	0,66	0,66	0,83	0,33	0,33
22.Cemil Paşa Mansion	0,16	1	0,16	0,16	0,16	1	0,33	0,66	0,16	0,16
23.Gazi Mansion	0,50	1	0,66	0,66	0,66	0,83	0,16	0,66	0,66	0,50
24.Kuşdili Mansion	0,66	0,83	0,50	0,33	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,33
25.Deliller Khan	0,33	0,66	0,33	0,33	0,33	0,66	0,33	0,83	0,33	0,50
26.Hasan Paşa Khan	0,16	0,50	0,16	0,16	0,16	0,50	0,16	0,66	0,16	0,16
27.Sülüklü Khan	0,16	1	0,33	0,33	0,33	0,83	0,33	0,83	0,33	0,33
28. Kadı Hamamı	-0,50	0,33	-0,50	-0,50	-0,50	0,33	0,16	0,16	-0,50	-0,50
29. Ten Eyed Bridge	-0,16	1	-0,16	-0,16	-0,16	0,66	0,66	0,66	-0,16	-0,16
30. Inside the castle	-0,33	0,83	-0,33	-0,33	-0,33	0,50	0,50	0,83	-0,33	-0,33
31. Diyarbakır Walls	0,83	1	0,66	0,66	0,66	0,83	0,83	0,83	0,66	0,66

GKA 11: Visibility, GKA 12: Originality, GKA 13: Mystery, GKA 14: Spaciousness and Spaciousness, GKA 15: Structure and Ground Harmony, GKA 16: Symmetry and Balance, GKA 17: Texture, GKA 18: Proportion - Scale, GKA 19: Form, GKA 20: Color Effect

Abbreviations are as follows: GKA 11: Visibility, GKA 12: Originality, GKA 13: Mystery, GKA 14: Spaciousness and Spaciousness, GKA 15: Structure and Ground Harmony, GKA 16: Symmetry and Balance, GKA 17: Texture, GKA 18: Proportion - Scale, GKA 19: Form, GKA 20: Color Effect

The more natural, diverse, harmonious, open, mysterious, perspective, reassuring, and organized the visual landscape structure of an area, the higher the landscape beauty of that area. In this context, the study revealed that the role of landscape aesthetic quality in environmental management should be taken into account, and the visual aesthetic structure of the landscape should be included in planning when determining routes.

The ratings that emerged as a result of the study are important for tourism planning and planning. As Kiper et al. (2017) stated in their study, it will be possible to develop strategies that reveal expert opinions and user demands and expectations in the production of tourism and recreational land use. In the Diyarbakır Sur district, fountains and water elements in historical places have added emphasis and vitality to historical places. Litton (1977), in his study on the visual evaluation of river landscapes, emphasized that water is always a dominant element of the landscape with its appearance, movement, reflections, color, and contrasts with nearby surfaces. When the personal preferences of the expert and observer groups are evaluated; the images numbered 3, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 29, and 30, which the expert group found low in terms of visual landscape value, were rated moderately by the observer group, while the images numbered 1, 2, 5, 10, 21, 24, 27, 31, which the expert group found moderate in terms of visual landscape value, were rated highly by the observer group. This situation



reveals that people with planning-design-based education may have different approaches to the visual landscape. The results of studies such as Aytaş and Uzun (2015) and Kiper et al. (2017) support this.

## CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Diyarbakır is the most important city in the Southeastern Anatolia region with its historical and cultural heritage, and the Suriçi region is a living space that embodies Diyarbakır's values and the elements of its urban identity. In the historical process, the walls and historical buildings, which were tried to be brought to their feet with restoration works from time to time in the historical process, entered a process in which citizens from the villages evacuated due to security reasons settled and Islamization increased after the 1980s. Thus, issues such as environmental pollution and damage to the historical texture have come to the surface with the population density in the Sur district.

For all the issues cited above, the protection, development, and transfer of the region to future generations should be planned and implemented in a determined and self-sacrificing manner by the entire state administration, especially by us, the people.

Visual landscape quality assessment of the historical places of Diyarbakır Sur District was carried out. The results showed that the observer group had different visual landscape perceptions. This situation has emerged both in the preference rates of the parameters related to the images and in the preferences for the visual landscape values of images. However, the results showed that parameters of naturalness, landscape, harmony, excitement, maintenance, order, and legibility positively affect visual quality. The results obtained within the scope of the study will be useful in terms of the factors itemized below, and similar studies will be important in this respect.

- It will provide a source of data for the relevant stakeholders in the spatial design processes to be carried out in Sur and will be a guide.

- It will contribute to the process of parameter preference that determines the importance of people's spatial preferences for visual landscapes in Sur.

- Identifying areas that have visually rich qualities in Sur will contribute to people's preference for these areas for different recreational activities.

- It could be efficient for developing decisions and may support the formation and development of Sur's image and aesthetic value.

**Conflict of Interest Declaration:** The authors declare that there is not any conflict of interest between them.

**Declaration of Contribution of Researchers:** The authors declare that they have contributed equally to the article.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Kubra YAZİCİ  <http://orcid.org/0000-0002-6046-1648>

Bahriye GÜLGÜN  <http://orcid.org/0000-0002-7071-8486>

## KAYNAKLAR

Akten, M., Sunar, C. 2022. Tarihi Çevrelerin Kentsel Mekan Kalitesi Üzerine Etkisi: Gaziantep Bey Mahallesi Örneği. Turkish Journal of Forest Science, 6(1): 1-20.

Asur, P., Aşur, F. 2020. Gamified Kit That Will Raise Children's Environmental Awareness and Reduce Visual Pollution in Urban Landscapes. International Journal of Scientific and Technological Research, 6(2), 22–28.

Aykal, D.(2013). Diyarbakır Kiliseleri. Tarih - Kültür – İnanç Kenti Diyarbakır Kitabı.İsbn: 000-000-000-000-0, (Koordinatör Yusuf Kenan Haspolat).

Aytaş, İ. ve Uzun, S. (2015). Determine visual landscape quality of pedestrian areas in Düzce city center. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 65(1), 11-29.

Bandarin, F., Oers, R. V. 2012. The historic urban landscape: Managing heritage in an urban century. Willey and Blackwell Publishing.

Clay, G.R., Smidt R.K. 2004. Assessing the Validity and Reliability of Descriptor Variables Used in Scenic Highway Analysis, Landscape and Urban Planning, 66.

Culture Portal 2023. Erişim Linki: <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/diyarbakir/genelbilgiler> (In Turkish)Accesses: December 2023)

- Dal, İ., Kaymaz, I. 2021. Antakya Gazipaşa Caddesi Örneğinin Kentsel Tarihi Peyzaj Açısından Değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(2), 433-445.
- Demirbaş Özcan Y., Sezen I., 2023. Tarihi yapı ve çevrelerinin görsel peyzaj kalite analizi: Trabzon kenti örneği. *Turkish Journal of Landscape Research*, 6 (2), 201-214,
- Demirbaş, Y. 2022. Tarihi Yapı ve Çevrelerinin Görsel Peyzaj Kalite Analizi: Trabzon Kenti Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Erzurum.
- Demircan, H. (2005) Diyarbakır Evleri. Diyarbakır Blogspot.
- Erbay, D. 2020. Kent ve planlama: Kentsel bellek yitimine çare olarak tarihi kentsel peyzaj yaklaşımı. İçinde İ.Dinçer, Z. Enlil (Eds.), *Kent ve Planlama* (ss. 49-69). YEM yayın.
- Haspolat, Y.K. (2014). *Diyarbakır Camileri 3*, ISBN: 978-605-9064-03-3. (E Kitap).
- Gündoğan, V. (2013). *Tarihi Açidan Diyarbakır Köşklere*, Tarih - Kültür – İnaç Kenti Diyarbakır Kitabı.İsbn: 000-000-000-000-0, (Koordinatör Yusuf Kenan Haspolat).
- Gülgün, B., Güney, M. A., Aktaş, E., Yazıcı, K. 2014. Role of Landscape Architect in Interdisciplinary Planing of Sustainable Cities. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 15(4), 1877–1880.
- Kapuci, U., Cengiz, C. 2023. Arkeolojik Peyzaj-Turizm Etkileşimi Açısından Kentsel Kültürel Mirasın Sürdürülebilirliği: İznik Kenti Örneği. *GSI Journals Serie A: Advancements in Tourism Recreation and Sports Sciences*, 6(1), 186-204.
- Karabudak Ertem, Z., Turgut, H. 2020. Kültürel Peyzaj Planlaması Kapsamında Tarihi Çevrelere Yönelik Kentsel Tasarım Önerileri: Tarihi İspir Kalesi ve İspir Evleri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(3), 2076-2089.
- Karakaş, S. 2007. Diyarbakır Suriçinde'deki Yığma Binaların Afet Potansiyeli Bakımından Değerlendirilmesi. *Tmmob Afet Sempozyumu*.
- Kiper, T., Korkut, A., Üstün Topal, T. 2017. Görsel Peyzaj Kalite Değerlendirmesi: Kıyıköy Örneği. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(3), 258-269. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.289463>
- Koçan, N. 2012. Kütahya-Eskigediz Tarihi Kent Dokusunun Peyzaj Mimarlığı Açısından Değerlendirilmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(1):81-96.
- LLitton Jr, R.B. 1977. River Landscape quality and its assessment. In: *Proceedings of the symposium on River Recreation Management and Research*. Gen. Tech. Rep. NC-28, Northcentral For. Exp. Stn. US Department of Agriculture, St. Paul, MN, pp. 46- 54.
- Parla, C. (2005). "Diyarbakır Surları ve Kent Tarihi", *ODTÜMFD*, 2005/1, Ankara, s. 57- 84.
- Sezik, M. 2018. Kentsel Dönüşüm ( Kentsel Yenilenme) Sürecinde Kent Kimliğinin Önemi Ve Korunması: Diyarbakır Sur Örneği. *Düşbed*.
- Tülek, B., Atik, M. 2021. Çankırı Kalesi'nin Tarihi Kentsel Peyzaj Yaklaşımı (HUL) ile Değerlendirilmesi. *Artium*, 9(1), 21-27.
- Yardımcı, S., Sezen, I., Akpınar Külekçi, E. 2019. Tarihi Yapı ve Çevresinin Görsel Kalite Analizi: Diyarbakır Kenti Örneği. II. Uluslararası Mimarlık ve Mühendislik Kongresi, 22-24 Nisan 2019, Marmaris, Türkiye.
- Yazıcı, K., Gülgün, B. 2019. The Visual Quality Effect of Historical Building Gardens on Urban Texture in The Sustainable Landscape. *Fresenius Environmental Bulletin*, 5(2), 3756–3767.
- Yılmaz, B., Aşur, F. 2020. Environmental Value of Housing Gardens on Urban Landscape A Case Study of Tusba Van Detached Home Gardens. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 6(1), 61–73.
- Yücedağ, E., and Oğuz, H. (2022). Tarihi Yapılar İçin Web-Tabanlı Bilgi Sisteminin Oluşturulması: Diyarbakır Örneği. *Turkish Journal Of Forest Science*, 6(2), 566-587.
- Yurdagül, H. 2005. Using Content Validity Indices for Content Validity in Scale Development Studies. XIV. National Congress of Educational Sciences, Pamukkale University Faculty of Education, September 28-30, 2005 DENİZLİ, 2005.

## Zeytinyağı Sektöründe Değer Zinciri Analizi: Kahramanmaraş İli Örneği

Mehmet Fatih KAYTANCI<sup>1</sup> , Hasan Burak AĞIR<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: [hburakagir@ksu.edu.tr](mailto:hburakagir@ksu.edu.tr)

Geliş Tarihi: 14.07.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 23.09.2024 Kabul Tarihi: 26.09.2024

### ÖZ

Bu çalışma Kahramanmaraş ilinde zeytin ve zeytinyağı sektöründe gerçekleştirilen değer zinciri analizinin süreç ve sonuçlarını kapsamaktadır. Çalışmada zinciri oluşturan paydaşların maliyetlerini, gelirlerini ve karlılıklarını hesaplayarak sektörün zayıf ve güçlü yönlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Kahramanmaraş ilinde 2023 yılında 103 zeytin işletmesi, 10 zeytinyağı işletmesi ve bir adet paketleme ve dağıtım tesisi ile yüz yüze anket çalışması yapılmıştır. Ayrıca ilde bulunan yerel marketlerden zeytinyağı satış fiyatları ortalaması da analize dahil edilmiştir. İşletmelerin ekonomik analizlerinde tek ürün bütçe analizi kullanılarak brüt üretim değeri, değişken masraflar, sabit masraflar, brüt kar ve nisbi karları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, 1 kg natürel sızma zeytinyağı üretimi için yapılan değerlendirmede zeytin üreticilerinin maliyeti 165.7 TL, zeytinyağı üreticisinin maliyeti 204.2 TL, paketleme ve dağıtım faaliyetleri maliyeti 239.0 TL ve perakendeci satışı ise 262.5 TL olarak bulunmuştur. Satış fiyatları üzerinden yapılan değerlendirmede en dezavantajlı faaliyet alanının paketleme ve dağıtım alanı olduğu görülmüştür. Genel bir değerlendirme yapıldığında, sektörde iç içe geçmiş birçok sorunun çözümü için sektörün tüm paydaşlarının bir araya gelerek sektördeki sorunların ele alınması ve çözüm önerileri geliştirilmesi sektörün geleceği için oldukça önemlidir.

**Anahtar kelimeler:** Zeytin, zeytinyağı, değer zinciri, Kahramanmaraş

### Value Chain Analysis in Olive Oil Sector: The case of Kahramanmaraş Province

#### ABSTRACT

This study encompasses the methodology and outcomes of the value chain analysis conducted on the olive and olive oil sector in Kahramanmaraş province. The objective is to identify the sector's weaknesses and strengths by calculating the costs, revenues, and profitability of the stakeholders comprising the chain. A face-to-face survey was conducted with 103 olive farmers, 10 olive oil enterprise and one producer, packaging and distribution facility in Kahramanmaraş in 2023. In addition, the average selling prices of olive oil on local markets in the province were included in the analysis. Gross production value, variable costs, fixed costs, gross profit, and relative profits were calculated using single product budget analysis. For 1 kg of natural extra virgin olive oil, the costs were as follows; olive producers, 165.7 TL, olive oil producers, 204.2 TL; packaging and distribution activities 239.0 TL and retail sales 262.5 TL. The analysis showed that the packaging and distribution sector was the most disadvantageous in terms of sales prices. In order to ensure the future of the sector, it is important that all stakeholders of the sector come together to address the problems currently facing the sector and develop solutions to the numerous intertwined problems that exist.

**Key words:** Olive, olive oil, value chain, Kahramanmaraş

## GİRİŞ

Zeytin oleacea familyasının olea cinsinin *olea europaea* türüne ait bir bitkidir (Kızılaslan ve Birsin, 2022). Zeytinin anavatanı Kahramanmaraş, Mardin ve Şam üçgenini içerisine alan Yukarı Mezopotamya ve Güney Ön Asya olarak kabul edilmektedir (Ünsal, 2011). Yaklaşık 6.000 yıl önce Samiler tarafından evcilleştirilen zeytin bitkisinin yağının çıkarılmaya başlaması 4.000 yıl öncesine dayanmaktadır (Diamond, 2010).

Zeytin bitkisi özel iklim isteği nedeniyle dünyanın her yerinde yetiştirilemeyen bir bitkidir. Zeytincilik, Akdeniz havzası içerisinde bulunan ülkeler tarafından yapılmaktadır. Zeytin ağaç varlığının %93'ü Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde (İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Tunus, Suriye, Fas, Fransa ve Portekiz), %7'lik kısmı ise Latin Amerika'da bulunmaktadır. Dünyada yaklaşık 11 milyon hektar alanda zeytin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu 11 milyon ha zeytinlik alanda yaklaşık 23 milyon ton dane zeytin üretilmiştir (FAO, 2023). İspanya dünya zeytin üretiminin %34.8'ini, Yunanistan %13.6'sını, İtalya %9.6'sını ve Türkiye %7.3'ünü üreterek ilk 4 sırayı oluşturmaktadır (IOC, 2023). Dünya'da 2021/22 sezonunda sofralık zeytin ihracatı 719 bin ton olarak gerçekleşmiş olup, Türkiye dünya sofralık zeytin ihracatının yaklaşık %15.3'ünü gerçekleştirmiştir. Aynı zamanda yaklaşık 1.5 milyon ton olan zeytin yağı ihracatının %5'i Türkiye tarafından karşılanmaktadır.

Türkiye'de zeytin yetiştirilebilen mikroklima alanları dahil 44 ilde toplam 201.769.694 adet zeytin ağacı bulunmaktadır. Akdeniz Bölgesi 48 milyon adet zeytin ağacı varlığı ile Türkiye'nin %24'lük kısmını oluşturmaktadır. Türkiye'nin yedi bölgesi arasında Akdeniz Bölgesi zeytin ağacı varlığı bakımından ikinci sırada yer almaktadır (TÜİK, 2023). Akdeniz bölgesi illerinin tamamında zeytincilik yapılmaktadır. Kahramanmaraş 44 il arasında 3.070.340 adet zeytin ağacı varlığı ile 15'inci sırada, verim bakımından 18'inci sırada ve ağaç başı ortalama verim bakımından ise 34'üncü sırada yer almaktadır. Akdeniz Bölgesinin 8 ili içerisinde Kahramanmaraş toplam zeytin ağacı varlığı ve verim bakımından altıncı sırada yer almasına rağmen ağaç başı ortalama verim bakımından sekizinci sırada yer almaktadır (TÜİK, 2023). Zeytinyağı üretiminde ise Kahramanmaraş ili 3.096 ton üretim ile Türkiye zeytinyağı üretiminin %0.3'ünü, Akdeniz Bölgesi zeytinyağı üretiminin ise %1.2'sini karşılamaktadır. Zeytinin dünyaya yayılmasında rol oynayan bir ilde insanların zeytin ve zeytinyağı üretiminden neden bu kadar uzaklaştığı cevabı verilmesi gereken en önemli sorudur. Buradan hareketle Kahramanmaraş ilinde zeytin ve zeytinyağı sektöründe üretimden son tüketiciye kadar olan sürecin değer zinciri analizi ile değerlendirilmesi sektörün mevcut durumunu daha iyi anlamak ve ilin mevcut potansiyelinin geliştirilmesi ve artırılması açısından kritiktir.

İşletmelerin faaliyet alanlarındaki diğer işletmelerle rekabet edebilmeleri karlılıkları ile ilgilidir. İşletmelerin karlılıkları ise maliyetlerinin düşük olması ya da diğer işletmelerden artı bir fark ortaya koymaları ile mümkündür. İşletmenin üretmiş olduğu değer, herhangi bir ürünü üretmek için kullandığı girdilere ödemiş olduğu maliyetlerden fazla olması işletmenin karlı olduğu anlamına gelmektedir (Porter, 1985). İlk defa Porter (1985) tarafından ortaya atılan değer zinciri kavramı bir ürünün üretilmesinden nihai tüketiciye ulaşmasına kadarki tüm üretim süreçlerini birbirinden ayırarak maliyetlerin davranışlarını ve birbiri ile olan ilişkilerini belirlemektir. Değer zinciri, mal veya hizmetin fikir aşamasından nihai tüketiciye ulaştırılması ve kullanımına değin tüm faaliyet zincirini ifade etmektedir (Kaplinsky and Morris, 2001). Değer zinciri analizinin temel prensibi birbiri içerisine girmiş olan üretim sürecindeki zayıf ve güçlü halkaları tespit edip gerekli düzeltmelerin yapılmasına yardımcı olmaktır.

Literatür incelendiğinde çeşitli tarımsal ürünler için değer zinciri analizi kullanıldığı görülmektedir. Örneğin Aktoprak (2019) kayısı için yaptığı değer zinciri analizi ile Malatya ve Mersin illerini kıyaslamış ve kayısının piyasadaki yapısı ve işleyişini ortaya koymuştur. Savcı (2012) çalışmasında çay üretiminde değer zinciri analizi kullanarak firmaların hangi aşamalarda daha fazla değer sağladığını tespit etmiştir. Diğer bir çalışmada, Özalp (2019) yarfıstığı sektöründe değer zinciri analizi yaparak sektör paydaşlarının karlılıklarını, zincirin zayıf ve güçlü yönlerini belirleyerek yarfıstığı sektörünün bütüncül olarak kalkınmasını sağlayacak öneriler geliştirmeyi amaçlamıştır. Akciğer (2021) değer zinciri analizi kullanarak fındık sektörünü analiz etmiştir. Bülbül (2011) çalışmasında Finike Portakalı'nın değer zinciri analizi kullanılarak sürdürülebilir rekabeti araştırmıştır. Kahraman (2019) Şanlıurfa ilinde gerçekleştirdiği araştırmasında pamuk değer zincirinin sorunlarını ve fırsatlarını ve pamuk üretiminde gerçekleşen iyileştirme stratejilerini ortaya koymuştur. Aydın ilinde yürütülen bir araştırmada Bozkıran Yılmaz (2023), kuru incir ve kestane üretiminde değer zinciri analizi uygulayarak üretici, aracı, işleyici ve ihracatçıların ekonomik değerlerini incelemiştir.

Zeytin ve zeytin yağı özelinde literatür incelendiğinde, Özdoğan (2009) Türkiye sofralık zeytin sektöründe değer zinciri analizi yapmıştır. Araştırmasında değer zinciri analizi için Marmarabirlik Zeytin Tarım Satış Kooperatifleri Birliği'nden elde edilen Gemlik tipi sofralık siyah zeytine ait 2007 yılı maliyet verilerini kullanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre en az karı üreticiler ile sofralık zeytin işleyen işletmelerin elde ettiğini saptamıştır. Tunaloğlu ve ark. (2017), Aydın ilinde faaliyet gösteren 30 zeytinyağı işletmesi ile görüşerek sektöre yönelik değer

zinciri analizi yapmışlardır. Sektörde yer alan tüm paydaşlar arasında iyi işleyen bilgi akış sisteminin oluşturulması gerektiğine dikkat çekmişlerdir. Boudi ve ark. (2016) Cezayir'deki zeytinyağı değer zincirinin performansını ortaya koymuşlardır. Azak ve Tuzun (2012) Türkiye'de natürel sızma zeytinyağı üretimi, pazar büyüklüğü, fiyat ve ticaretin gelişimi değer zinciri analizi yöntemi ile analiz etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise Cañada ve ark. (2015) İspanya'da zeytin yağı sektörünü değer zinciri analizi kullanarak sektörün durumunu ortaya koymuşlardır.

Türkiye, zeytin ve zeytinyağı üretimi ve ticaretinde dünyada önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle, sektörde rekabet gücünü artırmak, üretim ve pazarlamayı iyileştirmek, karlılık ve sürdürülebilirliği sağlamak için yapılacak araştırmalar büyük önem taşımaktadır. Zeytinin dünyaya yayılmasında rol oynayan Kahramanmaraş'ta, zeytin ve zeytinyağı sektörüne yönelik değer zinciri analizi yapmak, sektördeki sorunları belirlemek ve çözüm stratejileri geliştirmek için rehberlik edecektir. Bu araştırmanın amacı, Kahramanmaraş'ta üretimden tüketime kadar tüm süreçlerde yer alan paydaşların maliyetlerini ve karlılıklarını değerlendirerek, zincirdeki sorunlara yönelik önerilerde bulunmaktır.

## MATERYAL ve METOT

Araştırmanın ana materyalini Kahramanmaraş ilinde zeytin üretimi yapan çiftçiler, zeytini zeytinyağına dönüştüren fabrikacılar, zeytinyağını alıp işletmelerinde satışa arz eden toptancılar ve market sahipleriyle 2023/24 üretim sezonunda yüz yüze yapılan anket verileri oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra konu ile ilgili daha önce yapılmış tez, makale, rapor, strateji, istatistik ve bilimsel çalışmalardan elde edilen ikincil verilerden de yararlanılmıştır. Verilerin toplanması için anket formları hazırlanmış, deneme anketleri sonucu eksik görülen düzeltmeler yapılarak anket formu son halini almıştır.

Popülasyonların belirlenmesi için Tarım ve Orman İl Müdürlüğü Çiftçi Kayıt Sisteminden (ÇKS) zeytin üreticilerinin sayıları elde edilmiştir. Zeytin üreticilerinin sayısının belirlenmesi için zeytin üretiminin yoğun olarak yapıldığı beş ilçe (Onikişubat, Dulkadiroğlu, Türkoğlu, Pazarcık ve Andırın ilçeleri) seçilmiştir. Ana kitlenin %28'ini oluşturan bir dekadardan küçük araziler ile 250 dekadardan büyük araziler popülasyona dahil edilmemiştir. Örnek hacminin belirlenmesi için Tabakalı Örneklem Yöntemi kullanılmıştır. İşletmelerin zeytin arazisi frekans diyagramından, işletmelerin kümelenme durumuna göre üç tabaka belirlenmiştir (Çizelge 1). Popülasyonun tümüne ve her tabakaya ait varyans ve ortalamalar esas alınarak formül (1) yardımıyla, %95 güven sınırlarına göre ( $Z = 1.96$ ) örnek büyüklüğü 103 olarak belirlenmiştir (Yamane, 1967). Her tabakaya ait örnek büyüklüğü formül (2) kullanılarak oransal olarak dağıtılmıştır

$$n = \frac{N \cdot \sum (N_h \cdot S_h^2)}{N^2 \cdot D^2 + \sum (N_h \cdot S_h^2)} \quad (1)$$

$$n_h = \frac{N_h}{N} \cdot n \quad (2)$$

Burada; n: Örnek büyüklüğü, N: Popülasyondaki birim sayısı,  $N_h$ : h'nci tabakadaki birim sayısı,  $S_h^2$ : h'nci tabakanın varyansı,  $D^2 = (d^2 / z^2)$ , d= hata payı (%10), z: hata payına göre standart normal dağılım tablosundaki z değeri (1.96).

Gıda Güvenliği Bilgi Sisteminden (GGBS) elde edilen bilgilere göre 13 adet zeytinyağı işletmesi olduğu belirlenmiştir. Tüm işletmeler ile görüşülmesi planlanmış ancak 10 zeytinyağı işletmesi görüşmeyi kabul etmiştir. Ayrıca yerel marketlerden elde edilen zeytin yağı satış fiyatlarının ortalaması market satış fiyatı olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada tüm aktörler için tek ürün bütçe analizi kullanılmıştır. Bu bağlamda zeytin işletmelerine ait Gayri Safi Üretim Değeri (GSÜD), değişken masraflar, sabit masraflar, brüt kar ve nisbi kar hesaplanmıştır. Gayri Safi (Brüt) Üretim Değeri, zeytin üreticilerinin bir üretim sezonu içerisinde elde ettikleri ürünler ile satış fiyatının çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Sabit masraflar işletmenin üretim yapmasa dahi katlanmak zorunda olduğu masraflardır. Değişken masraflar ise işletmenin faaliyetleri ile doğrudan ilgili olan ve yapılacak faaliyetlerle değişime eğiliminde olan masraflar olarak tanımlanmaktadır (İnan, 2006). Masraflar toplamı faizi hesaplanırken T.C. Ziraat Bankasının 2023 yılı aralık ayında bir yıllık işletme kredilerinde kullandığı cari faiz oranının (%42) yarısı kullanılmıştır.

Değer zincirindeki tüm aktörler için toplam masrafların %3'ü ise genel idare giderleri olarak hesaplanmıştır. Sabit sermaye faizi makine veya bina değerinin yarısının cari faiz oranı (%42) ile çarpılması sonucu hesaplanmıştır (Kiral ve ark., 1999). Brüt kar, GSÜD'den üreticilerin bir üretim yılı içerisinde ürettikleri ürün için yaptıkları değişken masrafların ve net kar GSÜD'den üretim masraflarının düşülmesi ile bulunmuştur (İnan, 2006). Nisbi kar ise GSÜD'nin üretim masraflarına bölünmesi ile hesaplanmıştır (Kiral ve ark., 1999).

Zeytin işletmelerine ait verim, maliyetler ve gelirler zeytin üretiminde periyodisite dikkate alınarak 2022 ve 2023 yıllarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan zeytinyağı işletmelerinin maliyetleri, karlılıkları, satış fiyatları hesaplanmıştır. Çalışmada 2022/23 üretim sezonunda zeytin üretiminden 1 litre zeytinyağı elde edilmesinde kadarki süreç için değer zinciri analizi uygulanmıştır. Yaratılan değer, mutlak pazarlama marjına benzer şekilde aktörler arasındaki fiyat farkından hesaplanmıştır (Özalp, 2019).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Zeytin üreticilerinin sosyo-demografik özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Zeytin üreticileri ortalama 55.35 yaşında olup eğitim düzeyleri ilköğretimdir. Üreticiler 18.81 yıldır zeytincilikle uğraşmakta ve ailede ortalama 1.18 kişi zeytincilik işlerinde görev almaktadır. Üreticilerin neredeyse tamamının tarım dışı bir işle uğraştığı görülmektedir. Üreticilerin %48’i herhangi bir örgüte üye olduklarını belirtmişlerdir. Zeytin üretimi ile ilgili veriler incelendiğinde, 8.72 dekar alanda dekara 284.69 kg ve ağaç başı 8.06 kg zeytin verimi aldıkları saptanmıştır. Kızılarıslan ve Birsin (2022) TR22 bölgesinde yaptıkları araştırmada üreticilerin yaşını 55.24 yıl, mesleki deneyim süresini 36.63 yıl olarak hesaplamışlardır. Aynı çalışmada üreticilerin %66.76’sının ilköğretim eğitim düzeyinde olduklarını saptamışlardır.

Çizelge 1. Zeytin üreticilerinin sosyo-demografik özellikleri

	Ortalama	Standart sapma
Üretici yaşı (yıl)	55.35	10.45
Eğitim (yıl)	9.34	3.24
Tarımsal deneyim (yıl)	26.10	13.46
Zeytincilik deneyim (yıl)	19.81	10.09
Aile birey sayısı	3.80	1.29
Ailede tarım ile uğraşan birey sayısı	1.18	0.45
Tarımsal gelir (TL/ay)	33271.84	14886.62
Tarım dışı gelir durumu (0-yok, 1-var)	0.99	0.09
Örgüt üyeliği (0-yok, 1-var)	0.48	0.50
Zeytin alanı (dekar)	8.72	11.52
Zeytin verimi (kg/dekar)	284.69	149.35
Ağaç başı zeytin verimi	8.06	4.61

Zeytinyağı işletmelerinin sosyo-demografik özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir. İşletme sahiplerinin ortalama 51.30 yaşında, 15.20 yıl eğitim süresi, 19 yıllık zeytinyağı üretim tecrübesine sahip oldukları belirlenmiştir. İşletmeler 1184.40 m<sup>2</sup> alanda günlük ortalama 138.10 ton zeytin işleme kapasitesine sahiptirler. İşletmeler sezonda 28 gün faaliyet gösterirken mevcut kapasitelerinin %63.00’ünü kullanmaktadırlar. İşletmeler daimi olarak çalışan sayısı 3.60’tır. Görüldüğü üzere Kahramanmaraş’taki zeytin işleme tesisleri tam kapasite ile çalışmamaktadır. Bu durum zeytin üreticilerinin küçük işletmeler olması ve ağaç başı zeytin verimi ve zeytin kalitesinin de düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 2. Zeytinyağı üreticilerinin sosyo-demografik özellikleri

	Ortalama	Standart sapma
Yaş	51.30	11.15
Eğitim	15.20	0.91
Zeytinyağı deneyimi	19.30	15.97
Fabrika kurulu alan (m <sup>2</sup> )	1184.40	900.22
Fabrika Kapasitesi (ton/gün)	138.10	60.51
Daimi personel sayısı	3.60	2.59
Kapasite Kullanım Oranı (%)	63.00	16.20
Sezonda toplam çalıştığınız gün sayısı	28.00	4.21



## Zeytinyağı üretimi değer zinciri analizi

Bu bölümde natürel sızma zeytin yağı (1 litre) üretimi için değer zincirinde yer alan zeytin üreticisi, zeytin işleyicisi ile paketleme ve dağıtım faaliyetlerine yönelik gelir, masraf ve karlılıkları ayrı ayrı incelenerek sonuçlar değerlendirilmiştir.

### Zeytin üretim zinciri

Zeytin üreticilerine ait brüt üretim değeri, masraflar ve karlılık değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Zeytin üreticilerinin dekara aldıkları ortalama zeytin verimi 284.69 kilogram olup brüt üretim değeri 17041.78 TL/dekardır. Zeytin üretim masraflarının %65.11'ini değişken masraflar ve %34.89'unu sabit masraflar oluşturmaktadır. Ege bölgesinde yapılan bir araştırmada zeytin üretim maliyetlerinin %47.17'sini değişken masraflar oluştururken, %52.83'ünün sabit masraflardan oluştuğu belirlenmiştir (Adıgüzel ve Kızılaslan, 2019). Değişken maliyetler içerisinde en yüksek paya (%29.82) sahip masraf kalemi işçilik giderleridir. İşçilik giderlerinin yüksek olmasının nedeni zeytin hasat sürecinde kullanılan yabancı işçi sayısının fazla olmasıdır. Zeytin işletmelerinin nispi karı 1.74 ve bir kilogram zeytin üretim masrafı 29.33 TL olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3. Zeytin üreticilerinin gelir, masraf ve karlılıkları

Zeytin üretimine yönelik ekonomik göstergeler	Ortalama	
Zeytin verimi (kg/da)	284.69	
Zeytin brüt üretim değeri (TL/da) (A)	17041.78	
Zeytin üretim masraf kalemleri (TL/da)		%
Gübre	597.81	7.16
Bordo bulamacı	350.19	4.19
İlaç	104.83	1.26
Nakliye ve mazot	360.73	4.32
Traktör kirası	236.11	2.83
Alet makine tamir-bakım	295.81	3.54
İşçilik	2490.50	29.82
Su, elektrik	57.76	0.69
Döner sermaye faizi (%21)	943.69	11.30
Değişken masraflar toplamı (B)	5437.47	65.11
Arazi kirası	2750.00	32.93
Genel idare giderleri (B*0.03)	163.12	1.95
Sabit masraflar toplamı (C)	2913.12	34.89
Üretim masrafları toplamı (B+C)	8350.59	100.00
Brüt kar (A-B)	11604.31	
Net kar (A-(B+C))	8691.19	
Nispi kar (A/(B+C))	1.74	
1 kg ham zeytin üretim maliyeti	29.33	

Kahramanmaraş ilinde zeytin üreticilerinin çoğunluğu yalnızca kendi zeytin yağı tüketimleri karşılama için ürettikleri zeytini zeytin yağı fabrikalarında yağa dönüştürmektedir. Diğer yandan üreticilerin kendi tüketimlerine ayırdığı yağdan fazla olanları yerel pazarlarda satmaktadır. Çizelge 4'te zeytin üreticilerinin elde ettikleri ham zeytini zeytinyağına dönüştürme maliyetleri ve karlılıkları verilmiştir. 1 kg natürel sızma zeytinyağı üretim maliyetini hesaplamak için zeytini yağa dönüştürürken yapılan tüm masraflar ile bir kilogram zeytin üretim masraflarının toplanıp zeytin randımanı ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Zeytin yağı satış fiyatı hesaplanırken üretici beyanları esas alınmıştır. Çizelge 4'e göre zeytin üreticilerinin kendi tüketimleri için zeytin yağı üretim maliyeti 165.70 TL/litre olup satış fiyatı 249.17 TL/litredir.

Çizelge 4. Zeytin üreticilerinin kendi tüketimleri için kullanmak üzere zeytinyağı maliyeti

	Ortalama
1 kilogram zeytin üretim masrafı (TL)	29.33
Zeytinin Yağhaneye Taşınması (TL/kg)	1.83
Zeytin Çekim Ücreti (TL/kg)	3.00
Ambalaj masrafı (TL/kg)	4.30
Masraflar Toplamı	39.00
Zeytin Randımanı (%)	4.27
1 litre zeytinyağı üretim maliyeti	165.70
1litre natürel sızma zeytinyağı satış fiyatı (TL/litre)	249.17

### Zeytinyağı üretim zinciri

Natürel sızma zeytinyağı değer zincirinin ikinci halkası zeytinyağı üretim fabrikalarıdır. Zeytinyağında değer zincirini oluşturan halkalar; zeytinin kabulü, yıkanması, kırılması, yoğrulması, yatay ve dikey santrifüjle katı ve sıvının, sıvı ile sıvının birbirinden ayrılması, zeytinyağlarının tasnif edilmesi ve depolanmasıdır. Bahçelerde üretilen zeytinler katma değerli yeni bir ürüne buralarda dönüştürülmektedir.

Zeytinyağı işletmeleri ile yapılan hesaplamalarda üreticilerin sezonda yaptıkları ortalama masraflar ve ortalama zeytinyağı satış miktarı alınmıştır. Zeytin yağı fabrikalarının maliyet unsurları içerisinde en yüksek pay %81.5 ile hammadde masraflarıdır (Çizelge 5). Hammadde masrafından bağımsız olarak değerlendirecek olursak, zeytinyağı işletmelerinin diğer en büyük maliyet unsurunun işçilik giderleri olduğu görülmektedir. Kahramanmaraş'ta zeytinyağı fabrikalarının bu kadar işgücü kullanıyor olmalarının temel sebebi teknolojik alet ekipmanlardan maksimum düzeyde yararlanmamasından kaynaklanmaktadır. Bu şekliyle sezonluk işçi maliyetini düşürmek için teknoloji yatırımların öncelenmesi gerekmektedir. Eğer sermaye olarak bunun mümkün olmadığı düşünülüyorsa işçilerin daha verimli kullanılması gerekmektedir. Üçüncü en yüksek maliyet unsurunun %5.1 ile ambalaj malzemesi olduğu görülmektedir. Bu masraf kaleminde tüm zeytinyağı üreticileri dışarıya bağımlı oldukları için oluşturulacak bir birlik ve kooperatif ile maliyet unsurunun aşağıya çekilmesi mümkün olabilir. Bu şekliyle zeytinyağı değer zinciri değerlendirildiğinde sektörün en zayıf halkalarının hammadde, işçilik ve ambalaj malzemesi masrafları olduğu açıkça görülmektedir. Sektör temsilcilerinin bu üç kalem üzerine eğilmeleri gerektiği değerlendirilmektedir.

Diğer yandan Çizelge 5'te zeytinyağı üreticilerinin 1 litre natürel sızma zeytinyağı üretim maliyetlerini ve karlılıklarını incelediğimizde yapılan masrafların satılan zeytinyağına oranlanması ile 1 litre natürel sızma zeytinyağı üretiminin maliyeti 204.2 TL olarak hesaplanmıştır. Zeytinyağı üreticileri 1 litre natürel sızma zeytinyağını ortalama 239.0 TL'den satmaktadırlar. 1 litre natürel sızma zeytinyağından ortalama 34.8 TL kar elde etmektedirler.

Çizelge 5. Zeytinyağı işletmeleri için 1 litre natürel sızma zeytinyağı maliyeti ve karlılıkları

	TL/sezon	%
Sezonluk Elektrik	304000.00	3.29
Sezonluk Su	15700.00	0.17
Sezonluk işçi	562200.00	6.09
Sezonluk Yakıt	133500.00	1.45
Ambalaj	472500.00	5.12
Alet Ekipman Bakım Onarım	116200.00	1.26
Diğer (Yemek, Çay vs.)	105000.00	1.14
Hammadde masrafı	7520700.00	81.48
Masraflar Toplamı	9229800.00	100.00
Zeytinyağı satış miktarı (kg)	45200.00	
1kg zeytinyağı üretim maliyeti	204.20	
1kg zeytinyağı satış fiyatı	239.00	
Karlılık (TL)	34.80	

### **Paketleme ve dağıtım zinciri**

Zeytinler üretilip yağa işlendikten sonra değer zincirinin üçüncü halkası olan paketleme bölümüne geçilmektedir. Paketlemede hammadde kabul, depolama, filtrasyon, dolum ve paketleme faaliyetleri bulunmaktadır. Kahramanmaraş ilinde bağımsız olarak paketleme tesisi bulunmamaktadır. Sadece iki zeytinyağı işletmesi paketleme tesisi gibi hareket etmektedir. Bunlar bir tanesi paketleme tesisi faaliyetlerinin tamamını gerçekleştirirken diğer işletme filtre yapıp paketleme yapmaktadır. Bu bölümde söz konusu iki işletme ile paketleme bölümü ile ilgili görüşlere yer verilmiştir. Yapılan görüşmede zeytinyağı tesisi içerisinde yer alan paketleme bölümü için ayrı ayrı masraf kalemlerinin tutulmadığı zeytinyağı tesis masrafları ile paketleme masraflarının iç içe geçtiği bildirilmiştir. Depolamada zeytinyağlarının içerisinde bulunan küçük partiküllerin (tort) zamanla depolama tanklarının dibine çökmesinden dolayı zeytinyağında yaklaşık %1'lik bir zeytinyağı kaybının olduğu bildirilmiştir. Filtre aşamasında ise kağıt filtrelerde kalan zeytinyağının kayıp olarak değerlendirileceği bunun da yaklaşık olarak %0.3 olduğu bildirilmiştir. Filtre aşamasında kayıpların yanında filtre kağıdı maliyetinin olduğu bunun sezonda yaklaşık 10 bin TL'lik bir maliyetinin olduğunu belirtmişlerdir. Dolum ve paketleme için ayrı bir maliyet kaleminin olmadığı zeytinyağında çalışan personeller ile bu faaliyetlerin yürütüldüğü bildirilmiştir. Paketleme zinciri için maliyetin, zeytinyağı üretim maliyetlerinin toplamının %1'i kadar olacağını bildirmişlerdir. Bu şekilde değerlendirildiğinde zeytinyağı üretim maliyetleri toplamı 9.229.800,0 TL olarak hesaplandığından Paketleme tesisi ile ilgili masraflar toplamının 92.298 TL olduğu hesaplanmıştır. Ortalama satış miktarı 45.200 kg üzerinden yapılan hesaplamayla 1kg zeytinyağı için paketleme tesisi masrafı 2.04 TL olarak hesaplanmıştır.

Dağıtım zincirinin içerisindeki faaliyetler pazarlama, sipariş, nakliye, depolama ve raf düzenidir. Kahramanmaraş'ta paketleme tesisinin bulunmadığı ve paketlemenin zeytinyağı içerisinde bir faaliyet olmasından dolayı dağıtım zincirini de zeytinyağı üretim tesisleri üstlenmiştir. Kahramanmaraş'ta bir zeytinyağı üretim tesisi dağıtım zincirini kendi bünyesinde yapmaktadır. Söz konusu tesis ile yapılan görüşmede pazarlama faaliyeti için herhangi bir çalışmalarının olmadığı Kahramanmaraş'taki zeytinyağı üretiminin tüketimi karşılamadığı bundan dolayı markalaşma ile ürünün kendisini pazarladığını bildirmiştir. Perakendecilerle çalışmalarının sezonluk olduğu bir defa sipariş alınıp perakendecinin deposuna indirildiği, depolamanın ve rafların ayarlanmasının perakendeciye ait olduğunu belirtmiştir. Paketleme halkası gibi dağıtım halkasının da zeytinyağı üretimi ile iç içe geçtiği burada dağıtım için özel bir personel ya da aracın bulunmadığı işletme bünyesinde bulunan uygun araçlarla transferin yapıldığı bildirilmiştir. Dağıtım aşamasının zeytinyağı üretimi ile iç içe geçmesinden dolayı veriler elde edilememiş güçlü ve zayıf yönleri analitik olarak değerlendirilememiştir. Bundan dolayı dağıtım aşamasından doğan masrafların zeytinyağı işletmelerinin masrafları içerisinde bulunmaktadır.

### **Perakende zinciri**

Kahramanmaraş'ta üretilen zeytinyağlarının satıldığı yerel perakendecilerden (beş adet) alınan bilgiler doğrultusunda 1 litre natürel sızma zeytinyağı satış fiyatları ortalamasının 262.5 TL olduğu saptanmıştır.

### **Bir litre natürel sızma zeytinyağının değer zincirlerine ait karlılık durumları**

Çizelge 6'da bir litre natürel sızma zeytin yağının üretimi için tüm değer zincirine ait maliyet, satış fiyatı ve karlılıkları verilmiştir. Zeytin üreticisi bir litre natürel sızma zeytinyağını 165.70 TL maliyetle üretilip 204.2 TL'ye satmaktadır. Zeytinyağı üreticisi bir litre natürel sızma zeytinyağını 204.2 TL'ye mal edip 236.96 TL'ye satarak 34.80 TL kar ermektedir. Paketleme tesisi karlılığı ise 2.04 TL olarak gerçekleşmiştir. Perakendeciler ise ortalama 262.5 TL'ye sattıkları zeytinyağından 23.5 TL kar elde etmişlerdir. Değer oluşturan halkalar incelendiğinde en yüksek karlılık zeytin üreticisine aittir.

Çizelge 6. Bir litre natürel sızma zeytinyağı değer zinciri halkalarının maliyet, satış fiyatı ve karlılıkları

	Maliyet	Satış Fiyatı	Pazarlama marjı	
			TL	%
Zeytin üreticisi	165.70	204.20	38.80	39.13
Zeytinyağı işletmesi	204.20	236.96	34.80	35.10
Paketleme ve dağıtım	236.96	239.0	2.04	2.07
Perakendeci	239.00	262.5	23.5	23.70

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Kahramanmaraş ilinde bir litre natürel sızma zeytin yağı üretilmesinde rol alan aktörler ele alınmış ve yaratılan değer, mutlak pazarlama marjına benzer şekilde aktörler arasındaki fiyat farkından hesaplanarak değer zinciri analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, zeytin üretiminde en büyük maliyet kalemi hasattır. Üretilen zeytinin çok az bir kısmı ham zeytin olarak satılmaktadır. Zeytini ham olarak değerlendirmek isteyen üreticilerin yarısı toptancılara diğer yarısı ise kendi imkanları ile pazarda satmaya çalışmaktadırlar. Zeytin veriminin düşük olması, teknik bilgiye sahip işçi bulamaması, gübre fiyatlarının, ilaç fiyatlarının ve hasatta çalışan yabancı işgücü ücretinin ve kredi faizlerinin yüksek olması, kredi temininde bürokratik engellemelerin fazlalığı ve fiyat istikrarsızlığından dolayı sıkıntı yaşamaktadırlar. Zeytin yağı işletmeleri incelendiğinde, kapasite kullanım oranları düşük olan zeytinyağı işletmeleri sezonda bir aydan daha kısa süre çalışmaktadırlar. Zeytinyağı işletmelerinin en büyük gideri hammadde masrafı, en büyük gelirleri de zeytinyağı satışından kaynaklanmaktadır.

Tüm bu veriler ışığında, zeytin üretiminde ekonomik bir üretimin yapılamadığı görülmektedir. Zeytinciliğin, üreticilerin ana geçim kaynağı olmadığı “evimin yağı çıksın yeter” anlayışıyla yapıldığı anlaşılmaktadır. Popülasyonun yaklaşık %28’i bir dekarın altındaki işletmelerden oluşmaktadır. Bu da zeytinciliğin ana geçim kaynağı olmasının önündeki en büyük engellerden bir tanesi olarak görülmektedir. Bu sorunun giderilmesi için bakanlık bünyesinde oluşturulacak deneyimli personellerle bu arazilerin toplulaştırılması ve ekonomik bir üretim faaliyeti noktasına taşınması gerekmektedir. Zeytin üreticilerinin örgütlülük düzeyi düşüktür. Üreticilerin örgütlülük durumları bu kadar düşük seviyelerde olması sadece Kahramanmaraş’a özgü bir sorun değil aynı zamanda tüm Türkiye’nin bir sorunudur. Bunun için örgütlenmenin avantajlarının akademisyenler, kamu idareleri ve kanun koyucular tarafından üreticiye açıklanması örgütlü olmayı teşvik etmeleri gerekmektedir.

Zeytinyağı üreticilerinin en büyük sorunu kapasite kullanım oranlarının yarı yarıya düşük olmasıdır. Bunun sebebi Kahramanmaraş’ta arazilerin küçük dolayısıyla her bir üreticinin ürettiği ürünlerin az olmasıdır. Zeytinyağı üretim hattında malaksasyon ünitesinin her bir gözü yaklaşık 500-600 kg zeytin hamuru ile dolmaktadır. Fakat fabrikaya gelen zeytinler 100 kg ile 10 ton arasında değişmektedir. 100 kg’lık bir zeytinin 600 kg’lık bir gözü işgal etmesi kapasite kullanımını %16’lara düşürecektir. Bu sorunun çözümü için üreticilerin kooperatifleşerek zeytinlerini birleştirmesi o şekilde yağa dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu konuda da zeytinyağı fabrikalarının birlik olup belirli tonajın altındaki zeytinleri kabul etmemesi ve tüm fabrikaların bu kurala riayet etmesi gerekmektedir. Zeytinyağı fabrikalarının üretim maliyetlerinin en önemli kalemi hammadde ve işçilik masrafıdır. Bu sorunun çözülmesi için zeytinyağı fabrikalarının sözleşmeli üretim modeline geçmeleri gerekmektedir. Üreticilerle yapılacak olan sözleşmeyle zeytin üretim masraflarına ortak olunup çiftçilere kar payı verilmesi gibi bir çok yöntem kullanılabilir.

Zeytin ve zeytinyağı değer zincirinin üretim ve zeytin işleme çarklarında herhangi bir sorun olmadan faaliyetlerini sürdürdükleri görülmüş fakat paketleme ve dağıtım zincirinin Kahramanmaraş’ta henüz oturmadığı tespit edilmiştir. Söz konusu iki faaliyetin zeytinyağı işletmelerinin bünyesinde bulunması zeytinyağı işletmelerinin hangi faaliyetten ne kadar kar ya da ne kadar zarar ettiğinin tespitini zorlaştırmaktadır. Son yıllarda verilen destekler incelendiğinde zeytinyağı sektöründe sürekli makine girişi olduğu görülmektedir. Kahramanmaraş’ın üretim potansiyeli ve üretimi ortadayken bu kadar makine olması kapasitenin heba edilmesi anlamına gelmektedir. Bu haliyle artık zeytinyağı üretim hattının desteklerden çıkarılarak lisanslı depoculuk, paketleme tesisleri, salamura tesislerinin teşvik edilmesi ve desteklenmesi gerekmektedir. Genel olarak zeytin ve zeytinyağı değerlendirildiğinde iç içe geçmiş birçok sorunun çözümü için sektörün tüm paydaşları bir araya gelerek zeytin ve zeytinyağındaki sorunları masaya yatırması ve ortak aklın işletilerek çözüm önerilerinin sunulması ile uygulanması elzemdir.


Çalışma Kahramanmaraş bölgesinde yapıldığından elde edilen veriler ve sonuçlar bölgeye özgüdür. Dolayısıyla zeytin üretimi yapılan diğer bölgelerde de zeytinyağı sektöründeki tüm paydaşları içeren değer zinciri analizlerinin yapılması, sektörün zayıf ve güçlü yönlerinin belirlenmesi, işletme karlılıkları artırılmasına yönelik politika araçları geliştirilmesi ve tüketicilerin de daha kaliteli ve uygun fiyattan zeytinyağına ulaşması açısından önemlidir.


**Teşekkür:** Bu makale birinci yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

**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 Fatih Kaytancı  <https://orcid.org/0000-0002-5548-0676>

Hasan Burak Ağır  <https://orcid.org/0000-0003-4275-9819>

## KAYNAKLAR

- Akciğer, E. 2021. Türkiye’de fındık piyasasında değer zinciri analizi Ordu ili örneği. Yüksek Lisans Tezi. Antalya Bilim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Antalya. 89 sayfa
- Aktoprak, G. 2019. Malatya ve Mersin kayısı piyasalarında karşılaştırmalı değer zinciri analizi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Antalya. 176 sayfa
- Azak, S. ve Tuzun, T. 2012. Value chain analysis of extra virgin olive oil in march. *Journal of Food Science and Engineering*, 2: 51-55.
- Boudi, M., Laoubi, K. ve Chehat, F. 2016. A value chain analysis for sustainable development of olive oil agro-industry: The case of Algeria. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 110 (2): 267-292.
- Bozkıran Yılmaz, S. 2023. Kuru incir ve kestanede değer zinciri analizi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Programı, Doktora Tezi, Aydın. 157s.
- Bülbül, C. 2011. Finike portakalının sürdürülebilir rekabetinin araştırılması: Değer zinciri analizi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya. 112 sayfa
- İnan, İ.H. 2006. *Tarım Ekonomisi ve İşletmeciliği*. Hasad Yayıncılık. ISBN: 975-93281-0-0, Türkiye, Tekirdağ, 372s
- Kahraman, A. 2019. Pamuk değer zinciri ve pamuk üreticilerinin değer zincirinde yükseltme / iyileştirme stratejilerinin incelenmesi: Şanlıurfa örneği. Yüksek Lisans Tezi. Bölge Planlama, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara. 180s.
- Birsin, S. ve Kızılaslan, H. 2022. Zeytin üreten işletmelerin yapısal özellikleri ve yıllık faaliyet sonuçlarının analizi (TR 22 Bölgesi Örneği). *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 11(2): 149-164.
- Kaplinsky, R. and Morris, M.. 2001. *A Handbook for Value Chain Research*. Institute of Development Studies, University of Sussex Publishing, London, 15p.
- Kıral, T., Kasnakoğlu, H., Tatlıdil, F.F., Fidan, H. ve Gündoğmuş, E. 1999. *Tarımsal Ürünler İçin Gelir ve Maliyet Hesaplama, Metodolojisi ve Veri Tabanı Rehberi*. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayın No: 37, Ankara. 144s.
- Özalp, B. 2019. Türkiye’de yerfıstığı sektörünün değer zinciri analizi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana. 87s.
- Özdoğan, Y. 2009. Sofralık zeytin sektöründe değer zinciri analizi ve ISO 22000 uygulamalarında karşılaşılan sorunlar. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir. 249s.
- Porter, M.E. 1985. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. The Free Press, s. 557, New York
- Sanz Cañada, J., García Brenes, M.D. and Barneo Alcántara, M. 2015. Value chain and typicity analysis in Jaén Mountain olive oil, Spain. *New medit: Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment*, 14 (3): 50-60.
- Savcı, M. 2012. Çay işletmelerinde üretim maliyetlerinin değer zinciri analizi. Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Kocaeli. 167 s.
- Tunalıoğlu, R., Çobanoğlu, F. ve Mutlu, Ç. 2017. Zeytinyağında değer zinciri ve kalite döngüsü. *Meyve Bilimi*, 1(Özel): 188-193.
- Tunalıoğlu, R., Çobanoğlu, F., Karaman, A.D. 2011. Aydın ili sofralık zeytin işleme firmalarının pazarlama stratejileri. *Zeytin Bilimi*, 2(1): 21-30.

## Full-Genome Characterization of Turkish Rose Yellow Vein Virus Isolates

Ali KARANFİL<sup>1\*</sup>, Filiz RANDA-ZELYÜT<sup>2</sup>, Savaş KORKMAZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Canakkale Onsekiz Mart University, Canakkale, Türkiye

<sup>2</sup> Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Bilecik Seyh Edebali University, Bilecik, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: [ali.karanfil@hotmail.com](mailto:ali.karanfil@hotmail.com)

Geliş Tarihi: 06.09.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 26.09.2024 Kabul Tarihi: 26.09.2024

### ABSTRACT

Rose yellow vein virus (RYVV) is a viral agent recently identified in roses, with a limited known distribution worldwide. However, studies conducted in Türkiye have revealed the presence of the virus in various regions and provinces. As direct chemical control of viral diseases is not feasible, unlike other biotic diseases, molecular characterization of the virus is essential for future resistance breeding or gene silencing studies. To this end, 44 previously identified RYVV isolates from Türkiye were selected for full genome analysis. The full genomes of three isolates were successfully sequenced using overlapping PCR with seven species-specific primer pairs. However, the full genomes of the remaining isolates could not be obtained. The genome size of the three sequenced RYVV isolates was determined to be 9.314 nucleotides (PQ298785-87). A high level of similarity in the nucleotide sequence was observed between the Turkish isolates and the single RYVV isolate available in the GenBank database. However, the fact that the full genome of the other isolates could not be obtained and those obtained were amplified with primer pairs designed based on the single isolate in the GenBank may be due to the presence of different strains of RYVV isolates. Therefore, next-generation sequencing (NGS) should be prioritized in future studies to obtain comprehensive genome information for a broader range of RYVV isolates.

**Key words:** Rose, RYVV, Bioinformatic

### Türk Rose Yellow Vein Virus İzolatlarının Tüm Genom Karakterizasyonu

### ÖZ

Gül sarı damar virüsü güllerin son yıllarda tanınmış bir virüs hastalığı olup dünyada son derece sınırlı bir alanda varlığı bilinmektedir. Ancak ülkemizde gerçekleştirilen çalışmalarda etmenin varlığı farklı bölge ve illerde tespit edilmiştir. Virüs hastalıklarının diğer biyotik hastalıklarda olduğu gibi doğrudan kimyasal mücadelesi mümkün olmadığı için etmenin moleküler karakterizasyonu gelecek yıllarda yapılması muhtemel dayanıklılık ya da gen susturma çalışmaları için temel oluşturmaktadır. Böylece ülkemizde daha önceden tespit edilen 44 RYVV izolatu tüm genom çalışmaları için kullanılmıştır. Tüm genom çalışmalarında türe özgü 7 farklı primer çifti ile overlapping PCR yöntemi uygulanmıştır. Bu izolatların arasından 3 tanesinin tüm genomu elde edilmiştir. Diğer izolatların ise tüm genomu elde edilememiştir. Tüm genomu elde edilen 3 RYVV izolatının 9314 nükleotit büyüklüğünde olduğu belirlenmiştir (PQ298785-87). Genbankasında bulunan tek RYVV izolatu ile Türkiye izolatlarının da birbirleri ile yüksek oranda nükleotit dizisi benzerliği gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, diğer izolatların tüm genomunun elde edilememesi ve elde edilenlerin de GenBankası veri tabanındaki bulunan tek izolata göre tasarlanmış olan primer çiftleri ile amplifiye edilmesinden dolayı RYVV izolatlarının farklı strainlerinin bulunmasından kaynaklanabilir. Bu sebeple gelecek çalışmalarda tam genom bilgilerinin çıkarılması için yeni nesil sekanslama çalışmalarına öncelik verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Gül, RYVV, Biyoinformatik



## INTRODUCTION

Roses, cultivated in almost every region of Türkiye, are a significant ornamental plant. However, viral diseases pose a major challenge to their cultivation. With advancements in sequencing technologies, new viral diseases continue to be identified, some of which have been detected in rose-growing regions in Türkiye. Although numerous viruses are known to infect roses globally, the presence of many of these pathogens in Türkiye remains unknown. These viral infections can cause severe yield and quality losses, particularly through symptoms on leaves that render the product unmarketable. Currently, no effective agricultural control methods are available to prevent such losses.

One notable viral disease affecting roses is rose yellow vein virus (RYVV), a recently identified member of the Caulimoviridae family. The complete nucleotide sequence and genome organization of RYVV have been characterized, revealing a genome size of 9,314 base pairs (bp) with eight open reading frames (ORFs). Among these, ORFs 1, 2, and 3 share 22-38% amino acid similarity with known members of the Caulimoviridae family, while the remaining ORFs show no significant similarity with any known viruses (Mollov et al., 2009, 2013). RYVV is reported to be transmissible by grafting, but not by aphids or mechanical means. Common symptoms in infected roses include vein banding and central vein chlorosis (Lockhart, 2011).

Outside of the United States, RYVV was first identified in a single rose sample in New Zealand (Perez-Egusquiza et al., 2012), and its presence was subsequently confirmed in multiple regions of New Zealand (Milleza et al., 2013). In Türkiye, RYVV was first reported by Karanfil et al. (2018), with subsequent studies revealing its presence in various regions and provinces (Karanfil, 2022).

The most effective approach to managing viral diseases involves sanitation practices that promote healthy plant cultivation. Resistance breeding, cross-protection, and vector control are also considered among the most effective management strategies. However, for these methods to be effectively implemented, a comprehensive understanding of the pathogen's biological and molecular characteristics is required. Data from molecular characterization studies, particularly those conducted at the full genome level, can provide valuable insights into the genetic diversity, recombination, and emergence of pathogens. Consequently, analyses of genetic diversity, phylogeny, recombination, and evolutionary divergence of viral agents are crucial. Given this context, molecular characterization is essential, in addition to the detection of plant viral diseases. This study conducted comprehensive genome analyses of newly identified RYVV isolates, which were recently detected in Türkiye and are known to be confined to a limited geographical area globally.

## MATERIAL and METHOD

### Virus Isolates

The RYVV isolates used in this study were obtained from a previous study conducted by Karanfil (2021). A total of 44 samples previously identified as infected with RYVV were used.

### PCR Studies

Total nucleic acid isolation from the selected isolates was performed following the method described by Li et al. (2008) to determine their full genome sequences. Since the RYVV genome had been previously sequenced, the full genome of a new isolate was determined using the existing genome sequences available in GenBank. Seven different primer pairs were designed to specifically target conserved regions of these isolates and amplify overlapping fragments of 100-150 base pairs (bp) around each region (Table 1). The full genome of RYVV was obtained using overlapping PCR.

For primer design, the CLC Main Workbench (Qiagen, USA) sequence analysis software was used. The designed primers were checked for secondary structures and complementarity using the "Sequence Manipulation Suite: PCR Primer Stats" online tool. A BLAST analysis confirmed that the primers did not bind to non-target sequences. The validated primers were synthesized by a commercial service provider.

**Table 1.** Primer pairs used to determine the full-genome sequence of rose yellow vein virus

Primer Code	Primer Sequence	Amplificon Length
RYVV_39_F1 (8696, 8715)	GAGATTTTAGTAGTCAGGCA	1924 bp
RYVV_40_R1 (1295, 1313)	GAGAATGGGTAGTTTAGAG	
RYVV_41_F2 (1088, 1105)	GGATGACAGAAGGAAAGG	1508 bp
RYVV_42_R2 (2578, 2595)	GGCAGTATTAGGGAGAGA	
RYVV_43_F3 (2325, 2341)	TAACGAAATGGACACCT	1481 bp
RYVV_44_R3 (3789, 3805)	TTGTTTATGGGCTCTGT	
RYVV_45_F4 (3640, 3656)	ACCTCAATGCTCAATCT	1503 bp
RYVV_46_R4 (5126, 5142)	ATCCAAACGGCATAACT	
RYVV_47_F5 (4904, 4920)	AAGAGGAAAAGCTAGGA	1449 bp
RYVV_48_R5 (6335, 6352)	GCTTTCAGGGAATTTTGG	
RYVV_49_F6 (6224, 6240)	GCAAAAGGTAAGAACAC	1593 bp
RYVV_50_R6 (7800, 7816)	CATCTTGTTGGAGACTT	
RYVV_51_F7 (7578, 7595)	GCAAGACTGAAGAAGAGG	1429 bp
RYVV_52_R7 (8990, 9006)	GTGGGGGTTTAAAGTGG	

### Cloning

Seven DNA fragments specific to the RYVV genome, amplified by PCR, were cloned using the pGEM T-Easy Vector System-II kit (Promega, USA), following modifications to the method described by Çevik et al. (1995) and Jiang et al. (2008). After cloning, at least two colonies were selected for each DNA fragment, and plasmid isolation was performed. The plasmids were then digested with the EcoRI enzyme, and one plasmid was selected for each genomic fragment that was confirmed to carry the desired gene segments. The DNA sequences were determined in both directions using the cycle sequencing method on an automated DNA sequencing device provided by a commercial service.

### Sequence Analysis

The obtained DNA sequences were analyzed using the Contig Assembly Module in the CLC Main Workbench program. The overlapping regions of the DNA fragments, along with the previously obtained 5' and 3' ends, were aligned to construct contigs, which were then assembled to determine the full genome sequence of RYVV. This resulted in the full genome sequences of the RYVV isolates in Türkiye. Multiple sequence alignments and phylogenetic analyses were performed based on nucleotide (nt) and amino acid (aa) sequences to compare the full genome sequences with other RYVV isolate (Table 2) available in the GenBank database (Muhire et al., 2014).

**Table 2.** Information on the single rose yellow vein virus isolate available in the GenBank

Accession number	JX028536
Isolate Code	RYVV-MN1
Host	Rose cv. Dr. Merkley
Country	USA
Genome Length	9.314

### Phylogenetic Analysis

Phylogenetic tree was constructed using the neighbor-joining method with the Kimura two-parameter (K2) algorithm, utilizing multiple sequence alignment files obtained through Clustal W. To statistically validate the accuracy of the constructed phylogenetic tree, a bootstrap analysis with 1,000 replicates was performed, applying a minimum 50% bootstrap threshold to exclude randomly formed clusters and branches. Cauliflower mosaic virus (CaMV; M90541) was used as an outgroup to enhance the accuracy of the constructed phylogenetic tree.

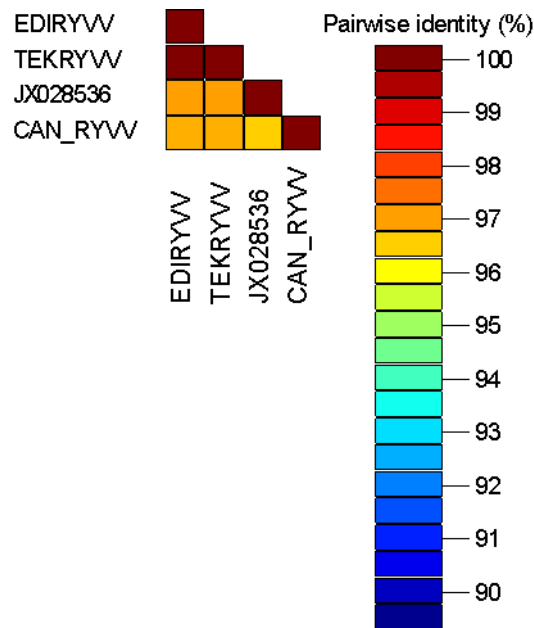
## RESULTS and DISCUSSION

Only three Turkish RYVV isolates (CAN-RYVV, EDI-RYVV, and TEK-RYVV were obtained from Çanakkale, Edirne, and Tekirdağ provinces, respectively. Their accession numbers are PQ298785-87, respectively) had their full genomes successfully amplified (Figure 1) and sequenced.



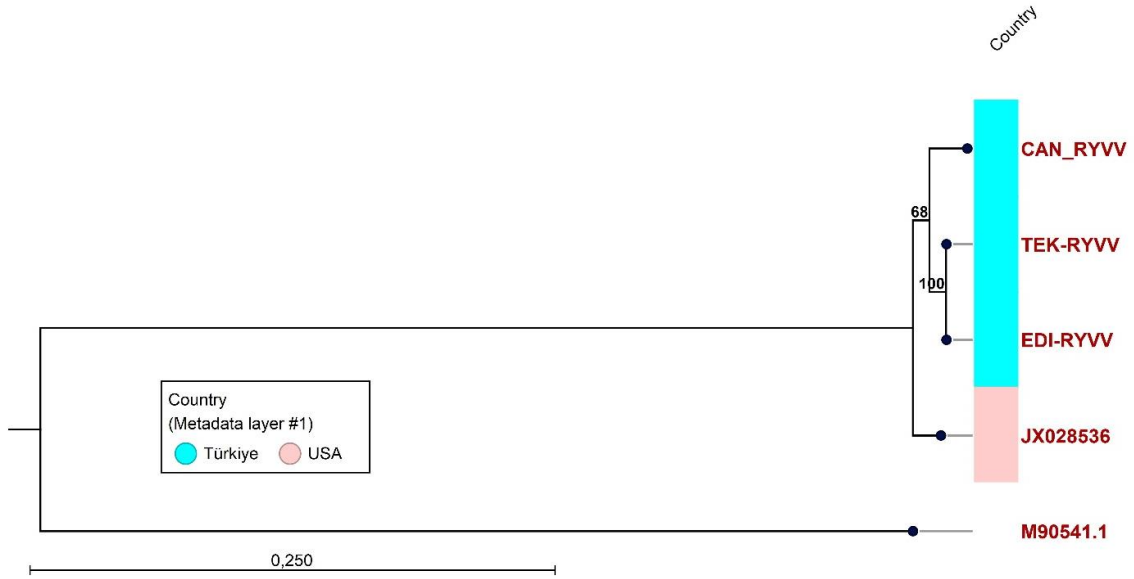
**Figure 1.** Agarose gel (1.5%) electrophoresis results. Samples 1, 2, and 3 correspond to amplicons from isolates obtained from the provinces of Çanakkale, Edirne, and Tekirdağ, respectively. NC: Negative control

The genome size of these three isolates was determined to be 9.314 nucleotides (nt). Sequence similarity analyses for gene regions revealed a high degree of similarity between these isolates and the single RYVV isolate in GenBank (Figure 2). Overall, the nucleotide-level similarity rates across all gene regions ranged from 88% to 100%, while amino acid-level similarity rates ranged from 91% to 100%.



**Figure 2.** Sequence similarity rates of Turkish rose yellow vein virus isolates based on the full genome nucleotides sequences

When examining the phylogenetic relationships of the three isolates, the isolates were found to be closely related to each other (Figure 3). However, given that there is only one isolate with a full genome sequence in GenBank, further studies involving isolates from different regions of the world are needed for more definitive conclusions.



**Figure 3.** Phylogenetic relationship of Turkish rose yellow vein virus isolates based on the full genome nucleotide sequences (Cauliflower mosaic virus was used as an outgroup, MG90541)

Several viral diseases that cause infections in roses have been identified in studies conducted in Türkiye (Sipahioğlu et al., 2001; Sertkaya, 2010; Çulal-Kiliç et al., 2017; Karanfil et al., 2018; Karanfil, 2021). However, among these, RYVV is considered particularly important since it is relatively new to the scientific community and was reported for the first time outside New Zealand and the United States in Türkiye (Mollov et al., 2013; Perez-Egusquiza et al., 2013; Karanfil et al., 2018). Additionally, it is the only virus with a DNA genome among the rose viral diseases identified in Türkiye (Karanfil, 2021). Previous studies reported RYVV in the Çanakkale and Ankara provinces, suggesting a potentially broader distribution (Karanfil et al., 2018). The recent study confirms the pathogen's presence in different provinces, including those in the Thrace region (Çanakkale, Tekirdağ, Edirne, and Kırklareli), indicating a possible presence in neighboring countries like Greece and Bulgaria. The pathogen appears to be spreading throughout all sampled regions within Türkiye (Karanfil, 2021). Thus, efforts to determine the full genome of RYVV are considered critical.

## CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

Several isolates failed to have their full genomes sequenced, possibly due to genetic diversity, as indicated by Dr. Mollov (personal communication, cited in Karanfil, 2021). Therefore, next-generation sequencing (NGS) analyses should be employed to better detect and characterize RYVV isolates.

This study represents the first instance in which the full genome sequences of a rose viral disease have been determined in Türkiye, establishing the presence of Türkiye-origin isolates in the GenBank database. Future studies may focus on elucidating the genetic diversity of more RYVV isolates.

Although RYVV infection has been detected in many regions of Turkey, there are still areas and provinces where the presence of the virus has not yet been investigated. Therefore, it is important to explore and confirm the presence of the virus in these unstudied locations. Additionally, this approach would allow for an investigation into the genetic diversity of RYVV isolates from different regions and provinces.

**Acknowledgement:** This study was supported by a grant from Çanakkale Onsekiz Mart University, The Scientific Research Coordination Unit, Project number: FBA-2019-2891.

**Conflict of Interest:** The authors declare that there is no conflict of interest.

**Authorship Contribution Statement:** A.K. planned and carried out the study. F.R.Z. and S.K. contributed to the writing of the article. All authors approved the final version of the article.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Ali KARANFİL  <http://orcid.org/0000-0002-4503-6344>


Filiz RANDA-ZELYÜT  <http://orcid.org/0000-0002-1366-4389>

Savaş KORKMAZ  <http://orcid.org/0000-0001-8227-3800>

## KAYNAKLAR

- Mollov, D., Lockhart, B., Zlesak, D., 2009. Genome characterization and transmission of rose yellow vein virus, a new caulimovirus occurring in garden rose. *Phytopathology*, 99, 87.
- Mollov, D., Lockhart, B., Zlesak, D., 2013a. Complete nucleotide sequence of rose yellow mosaic virus, a novel member of the family potyviridae. *Arch. Virol.* 158, 1917-1923.
- Karanfil, A. 2021. Prevalence and molecular characterization of Turkish isolates of the rose viruses. *Crop Protection*, 143, 105565.
- Karanfil, A., Randa-Zelyüt, F., Ertunç, F., Korkmaz, S., 2018. First report of rose yellow vein virus in Turkey. *New Dis. Rep.* 38, 11.
- Perez-Egusquiza, Z., Liefting, L.W., Ward, L.I., 2013. First report of rose yellow vein virus in *Rosa* sp. in New Zealand. *Plant Dis.* 97, 1122-1122.
- Culal-Kiliç, H., Yardimci, N., Gubur, S., 2017. Serological, biological and Molecular detection of prunus necrotic ringspot virus on *Rosa damascena* Mill. in Turkey. *Acta Sci. Pol-Hortoru.* 16, 145-150.
- Sertkaya, G. 2010. An investigation on rose mosaic disease of rose in Hatay-Turkey. *Julius-Kühn-Archiv*, 427, 309-313.
- Sipahioğlu, H.M., Çağlar, B.K., Baloğlu, S., 2001. Determination of the incidence of PNRSV and ApMV rose viruses in rose by ELISA in the Eastern Mediterranean region. IX Congress of Phytopathology, 3–8 September, Tekirdağ-Turkey, 572–577.
- Muhire, B.M., Varsani, A., Martin, D.P., 2014. SDT: a virus classification tool based on pairwise sequence alignment and identity calculation. *PloS One*, 9, e108277.
- Çevik, B., Yardımcı, N., Culal-Kılıç, H., 2011. Detection of viruses infecting stone fruits in Western Mediterranean region of Turkey. *Plant Pathol. J.* 27, 44-52.
- Jiang B., Hong N., Wang G.P., Hu J., Zhang J.K., Wang CX., Liu Y., Fan X.D., 2008. Characterization of Citrus tristeza virus Strains from Southern China Based on Analysis of Restriction Patterns and Sequences of Their Coat Protein Genes. *Virus Genes*, 37 (2), 185-92.
- Li, R., Mock, R., Huang, Q., Abad, J., Hartung, J., Kinard, G., 2008. A reliable and inexpensive method of nucleic acid extraction for the PCR-based detection of diverse plant pathogens. *J. Virol. Methods.* 154, 48-55.
- Milleza, E.J.M., Ward, L.I., Delmiglio, C., Tang, J.Z., Veerakone, S., Perez-Egusquiza, Z., 2013. A survey of viruses infecting *Rosa* spp. in New Zealand. *Australas. Plant Pathol.* 42, 313-320.
- Lockhart, B., Zlesak, D., & Fetzer, J. (2008, April). Identification and partial characterization of six new viruses of cultivated roses in the USA. In XII International Symposium on Virus Diseases of Ornamental Plants 901 (pp. 139-147).

## Klorpirifosa Maruz Kalan *Capoeta umbla*' nin Beyin Dokusunda Antioksidan Yanıtı

Mehmet Reşit TAYSI\*<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 12000, Bingöl

\*Sorumlu Yazar: [mrtaysi@yahoo.com](mailto:mrtaysi@yahoo.com)

Geliş Tarihi: 10.09.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 26.09.2024 Kabul Tarihi: 26.09.2024

### ÖZ

Klorpirifosun su ekosistemleri üzerindeki toksik etkileri üzerine yapılan bu çalışmada, *Capoeta umbla* türü balıkları model organizma olarak kullanılmıştır. Balıklara farklı konsantrasyonlarda (55-110 µg/L) ve sürede (24 ve 96 saat) klorpirifos uygulanarak, beyin dokusunda lipid peroksidasyonunun bir göstergesi olan malondialdehit (MDA) seviyesi ve antioksidan savunma sisteminin önemli enzimlerinden olan katalaz (CAT) ve glutatyon redüktaz (GR) aktiviteleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, klorpirifosun balıklarda oksidatif stresi tetikleyerek hücre zarlarında lipid peroksidasyonunu artırdığını ve antioksidan savunma sistemini baskıladığını göstermiştir. Bu durum, klorpirifosun su ekosistemlerindeki canlılar üzerindeki olumsuz etkilerini ve çevresel riskini vurgulamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Klorpirifos, *Capoeta umbla*, katalaz, antioksidan.

## Antioxidant Response in Brain Tissue of *Capoeta umbla* Exposed to Chlorpyrifos

### ABSTRACT

In this study on the toxic effects of chlorpyrifos on aquatic ecosystems, *Capoeta umbla* fish were used as a model organism. By applying chlorpyrifos to fish at different concentrations (55-110 µg/L) and durations (24 and 96 hours), malondialdehyde (MDA) levels, an indicator of lipid peroxidation in brain tissue, and catalase (CAT) and glutathione reductase (GR) activities, which are important enzymes of the antioxidant defense system, were determined. The results obtained showed that chlorpyrifos triggered oxidative stress in fish, increased lipid peroxidation in cell membranes, and suppressed the antioxidant defense system. This situation emphasizes the negative effects of chlorpyrifos on living organisms in aquatic ecosystems and its environmental risk.

**Key words:** Chlorpyrifos, *Capoeta umbla*, catalase, antioxidant.

### GİRİŞ

Birçok tatlı su ekosistemi, herbisitler ve böcek ilaçları gibi her yerde bulunan ve bölgesel ve küresel olarak yayılabilen endüstriyel, evsel ve tarımsal kimyasallarla kirlenmiştir (Jin ve ark., 2010). Klorpirifos [(O, O-dietil O-(3,5,6-trikloro-2-piridinil) fosforotioat)] ise tarımsal ve evsel zararlıları kontrol etmek için yaygın olarak kullanılan organofosfatlı bir pestisitlerdir. Pestisitler, tarım arazilerinin drenajı, rüzgar sürüklenmesi ve hatta kasıtlı püskürtme yoluyla su ekosistemlerine ve balık çiftliklerine girebilir (Dar ve ark., 2022; Saha ve ark., 2021; Sharma ve ark., 2021). Klorpirifos suda nispeten kararlı bir bileşik olmasına rağmen, suyun fiziksel ve kimyasal koşullarının, ultraviyole ışınlarının ve mikroorganizmaların aktivitesinin etkisiyle 8-53 gün sonra parçalanabilmektedir (Lu ve ark., 2006). Klorpirifosun balıklar için oldukça zehirli olduğu ve bunun solungaçlar, deri ve sindirim sistemi yoluyla hızla emilebildiği bildirilmiştir (Hatami ve ark., 2019). Doğal su ortamlarının kimyasal bileşimindeki değişiklikler tatlı su faunasını, özellikle balıkları etkileyebilir. İnsanların balık tüketmesi nedeniyle, pestisitlerin balıklar üzerindeki etkileri, pestisitlerin insan sağlığına olan olumsuz etkilerinin



değerlendirilmesinde önemli bir öneme sahiptir (Begum ve Vijayaraghan, 1996). Son çalışmalar, balıklardaki pestisit toksisitesinin reaktif oksijen türlerinin (ROS) artan üretimiyle ilişkili olabileceğini ve bunun da oksidatif hasara yol açabileceğini göstermiştir. ROS' lar elektron taşıma zinciri, enzimler ve redoks döngüsünün ürünleridir ve üretimleri ksenobiyotikler tarafından artırılabilir. Oksidatif stres, ROS' lar hücrel savunmaları alt üst ettiğinde ve proteinlere, zarlara ve DNA'ya zarar verdiğinde ortaya çıkar. Oksidatif stres, pro-antioksidan dengesinin bozulması olarak tanımlanır ve potansiyel hasara yol açar (Oruc ve ark., 2004; Trasande ve ark., 2011). Son yıllarda, hem çevresel kaliteyi hem de organizmaların adaptasyonunu izlemek için bir araç olarak biyobelirteçlerin kullanımına giderek daha fazla vurgu yapılmaktadır. Oksidatif savunma sistemi, oksiradikal aracılı yanıtların biyokimyasal biyobelirteç olarak kullanılma potansiyeli nedeniyle kapsamlı bir şekilde çalışmıştır (Kelly ve ark., 1998; Van der Oost ve ark., 2003). Tüm organizmalarda ROS 'ların detoksifikasyonu için ana antioksidatif enzimler, katalaz (CAT) ve glutatyon redüktaz (GR)' dır. Bu enzimlerin oksiradikallerle reaksiyonları balıklarda incelenmiştir (Avcı ve ark., 2005). Balık dokusunda bulunan antioksidan enzimler (örneğin, katalaz, glutatyon redüktaz) ve lipid peroksidasyon ürünleri (malondialdehit) gibi biyokimyasal parametreler, pestisitlere maruziyetin bir sonucu olarak ortaya çıkan oksidatif stresi değerlendirmek için potansiyel biyobelirteçler olarak kabul edilmektedir (Ahmad ve ark., 2000; Almeida ve ark., 1997; Kelly ve ark., 1998). Bu biyobelirteçlerin ölçülmesi, su ekosistemlerindeki pestisit kirliliğinin etkilerini belirlemek, risk değerlendirmesi yapmak ve uygun önlemleri almak açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, farklı su ortamlarında yaşayan farklı balık türlerinde pestisitlere maruziyetin antioksidan sistem üzerindeki etkilerinden birine katkı yapmak amacıyla yapılan bu çalışmada klorpirifosa maruz kalan *Capoeta umbla*'nın beyindeki antioksidan yanıtı (MDA) seviyesi ve antioksidan savunma sisteminin önemli enzimlerinden olan CAT ve GR aktiviteleri ile belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, seçilmiş oksidatif stres parametreleri kullanılarak, klorpirifos' un subletal maruziyetinin *Capoeta umbla* balıkları üzerindeki olumsuz etkilerini değerlendirmektir.

## MATERYAL ve METOT

*Capoeta umbla* balıkları (92.7-121.4 gr) Murat Nehri'nden (Bingöl) yakalanarak, Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvarında 600 L'lik fiberglas tanklara aktarılmıştır. 21 gün boyunca balıklar sürekli akan musluk suyunda dinlendirilmiştir. Çalışmada balıklar ağırlıklarının %2'si kadar ticari yemle günde 2 kez beslenmiştir. Suyun çözünmüş oksijen değeri, pH değeri, sıcaklık, alkanite ve toplam sertlik (CaCO<sub>3</sub>) değerleri sırasıyla, 8.02 ± 1.04 mg/L, 8 ± 0.3, 15 ± 4 °C, 137 ± 9 mg/L ve 151 ± 34 mg/L olarak tespit edilmiştir. LC<sub>50</sub> değerini belirlemek için klorpirifos, 60 L'lik tanklarda 200, 300, 400, 500 ve 1000 µg/L kullanılmıştır. 96 saatlik LC<sub>50</sub> değeri bilgisayar programı SPSS 20.0 ile hesaplanmıştır. Daha sonra LC<sub>50</sub> değerinin %12.5 ve %25'lik miktarı (55 ve 110 µg/L) balıklara 24 ve 96 saat uygulanmıştır. Deneme üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Bu uygulamalar sırasında herhangi bir balık ölümü gerçekleşmemiştir.

CAT aktivitesi, 1 M Tris-HCl, 5 mM EDTA (pH 8.0), 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O karışımını içeren Beutler, (1984) yöntemine göre belirlendi. MDA içeriği, 95 °C'de tiyobarbiturik asitle aerobik koşullarda (pH 3.4) inkübasyondan sonra ölçüldü. Bu reaksiyonlarla oluşan pembe renk, spektrofotometrik olarak 532 nm dalga boyunda ölçüldü (Ohkawa ve ark., 1979). Spesifik aktivite, miligram protein başına aktivite birimi olarak tanımlandı. Protein içeriği, standart olarak sığır serum albümini kullanılarak Lowry ve ark., (1951) tarafından belirlenen yöntemle göre belirlendi. GR aktivitesi ise Beutler, (1984) yöntemine göre belirlenmiştir.

İstatistiksel analizler SPSS 20.0 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Veriler ortalama ± ortalama standart hatası olarak ifade edilmiştir. Konsantrasyon ve zamanın farklı deney grupları üzerindeki etkisini değerlendirmek için tek yönlü ANOVA kullanılmıştır. Farklı konsantrasyonlar ve farklı zaman aralıkları için kontrol ve tedavi grupları arasındaki farkların anlamlılığını incelemek için Tukey testi yapılmıştır. Farklar p ≤ 0.05' te anlamlı kabul edilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Klorpirifos' a maruz bırakılan *Capoeta umbla* balıklarının beyin dokularındaki (n=10) antioksidan enzim aktivitesi ve MDA içeriği çizelge 1, 2 ve 3' de özetlenmiştir. 24 ve 96 saat maruziyetin sonunda, beyin dokularındaki CAT ve GR aktivitesi, kontrol grubuyla kıyaslandığında klorpirifos' un artan konsantrasyonu azalırken, buna karşılık, MDA içeriği ise artan konsantrasyon nedeniyle artış göstermiştir.

**Çizelge 1.** CAT (U mg<sup>-1</sup> protein) aktivitesindeki değişim

Gruplar (µg/L)	Zaman (saat)	
	24	96
Kontrol	2.89 ± 0.36 <sup>a</sup>	3.11 ± 0.27 <sup>a</sup>
55	2.65 ± 0.33 <sup>a</sup>	2.31 ± 0.21 <sup>b</sup>
110	1.96 ± 0.19 <sup>b</sup>	1.21 ± 0.17 <sup>b</sup>

\*Aynı sütünde farklı harfleri taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05).

**Çizelge 2.** GR (U mg<sup>-1</sup> protein) aktivitesindeki değişim

Gruplar (µg/L)	Zaman (saat)	
	24	96
Kontrol	36.58 ± 0.33 <sup>a</sup>	37.06 ± 0.41 <sup>a</sup>
55	35.04 ± 0.53 <sup>a</sup>	38.4 ± 0.53 <sup>a</sup>
110	28.11 ± 0.34 <sup>b</sup>	25.36 ± 0.39 <sup>b</sup>

\*Aynı sütünde farklı harfleri taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05).

**Çizelge 3.** MDA (nmol mg<sup>-1</sup> protein) seviyesindeki değişim

Gruplar (µg/L)	Zaman (saat)	
	24	96
Kontrol	2.96 ± 0.29 <sup>a</sup>	3.14 ± 0.21 <sup>a</sup>
55	3.47 ± 0.31 <sup>b</sup>	3.81 ± 0.33 <sup>b</sup>
110	3.85 ± 0.36 <sup>b</sup>	4.33 ± 0.36 <sup>b</sup>

\*Aynı sütünde farklı harfleri taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05).

Çalışmanın elde edilen sonuçlara göre antioksidan savunmalar reaktif oksijen türlerini temizleyebildi ve dokulardaki oksidatif hasarın artmasını önleyebildi. Klorpirifos maruziyetini takiben lipid peroksidasyonundaki artış, lipid peroksidasyonuna yol açan çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu artıran ROS' ların indüksiyonuna atfedilebilir (Liu ve ark., 2008; Valavanidis ve ark., 2006). Yüksek klorpirifos konsantrasyonlu tedavi gruplarında, ikincil bir lipid peroksidasyon ürünü olan MDA içeriği, kontrol balıklarına kıyasla fazla artmıştır; bu da tedavi edilen balıklarda büyük miktarda lipid peroksidasyonun meydana geldiğini göstermektedir. Diğer türlerde de benzer sonuçlar bildirilmiştir. Örneğin klorpirifos maruziyeti sazan balığının karaciğer dokusunda MDA içeriğinde önemli bir artışa neden olduğu raporlanmıştır (Jin ve ark., 2010). Bu çalışmada klorpirifos maruziyetinin Capoeta umbla balığının beyin dokusunda lipid peroksidasyonunu artırdığı, bunun da uygulanan konsantrasyonlarda klorpirifos' un peroksidatif doku hasarını artırdığı göstermektedir.

Lipid peroksidasyonu, pestisitlerin neden olduğu hücre zarı hasarının ilk adımı olup, hücresel bileşenlerdeki oksidatif hasarın değerli bir göstergesi olarak kabul edilir (Monteiro ve ark., 2000). Yapılan çalışmalar (Oruç, 2010) klorpirifos' un balık türlerinde MDA seviyelerini tetiklemediği bildirilmiştir. Bu sonuç çalışmamızın sonuçlarıyla çakışmaktadır. Bu farklılığın, klorpirifos konsantrasyonundaki farklılıklardan, maruz kalma süresinden veya balık türü ve büyüklüğünden kaynaklanabileceği gibi, esas olarak konsantrasyona ve maruz kalma süresine göre değişiklik göstermektedir.

Birçok organizmanın, aktive edilmiş ROS' ların zararlı etkilerine karşı kendilerini korumak için benzersiz sistemleri vardır. Bu çalışmada, beyindeki CAT ve GR aktiviteleri klorpirifos maruziyetinden sonra azaldı. Diğer organizmalar gibi balıklar da sistemlerindeki yüksek ROS seviyeleriyle, süperoksit anyonlarını H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'ye ve ardından H<sub>2</sub>O ve O<sub>2</sub>'ye dönüştüren GR ve CAT gibi koruyucu ROS temizleyici enzimlerle mücadele edebilir (Kirici, 2021; Kirici ve ark., 2017; Kırıcı ve ark., 2020; Kirici, Demir, ve ark., 2016; Kırıcı ve ark., 2017; Kırıcı ve ark., 2021; Kirici, Kirici, ve ark., 2016; Kirici, Kirici, ve ark., 2017; Kirici ve ark., 2019). Bu nedenle, klorpirifos maruziyetinin neden olduğu bu enzimlerin aktivitesindeki bir azalmanın, ROS' ların hücreden atılmasına katkıda bulunması mümkündür.

Balık türlerinde pestisit kaynaklı inhibisyon ve CAT aktivitesinde indüksiyon çalışılmıştır. Furadanın adaptif bir yanıt olarak CAT aktivitesinde bir artışa neden olduğu bildirilmiştir (Alves ve ark., 2002). Başka bir çalışmada (Hai ve ark., 1997) Diklorvosun *Ictalurus nebulosus*' ta CAT aktivitesini konsantrasyona bağlı olarak artırdığı ortaya konmuştur. Buna karşın *Heteropneustes fossilis*' te monokrotofos uygulaması CAT aktivitesinde azalmaya neden olmuştur (Thomas ve Murthy, 1976). Farklı bir çalışmada (Sayeed ve ark., 2003) ise deltametrin maruziyeti *Channa punctatus*' un karaciğer, böbrek ve solungaç dokularında CAT aktivitesinde önemli bir azalmaya neden olduğu raporlanmıştır. Monokrotofosa maruz bırakılan *Gambusia affinis* balıklarında CAT, SOD ve GR antioksidan enzim aktivitesinde önemli bir indüksiyon görüldüğü ve 16. günde kademeli olarak kontrol seviyelerine geri döndüğü raporlanan çalışma da (Kavitha ve Rao, 2007) literatürde mevcut. Antioksidan

enzimlerin önemli bir özelliği, kirlenici kaynaklı strese önemli bir adaptasyon olabilecek oksidatif stres koşulları altında indüklebilirlikleridir (Li ve ark., 2007).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Balıklar, su ekosistemlerindeki pestisit kirliliğinin etkilerini değerlendirmek için kullanılan önemli bir model organizmadır. Balık dokularındaki antioksidan sistemdeki değişiklikler ve lipid peroksidasyon seviyeleri, pestisitlerin neden olduğu oksidatif stresin bir sonucu olarak ortaya çıkan biyokimyasal değişiklikleri yansıtmaktadır. Bu biyobelirteçler, pestisitlerin sucul organizmalar üzerindeki toksik etkilerini anlamak ve bu etkileri azaltmak için gerekli önlemleri almak açısından önemli bilgiler sağlamaktadır. Bu nedenle, bu parametreler, su ekosistemlerinin sağlığını değerlendirmek ve pestisitlerin çevresel riskini belirlemek için önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Ancak, farklı balık türleri, yaşları ve maruz kaldıkları pestisit türlerine bağlı olarak antioksidan sistemlerinin yanıtı farklılık gösterebileceğinden, bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Mehmet Reşit TAYSI  <https://orcid.org/0000-0002-1072-4059>

## KAYNAKLAR

- Ahmad, I., Hamid, T., Fatima, M., Chand, H. S., Jain, S. K., Athar, M., Raisuddin, S. 2000. Induction of hepatic antioxidants in freshwater catfish (*Channa punctatus* Bloch) is a biomarker of paper mill effluent exposure. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1523(1): 37-48.
- Almeida, M., Fanini, F., Davino, S., Aznar, A., Koch, O., Barros, S. d. M. 1997. Pro-and anti-oxidant parameters in rat liver after short term exposure to hexachlorobenzene. *Human & experimental toxicology*, 16(5): 257-261.
- Alves, S. R., Severino, P. c. C., Ibbotson, D. P., da Silva, A. Z., Lopes, F. R., Sáenz, L. A., Bainy, A. C. 2002. Effects of furadan in the brown mussel *Perna perna* and in the mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae*. *Marine Environmental Research*, 54(3-5): 241-245.
- Avci, A., Kaçmaz, M., Durak, İ. 2005. Peroxidation in muscle and liver tissues from fish in a contaminated river due to a petroleum refinery industry. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60(1): 101-105.
- Begum, G., Vijayaraghan, S. 1996. Alterations in protein metabolism of muscle tissue in the fish *Clarias batrachus* (Linn) by commercial grade dimethoate.
- Beutler, E. 1984. A manual of biochemical methods. Red cell metabolism: 77-78.
- Dar, O. I., Aslam, R., Pan, D., Sharma, S., Andotra, M., Kaur, A., Jia, A.-Q., Faggio, C. 2022. Source, bioaccumulation, degradability and toxicity of triclosan in aquatic environments: A review. *Environmental Technology & Innovation*, 25: 102122.
- Hai, D. Q., Varga, S. I., Matkovic, B. 1997. Organophosphate effects on antioxidant system of carp (*Cyprinus carpio*) and catfish (*Ictalurus nebulosus*). *Comparative Biochemistry and Physiology - C Pharmacology Toxicology and Endocrinology*, 117(1): 83-88.
- Hatami, M., Banaee, M., Haghi, B. N. 2019. Sub-lethal toxicity of chlorpyrifos alone and in combination with polyethylene glycol to common carp (*Cyprinus carpio*). *Chemosphere*, 219: 981-988.
- Jin, Y., Chen, R., Liu, W., Fu, Z. 2010. Effect of endocrine disrupting chemicals on the transcription of genes related to the innate immune system in the early developmental stage of zebrafish (*Danio rerio*). *Fish & Shellfish Immunology*, 28(5-6): 854-861.
- Jin, Y., Zhang, X., Shu, L., Chen, L., Sun, L., Qian, H., Liu, W., Fu, Z. 2010. Oxidative stress response and gene expression with atrazine exposure in adult female zebrafish (*Danio rerio*). *Chemosphere*, 78(7): 846-852.
- Kavitha, P., Rao, J. V. 2007. Oxidative stress and locomotor behaviour response as biomarkers for assessing recovery status of mosquito fish, *Gambusia affinis* after lethal effect of an organophosphate pesticide, monocrotophos. *Pesticide biochemistry and physiology*, 87(2): 182-188.
- Kelly, K., Havrilla, C. M., Brady, T. C., Abramo, K. H., Levin, E. D. 1998. Oxidative stress in toxicology: established mammalian and emerging piscine model systems. *Environmental health perspectives*, 106(7): 375-384.
- Kirici, M. 2021. Toxicological Effects of Metal Ions and Some Pesticides on Carbonic Anhydrase Activity Purified from Bighead Carp (*Hypophthalmichthys Nobilis*) Gill Tissue. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 16(1): 59-65.
- Kirici, M., Atamanalp, M., Kirici, M., Beydemir, S. 2017. In vitro effects of some metal ions on glutathione reductase in the gills and liver of *Capoeta trutta*. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(1): 66-70.

- Kirici, M., Atamanalp, M., Kirici, M., Beydemir, Ş. 2020. Purification of glucose 6-phosphate dehydrogenase from Capoeta umbla gill and liver tissues and inhibition effects of some metal ions on enzyme activity. *Marine Science and Technology Bulletin*, 9(2): 92-101.
- Kirici, M., Demir, Y., Beydemir, S., Atamanalp, M. 2016. The Effect of Al(3+) and Hg(2+) on Glucose 6-Phosphate Dehydrogenase from Capoeta Umbla Kidney. *Applied Ecology and Environmental Research*, 14(2): 253-264.
- Kirici, M., Kirici, M., Atamanalp, M. 2017. In vitro Inhibition Effects of Some Metal Ions on Glutathione Reductase Purified from Capoeta trutta Kidney. *Aquaculture Studies*, 17: 385-394.
- Kirici, M., Kirici, M., Atamanalp, M., Beydemir, Ş. 2021. Purification of glutathione reductase from some tissues of Capoeta umbla and the inhibitory effects of some metal ions on enzyme activity. *Marine Science and Technology Bulletin*, 10(2): 193-200.
- Kirici, M., Kirici, M., Beydemir, S., Atamanalp, M. 2016. Purification of Carbonic Anhydrase from Capoeta umbla (Heckel, 1843) Gills and Toxicological Effects of Some Metals on Enzyme Activity. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16(1): 169-175.
- Kirici, M., Kirici, M., Beydemir, S., Bulbul, M. 2017. Purification of Glucose 6-Phosphate Dehydrogenase from Gilthead Sea Bream (Sparus Aurata) Gill and Liver Tissues and Inhibition Effects of Some Metal Ions on Enzyme Activity. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(12): 7074-7082.
- Kirici, M., Nedzvetsky, V. S., Agca, C. A., Gasso, V. Y. 2019. Sublethal doses of copper sulphate initiate deregulation of glial cytoskeleton, NF-kappa B and PARP expression in Capoeta umbla brain tissue. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(1): 103-110.
- Li, F., Ji, L., Luo, Y., Oh, K. 2007. Hydroxyl radical generation and oxidative stress in Carassius auratus liver as affected by 2, 4, 6-trichlorophenol. *Chemosphere*, 67(1): 13-19.
- Liu, Y., Wang, J., Wei, Y., Zhang, H., Xu, M., Dai, J. 2008. Induction of time-dependent oxidative stress and related transcriptional effects of perfluorododecanoic acid in zebrafish liver. *Aquatic Toxicology*, 89(4): 242-250.
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., Randall, R. J. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193(1): 265-275.
- Lu, J., Wu, L., Newman, J., Faber, B., Gan, J. 2006. Degradation of pesticides in nursery recycling pond waters. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(7): 2658-2663.
- Monteiro, P., Reis-Henriques, M., Coimbra, J. 2000. Plasma steroid levels in female flounder (Platichthys flesus) after chronic dietary exposure to single polycyclic aromatic hydrocarbons. *Marine Environmental Research*, 49(5): 453-467.
- Ohkawa, H., Ohishi, N., Yagi, K. 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical Biochemistry*, 95(2): 351-358.
- Oruc, E. O., Sevgiler, Y., Uner, N. 2004. Tissue-specific oxidative stress responses in fish exposed to 2, 4-D and azinphosmethyl. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 137(1): 43-51.
- Oruç, E. Ö. 2010. Oxidative stress, steroid hormone concentrations and acetylcholinesterase activity in Oreochromis niloticus exposed to chlorpyrifos. *Pesticide biochemistry and physiology*, 96(3): 160-166.
- Saha, S., Chukwuka, A. V., Mukherjee, D., Patnaik, L., Nayak, S., Dhara, K., Saha, N. C., Faggio, C. 2021. Chronic effects of Diazinon® exposures using integrated biomarker responses in freshwater walking catfish, Clarias batrachus. *Applied Sciences*, 11(22): 10902.
- Sayeed, I., Parvez, S., Pandey, S., Bin-Hafeez, B., Haque, R., Raisuddin, S. 2003. Oxidative stress biomarkers of exposure to deltamethrin in freshwater fish, Channa punctatus Bloch. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 56(2): 295-301.
- Sharma, S., Dar, O. I., Singh, K., Kaur, A., Faggio, C. 2021. Triclosan elicited biochemical and transcriptomic alterations in Labeo rohita larvae. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 88: 103748.
- Thomas, P., Murthy, T. 1976. Studies on the impact of a few organic pesticides on certain fish enzymes.
- Trasande, L., Massey, R. I., DiGangi, J., Geiser, K., Olanipekun, A. I., Gallagher, L. 2011. How developing nations can protect children from hazardous chemical exposures while sustaining economic growth. *Health Affairs*, 30(12): 2400-2409.
- Valavanidis, A., Vlahogianni, T., Dassenakis, M., Scoullou, M. 2006. Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 64(2): 178-189.
- Van der Oost, R., Beyer, J., Vermeulen, N. P. 2003. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 13(2): 57-149.

## Doğu Akdeniz İklim Koşullarında Tescilli Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Adaptasyonu ve Kalite Değerlerinin Araştırılması

Dürdane MART<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Eastern Mediterranean Agricultural Research Ens. ADANA-TURKEY

\*Corresponding Author) e-posta :durdanemart@yahoo.com

Geliş Tarihi: 12.09.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 23.09.2024 Kabul Tarihi: 26.09.2024

### ÖZ

Bu araştırma Türkiye’de tescil edilmiş on nohut çeşidi (Diyar-95, Arda, Botan, Aksu, Aslanbey, Ubet, Sezgin, Caner, Onur01 ve Azkan) ile Doğu Akdeniz Adana ekolojik şartlarında verim ve kalite unsurlarını belirlemek amacıyla 2022 ve 2023 yıllarında yapılmıştır. Denemeler, Tesadüf Blokları Deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada çeşitlerin, tane verimi, yüz tane ağırlığı, bitki boyu, %50 çiçeklenme süresi ve kalite parametreleri incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre çeşitlerin çiçeklenme süresi 76.75-84.25 gün değerleri arasında, Botan-Aslanbey çeşitlerinden; bitki boyu 53.04-60.67 cm değerleri arasında Sezgin-Azkan çeşitlerinden; yüz tane ağırlığı 38.70-49.07 g değerleri arasında Diyar-95-Aslanbey çeşitlerinden; tane verimi 175.70-286.42 kg/da değerleri arasında Sezgin-Aslanbey çeşitlerinden elde edilmiştir. Araştırma sonunda elde edilen veriler göre tane verimi yönünden en yüksek değere sahip olan Aslanbey, Onur01, Ubet, Botan, Diyar-95, Aksu ve Arda çeşitleri bölge için tavsiye edilebilir çeşitler olarak tespit edilmiştir. Ancak daha sağlıklı karar verebilmek için daha uzun yıllar, ayrıntılı agronomik çalışmalarla desteklenerek tarla çalışmaların yapılması gerekmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Nohut, Adaptasyon, Verim, Kalite

## The Research on The Adaptation and Quality Values of Registered Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties Under Eastern Mediterranean Climatic Conditions

### ABSTRACT

This research was carried out in 2022 and 2023 with ten chickpea varieties (Diyar-95, Arda, Botan, Aksu, Aslanbey, Ubet, Sezgin, Caner, Onur01 and Azkan) registered in Turkey to determine yield and quality factors under Eastern Mediterranean Adana ecological conditions. The experiments were carried out according to the Randomized Block Design with three replications. In the study, grain yield, hundred grain weight, plant height, 50% flowering time and quality parameters of the varieties were analyzed. According to the findings of the research, flowering period of the varieties was between 76.75-84.25 days for Botan-Aslanbey varieties; plant height was between 53.04-60.67 cm for Sezgin-Azkan varieties; hundred grain weight was between 38.70-49.07 g for Diyar-95-Aslanbey varieties; grain yield was between 175.70-286.42 kg/da for Sezgin-Aslanbey varieties. According to the data obtained at the end of the research, Aslanbey, Onur01, Ubet, Botan, Diyar-95, Aksu, and Arda varieties, which had the highest values in terms of grain yield, were found to be recommended varieties for the region. However, in order to make a better decision, field studies should be carried out for longer years supported by detailed agronomic studies.

**Key words:** Chickpea, Adaptation, Yield, Quality

## INTRODUCTION

Chickpea has an important place in human nutrition especially in developing countries because it is rich in protein. In addition, because it is not selective in terms of soil requirements and gives good yields in arid and semi-arid areas, it is of great importance in cereals-edible legumes alternation. Chickpea plant is among the most produced edible grain legumes in our country because it is a plant that can withstand heat and drought the most after lentils and can grow in soils weak in terms of nutrients (Şahin and Geçit, 2006). The importance of chickpea plant in the world is increasing; because the economic importance of protein-rich chickpea is increasing due to the pressure of drought stress with global warming. Among legumes, chickpea plant is a prominent plant in human nutrition due to its richness in protein, vitamins and minerals and energy content. While it is an important edible grain legume, it also constitutes the raw material of the chickpea industry. For this reason, it is of sociological importance as well as economic importance for some regions of our country (Çeker, 2008). The data for chickpea for the year 2022 shows a cultivation area of 456.480 ha in Turkey, a production of 580.000 tons and a grain yield of 127.00 kg/ha (Anonim, 2024). Anthracnose blight disease is the most important factor limiting chickpea cultivation areas in the world and in our country. The climate of the Mediterranean region is suitable for winter cultivation of chickpea plants, but yield losses are observed in late spring sowing due to high temperatures. With the preference of chickpeas suitable for winter cultivation and registered varieties tolerant to diseases, it has become possible to plant earlier and to obtain higher quality and high yielding products. Due to global warming, climates change from year to year, precipitation decreases and the danger of drought arises. In recent years, with the increase in temperature, seasonal shifts in growing periods are observed in planting seasons. It is known that there are shifts in the spring seasons in the middle and high latitudes of the northern hemisphere due to global warming, and it is observed that the summers are longer and drier (Peñuelas & Filella, 2001; Walther et al., 2002; Craufurd & Wheeler, 2009). Many varieties have been developed as a result of chickpea breeding studies in our country. However, breeding programs are carried out in different ecological conditions to develop varieties resistant to yield, quality and stress conditions. Therefore, the importance of developing varieties that are tolerant to diseases and resistant to extreme heat and drought increases with breeding programs. The aim of this study is to investigate the performances, grain yield and quality values of the registered chickpea varieties that have found commercial value as well as breeding studies in winter sowing for the Mediterranean region and to evaluate the possibilities of cultivation under regional conditions.

## MATERIAL AND METHOD

This research was conducted in two different growing years (2022-2023) in the experimental field at Adana-Doğankent location in the Eastern Mediterranean region. The research experiment was established according to the randomized block design with three replications. The plots were planned as 4 rows (5 m X 4 rows X 0,45 m) of 9 m<sup>2</sup> with 45 cm between rows and 8 cm above rows, and fertilizer was applied as 3 kg/da N and 6 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in both years with planting.

Doğankent locality, where the trials were planted in this study, is located at (37°00' N, 35°20' E) latitude and longitude coordinates and has alluvial soils in terms of soil structure. Çukurova region is a delta plain formed by the alluvium carried by Seyhan, Ceyhan and Tarsus rivers. The soils in the test area are loamy and have a slightly alkaline reaction. They are medium in organic matter, poor in nitrogen and phosphorus, but rich in potassium (Table 1).

**Table 1. Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute Experimental Area Soil Analysis Report**

Depth (cm)	Saturation (%)	pH	E.C. (dS/m)	Lime (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	organic matter (%)	volume weight (g/cm <sup>3</sup> )	Field capacity %	% Fade point	% Clay	% Silt	% Sand	Composition
0-25	52,8	7,78	0,48	16,72	1,9	1,11	1,48	29,74	18,76	30,9	43,3	25,9	CL
25-50	51,7	7,75	0,50	20,00	0,9	0,60	1,57	28,68	17,88	28,7	45,3	25,9	CL
50-75	57,2	7,78	0,34	25,24	0,7	0,31	1,46	31,51	18,93	35,1	45,5	19,4	SiCL
75-100	50,6	7,92	0,59	22,95	0,3	0,34	1,52	28,87	14,74	26,5	43,0	30,5	L

E.C.: salinity; O.M.: Organic matter; H.A.: Volume weight; T.K.: Field capacity; S.N: Fading point

The experimental area is under the influence of Mediterranean climate and meteorological data are given in Table 2. When the temperature averages of the years in which the experiments were carried out are examined, it is observed that although values close to the long-term average in terms of temperature, the temperature values in July in both growing years showed values above the long-term average. When the precipitation values are analyzed according to the years, irregularities in precipitation distribution and periodic intensities in precipitation amounts have been experienced in recent years due to global warming. As a result,



stresses (rotting due to drought or excessive rainfall, root diseases, etc.) are observed in plants. In the 2022 and 2023 growing years, it is observed that the rainfall amounts are low compared to the long years and their distribution is irregular. Drought stress was observed especially in 2022. Relative humidity rates showed values parallel to long years.

**Table 2. Adana province 2021-22; 2022-23 and long years climate values**

Months	Average Temperature (C°)			Rainfall (mm)			Relative humidity (%)		
	Long Years (1982-2021)	2021-22	2022-23	Long Years (1982-2021)	2021-22	2022-23	Long Years (1982-2021)	2021-22	2022-23
December	10,43	11,5	11,2	121,48	6,91	24,7	68,67	68,26	68,53
January	9,05	10,2	9,9	109,01	5,07	16,0	67,69	67,19	63,65
February	10,15	11,5	8,62	81,87	2,48	61,1	65,68	70,97	58,89
March	13,14	12,7	14,86	63,08	2,31	81,4	66,74	60,04	67,09
April	17,27	18,3	17,14	49,67	2,6	47,5	68,02	57,2	66,08
May	21,40	23,9	21,55	42,15	1,0	42,2	68,03	61,7	61,27
June	25,17	25,8	23,72	13,97	12,8	0,0	69,01	72,7	67,50
July	27,08	29,4	36,32	7,46	0	2,00	69,94	66,2	62,15
Total				488,69	33,17	274,9			

## FINDINGS AND DISCUSSION

This research was carried out in the experimental field of Adana-Doğankent in the growing years 2022-2023 by sowing in December during the winter sowing period. In this study, the highest grain yield values obtained from chickpea varieties in 2022 varied between 356.3-334.2 kg/da and Aslanbey, Onur01 and Diyar-95 chickpea varieties were examined in the same group. The lowest grain yield was obtained from Azkan variety with 209 kg/da. In 2023, the highest grain yield varied between 227-213 kg/da and Ubet, Botan, Aslanbey, Aksu, Arda, Diyar-95 and Azkan varieties were examined in the same group. The lowest grain yield was obtained from Sezgin variety with 107.1 kg/da. The general yield average of the varieties was determined as 303.7 kg/da in 2022 and 199.7 kg/da in 2023. The lowest grain yield was obtained from Sezgin variety with 175.70 kg/da and the highest grain yield was obtained from Aslanbey variety with 286.42 kg/da in the two-year combined average values of chickpea varieties; the general average of the combined year and varieties was 251.55 kg/da (Table 3). Doğan et al. (2023) conducted a study in 2019-2020 to determine the yield and yield parameters of 12 registered chickpea varieties at Kızıltepe and Bozova locations; number of days to emergence, days to flowering, plant height, first pod height, number of branches, number of pods, number of grains, 100 grain weight, grain yield, biological yield, harvest index and protein ratio were examined. According to the results obtained, Hasanbey and Arda stood out in terms of grain yield and protein content, respectively. Mishra et al. (2002) reported that the number of pods in a plant was the character with the highest positive effect on seed yield. Grain yield may vary depending on factors such as cultivation technique, climate and soil conditions and genetic structure of chickpea.

**Table.3. Grain Yield (kg/da) and 100 Grain Weight (g) Values of Some Registered Chickpea Varieties**

Varieties	Yield (kg/da)			100 Grain Weig (g)		
	2022	2023	Combined Average	2022	2023	Combined Average
DIYAR-95	334,2 a	213,1 a	273,61 ab	40,03 c	37,4 e	38,70 d
ARDA	307,7 a-c	215,8 a	261,78 ab	41,9 c	36,8 e	39,35 d
BOTAN	329,1 ab	223,6 a	276,33 ab	45,9 b	41,8 cd	43,82 c
AKSU	318,7 ab	222,6 a	270,64 ab	45,3 b	43,4 b-d	44,35 bc
ASLANBEY	356,3 a	216,5 a	286,42 a	53,3 a	44,8 ab	49,07 a
UBET	327,2 ab	227,1 a	277,14 ab	48,1 b	44,1 a-c	46,11 ab
SEZGIN	272,1 bc	107,1 c	175,70 c	41,9 c	38,6 e	40,25 d
CANER	248,2 cd	153,1bc	200,67 bc	47,9 b	41,5 d	44,74 bc
ONUR01	355,8 a	197,1ab	277,85 ab	53,1 a	44,3 a-c	48,71 a
AZKAN	209,3 d	221,4 a	215,39 a-c	47,9 b	46,5 a	47,22 ab
Average	303,37	199,73	251,55	46,55	41,92	44,23
MIN	179,56	31,33	31,33	37,88	34,81	34,81
MAX	429,11	310,44	429,11	54,56	48,37	54,56
Coefficient of variation (%)	13,9	17,2	19,16	3,3	2,59	4,61

\* 5% significant level, \*\* 1% significant level

In terms of 100 grain weight, for the year 2022, Onur01 and Aslanbey varieties stood out with the largest grain weight of 53.3 g; for the year 2023, Azkan with 46.5 g and Onur01, Aslanbey and Ubet varieties with 44 g stood out in Adana. When we look at the 100 grain weight of the registered varieties included in the trial, the average 100 grain weight of Adana location was 46.6 g in 2022 and 41.9 g in 2023. In the combined average values of chickpea varieties for two years, the lowest 100 grain weight of Diyar95 (38.70 g) and the highest 100 grain weight of Aslanbey (49.07 g) varieties; the general average of the combined year and varieties was 44.23 g (Table 3). The most important factor in price formation in the market is the cleanliness and grain size of the product. Generally, large grain products are sold at higher prices. Another issue as important as grain size in variety development is that grain size should be as homogeneous and stable as possible. Because at the marketing stage and before packaging, the grains are separated by selecting them according to their size in order to make them conform to the standard (Atmaca, 2008). In the ecological conditions of Adana, during the winter planting, the lowest and highest plant height values for chickpea varieties in 2022 were obtained from the Sezgin variety with 56.5 cm and from the Azkan variety with 66.75 cm, respectively. In 2023, the lowest plant height was recorded for the Botan variety with 48.33 cm, while the highest was for the Onur01 variety with 56.25 cm. The average plant height for the varieties was 62.23 cm in 2022 and 52.16 cm in 2023. In the combined two-year average plant height values for the chickpea varieties, the lowest heights were recorded for the Botan and Sezgin varieties with 53 cm, while the highest plant heights were recorded for the Azkan, Onur01, and Diyar-95 varieties with 60.67 cm. The overall average plant height for the combined years and varieties was 57.19 cm (Table 4). In chickpea farming, plant height and the height of the first pod are the most important parameters representing suitability for mechanical harvesting (Mart et al., 2017). In terms of agronomic traits, the high plant height of chickpea plants shows suitability for machine harvesting by reducing grain loss. Ceyhan et al. (2007) showed that the plant height of chickpea genotypes varied between 33.1 - 44.1 cm in Konya ecological conditions. In another study, Ceyhan et al. (2013) found that the plant height of chickpea genotypes varied between 39.0 and 60.2 cm under Konya conditions. Although the plant height values obtained by the researchers are similar to the values obtained in this study, sowing time has an effect on plant height. Higher plant height values were obtained in winter sowing compared to summer sowing.

**Table.4.** Plant Height (cm) and Days to 50% Flowering (days) in Some Registered Chickpea Varieties

Varieties	Plant Height (cm)			50% Flowering (days)		
	2022	2023	Combined Average	2022	2023	Combined Average
DİYAR 95	66,25	54,16	60,21	70,00	95,75	82,88ab
ARDA	60,50	54,16	57,33	70,50	93,25	81,88ab
BOTAN	58,00	48,33	53,17	66,00	87,50	76,75c
AKSU	59,00	50,41	54,71	68,75	91,75	80,25b
ASLANBEY	63,75	50,00	56,87	72,25	96,25	84,25a
UBET	62,50	51,25	56,87	68,75	91,75	80,25b
SEZGİN	56,50	49,58	53,04	68,75	93,75	81,25ab
CANER	65,00	52,91	58,96	69,00	96,25	82,63ab
ONUR01	64,00	56,25	60,12	72,25	95,00	83,63a
AZKAN	66,75	54,58	60,67	72,25	95,00	83,63a
Average	62,23	52,16	57,19	69,85	93,63	81,74
MIN	56,50	48,33	53,04	68,75	87,50	76,75
MAX	66,75	56,25	60,21	72,25	96,25	84,25
Coefficient of variation (%)	1,46	5,70	9,44	2,72	3,20	2,43

\* 5% significant level, \*\* 1% significant level

In Adana location, the lowest number of days to 50% flowering values of chickpea varieties in winter sowing were obtained from Botan variety with 66 days in 2022 and the highest were obtained from Onur01, Aslanbey, Azkan varieties with 72.25 days. In 2023, the lowest was obtained from Botan variety with 87.50 days and the highest was obtained from Caner, Aslanbey varieties with 96.25 days. The average number of days to 50% flowering was 69.85 days in 2022 and 93.63 days in 2023. The lowest number of days to 50% flowering was obtained from Botan variety with 76.75 days and the highest number of days to 50% flowering was obtained from Aslanbey variety with 84.25 days in the two-year combined mean values of chickpea varieties; the overall mean value of the combined year and varieties was 81.8 days (Table 4).

In chickpea farming, days to 50% flowering values represent the most important parameters indicating whether chickpea varieties are early or late (Mart et al., 2017). In terms of agronomic traits, fifty percent days to flowering values of chickpea plants indicate the earliness of the varieties. In the studies conducted with days

to 50% flowering values, Aydoğan (2012) found that the number of days to 50% flowering varied between 59.0-67.3 days and Karakan (2014) found that it varied between 57.0-62.3 days.

**Table.5.** Artificial Epidemic (1-9) Anthracnose (*Ascochyta rabiei* (Pass. Labr.)) in Some Registered Chickpea Varieties Disease Observations

Varieties	Ascochyta Blight ( <i>Ascochyta rabiei</i> (Pass. Labr.)) Artificial Epidemic (1-9)			
	2022		2023	
	ANKARA	ESKİŞEHİR	ANKARA	ESKİŞEHİR
DIYAR-95	5	6	7	6
ARDA	4	5	4	5
BOTAN	5	6	6	5
AKSU	5	4	6	5
ASLANBEY	4	6	6	5
UBET	6	5	7	5
SEZGİN	3	5	7	5
CANER	4	4	6	5
ONUR01	5	5	7	5
AZKAN	5	5	6	5

In 2022, varieties were tested for anthracnose disease under artificial epidemic conditions in Ankara and Eskişehir locations. Under artificial epidemic conditions, Ubet was the most susceptible variety with a score reading of 6 in Ankara and Aslanbey, Diyar95 and Botan were the most susceptible varieties with a score reading of 6 in Eskişehir. In Eskişehir location, the most tolerant varieties were Aksu and Caner (Table 5).

In 2023, varieties were tested for anthracnose disease under artificial epidemic conditions in Ankara and Eskişehir. Under artificial epidemic conditions, Diyar 95, Ubet, Onur01 and Sezgin were the most susceptible varieties in Ankara with a score of 7, while Diyar 95 was the most susceptible variety in Eskişehir with a score reading of 6. Arda was the most tolerant variety in Ankara (Table 5).

The occurrence of *Ascochyta blight* disease has a negative effect on hundred grain weight, average grain size values and yields, causing yield losses and decreasing hundred grain weight. Chickpea varieties to be planted for winter should have high tolerance/resistance to winter and *Ascochyta blight* disease (Nalçacı et al., 2021, Kocalar et al., ng factors limiting the yield in chickpea agriculture, and it is reported that the yield to be obtained from winter plantings can be increased by 60% to 130% compared to summer plantings by using varieties resistant to Anthracnose.

In Adana location, the average hundred grain weight values obtained for chickpea varieties in winter sowing were 39.7 g in 2022 and 42.8 g in 2023; water absorption capacity was 0.485 g / grain in 2022 and 0.481 g / grain in 2023; Swelling index was 2.33% in 2022 and 2.21% in 2023; cooking time was 63 min and 54 min; protein was 23.5% in 2022 and 24.9% in 2023; sieve values were 8.2 mm in 2022 and 8.3 mm in 2023. The lowest and highest average crude protein values of the varieties were determined as Ubet with 22% and Azkan with 24.6% in 2022; Azkan with 23.9% and Aslanbey with 26.6% in 2023 (Table 6).

**Table.6.** Results of analysis of quality values of chickpea Genotype/varieties in winter sowing

Varieties	Dry Weight (100 grain) (g)		Water Intake Capacity (g/grain)		Water Intake Index (%)		Cooking time (minutes)		Protein (%)		Sieve value (mm)	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
	DIYAR 95	37,3	36,0	0,457	0,379	2,33	2,06	52	51	23,1	25,3	8,0
ARDA	34,6	37,9	0,416	0,429	2,34	2,09	53	57	23,9	25,2	7,9	7,9
BOTAN	39,9	43,7	0,503	0,510	2,33	2,26	72	54	23,0	24,5	8,3	8,5
AKSU	44,4	44,8	0,558	0,516	2,35	2,35	71	56	22,4	24,2	8,3	8,4
ASLANBEY	43,8	46,1	0,522	0,542	2,51	2,27	69	55	24,4	26,6	8,4	8,7
UBET	40,5	45,6	0,486	0,478	2,35	2,15	61	43	22,0	24,9	8,3	8,5
SEZGİN	37,3	37,3	0,455	0,434	2,14	2,25	58	47	23,1	23,9	7,9	8,1
CANER	38,0	46,8	0,484	0,513	2,25	2,17	60	52	24,5	24,7	8,1	8,6
ONUR01	39,2	47,7	0,485	0,556	2,39	2,34	74	61	24,3	25,5	8,1	8,7
AZKAN	42,1	41,8	0,479	0,452	2,28	2,14	63	63	24,6	23,9	8,3	8,0
Average	<b>39,7</b>	<b>42,8</b>	<b>0,485</b>	<b>0,481</b>	<b>2,33</b>	<b>2,21</b>	<b>63</b>	<b>54</b>	<b>23,5</b>	<b>24,9</b>	<b>8,2</b>	<b>8,3</b>

Kahraman et al. (2016) examined the relationships between important quality elements in chickpea grain and the direct and indirect effects of other quality parameters on protein content. As a result of the statistical analysis, a significant-negative (-0.8030\*\*) relationship was found between protein content and nitrogen-free substances, while a significant-positive (0.7535\*) relationship was found between protein content and sulfur content. It was concluded that in future studies on protein ratio, fat ratio, boron content, phosphorus content and nitrogen-free extracts ratio should be emphasized. After animal proteins, the highest

vegetable protein is found in edible grain legumes. Depending on the variety and environment, they contain 18-36% protein (Özdemir, 2002; Çiftçi et al., 2004). High values obtained for the parameters of swelling capacity, swelling index, water absorption capacity, water absorption index, wet volume and wet weight, which are technological quality characteristics of chickpea grains, are desired by industrialists and consumers (Gülümser et al., 2008; Erol et al., 2023). Although there is a wide variation among chickpea varieties in terms of the chemical structure and composition of the grain, it has been reported that climate, soil structure, soil nutrient content, agronomic practices, living and non-living stress factors and heredity are effective on the chemical composition of the grain (Adak, 2021; Erol et al., 2023).

## CONCLUSION

As a result of the studies conducted with the registered varieties used in the trial, it was observed that some varieties stood out in terms of their suitability for the ecology of the region. In terms of grain yield, Diyar-95 (213-334 kgda) and Aslanbey (217-356 kgda) chickpea varieties were remarkable in terms of yield performance in both years. Grain yields of some varieties were low due to the low amount of rainfall during the vegetation period in the years of the study. In terms of 100 grain weight, Azkan (46,5 g) in the first year and Onur01 and Aslanbey varieties with 53 g in the second year stood out. The average values of plant height of the varieties were 52 cm in the first year and 62 cm in the second year and it was observed that the varieties used in this study were suitable for machine harvesting. In order to improve chickpea cultivation in the region, these studies should be repeated for a long period of time and agronomic studies should be carried out with the prominent chickpea varieties (Diyar-95, Aslanbey and the regional variety Onur01) and the results should be evaluated according to the regional conditions. As a result, it was determined that Diyar-95, Aslanbey and Onur01 chickpea varieties were more prominent than the other varieties in the years studied under Adana ecological conditions.

Dürdane MART  <https://orcid.org/0000-0002-2944-1227>

## REFERENCES

- Açıkğöz, N. 1987. Chickpea Agriculture, T.C. Ministry of Agriculture, Forestry and Rural Affairs, Aegean Regional Agricultural Research Institute Directorate Publications, No: 76:21.
- Adak, M. S. 2021. Edible Legumes Ankara University Publications 699. Textbook: 53:102 s.
- Anonim, 2024. FAO. <https://www.fao.org/faostat/>
- Atmaca, E. 2008. The effect of different sowing times and row spacing on yield, yield elements and quality in some chickpea varieties and lines under Eskisehir conditions. Ankara University Institute of Science and Technology, Department of Field Crops, Master's Thesis, 99 p. Ankara.
- Aydoğan, A. 2012. Determination of yield and quality characteristics of broad and narrow leaf Kabuli type chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties and lines. Doctoral Thesis. Ankara University Institute of Science and Technology Ankara, 131.
- Bakoğlu, A. 2009. A study on yield and yield components of some chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under Elazığ ecological conditions. Harran University Faculty of Agriculture Journal. 2009 13(1):1-6
- Ceyhan, E., Önder, M., Harmankaya, M., Hamurcu, M., Gezgin, S. 2007. Response of chickpea cultivars to application of boron in boron-deficient calcareous soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 38: 2381-2399.
- Ceyhan, E., Kahraman, A., Ateş, M.K., Topak, R., Şimşek, D., Avcı, M.A., Önder, M., Dalgıç, H. 2013. Determination of grain yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under Konya conditions. Turkey X. Field Crops Congress. 1: 789-796.
- Craufurd, P. Q., Wheeler, T. R. 2009. Climate change and the flowering time of annual crops. Journal of Experimental Botany, 60(9), 2529-2539. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp196>
- Çeker, A. 2008. Molecular characterization of chickpea genotypes collected from some regions of Turkey. Master's Thesis, Çukurova University, Adana.
- Çiftçi, V., Doğan, Y., Togay, N., Karakuş. M. 2004. Determination of yield and yield components of some chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties registered in Turkey under Van ecological conditions. Ç.Ü. Journal of Faculty of Agriculture, 19(2):105-110.

- Doğan, Y., Ertaş, M., Doğan, S. 2023. Evaluation of chickpea varieties in terms of yield and yield components under Mardin-Kızıltepe and Şanlıurfa-Bozova conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 10(3): 739-749
- Erol, O., Özaktan, H., Tosun, Z. 2023. Determination of technological characteristics of some registered chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties grown under Kayseri ecological conditions by multivariate statistical analysis. *Çukurova Agriculture Food Bil. Derg.*, 38(1): 66-75.
- Gülümser, A., Bozoglu, H., Pekşen, E. 2008. Edible legumes (Application Book), 2nd edition, OMU Faculty of Agriculture, Samsun.
- Iliadis, C. 1990. Chickpea production in Greece. *Options Mediterraneennes- Serie Seminaires*, (9): 141-143.
- Kahraman, A., Önder, M., Ceyhan, E., Ulukuş, F. 2016. Cluster analysis and relationships between important quality parameters in chickpea genotypes. *Journal of Central Research Institute of Field Crops*, 196-200. DOI: 10.21566/tarbitderg.280383
- Karakan Kaya, F. 2014. Determination of yield and adaptability of some chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under Elazığ conditions. Master's Thesis. Bingöl University Institute of Science and Technology Bingöl, 60.
- Kocalar, H., Kafadar, F. N., Ozkan, A., Talapov, T., Demirel, Ö., Anay, A., Mart, D., Can, C. 2020. Current distribution and virulence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* in Turkey. *Legume Research - An International Journal*, 10.18805/LR-520
- Mart, D., Yücel, D., Türkeri, M. 2017. Yield and yield components and quality values of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines and varieties under Çukurova Conditions. *KSÜ Nature Bil. Derg.* 20 (Special Issue):371-374.
- Mart, D., Anlarsal, E. 2001. A research on determination of Genotype X Environment interactions and adaptability of chickpea (*Cicer arietinum* L.) for some important traits under Çukurova conditions. Turkey 4th Field Crops Congress September 17-21, 2001, Tekirdağ.
- Mishra, S.K., Brajesh, G., Shrivastava, G.K., Lakhera, M.L., Rathore.A.R., Choubey, N.K., Gupta, B. 2002. Path coefficient analysis in chickpea. *Annals of Agricultural Research*, 23: 168-170.
- Nalcaci, N., Turan, A., Basbuga, S., Kafadar, F. N., Isler, D., Ceyhan, E., Anay, A., Mart, D., Ogut, E., Sarpkaya, K., Can, C. 2021. Virulence and mating type distribution of *Didymella rabiei* in chickpea growing areas of Turkey. *J. Agr. Sci. Tech.* (2021) Vol. 23(1): 209-220.
- Özdemir, S. 2002. Edible grain legumes. Hasad Publishing, Istanbul, 142.
- Peñuelas, J., Filella, I. 2001. Responses to a warming world. *Science*, 294(5543): 793-795. <https://doi.org/10.1126/science.1066860>
- Şahin, N., Gecit, H.H. 2006. The effects of different fertilizing methods on yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agricultural Sciences*, 12(3):252-258.
- Walther, G. R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J., Bairlein, F. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416(6879), 389-395. <https://doi.org/10.1038/416389a>

## Identification of Non-Pathogenic Fungal Agents on cotton Based On Morphological and MALDI-TOF Mass Spectrometry Method

Adalet Karadaşlı<sup>1\*</sup> , Hamit Kavak<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Dicle University, Diyarbakır, Turkey

\*Corresponding Author e-posta : [karadasli.ada@gmail.com](mailto:karadasli.ada@gmail.com)

Geliş Tarihi: 05.05.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 22.05.2024 Kabul Tarihi: 23.05.2024

### ABSTRACT

In this study, morphological and Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization (MALDI-TOF) MS identification and comparison of non-pathogenic fungal species isolated from diseased root, leaf and boll tissues of cotton plants were carried out. For this purpose, surveys were conducted in Bağlar, Bismil, Çınar, Eğil, Ergani, Kayapınar, Silvan, Sur and Yenişehir districts of Diyarbakır province where cotton production is intensive between June and September 2020 and 2021. 209 samples of plants showing typical fungal disease symptoms were collected from 75 different cotton production areas. A total of 171 fungal isolates were obtained by isolation, culture and purification procedures from diseased plant tissues in the samples. The 20 isolates that were negative in the host pathogenicity test were identified and compared by morphological (traditional) and MALDI-TOF MS methods. According to the results; *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus minisclerotigenes*, *Penicillium nalgiovense*, *Chaetomium globosum*, *Dichotomopilus funicola*, *Arthroderma gloria*, *Pseudogymnoascus pannorum*, *Tichophyton interdigitale*, and *Penicillium* sp. were found to be intensively colonized in different parts of cotton such as leaves, bolls and roots. Again, it was determined that the most common species among the total saprophyte isolates was *Aspergillus niger* with a high similarity rate.

**Anahtar kelimeler:** Cotton, non patogen, fungal, isolate

### Pamukta Patojen Olmayan Fungal Etmen İzolatlarının Morfolojik ve MALDI-TOF Kütle Spektrometre Yöntemine Bağlı Tanımlanması

### ÖZET

Bu çalışmada pamuk bitkisinin hastalıklı kök, yaprak ve koza dokularından izole edilmekle beraber, patojen özellik göstermeyen fungus türlerinin morfolojik ve Matris-Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyonu (MALDI-TOF MS) yöntemine bağlı teşhis ve karşılaştırması yapılmıştır. Bu amaç için 2020 ve 2021 yılları Haziran – Eylül ayları arasında pamuk üretiminin yoğun olarak yapıldığı Diyarbakır ilinin Bağlar, Bismil, Çınar, Eğil, Ergani, Kayapınar, Silvan, Sur ve Yenişehir ilçelerinde sörveyler yapılmıştır. 75 farklı pamuk üretim alanından tipik fungal hastalık belirtileri gösteren bitkilerden 209 adet örnek toplanmıştır. Örneklerdeki hastalıklı bitki dokularından izolasyon, kültür ve saflaştırma işlemleri yapılarak toplam da 171 adet fungal izolat elde edilmiştir. Ana konukçudaki patogenite testinde negatif çıkan 20 izolat morfolojik (geleneksel) ve MALDI-TOF MS yöntemiyle teşhis edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus minisclerotigenes*, *Penicillium nalgiovense*, *Chaetomium globosum*, *Dichotomopilus funicola*, *Arthroderma gloria*, *Pseudogymnoascus pannorum*, *Tichophyton interdigitale* türleriyle beraber *Penicillium* sp. cinsine ait fungus türlerinin pamuğun hastalık belirtisi sergileyen yaprak koza ve kök gibi farklı kısımlarında yoğun olarak kolonize olduğu belirlenmiştir. Yine saprofit izolatlar içerisinde en yaygın türün ise *Aspergillus niger* olduğu yüksek benzerlik oranı ile tespit edilmiştir.

**Key words:** Pamuk, patojen olmayan, fungal, izolat.



## INTRODUCTION

According to archaeological findings, cotton has been cultivated more than five thousand years ago and is the most important fiber plant in the world. This shows that cotton has been the most widely used plant in the field of plant-based textiles since ancient times. Today cotton, which constitutes the raw material of more than 50 industrial branches such as textiles, paper, oil, gunpowder and film, some of which are in the field of nanotechnology, is still mostly used in textiles. From this point of view, it is considered to be the world's most important value-added plant that provides jobs and livelihood opportunities for millions of people in the processes from the first planting in the field to harvesting and transformation into finished products in industrial branches (Alamer et al, 2023; Anonymous, 2009; Anonymous, 2017; Anonymous, 2019; Anonymous, 2024a; Anonymous, 2024b)

As a raw material, cotton is used in many industries such as the cotton ginning industry, textile industry, paper industry, oil and feed industry. Considering the continuous increase in the world population, cotton always increases its value as a clothing and foodstuff. On the other hand, cotton is seen as an alternative and pioneering plant for organic production initiated under the leadership of developed countries to compensate for the damages caused by chemical fertilizers and pesticides that have been increasingly used in agricultural production since the 20th century (Harem, 2014; Sharratt and Auvermann, 2014).

Cotton production in Turkey averages around 2,200,000 tons and slightly more than half (55.1%) of the production is obtained in the Southeastern Anatolia region. On the other hand, Turkey ranks sixth in terms of cotton production and fourth in terms of cotton consumption in the world (Kaya, 2020; Shahbandeh, 2019).

Yield losses due to diseases in cotton vary according to the type of agent, region and years. Although the losses caused by general diseases seem to be low, there are disease agents that are specific to some agent types and cause high losses in certain areas. This is important in terms of directly affecting individual producers. According to an evaluation study covering 10 years in the USA, it was determined that cotton suffered an annual average of 3.1% crop loss due to diseases and 27% of these were caused by seedling stage diseases (Devay, 2001).

Accordingly, some fungal agents may be present, both previously unknown and subsequently introduced. On the other hand, cotton may be damaged as a result of the attack or impact of a primary factor, living or non-living, and consequently may be subject to weakness and attack by saprophytic species. There are some saprophytic species that limit the quantity and quality of cotton fiber. Considering cotton production as a whole, saprophytes as well as parasitic species are considered to be important in reducing yield and reducing quality, and it is aimed to determine their species.

About 20 fungal diseases have been identified in cotton, one of the most important cultivated plants for the world and our country. The most important of these are systemic cotton diseases (*Verticillium* and *Fusarium* wilts) and seedling root rot disease agents (*Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Thielaviopsis basicola*, *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp.), which are known as the most destructive disease in the world, cause significant economic damage in cotton production (Erdoğan, 2009; Yılmaz, 2009).

As a result, as described above, the identification of fungal saprophytic agents isolated from the diseased parts of the roots, root collars, leaves and bolls of cotton is necessary for the continuity of healthy production.

In addition to morphological and pathogenicity testing following cultivation on PDA media, molecular methods based on nucleic acids and spectral methods based on proteins have been used in recent years for the identification of fungi. One of these is the MALDI-TOF mass spectrometry (MS) method. The method, which is derived from the abbreviation of 'Matrix-assisted laser desorption ionization time of flight mass spectrometry' in English, is based on the comparison of protein volumes of living organisms and is performed with MS device. After being subjected to MS, the molecules (proteins, peptides, sugars, polymers, dendrimers, macromolecules) of microorganisms are ionized, and after being passed through a magnetic field, the volumetric sequences (profiles) of the proteins are revealed. The results are compared with reference organisms stored in the database of the device, and depending on the agreement rate, they can be identified at the genus and species level. Recently, MALDI-TOF MS has been used to identify fungi, bacteria, mycobacteria and viruses (Anonymous, 2009; Anonymous, 2019; Vidal et al, 2018; Yılmaz et al, 2014).

It has been reported that the rate of correct identification of fungi on species basis by MALDI-TOF MS method is higher especially in the genus *Candida*, while it is partially lower in the genera *Fusarium*, *Penicillium* and *Aspergillus* due to the lack of reference spectrum. However, in many recent studies, it is seen that many *Aspergillus* species have been identified using MALDI-TOF MS method and the reference spectrum has been tried to be expanded (Atalay et al, 2016; Li et al, 2016; Li et al, 2017; Park et al, 2017; Vidal et al, 2018).

## MATERIALS AND METHODS

The fungal isolates constituting the material of the study were obtained from the production areas where fungal disease symptoms were observed on roots, leaves and bolls in Diyarbakır center and districts where cotton production is intensive (Bağlar, Sur, Çınar, Bismil, Yenişehir, Ergani, Eğil, Kayapınar, Silvan). Samples were taken from different parts of the cotton plant such as roots, leaves and bolls where typical symptoms of fungal agents such as browning, wilting and decay were observed and all kinds of culture media, tools, equipment and diagnosis of isolated formed the material of the study. The surveys were carried out in the cotton production areas of the province between 2020-2021 in the period between the post-flowering and boll setting periods of the plants.

Based on the prominent symptoms in the samples brought to the laboratory after being preserved with ice molds in the cooling unit, isolation studies were carried out as soon as possible for the samples that were thought to be diseased. In the isolation process of the samples showing obvious signs of disease, these parts of the plants showing signs of disease were first exposed to tap water for 30-45 seconds (s), The tissues were cleaned from coarse dirt and then cut into 3-5 millimeter (mm) lengths to include diseased and viable tissue, immersed in 2% sodium hypochlorite (NaOCl) solution for 2 minutes (min), rinsed twice in sterile distilled water and then dried with sterile blotting paper and transferred to the media. Potato Dextrose Agar (PDA) was used as general medium for isolations. Potato Dextrose Agar (PDA) media were prepared according to the manufacturer's recommendation and after sterilization in autoclave at 121 °C for 15 min, the samples were transferred to sterile Petri dishes in sterile environment and the mouths of the Petri dishes were covered with parafilm.

In order to determine whether the purified fungal isolates were plant pathogens or not, they were brought to the climate chamber of Dicle University Faculty of Agriculture for pathogenicity test. The soil used for the pathogenicity test carried out within the scope of the pot experiment was treated with 36% formaldehyde for sterilization and kept in sealed polyethylene bags for 48 hours and then the soil was aerated for 48 hours to prevent residue in the soil. 1 liter plastic pots were used in the study. For the sterilization of the pots, the pots were kept in tubs filled with water containing 1% NaClO for 1 day, rinsed and dried. The sterilized pots were filled with sterile soil. Then, the roots of the cotton plant, which were previously planted and germinated in the vials, were slightly shaved and transferred to the pots after 45-60 s in the containers containing the isolates transferred to 10 milliliter (ml) of pure water at a certain rate.

Stonvil 468 seed variety, which is a susceptible variety and widely used in the region, was used and the development of the diseases was followed. For the sterilization of the cotton seeds used in the experiment, the seeds were kept in 1% NaClO solution for 3 minutes and then passed through sterile pure water 6 times and dried on blotting paper.

After the seeds germinated in vials became seedlings, they were transferred to sterile pots and incubated in climate chamber conditions at 25-28 °C and 60-80% relative humidity. In cotton plants, browning of the inoculated roots started to be observed within 4-5 weeks. Depending on the decay in the roots, yellowing of the leaves, growth retardation, yellowing, shedding and finally drying of the plants were observed and these were considered as positive reactions.



Figure 1. Images of Saprophytic Fungi in PDA Medium

At the end of the 2-7 day incubation period, fungal growth was checked and recorded. The samples with negative pathogenicity tests were identified by conventional methods and purified for MALDI-TOF analysis for molecular identification and identified in the Department of Plant Health of Hatay Mustafa Kemal University.

## RESULTS AND DISCUSSION

In the study, a total of 209 plant samples were collected from different plant tissues from samples with typical fungal disease symptoms on roots, leaves and bolls in Diyarbakır center and districts where cotton production is intense (Bağlar, Sur, Çınar, Bismil, Yenişehir, Ergani, Eğil, Kayapınar, Silvan). The fungal isolates obtained from the collected samples as a result of isolation and purification studies were subjected to pathogenicity tests on plants grown in the climate chamber and in such a way as to represent the region where it is obtained in the plant 20 samples were selected from the isolates with negative results. The highest number of fungal isolates were obtained from leaf (8), followed by root (6) and boll (6).

Table 1. Comparison of morphological identification results and MALDI-TOF MASS spectrometer identification results of the isolates

No	Plant Isolated from	Diagnostic Results of the Isolates based on MALDI-TOF Mass Spectrometry Method (Species, Genus names)	MALDI-TOF Similarity Index	Diagnostic Results of Isolates based on Traditional (Morphological) Method (Species, Genus names)	Plant Tissue Isolated from
1	Cotton	<i>Aspergillus flavus</i>	1,228	<i>Aspergillus sp.</i>	Root
2	Cotton	<i>Chaetomium globosum</i>	1,170	Unidentified	Root
3	Cotton	<i>Aspergillus niger</i>	2,061	<i>Aspergillus niger</i>	Leaf
4	Cotton	<i>Aspergillus terreus</i>	1,061	<i>Aspergillus sp.</i>	Cocoon
5	Cotton	<i>Aspergillus niger</i>	2,317	<i>Aspergillus niger</i>	Leaf
6	Cotton	<i>Penicillium nalgiovense</i>	0,977	<i>Penicillium sp.</i>	Cocoon
7	Cotton	<i>Dichotomopilus funicola</i>	1,086	Unidentified	Cocoon
8	Cotton	<i>Arthroderma gloria</i>	1,061	Unidentified	Leaf
9	Cotton	<i>Pseudogymnoascus pannorum</i>	0,937	Unidentified	Leaf
10	Cotton	<i>Aspergillus niger</i>	1,56	<i>Aspergillus niger</i>	Cocoon
11	Cotton	<i>Aspergillus niger</i>	1,285	<i>Aspergillus niger</i>	Leaf
12	Cotton	<i>Aspergillus fumigatus</i>	1,10	<i>Aspergillus sp.</i>	Leaf
13	Cotton	<i>Aspergillus niger</i>	1,036	<i>Aspergillus niger</i>	Cocoon
14	Cotton	<i>Aspergillus fumigatus</i>	1,087	<i>Aspergillus sp.</i>	Root
15	Cotton	<i>Aspergillus fumigatus</i>	1,097	<i>Aspergillus sp.</i>	Root
16	Cotton	<i>Penicillium sp.</i>	1,056	<i>Penicillium sp.</i>	Leaf
17	Cotton	<i>Tichophyton interdigitale</i>	1,119	Unidentified	Leaf
18	Cotton	<i>Aspergillus sp.</i>	0,993	<i>Aspergillus sp.</i>	Cocoon
19	Cotton	<i>Aspergillus fumigatus</i>	1,057	<i>Aspergillus sp.</i>	Root
20	Cotton	<i>Aspergillus minisclerotigenes</i>	0,927	Unidentified	Root

Fungal isolates, which were determined to be non-pathogenic by the host pathogenicity tests, were tried to be identified by MALDI-TOF analysis method.

However, as is well known, the MALDI-TOF method involves the ionization of proteins of microorganisms by laser pulses that are passed through electromagnetic tubes. As the ions, which gain speed in proportion to their mass, hit the detector at different times, signals are generated and these signals generate the mass spectra of the proteins. These spectra are compared with pre-existing spectra in the database to identify the genus and species (Pelit et al, 2017; Vidal et al., 2018; Yılmaz et al., 2014).

In their study, Kim et al. (2014) confirmed 26 *Candida* spp. isolates identified as *C. famata* with VITEK-2 by using the MALDI-TOF MS method and confirmed them with gene sequence analysis. In the study, it was stated that the strains identified by VITEK-2 as *C. famata* showed 100% homology with *C. guilliermondii* in gene sequence analysis, and MALDI-TOF MS correctly identified 21 of the strains, but could not identify 4 isolates at an 'acceptable level'.

Atalay et al. conducted a similar study in 2016 and as a result of this study, it was stated that it was evident that MALDI-TOF and rep-PCR methods showed a positive agreement with the traditional method in identifying *Aspergillus* species (Atalay et al., 2016).

It is reported that the rate of correct identification of fungal agents on a species basis is generally higher in candida genus fungi in MALDI-TOF molecular analysis method, while dermatophytes, *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium* genus fungi are identified at a lower rate due to the lack of reference spectrum (Özcan et al., 2016).

## CONCLUSION

As a result of the study conducted with non-pathogenic fungi isolated from different cotton production areas and different plant tissues, especially *Aspergillus* genus fungi came to the fore.


According to the MALDI-TOF identification results obtained in this study, the majority of the fungal isolates were *Aspergillus* (65% of all samples) followed by *Penicillium* (10% of all samples). On the other hand, the results of the Traditional Method (identification based on macroscopic and microscopic based morphological characteristics) were highly similar to MALDI-TOF.

The conventional approach for identifying fungi was found to be effective, particularly at the species level, when contrasted with MALDI-TOF, a molecular identification technique. Nevertheless, when considering time, the expedited outcomes of MALDI-TOF analysis are advantageous in hastening scientific inquiries. However, the limited database for diagnosing fungal agents and the substantial expense of molecular diagnostics are drawbacks.

**Conflict of Interest:** The authors of the article declare that they have no conflict of interest.

**Contribution of Authors:** The authors declare that they have contributed equally to the article.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Adalet Karadaşlı  <http://orcid.org/0009-0001-5977-6087>

Hamit Kavak  <http://orcid.org/0000-0002-9475-0421>

## KAYNAKLAR

- Alamer, F. A., Althagafy, K. & Alghamdi, H. et al. (2023). Thermo-Electric Properties of Conductive Cotton Fabrics: Synergistic. Effects of Graphene Doping Ratio and Amount. *J Inorg Organomet Polym* <https://doi.org/10.1007/s10904-023-02918-z>
- Anonim, (2009). International Year Of Natural Fibers 2009: <https://www.fao.org/natural-fibres-2009/about/15-natural>.
- Anonim, (2017). <http://www.gap.gov.tr/tarim-sayfa-15.html> (Erişim: 13.02.2017).
- Anonim, (2019). GLOBAL GARMENT AND TEXTILE INDUSTRIES Workers, Rights and Working Conditions: <https://www.solidaritycenter.org/wp-content/uploads/2019/08/Garment-Textile-Industry-Fact-Sheet.8.2019.pdf>
- Anonim, (2024a). Tekstihle Exchange: <https://textileexchange.org/plant-fibers/>
- Anonim, (2024b). International Labour Organization: <https://www.ilo.org/ipecc/projects/global/clearcotton/lang--en/index.htm>
- Atalay, A., Koc A. N. & Suel A, et al. (2016). Conventional Morphology Versus PCR Sequencing, rep-PCR, and MALDI-TOF-MS for Identification of Clinical *Aspergillus* Isolates Collected Over a 2-Year Period in a University Hospital at Kayseri, Turkey. *J Clin Lab Anal.* 30: 745-50.
- Devay, J. E. (2001). Seedling Diseases 13-14, in Eds., T.L. Kirkpatrick and C.S. Rothrock “Compendium of Cotton Diseases” Second ed. APS Press, VII, 77.
- Erdoğan O. (2009). Bazı Pamuk Çeşit Adaylarının *Verticillium Solgunluk Hastalığı Etmeni (Verticillium dahliae Kleb.)*'ne Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (2): 9-16, Aydın.
- Harem E. (2014) Türkiye Pamuk Çeşit Kataloğu. Yayın No:74, Sayfa No:1-134. Nazilli.
- Kaya, C. (2020). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Pamuk Ekiliş Alanlarında Bulunan Pamuk Yaprakbiti [*Aphis gossypii glover (hemiptera: aphididae)*] Popülasyonlarının Neonikotinoidli İnsektisitlere Direncinin İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Kim SH, Shin JH, HaMok J, et al. (2014). Misidentification of *Kandida guilliermondii* as *C. famata* among Strains Isolated from Blood Cultures by the VITEK 2 System. *Bio Med Research International*, Article ID 250408, 6 pages.
- Lamoth, F. (2016). *Aspergillus fumigatus*-Related Species in Clinical Practice. *Front Microbiol.* 7: 683.



- Li, Y., Wang, H., Zhao, Y. P., Xu, Y. C. & Hsueh, P. R. (2017). Evaluation of the Bruker Biotyper Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry System for Identification of *Aspergillus* Species Directly from Growth on Solid Agar Media. *Front Microbiol.*; 8: 1209.
- Özcan, N., Ezin, Ö., Akpolat, N., Mete, M. & Gül, K. (2016). Identification of *Candida* species isolated from clinical specimens by MALDI-TOF MS. *Dicle Medical Journal*; 43: 390-4.
- Park, J. H., Shin, J. H. & Choi, M. J. et al. (2017). Evaluation of matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry for identification of 345 clinical isolates of *Aspergillus* species from 11 Korean hospitals: comparison with molecular identification. *Diagn Microbiol Infect Dis*; 87: 28-31.
- Pelit, S., Erköse Genç, G., Barış, A. & Erturan, Z. (2017). *Trichosporon* Türlerinin Tanımlanmasında Matriks Aracılı Lazer Dezorpsiyon İyonizasyon-Uçuş Zamanlı-Kütle Spektrometresi (MALDI-TOF MS) Sisteminin API ID 32C ve VITEK 2 ile Karşılaştırılması. *Türk Mikrobiyol Cem Derg*; 47: 169-75.
- Shahbandeh, M. (2019). Cotton production by country worldwide, 2019, <https://www.statista.com/statistics/263055/cotton-production-worldwide-by-top-countries/>.
- Sharratt, B. & Auvermann, B. (2014). Dust Pollution from Agriculture. In *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*. Elsevier. p 487-504
- Vidal-Acuña, M. R., Ruiz-Pérez de Pipaón, M., Torres-Sánchez, M. J. & Aznar, J. (2018). Identification of clinical isolates of *Aspergillus*, including cryptic species, by matrix assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS). *Med Mycol*; 56: 838-46.
- Yılmaz, Ö. (2009). Pamuk alanlarında çökertene yol açan patojenlere karşı bazı ilaçların etkinliğinin saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yılmaz, S., Duyan, S., Artuk, C. & Diktaş, H. (2014). Applications of MALDI-TOF MS in Microbiological Identification. *TAF Prev Med Bull*; 13: 421-6.



## Sürdürülebilirlik Temelli Tarımsal Sertifikaların Etkisinin Analizi: Aydın İli İncir Yetiştiriciliği Örneği<sup>¥</sup>

Halil İbrahim YILMAZ<sup>1\*</sup> , Ferit ÇOBANOĞLU<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Aydın

\*Sorumlu Yazar: [halil.yilmaz@adu.edu.tr](mailto:halil.yilmaz@adu.edu.tr)

Geliş Tarihi: 09.07.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 27.09.2024 Kabul Tarihi: 27.09.2024

### ÖZ

Bu araştırma, Aydın ilinde kuru incir üreten tarımsal işletmelerin sahip oldukları sürdürülebilirlik temelli sertifikaların işletmelerin verim ve, tarımsal gelirene etkisini incelemektedir. Araştırma, 2019 yılı Mayıs-Haziran aylarında Aydın ilinde konvansiyonel, İyi Tarım Uygulamaları ve organik tarım üretim sistemleri ile kurutmalık incir üreten 225 tarımsal işletmeden yüz yüze anket yöntemiyle toplanan veriler araştırmanın ana materyalini oluşturmaktadır. İşletmelerin hangi üretim şeklini benimsedikleri çoklu nominal lojistik regresyon yardımıyla belirlenmiştir. İşletmelerin ekonomik analizinin ekonomik göstergelere etki eden faktörlerin etkisi uygulamanın etkisi yöntemiyle incelenmiştir. Organik tarımın ürün kalitesini ve verimini düşürdüğüne dair yaygın bir inanış olmasına rağmen, çalışmanın sonuçları bu inanıştan farklıdır. İşletme grupları arasında verim açısından büyük bir fark yoktur. Etki değerlendirme analizleri sonucuna göre sertifikalı işletmeler konvansiyonel üretime göre daha sürdürülebilirlerdir.

**Anahtar kelimeler:** Kuru İncir, Sürdürülebilir Tarım, Etki Değerleme Analizi

## Analysis of the Impact of Sustainability-Based Agricultural Certificates: The Case of Fig Growing in Aydın Province

### ABSTRACT

This research examines the impact of sustainability-based certifications on the productivity and agricultural income of fig-producing farms in Aydın province. The study's primary data were collected through face-to-face surveys conducted with 225 agricultural enterprises in Aydın, producing dried figs using conventional, Good Agricultural Practices (GAP), and organic farming systems during May-June 2019. The method of multiple nominal logistic regression was used to determine which production method the enterprises adopted. The economic analysis of the enterprises, examining factors affecting economic indicators, was conducted using the impact assessment method. Although there is a common belief that organic farming reduces product quality and yield, the study's results differ from this perception. There is no significant difference in productivity between the enterprise groups. According to the impact evaluation analysis, certified enterprises are more sustainable than conventional production systems.

**Key words:** Dried Fig, Sustainable Agriculture, Impact Assessment Analysis

### INTRODUCTION

In recent years, the effects and causes of climatic and environmental changes in the world, together with many concepts, the concept of sustainability has gained importance. The biggest reason for this is undoubtedly the increase in the level of environmental and health awareness. With the increase in global environmental pollution, sustainability-based production of resources at both international and national level gains importance. With the increasing demand of consumers for food every day, sustainability is becoming

more prominent. Sustainable agriculture; It is a form of agriculture with low costs and high income, which provides the production of long-lasting food products that do not harm human health without harming natural resources, natural vitality and leaving waste materials in the environment.

With technological developments, chemical-containing pesticides and fertilisers, which have started to be used in many fields and especially in agriculture, have started to attract attention with their negative effects on the natural balance as well as their contribution as a result of increasing economic efficiency (İpek and Çil, 2010). Improper practices in food products have brought a different perspective and expectation to agricultural production in all societies. Agricultural pest control is important in order to provide high yield and quality, which is a requirement of intensification, and it is economical if it is used consciously and controlled. However, this method has led to environmental pollution due to unconscious and excessive spraying, disruption of the natural balance, resistance of diseases, pests and weeds to the drugs used, and the risk of poisoning in humans and other living things with the products containing pesticide residues. In parallel with the care and sensitivity they show about the quality of the products they consume, especially in developed and prosperous countries, societies have started to demand more natural and healthy products at the expense of paying more. This behavioural change in the demand for agricultural products has created a production area that is respectful to nature, less but at the same time optimises profit expectations for producers (Merdan, 2014). Products with food safety certificates have gained importance both in the domestic and foreign markets. These food safety practices have become mandatory for the products that Türkiye has a say in foreign markets. Hazelnuts, cherries, grapes, apricots and figs are the first products that come to mind when it comes to the products that Türkiye has a say in foreign markets. Fig takes the first place in the self-sufficiency rate with 700% and is a net export product. Fig is one of the most important products of the Mediterranean countries where 70% of figs are produced and it is an important part of the Mediterranean diet, which is a symbol of healthy and long life (Trichopoulou et al., 2006). In recent years, there has been an increasing interest in exotic fruits in the world market. Table figs have attracted great interest as an exotic fruit in Western and Northern European countries where they cannot be cultivated. The fact that figs are regarded as a sacred fruit and their nutritional content is higher than many other fruit species have been effective in this increase in interest (Polat and Caliskan 2008). In Türkiye, the Ministry of Agriculture and Forestry provides support for certified agricultural production under two main headings under the main heading of supporting plant production. These are good agricultural practices and organic agriculture supports. As of 2019, these supports are 70 TL per decare in good agricultural practices (GAP) in individual certification and 100 TL in organic agriculture (OA). In group certification, it is 35 TL in GAP and 50 TL in OA. The Ministry works to increase the number of farmers benefiting from these supports and encourages farmers to this sustainability-based agriculture (Anonymous, 2024). The adoption of organic or good agricultural practices rather than the impact of sustainability-based certificates (Bertuglia and Calatrava-Requena, 2006, Olgun et al. 2008; Khaledi et al., 2010, Mzoughi, 2011; Hasdemir, 2011; Rueda and Lambin, 2013; Bayraktar, 2015, Abdurahman, 2016). Studies on the production and marketing of certified products focus on cultivation and marketing (Sağdemir, 1998; Bektaş, 2003; Şahin and Konak, 2004, Çobanoğlu et al., 2005; Avşar and Yalçın, 2007; Işın et al., 2007, Adanacioğlu, 2014; Adnacioğlu, 2015). There are a limited number of studies on the impact of subsidies in Türkiye (Ağır and Akbay 2022; Akbay and Bilgiç, 2023 Merdan, 2014; Doğan and Kan, 2024), but there are not enough studies on the impact of sustainability-based certificates in Türkiye. Studies examining the effects of different certificates on economic parameters are generally conducted without the use of impact assessment analyses (Çobanoğlu and Işın, 2009; Artukoğlu et al., 2012; Soykan, 2015, İnci et al., 2022). Impact valuation analyses are frequently conducted for tropical and sub-tropical products and it is questioned that the certificate adds more added value to the products (Bacon, 2005; Ruben and Zuniga 2011; Ruben and Fort 2012; Chiputwa et al., 2015; Mitiku et al., 2017). In Türkiye, sustainability-based certificates such as Rainforest Alliance (RA), Fairtrade-Organic (FT-Org), UTZ are not yet used in dried figs. Organic Agriculture and Good Agricultural Practices are used in Türkiye. The main objective of the study was to analyse the impact of state-supported alternative agricultural production certificates on the sustainability of dried fig producers. As a result of the study, the effects of sustainability-based agricultural standards and the support given to these standards on enterprises will be analysed and will contribute to both national and international literature. Impact assessment analyses have gained momentum in countries' self-sufficiency and important export products (Kleemann et al., 2013; Chiputwa et al., 2015). The main research question of the study is "What is the economic impact of sustainability-based certificates on dried fig producers?".

The fig tree, which is a mulberry tree, is known as *ficus carica*. Named after the ancient settlement of Caria in the Aegean Region, figs have a history of thousands of years in Anatolia and the Aegean (Koçak, 2011).

Fig has not only commercial but also cultural importance for Aydın. Fig exports have a large share of 4% in agricultural exports (Table 1).

**Table 1.** Share of figs in agricultural exports in Turkey

Years	Agricultural Exports (\$)	Fig Export Value (\$)	Fig Share in Total Agricultural Exports (%)
2018	5,846,649,329	290,561,793	4.97
2019	5,588,545,345	286,517,656	5.13
2020	5,878,285,528	293,521,424	4.99
2021	7,190,516,647	330,512,550	4.60
2022	7,112,547,171	306,920,158	4.32
2023	8,730,942,207	339,853,334	3.89

Source: TURKSTAT, 2024

Fig production in the world increased from an average of 994.08 thousand tonnes between 1980-1989 to 1.1 million tonnes between 2010-2018. Turkey has a share of 28% in fig production in the world and ranks first (Table 2).

**Table 2.** World fresh fig production year average (tonnes)

Countries	2010-2018	2019	2020	2021	2022	2022(%)
Türkiye	289701,67	310000,00	320000,00	320000,00	350000,00	28.17
Egypt	179336,22	215450,00	299450,00	211438,00	187872,74	15.12
Morocco	115844,00	153471,57	144246,05	144153,00	109619,80	8.82
Algeria	121901,22	114092,00	116143,00	107266,00	112266,90	9.04
Iran	63605,33	130327,73	85245,65	66789,09	67860,55	5.46
World	1108483,78	1323700,39	1399829,22	1321021,82	1242449,04	100.00

(Kaynak: FAO, 2024)

According to International Trade Centre (ITC) trademap data, figs are not separated as wet and dry in world trade data, and it is thought that the sum of wet, dry and dried fig paste data are evaluated together. According to these data, the world fig import amount in 2022 was 192.67 thousand tonnes and the import value was 601.64 million USD, with a 1% increase in import amount and a 1.6% decrease in import value compared to the previous year (Table 3).

**Table 3** World fig (fresh-dry total) import quantity (ton) and import value (USD)

	2021				2022			
	Import Quantity	Rate(%)	Import Value	Rate(%)	Import Quantity	Rate(%)	Import Value	Rate(%)
Austria	10252.22	5.23	41732	5.29	10619.47	5.50	35271	5.30
France	19678.02	10.03	70608	8.94	16609.26	8.61	57852	8.70
Germany	20013.74	10.20	82496	10.45	20399.67	10.57	70266	10.57
India	23285.57	11.87	163800	20.75	14325.72	7.42	65299	9.82
Italy	6037.00	3.08	27395	3.47	5111.59	2.65	22832	3.43
Russian Federation	5630.23	2.87	12098	1.53	6887.29	3.57	16090	2.42
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	7194.78	3.67	30164	3.82	7027.53	3.64	27964	4.21
United States of America	14964.57	7.63	51590	6.53	15981.68	8.28	54954	8.26
World	196210.14	100.00	789506	100.00	192967.66	100.00	664994	100.00

Kaynak: ITC, 2024

In the world, the export amount was 200 million USD and the export value decreased by 5% and 2.2% compared to the previous year (Table 10). Turkey's fig export amount in 2022 is 95.31 thousand tonnes and ranks first in the world fig export ranking with a share of 47.44%. Turkey is followed by Afghanistan with

16.82 thousand tonnes and Austria with 22 thousand tonnes (Table 4).

**Table 4.** World fig (wet-dry total) export amount and export value

Countries	2021				2022			
	Export Quantity	Rate(%)	Export Value	Rate(%)	Export Quantity	Rate(%)	Export Value	Rate(%)
Afghanistan	149692	19.46	27154	13.23	62606	9.83	16818	8.37
Austria	34549	4.49	15115	7.37	28977	4.55	22855	11.38
Saudi Arabia	4029	0.52	3990	1.94	2451	0.38	3238	1.61
Spain	24762	3.22	7936	3.87	19858	3.12	6623	3.30
Türkiye	330296	42.95	91122	44.41	306720	48.17	95314	47.44
World	769034	100.00	205196	100.00	636783	100.00	200903	100.00

Source: ITC,2024

The area of fresh fig collective orchards in Turkey increased from 52 thousand da to 57.4 thousand da compared to 2019, while the area of fresh fig collective orchards in Aydın decreased by 20 thousand da compared to 2019. The percentage of Aydın's fresh fig area in Turkey decreased from 71.57% to 66.61% from 2019 to 2023 (Table 5).

**Table 5.** Turkey and Aydın fresh fig areas (da)

Years	Turkey Fresh Fig Mass Fruit Area (da)	Area of Fresh Fig Mass Fruiting (da)	Aydın's Share of Fresh Fig Area in Turkey (%)
2019	521164	373010	71.57
2020	536935	372655	69.40
2021	546975	374372	68.44
2022	572472	378950	66.20
2023	574587	382715	66.61

Source: TURKSTAT, 2024

Aydın's fresh fig production in 2023 increased by 4.42% compared to 2019. While Turkey's fresh fig production was 310 thousand tonnes in 2019, it increased to 356 thousand tonnes in 2023. Aydın's fresh fig production in 2019 was 190 thousand tonnes in 2019 and 204 thousand tonnes in 2023. In 2023, its share in Turkey in fresh fig production is 65.86% (Table 6).

**Table 6.** Fresh fig production in Turkey and Aydın (tonnes)

Years	Turkey Fresh Fig production (tonnes)	Aydın Fresh Fig production quantity (tonnes)	Aydın's Share in Fresh Fig Production in Turkey (%)
2019	310000	190445	61.43
2020	320000	183301	59.13
2021	320000	180899	58.35
2022	350000	202819	65.43
2023	356000	204156	65.86

Source: TURKSTAT, 2024

## MATERIAL and METHOD

The main material of the study was based on the data obtained from the survey conducted with 225 fig producers in the Germencik, İncirliova, Nazilli, Sultanhisar, Köşk districts of Aydın province where dried fig production is the most intensive. In certified production, certification bodies do not issue certificates for lands under 10 decares. On the other hand, the Ministry of Agriculture and Forestry has determined that the sufficient income land size for Aydın province is 10 decares for figs (Official Gazette, 2014). Therefore, farms under 10 decares were not included in the sampling. Agricultural enterprises with a certificate must have a certificate for at least 3 years in order to see the effect of the certificate in impact evaluation analyses

(Çobanoğlu et al., 2018). For this reason, this condition was tried to be met in the samples taken from certified agricultural enterprises. The heterogeneous structure in yield and other outputs of enterprises may cause deviations in the econometric models used (Winship and Mare, 1992).

Sample selection is of great importance in impact assessment studies. Since taking samples from the regions where the enterprises with certificates are concentrated will cause bias, the probability of receiving the intervention/practice should be similar for all enterprises (Lee, 2009), and the samples should be taken from the same geographical conditions as much as possible (Tauchmann, 2014) in order to observe the effect of the intervention unbiasedly.

Purposive sampling, which is frequently used in impact evaluation analyses, was used in sampling. The following formula was used to determine the sample size (Yamane, 1967).

$$n = \frac{N \cdot \sum (N_h \cdot S_h^2)}{N^2 \cdot D^2 + \sum (N_h \cdot S_h^2)}$$

In this formula;

n: sample size ; N: Number of units in the population

$N_h$ : Number of units in the hth layer;  $S_h^2$ : variance of the hth layer

$D^2 = (d^2 / z^2)$  d: The maximum amount of error acceptable to the investigator or the difference between the sample mean and the population mean,

z: This is the z value in the standard normal distribution table according to the margin of error.

As a result of the sample size calculation, the sample size was determined as 67 with a 90% confidence interval and 10% margin of error from 6703 enterprises with more than 10 da of land. In order for the econometric methods to work more smoothly, 75 enterprises from conventional (control), intervention (Organic and Good Agricultural Practices certificate) groups were interviewed. Since different elevation and different climatic conditions have different effects on fig yield for each district (Şahin et al, 2018; Çobanoğlu, 2007, Günden 2008), samples were collected according to the weight of each region in the main population to prevent bias and ineffectiveness in the analysis results. Obtaining a homogenous data set is of great importance in impact evaluation analyses (Korkmaz and Çobanoğlu, 2018), and in order to achieve this, an equal number of samples were tried to be taken from the villages visited. If there is no producer in the field, the missing observations were completed from the producer in the nearest neighbourhood. Determining the factors affecting fig growers' reasons for choosing good agriculture, organic agriculture and conventional agriculture Multinomial Logistic Regression. Determining the effect of these supports on the producers who benefit from the supports applied to sustainable-based agricultural standards was analysed by using the Regression Correction Model.

### Impact Assessment Analysis

The concept of Evaluation of Impacts of Rural Development Programmes is given great importance in Türkiye as well as in the world in general and in the EU countries, of which we are candidates for full membership, and intensive studies, approaches and projects have been developed and implemented in this regard, especially in the last 20 years (Çobanoğlu et al., 2018).

Regression Adjustment (RA), which is one of the impact assessment methods that allows the impact of different certificates on enterprises to be calculated in cross-sectional data, was used in the study. RA allows the comparison of average outputs by using the covariance between them after the estimation of those who receive support and those who do not. It is an estimator with low sensitivity to outliers and continuous variables in independent variables (Cerulli, 2014). There is more than one type of certificate in the study. In such cases, multivalued treatment effect analyses are used (Cattaneo et al., 2013). The differences between the economic indicators, social and behavioural characteristics of the enterprises benefiting from good agricultural practices (intervention 1), organic farming certificate (intervention 2) and conventional production (control group) supports will be revealed through these analyses. In these analyses, the dependent variable potential output (POM), average treatment effect (average treatment effect, ATE) and average treatment on treated (ATT) effect can be calculated.

$POM = E(y_t)$  average estimate of the dependent variable with the RA estimator

$ATE = E(y_{ki} - y_{oi})$  the treatment's impact on those who do not benefit from the treatment

$ATT = E(y_{k1} - y_{01} | \tau = k)$  shows the treatment's impact on the beneficiaries of the intervention.

$y_0 = x\beta_0 + \varepsilon_0$  Control (conventional production) regression estimation

$y_1 = x\beta_1 + \varepsilon_1$  Regression estimation of Intervention 1 (good agricultural practices)

$y_2 = x\beta_2 + \varepsilon_2$  Regression estimation of Intervention 2 (organic farming)

$y = \tau y_k + (1 - \tau) y_0$  Indicates the RA estimate for the effect of interventions.

With RA estimators, potential outputs are calculated in the first stage. The differences of these calculated outputs are used in the calculation of ATE and ATT values.

Business owners prefer different certificates and obtain different benefits. In cases where the dependent variable is three or more, multinomial logistic regression is used to analyse trends and preferences. Multinomial logistic regression, which is a generalised version of binary logistic regression, is estimated with most similarity estimators. When there is an explanatory variable (X variable) in the model, 2 regression equations are needed for multinomial logistic regression. One of them gives the logarithm value of the probability of the first state of the response variable and the other gives the logarithm value of the probability of the second state according to the reference category (Green, 2012). These equations can be written as follows.

$$\ln \left[ \frac{P(Y=1|X_1)}{P(Y=0|X_0)} \right] = \alpha_1 + \beta_{11}X_1 \quad \ln \left[ \frac{P(Y=2|X_2)}{P(Y=0|X_0)} \right] = \alpha_2 + \beta_{21}X_1$$

Conventional producers, which are the reference group, were reverse coded in the statistical package programme and the comparison of the other two groups was made.

In the investigation of the effect of treatments on dependent variables, comparison of averages without matching the groups will not be a treatment effect. Therefore, in order to make comparisons, potential outputs should be calculated and comparisons should be made accordingly. Matching is applied to find comparable observations based on similarity measures. In other words, by matching dependent variables according to similar independent variables, a homogenous dependent variable is created and its difference is revealed. Descriptive statistics of the variables used in the analyses are given in Table 7.

**Table 7.** Variables used in impact assessment analyses

	N	Min	Max	Mean	Std. Dev
Age(year)	225	20.00	87.00	54.07	11.85
Education (years)	225	0.00	16.00	5.97	3.15
Place of Residence	225	0.00	3.00	1.76	0.49
Fig experience(years)	225	1.00	72.00	32.88	14.99
Status of the 3rd Generation of Gardens (dummy)	225	0.00	1.00	0.60	0.49
Non-farm activity (dummy)	225	0.00	1.00	0.47	0.50
Land (da)	225	10.00	115.00	29.27	21.91
Sale price (₺)	225	10.45	18.00	14.03	2.26

## RESULTS

The average land width of the dried fig enterprises subject to the research is 29,27 decares in conventional, 34,93 decares in organic dried fig enterprises, 31,69 decares in enterprises with GAP and 21,19 decares in conventional enterprises. The land width of the enterprises with organic certificate is higher than the other groups, this difference is statistically significant (Table 8). The average number of parcels of the enterprises is 3,30. The group with the highest number of parcels is organic farmers.



**Table 8.** Fig land widths and number of parcels of fig farms

Production Types		Fig Land Amount (da)	Number of Parcels (pcs)	Experience in Certified Agriculture (years)
Conventional	Mean	21.19	2.71	-
	Std.Deviation	13.29	1.94	-
GAP	Mean	31.69	3.63	4,25
	Std.Deviation	23.76	2.62	1,98
Organic	Mean	34.93	3.56	6,07
	Std.Deviation	24.64	2.64	2,69
Overall	Mean	29.27	3.30	3,44
	Std.Deviation	21.91	2.45	3,19
<b>F (2,222)</b>		<b>8,607***</b>	<b>3.367***</b>	<b>-</b>

Level of significance\*; p < 0.10 \*\*, p < 0.05, \*\*\*, p < 0.01

Table 9 shows the variable cost elements (TL/ha) for fig production branch. The total variable cost for 1 decare fig orchard is 1358,84 TL. The highest cost item is harvesting and drying with 700 TL. Then fertiliser and fertilising costs 133,85 liras and then pesticide and pilling costs. When the differences between the cost items of the enterprises are analysed with the help of one-way analysis of variance, as expected, organic farming and GAP differ from conventional production in pesticide and spraying process. There is a difference in the use of materials (crates, crates, exhibition cloth, etc.). Organic producers have purchased crates and other exhibition materials from TARIS and exporting companies and use this equipment in the drying process. In addition, the use of crates for transporting dried figs distinguishes the fig enterprises engaged in organic production from other enterprises. There is no difference in other variable expenditures

**Table 9.** Variable cost elements for fig production branch (₺/da)

Costs	Conventional		GAP		Organic		Overall		F (2;222)
	Mean	Std.Dev.	Mean	Std.Dev.	Mean	Std.Dev.	Mean	Std.Dev.	
Steel sapling	24,97	50,57	20,70	38,42	13,40	19,43	19,69	38,47	1,74
Fertiliser and fertilisation	159,23	256,77	127,79	210,90	114,54	259,32	133,85	242,98	0,67
Medication and spraying	7,17	20,61	2,01	8,36	2,20	10,01	3,79	14,22	3,24**
caprification and caprificating	101,85	73,52	112,35	74,96	117,72	78,88	110,64	75,77	0,85
Material	16,03	9,03	18,57	10,47	21,15	9,01	18,58	9,71	5,42*
Transport	27,86	21,57	22,82	14,32	24,05	11,90	24,91	16,52	1,91
Pruning	84,19	57,61	92,99	63,72	98,11	54,01	91,76	58,61	1,08
Hoeing	89,77	61,12	103,95	78,60	93,20	80,26	95,64	73,75	0,75
Soil cultivation	191,21	131,72	196,32	121,28	184,99	70,99	190,84	110,80	0,20
Harvest exhibition in drying	696,91	433,95	639,19	398,88	671,30	319,70	669,13	386,13	0,42
Total costs	1399,18	626,38	1336,67	574,21	1340,65	459,90	1358,84	556,08	0,30

Level of significance\*; p < 0.10 \*\*, p < 0.05, \*\*\*, p < 0.01

When the yields of different production systems in terms of dried fig quality classes<sup>1</sup> are compared, A series figs obtained by conventional production enterprises are 44,83%, 46,88% by GAP enterprises and 43,40%

<sup>1</sup> Fig quality classes A series figs are very good quality figs in terms of size and colour, with a maximum of 65 figs per kilogram without any defects. B series figs are figs of good quality with a maximum of 120 pieces per kilogram without any defects. Class C figs are figs that have defects in colour, size and quality compared to series A and B, but which do not adversely affect the quality of consumption and for which shell defects are permitted. Scrap (industrial) is a fig class containing 10% directly edible figs with appearance and flavour problems not included in the A, B, C series (Turkish Standards Institute, 2006).

by organic production enterprises. There is no significant difference between the groups for A-series dried figs. When B-series fig rates are analysed, 24,21% of the figs of those who make conventional production, 22,76% of those who make GAP, 18,93% of those who make organic production. There is a statistically significant difference between the B series fig ratios obtained by the groups. This difference is due to the enterprises with organic certificate. When C series figs are compared in terms of different production systems, conventional 14,07%, GAP 12,42% and organic certified enterprises 8,99%. The difference is due to the fact that the rate of C class figs in enterprises with organic certificate is lower than the other groups. When scrap (industrial fig) rates are analysed, enterprises with organic certificate are lower than other groups. When the yields of the enterprises were investigated, no difference was found in terms of yields of different production types and yields per tree. The yields of the enterprises with conventional production are 262 kg and the yields of the enterprises with GAP are 280kg and the yields of the enterprises with organic certificate are 281kg. Yields per tree are 14,43 kg Conventional 14,43 kg GAP 14,69 kg Organic 15,43 kg. Although the yield per tree of organic producers is higher than the other groups, this difference is not statistically significant (Table 10).

**Table 10.** Distribution of dried figs according to quality classes and yield values

		Quality Classes Proportional Distribution (%)				Yield	Yield per
		A series	B series	C series	Industrial	(kg/da)	tree (kg)
Conventional	Mean	44.83	24.21	14.07	7.56	262.39	14,43
	Std.Dev	19.26	13.94	8.87	4.42	78.76	4,84
GAP	Mean	46.88	22.76	12.42	6.03	280.10	14,69
	Std.Dev	21.09	12.83	7.07	3.82	61.70	4,48
Organic	Mean	43.40	18.93	8.99	4.85	281.39	15,43
	Std.Dev	26.74	13.42	6.88	3.52	51.89	4,53
Overall	Mean	45.04	21.97	11.83	6.15	274.62	14,85
	Std.Dev	22.53	13.53	7.91	4.07	65.36	4,62
F statistic (2,222)		0,45	3.10**	8.58***	8.93***	2.00	0.94

Level of significance\*; p < 0.10 \*\*, p < 0.05, \*\*\*, p < 0.01

When 1 kg fig sales price and 1 kg fig costs are analysed for different production types; 1 kg fig sales price in conventional production is 13,46 Turkish Liras and the sum of kilogram variable costs is 5,64 Turkish Liras. The 1 kg sales price of the enterprises with GAP certificate is 14,23 Turkish Liras and the sum of kg variable costs is 4,95 Turkish Liras. In the enterprises with organic certificate, the sales price is 16,05 liras and the sum of kilogram variable costs is 4,89 liras. Organic production is different from the other groups in terms of both sales price and kilogram cost. The gross income of organic production is higher than the other groups (Table 11).

**Table 11.** kg fig sales price and cost

		sales price(kg)	Cost(kg)
Conventional	Mean	13.46	5,64
	Std.Dev	2.21	2,63
GAP	Mean	14.23	4,95
	Std.Dev	2.48	2,04
Organic	Mean	16.05	4,89
	Std.Dev	2.65	1,73
Overall	Mean	14.58	5,14
	Std.Dev	2.67	2,18
F (2,222)		22,08***	3.02**

Level of significance\*; p < 0.10 \*\*, p < 0.05, \*\*\*, p < 0.01

The changes in different parameters of the enterprises were asked in the period after receiving the support for the enterprises with certified production and in the 3 years after receiving the support for the conventional enterprises. In the areas used by the enterprises as fig planting areas, the enterprises with OA certificate increased more than the other groups. In agricultural income, except for conventional, other groups declared an increase. In terms of debts due to production, enterprises with OA certificate stated that their debts increased more than other groups. GAP and OA stated that variable costs and marketing opportunities increased. GAP and OA certified enterprises stated that the amount of inputs they used increased compared to

the period before they switched to certified agriculture and they used more fertiliser and labour force (Table 12). While the number of animals and saving opportunities of dried fig farmers engaged in conventional production decreased, this situation could not be mentioned in other groups. It was observed that the mountain villages with GAP and Organic certificates renewed the vehicles they use. Newly purchased vehicles are second-hand off-road vehicles called Mediterranean jeep in the region. They are used for travelling in fig orchards. The enterprises with GAP and OA certificates have stated that there is an increase in the state supports they use compared to conventional enterprises, the employment of family members has increased, and the investment in their farms has increased.

**Table 12.** Changes in some variables in fig enterprises after the support (%)

		Conventional	GAP	Organic	Total
Agricultural area (da)	Remained the same	89.33	77.33	62.67	76.44
	Increased	10.67	22.67	37.33	23.56
Agricultural Income (%)	Remained the same	97.33	74.67	61.33	77.78
	Increased	2.67	25.33	38.67	22.22
Machinery and Equipment (tractor etc.)	Remained the same	98.67	88.00	89.33	92.00
	Increased	1.33	12.00	10.67	8.00
Debts due to production (₺)	Decreased	2.67	2.67	0.00	1.78
	Remained the same	97.33	92.00	88.00	92.44
Variable Costs (₺)	Increased	0.00	5.33	12.00	5.78
	Decreased	1.33	0.00	2.67	1.33
Marketing Opportunities	Remained the same	97.33	89.33	86.67	91.11
	Increased	1.33	10.67	10.67	7.56
Home (Residence)	Remained the same	96.00	78.67	72.00	82.22
	Increased	4.00	21.33	28.00	17.78
The amount of inputs I use has increased	Remained the same	100.00	94.67	93.33	96.00
	Increased	0.00	5.33	6.67	4.00
Number of Animals	Decreased	2.67	1.33	1.33	1.78
	Remained the same	96.00	69.33	56.00	73.78
Saving Money (Saving etc.)	Increased	1.33	29.33	42.67	24.44
	Decreased	2.67	0.00	0.00	0.89
Passenger car used	Remained the same	97.33	92.00	97.33	95.56
	Increased	0.00	8.00	2.67	3.56
Number of support I benefited from	Decreased	2.67	0.00	0.00	0.89
	Remained the same	96.00	77.33	58.67	77.33
Family employment	Increased	1.33	22.67	41.33	21.78
	Remained the same	100.00	88.00	88.00	92.00
Expenditure	Increased	0.00	12.00	12.00	8.00
	Remained the same	100.00	69.33	52.00	73.78
Budget allocated for children's education	Increased	0.00	30.67	48.00	26.22
	Remained the same	100.00	90.67	85.33	92.00
My investment in the farm	Increased	0.00	9.33	14.67	8.00
	Decreased	0.00	1.33	2.67	1.33
Family employment	Remained the same	93.33	81.33	74.67	83.11
	Increased	6.67	17.33	22.67	15.56
Expenditure	Remained the same	94.67	84.00	77.33	85.33
	Increased	5.33	16.00	22.67	14.67
Budget allocated for children's education	Decreased	0.00	1.33	2.67	1.33
	Remained the same	92.00	66.67	49.33	69.33
My investment in the farm	Increased	8.00	32.00	48.00	29.33

The preference of enterprises for sustainability-based certificates was estimated using multinomial logistic regression. The increase in the age of the enterprise owner has a positive effect on the preference of the enterprise for sustainable agricultural certificates. If the place of residence is in the city centre, the likelihood of farmers to prefer GAP decreases. The fact that the grandfather of the enterprise owner is also engaged in figs reduces the possibility of transition to certified agriculture. The fact that the enterprises earn income from a non-agricultural activity has a negative effect on the certified agriculture of the enterprises. The

increase in fig sales price increases the possibility of enterprises to switch to OA. If the enterprises use organic fertiliser compared to chemical fertiliser use, the probability of switching to OA is higher than GAP. The change in the welfare level of the enterprises in the last 3 years contributes positively to the change parameter given in Table 13.

**Table 13.** Analysis of parameters affecting the preference for sustainability-based certificates

	Conventional -GAP			Conventional-OA			GAP-OA		
	Coefficient	Std. Error	p	Coefficient	Std. Error	p	Coefficient	Std. Error	p
Age	-0.0978***	0.0332	0.003	-0.1580***	0.0433	0.000	-0.0978***	0.0332	0.003
Education	0.1797**	0.088	0.041	0.1106	0.1043	0.289	0.1797**	0.088	0.041
Residence	-0.3035	0.4475	0.498	1.2962*	0.7331	0.077	-0.3035	0.4475	0.498
Fig Experience	0.0505**	0.0251	0.044	0.0553*	0.0303	0.068	0.0505**	0.0251	0.044
3rd Generation Ownership	0.6465	0.472	0.171	1.5949*	0.6179	0.010	0.6465	0.472	0.171
Status of the Enterprise									
Non-Farm Activity	0.8553	0.5484	0.119	1.7865**	0.6629	0.007	0.8553	0.5484	0.119
Having Social Security	1.3887**	0.7126	0.051	2.7281*	1.0627	0.010	1.3887**	0.7126	0.051
Total Number of Support Received	-1.5276***	0.3639	0.000	-2.2455***	0.4529	0.000	-1.5276***	0.3639	0.000
Loan Utilisation	-0.6518	0.5252	0.215	-1.2795**	0.6433	0.047	-0.6518	0.5252	0.215
Status									
Fig Sale Price	-0.3361***	0.0999	0.001	-0.4574***	0.1268	0.000	-0.3361***	0.0999	0.001
Fertiliser Preference	-1.3017***	0.477	0.006	-2.0086***	0.5889	0.001	-1.3017***	0.477	0.006
Index of Change	-0.0670**	0.0298	0.024	-0.2914***	0.0544	0.000	-0.0670**	0.0298	0.024
Constant	14.1264***	3.6303	0.000	27.6893***	4.5316	0.000	14.1264***	3.6303	0.000

Level of significance\*;  $p < 0.10$  \*\*,  $p < 0.05$ , \*\*\*,  $p < 0.01$

The analysis of the effect of different production methods on yield with treatment effect is given in Table 14. Considering the average effect of certificates on yield (ATE), if the enterprises did not have any certificate, the average yield of the enterprises would be 257 kg. If all of the farms had GAP certificate, they would have obtained 21,8 kg more yield compared to the potential average, and if conventional farmers did OA, they would have obtained 29,5 kg more yield. The yield difference between GAP and organic farming is statistically insignificant. The effect of GAP (ATET) is 23,1 kg in the enterprises benefiting from GAP certificate. The difference in the yields of the enterprises benefiting from OA certificate compared to the conventional production enterprises is 30,4 kg.

**Çizelge 14.** Effect of different certificates on yielded

ATE	Coefficient	Std. Error	Z	p
GAP vs Conventional	21.820**	10.567	2.06	0.039
OA vs Conventional	29.543**	11.894	2.48	0.013
GAP vs OA	-7.723	10.227	-0.76	0.450
Conventional Potential Mean	257.601***	8.826	29.19	0.000
ATET	Coefficient	Std. Error	Z	p
GAP vs Conventional	23.102**	10.097	2.29	0.022
OA vs Conventional	30.464**	12.008	2.54	0.011
GAP vs OA	7.36161	1.744	-0.69	0.493
Conventional Potential Mean	256.994***	8.963	28.67	0.000

Level of significance\*; p < 0.10 \*\*, p < 0.05, \*\*\*, p < 0.001

The effect of certificates is not statistically significant in enterprises producing dried figs with different production methods. No effect of certificates was found in terms of costs (Table 15).

Table 15. Effect of different certificates on total costs

ATE	Coefficient	Std. Error	Z	p
GAP vs Conventional	-76.678	92.8577	-0.83	0.409
OA vs Conventional	48.242	95.1250	0.51	0.612
GAP vs OA	-124.920	80.6797	-1.55	0.122
Conventional Potential Mean	1374.664***	74.5804	18.43	0.000
ATET	Coefficient	Std. Error	Z	p
GAP vs Conventional	-59.327	98.7887	-0.6	0.548
OA vs Conventional	62.644	100.7648	0.62	0.534
GAP vs OA	-121.971	88.8741	-1.37	0.170
Conventional Potential Mean	1395.998***	76.9845	18.13	0.000

Level of significance\*; p < 0.10 \*\*, p < 0.05, \*\*\*, p < 0.001

When the average effect of the certificates on gross profit is analysed, the average will be 2417₺. The average effect of the GAP certificate is 354,45 ₺. The average effect of OA certificate compared to conventional producers is 370,53 ₺. The average effect of the certificate in the enterprises applying GAP certificate is 339 ₺, and the average effect of the certificate in the enterprises benefiting from OA certificate is 352,74 ₺ (Table 16).

Table 16. Effect of different certificates on gross margins

ATE	Coefficient	Std. Error	Z	p
GAP vs Conventional	354.458**	149.348	2.37	0.018
OA vs Conventional	370.538**	193.810	1.91	0.056
GAP vs OA	-16.080	181.906	-0.09	0.930
Conventional Potential Mean	2417.205***	127.439	18.97	0.000
ATET	Coefficient	Std. Error	Z	p
GAP vs Conventional	339.275**	139.501	2.43	0.015
OA vs Conventional	352.743*	199.539	1.77	0.077
GAP vs OA	-13.467	186.952	-0.07	0.943
Conventional Potential Mean	2656.75***	182.426	14.56	0.000

Level of significance\*; p < 0.10 \*\*, p < 0.05, \*\*\*, p < 0.001

## CONCLUSIONS and RECOMMENDATIONS

The average age of the operators is 54. Traditional farmers are younger than organic farmers. The average number of individuals residing together in the family is 3. Although many fig growers want a member of their family to take over the farm after them, the high number of individuals in the family leads to two results: the division of the land or the migration of a member of the family. Considering that the retirement age is 65, it is obvious that these situations will be encountered in 10-15 years in the future. The inclusion of fig orchards in the young farmer support and family farming supports will play an important role in preventing future problems. Business owners have long years of experience in fig cultivation. Operators are involved in agricultural production after the age of 18. In small family support and young farmer support, positive discrimination should be made in the support to be given to individuals who come from the farmer family and who produce on their own behalf.

Fig orchards have largely completed their economic life. Although the depreciation of fig orchard facilities is calculated as 20 years, it extends up to 50 years with the necessary maintenance. It would be more useful to organise the seedling supports for rehabilitation in a way that will enable the renewal of old gardens, the replacement of drying trees and drought and new certified seedlings more suitable for the conditions of the region. For example, if at least 50-100 saplings are purchased, it can be made appropriate to benefit from these supports.

In the dried fig enterprises participating in the survey, the crop pattern consists entirely of fixed orchards. However, due to the titles of product diversity and ensuring biodiversity in GAP and OA supports, the same product cannot be supported for more than 3 consecutive years. There is nothing that enterprises with fixed product pattern can do in this regard. Enterprises stated that if the supports do not continue, 71% of the enterprises with GAP certificate will abandon the practice and 69% of the enterprises with OA certificate will abandon OA. If agriculture is not supported by the state and other institutions and organisations, it is not possible to talk about a sustainable agriculture.

Although there is a widespread belief that organic farming reduces product quality and yield, the results of the study are different from this belief. There is no big difference between enterprise groups in terms of yield.

Organic production is different from the other groups in terms of both sales price and kilogram cost. The gross income of organic production is higher than other groups. Although the yield difference between the enterprises with organic and good agricultural practices certificates is very small, there is a big difference between the sales price. Due to this difference, the gross income of organic farming enterprises is higher. The difference in the GAP certificate should be increased. International validity or equivalence to certificates such as GLOBALAP must be ensured. Although enterprises are obliged to keep records in GAP and OA, these records are not available in enterprises, they are only filed in order to receive support from certification bodies. Enterprises do not use this data for planning, financing or other situations.

**Conflict of Interest:** The authors of the article declare that they have no conflict of interest.

**Contribution of Authors:** The authors declare that they have contributed equally to the article.

‡:The study is based on the first author's PhD's thesis.

#### YAZAR ORCID NUMARALARI

Halil İbrahim YILMAZ  <http://orcid.org/0000-0002-4956-1496>

Ferit ÇOBANOĞLU  <https://orcid.org/0000-0002-7706-2993>

#### REFERENCES

- Abdurahman, M.A. (2016). The Comparison Of Agricultural Knowledge And Information Systems (Akis) For Adopters And Non-Adopters Of Good Agricultural Practices (Gaps) In Bafra District Of Samsun, Turkey, Ondokuz Mayıs University Institute Of Science, Master's Degree Thesis, Department Of Agricultural Economics
- Adanacioğlu, H. (2014). Tarımsal ürünlerde doğrudan pazarlama kavramı ve pazarlama etkinliği açısından dolaylı pazarlama ile karşılaştırılmalı analizi: İzmir ili Urla ilçesi Balıklıova köyü örneği. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi. Samsun, 3-5 Eylül.
- Adanacioğlu, H. (2015). Sürdürülebilir Tarımsal Pazarlama Girişimleri. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi, 3(7), 595-603.
- Ağır, H. B., Akbay, C. (2022). Impact of contract farming on beef cattle farmers' income: a propensity score matching analysis. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(2), 392-399.
- Akbay, C., & Bilgiç, A. (2023). The Effects of Subsidies on the Profitability of Dairy Cattle Farming in Türkiye. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(4), 888-901.
- Avşar, D., Yalçın, İ. (2007). Aydın Yöresindeki İncir İşletmelerinin Yapısal Durumunun Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1/2), 63-67.
- Bacon, C. M. (2005). Confronting The Coffee Crisis: Can Fair Trade, Organic, And Specialty Coffees Reduce Small-Scale Farmer Vulnerability In Northern Nicaragua?. *World Development*, 33(3), 497–511.
- Bayraktar, Ö.V. (2015). İzmir-Kemalpaşa Yöresinde GlobalGap Uygulayan ve Uygulamayan Kiraz İşletmelerinin Teknik Ve Ekonomik Yönünün Sürdürülebilir Tarım Açısından Değerlendirilmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi, Doktora Tezi,
- Bektaş, Z. (2003). Ekolojik ve geleneksel olarak kuru incir ve çekirdeksiz kuru üzüm üretimi yapan işletmelerin karşılaştırmalı ekonomik analizi ve ekolojik üretimi özendirilecek fiyat eşliğinin saptanması üzerine bir araştırma, Ege Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı
- Bertuglia, A., Calatrava-Requena, J. (2006). Factors Related to the Adoption of Good Agrarian Practices (GAP) in Plastic Covered Horticulture of Southeastern Spain (No. 1004-2016-78561).
- Cattaneo, M. D., Drukker, D. M., & Holland, A. D. (2013). Estimation of multivalued treatment effects under conditional independence. *The Stata Journal*, 13(3), 407-450.



- Cerulli, G. (2014). *ivtreatreg: A command for fitting binary treatment models with heterogeneous response to treatment and unobservable selection*. The Stata Journal, 14(3), 453-480.
- Chiputwa, B., Spielman, D. J., Qaim, M.(2015). Food Standards, Certification, And Poverty Among Coffee Farmers In Uganda, World Development Vol. 66, Pp. 400–412
- Çobanoğlu, F., Armağan, G., Kocataş, H., Şahin, B., Ertan, B., Özen, M. (2005). Aydın İlinde İncir Üretiminin Önemi ve Kuru İncir Üretim Faaliyetinin Ekonomik Analizi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(2), 35-42.
- Çobanoğlu, F., Işın, F. (2009). Organik Kuru İncir Üreticilerinin Organik Tarım Sistemi Tercihini Etkileyen Kriterlerin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Analizi. Tarım Ekonomisi Dergisi, 15(1 ve 2), 63-71.
- Çobanoğlu, F., Tunaloğlu, R., Yılmaz, H. İ., Nalbantoğlu, A. (2018). Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programının Etkisinin Değerlendirilmesi: Bursa İli Örneği. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(1), 16-27.
- Doğan, H. G., & Kan, M. (2024). For Sustainability Environment: Some Determinants Of Greenhouse Gas Emissions From The Agricultural Sector In EU-27 countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-8.
- Greene, W. H. (2012). *Econometric Analysis (Seventh ed.)*. Boston: Pearson Education. pp. 803–806. ISBN 978-0-273-75356-8.
- Hasdemir, M. (2011). Kiraz Yetiştiriciliğinde İyi Tarım Uygulamalarının Benimsenmesini Etkileyen Faktörlerin Analizi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Bölümü, Doktora Tezi
- İnci, H., Karakaya, E., & Topluk, O. (2022). Bingöl ili arıcılık işletmelerinin yapısal özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(4), 996-1013.
- İpek S., Çil G.Y. (2010). Uluslararası Ticari Boyutuyla Organik Tarım ve Devlet Destekleri, Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi (5:1) s.135-162.
- Khaledi, M., Weseen, S., Sawyer, E., Ferguson, S., Gray, R. (2010). Factors Influencing Partial And Complete Adoption Of Organic Farming Practices In Saskatchewan, Canada. Canadian Journal Of Agricultural Economics/Revue Canadienne D'agroeconomie, 58(1), 37-56
- Kleemann, L, Abdulai, A, Buss, M, (2013). Is Organic Farming Worth its Investment? The Adoption and Impact of Certified Pineapple Farming in Ghana, Kiel Institute for the World Economy, Hindenburgufer, Kiel Working Paper No. 1856
- Merdan, K. (2014). Türkiye’de Organik Tarımın Ekonomik Analizi: Doğu Karadeniz Uygulaması, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Doktora Tezi,
- Mitiku, F., De Mey, Y., Nyssen, J., Maertens, M. (2017). Do Private Sustainability Standards Contribute To Income Growth And Poverty Alleviation? A Comparison Of Different Coffee Certification Schemes In Ethiopia. Sustainability, 9(2), 246-267.
- Mzoughi, N. (2011). Farmers Adoption Of Integrated Crop Protection And Organic Farming: Do Moral And Social Concerns Matter?. *Ecological Economics*, 70(8), 1536-1545.
- Olgun, M.A., Artukoğlu, M., Adanacioğlu, H. (2008). Konvansiyonel Zeytin Üreticilerinin Organik Zeytin Üretimine Geçme Konusundaki Eğilimleri Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 45 (2): 95-101
- Resmî Gazete, Sayı: 30943 Bitkisel Üretime Destekleme Ödemesi Yapılmasına Dair Tebliğ (Tebliğ No: 2019/46)
- Ruben, R., Fort, R. (2012). The Impact of Fair Trade Certification For Coffee Farmers in Peru, World Development, 40(3), 570–582.
- Ruben, R., Zuniga, G. (2011). How standards compete: Comparative impact of coffee certification schemes in Northern Nicaragua. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(2), 98–109.
- Rueda, X., Lambin, E. (2013). Responding To Globalization: Impacts Of Certification On Colombian Small-Scale Coffee Growers. *Ecology And Society*, 18(3), 21-35.
- Sağdemir, A. (1988). Ege Bölgesinde İncirin Üretim ve Pazarlama ile Bunlara İlişkin Sorunlar Üzerinde Bir Araştırma (Doctoral dissertation, Doktora tezi) Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, Bornova, İzmir.
- Şahin, B., Konak, K. (2004). Ekolojik Kuru İncirin Üretim ve Pazarlaması Üzerine Bir Araştırma. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(1), 53-61.
- Tauchmann, H. (2014). Lee (2009) Treatment-Effect Bounds For Nonrandom Sample Selection. The Stata Journal, 14(4), 884-894.
- Trichopoulou, A., Psaltopoulou, T., Orfanos, P., Trichopoulos, D. (2006). Diet And Physical Activity In Relation To Overall Mortality Amongst Adult Diabetics In A General Population Cohort. *Journal Of Internal Medicine*, 259(6), 583-591.
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK]. (2021). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/> [Erişim Tarihi: 15/01/2020]

- Winship, C., Mare, R. D. (1992). Models For Sample Selection Bias. *Annual Review Of Sociology*, 18(1), 327-350.
- Yamane, T. 1967. *Statistics: An Introductory Analysis*. 2nd ed. Harper & Row, John Weatherhill, Inc, New York, Tokyo.
- International Trade Centre [ITC]. (2020). Trade Maps, <https://www.trademap.org/Index.aspx> [Erişim Tarihi: 15/09 /2020]

## Farklı sitokin ve oksin kaynaklarının *Kalanchoe blossfeldiana* mikroçoğaltımı üzerine etkisi

Rahma BEJAOU<sup>1\*</sup>, Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU<sup>2</sup>, Ruhsar YANMAZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ankara University, Ankara, Türkiye.

<sup>2</sup>Doqutech Academy Llc. Co., Ankara University Technopolis, 06830, Gölbaşı, Ankara, Türkiye.

<sup>3</sup>Faculty of Agriculture, Ankara University, Emeritus Professor, Ankara, Türkiye.

\*Sorumlu Yazar: rahmabejaoui09@gmail.com

Geliş Tarihi: 01.09.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 27.09.2024 Kabul Tarihi: 27.09.2024

### ÖZ

Mikroçoğaltım, aseptik koşullar altında birçok farklı süs ve tıbbi bitki türünün vejetatif olarak çoğaltılması amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu teknoloji, mevsim ve zaman-mekan kısıtlamalarına bağlı kalmaksızın yaygın pratik uygulamalara sahiptir. Bu çalışmada, *Kalanchoe blossfeldiana* yaprak sapına (petiol) yakın kısımlardan hazırlanan yaprak segmentleri eksplant olarak kullanılmış ve 30 g l<sup>-1</sup> sakkarozla desteklenen 18 adet farklı BAP, NAA, TDZ ve GA<sub>3</sub> kombinasyonları in vitro çoğaltım amacıyla denemelerde yer almıştır. Kültürün 12. haftasında yaprak eksplantlarının kesilmiş yüzeyleri üzerindeki mikro kalluslarda, daha sonra sürgünlere dönüşen meristemik dokular meydana gelmiştir. 3, 8 ve 9 numaralı uygulamalar (BAP:NAA:GA<sub>3</sub>= 1.5:0.5:0.0, 1.0:0.5:0.2, 1.5:0.5:0.2 mgL<sup>-1</sup>), eksplant başına en yüksek sürgün sayısını vermiştir (eksplant başına 5.03±1.21, 4.32±0.14 ve 4.28±0.18 sürgün). Yaprak eksplantlarının TDZ içeren ortamlarda kültüre alınması, kültürün 8. haftasından itibaren küme benzeri sürgün farklılaşmasına yol açmıştır. Proliferasyon aşamasında 0,3 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> + 0,3 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren MS ortamına aktarılan her sürgünden ortalama 84,52 ± 24,21 adet sürgün elde edilmiştir. Köklenme, 0,01-0,05 mg L<sup>-1</sup> IBA içeren ½ MS ortamlarında %100 performansla elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** PGR, ticari çoğaltım, in vitro, mikroçoğaltım, sürgün rejenerasyonu, *Kalanchoe*

## The effect of different cytokinin and auxin source on micropropagation of *Kalanchoe blossfeldiana*

### ABSTRACT

Micropropagation is widely used for vegetative propagation of many different ornamental and medicinal plant species under aseptic conditions. This technology has widespread practical applications irrespective of seasonal and time-space constraints. In this study, leaf segments prepared from parts close to the petiole of *Kalanchoe blossfeldiana* were used as explants and 18 different combinations of BAP, NAA, TDZ and GA<sub>3</sub> supplemented with 30 g l<sup>-1</sup> sucrose were included in the experiments for in vitro propagation. The development of meristematic tissues was noted directly at the 12th week of culture on the micro callus formed on the cut surfaces of the leaf explants into shoots. Treatments 3, 8, and 9 (BAP:NAA:GA<sub>3</sub>= 1.5:0.5:0.0, 1.0:0.5:0.2, 1.5:0.5:0.2 mgL<sup>-1</sup>), yielded the highest shoot counts per explant (5.03±1.21, 4.32±0.14, and 4.28±0.18 shoots per explant). Culturing leaf explants in TDZ-containing culture treatments led to cluster-like shoot differentiation from the 8th week of culture. An average of 84.52 ± 24.21 adventitious shoots was obtained from each shoot transferred to the MS medium amended with 0.3 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> + 0.3 mg L<sup>-1</sup> BAP at the proliferation stage. Rooting was obtained in ½ MS media 0,01-0,05 mg L<sup>-1</sup> IBA added with 100% performance.

**Key Words:** PGR, commercial multiplication, in vitro, micropropagation, shoot regeneration, *Kalanchoe*.

## Introduction

The *Crassulaceae* family consists of around 1,400 species that range in structure, from small, and relatively nonsignificant annual herbaceous plants to perennial shrubs or trees, and are characterized by their striking and attractive flowers. Plants from the *Kalanchoe* genus, found in this family, are predominantly perennial succulent shrubs or bushes, and rarely small trees. *Kalanchoe blossfeldiana* is a hairless, succulent plant; with leaves and stems possessing a low surface-area-to-volume ratio (Mackenzie et al., 2018). The breeding of new varieties of vegetatively propagated *K. blossfeldiana* ( $2n=34$ ) with limited variation began in late 1939, after interspecific hybridizations between *K. glaucescens* × *K. blossfeldiana* (Descoings, 2006; Mackenzie et al., 2018). Commercial *Kalanchoe* varieties are tetraploid in chromosome structure ( $2n=4x=68$ ) with multiple number of varieties currently cultivated as pot and cut flower plants. All varieties traded in Türkiye have variable exotic origins. There are over 700 registered *Kalanchoe* varieties worldwide with a large proportion of them bred from *K. blossfeldiana* (Community Plant Variety Office - CPVO). The rest of them were bred from *K. marmorata*, *K. humilis*, *K. manginii*, *K. laciniata*, *K. uniflora*, and *K. thyrsiflora* etc. (CPVO, 2017). Although both annual and perennial forms are found in nature, potted outdoor perennials are more preferred (Kahraman and Boyaci, 2021). Several *Kalanchoe* taxa in Madagascar and India are also used as medicinal plants (Descoings, 2006).

The *Kalanchoe* plants can be propagated generatively and vegetatively using leaf cuttings (Love, 1980; Mackenzie et al., 2018). Generative propagation is generally not desired in the *Kalanchoe* due to the risk of heterozygosity. Tissue cultures offer a significant advantage in terms of vegetative propagation, and facilitate in production of true-to-type plants especially when breeding is not the focus. Some breeding through *in vitro* mutation and embryo rescue techniques to produce interspecific *Kalanchoe* hybrids have also been reported in Türkiye with the production of many varieties (Kökpınar et al., 2021; Kahraman et al., 2022).

Numerous studies have been conducted on the propagation of *Kalanchoe* through tissue culture. Sanikhani et al. (2006) and Lütken et al. (2011) reported that shoot regeneration could be obtained on leaf and petiole sections of *K. blossfeldiana* using combinations of auxins (NAA or IAA) and cytokinin's (BAP or Kinetin), or from internodal explants using TDZ singly. Zheng et al. (2013) used leaf petioles as explants for *in vitro* propagation of *K. blossfeldiana* in a medium containing  $1.0 \text{ mg L}^{-1}$  BAP and  $0.1 \text{ mg L}^{-1}$  NAA. These induced rooting on  $1/2 \times$  MS medium amended with  $0.2 \text{ mg L}^{-1}$  NAA. Xue et al. (2019) also used the apical bud as the initial explant. Dinani et al. (2018), have mentioned indirect shoot regeneration from leaf explants with applications of low doses of IAA and Zeatin. Gümüs and Ellialtıoğlu (2018), have reviewed the tissue culture of *Kalanchoe* with a mention of  $1 \times$  MS medium amended with different concentrations of NAA and BAP. Rooting (100%) was achieved on  $1/2$  or  $1 \times$  MS medium amended with  $0.01 - 0.5$  ( $0.01-0.5 \text{ mg L}^{-1}$  IBA with 95% rooting (Liu, 2010). The researchers were also successful in rooting the plants under *ex-vitro* conditions. Survival percentage had a general range of 85-100% after acclimatization, where the weak plants were eliminated (Pierik 1997; Liu, 2010; Bejaoui, 2022).

TDZ is a powerful plant growth regulator that has been used singly or in combination to promote and encourage cell division at very low concentrations (Giridhar et al., 2018). There are reports of using TDZ in combination with kinetin, 2iP, or auxins to regenerate new shoots on many plant species like *Portulaca pilosa*, *Neolamarkia cadamba*, lentil on MS or other regeneration media and increase the number of shoots (Gaba, 2000; Sevımay et al., 2005; Guo et al., 2011; Chen et al., 2020; Huang et al., 2020) to increase induction efficiency (Huetteman and Preece, 1993; Gaspar et al., 1996; Corredoira et al., 2008; Podwyszyńska et al., 2022; Aasim et al., 2023).

The aim of the study was to design *in vitro* multiplication studies for the breeding of local indigenous *Kalanchoe* varieties and optimize the regeneration and proliferation of shoots involving TDZ or BAP (cytokinin), NAA (auxin), and  $\text{GA}_3$ . Therefore, more studies are needed to encourage and find the related threshold levels of plant growth regulator concentrations for micropropagation. The rooting of *in vitro*-induced shoots under aseptic conditions and their acclimatization to external conditions was also ensured, to complete the entire propagation process.

## MATERIALS AND METHODS

This study employed a white-flowered commercial variety of *K. blossfeldiana* as plant material. The experimental material was obtained from the Department of Horticulture of Ankara University. The  $1 \times$  MS (Murashige and Skoog, 1962) basal medium amended with various plant growth regulators was used as a culture medium (Table 1), it was supplemented with  $30 \text{ g L}^{-1}$  sucrose as a carbon source. Distilled water was used to prepare the cultures. The medium pH was adjusted to  $5.7 \pm 0.1$  before autoclaving.

The study used a leaf segment (explant) having 3-6 shoot tips of *Kalanchoe* and subjected them to surface sterilization by shaking them in 15% commercial bleach (1.5% sodium hypochlorite) for 15 minutes.

Subsequently, they were rinsed 3×5 min with sterilized distilled water. These explants were dried on sterile drying paper under aseptic conditions in a laminar flow cabinet before their culture.

Each treatment contained 45 explants, which were equally divided into 9 replications containing 5 explants. Shoot regeneration was carried out on 18 different combinations of BAP, NAA, GA<sub>3</sub>, and TDZ as explained in Table 1:

(a) 0.5, 1, and 1.5 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.5 or 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA (3 combinations each).

(b) 0.5+ 0.5 and 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA (two combinations), 1+ 0.5 and 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA (two combinations), or 1.5 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.5 and 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA (two combinations) with or without 0.2 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>.

(c) 0.1, 0.2, 0.5 mg L<sup>-1</sup> TDZ with and without 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA (3 combinations each).

**Table1.** 18 different combinations of BAP, NAA, GA<sub>3</sub>, and TDZ used to regenerate kalanchoe shoots

Treatments	BAP (mg L <sup>-1</sup> )	NAA (mg L <sup>-1</sup> )	GA <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )
1	0.5	0.5	-
2	1.0	0.5	-
3	1.5	0.5	-
4	0.5	0.1	-
5	1.0	0.1	-
6	1.5	0.1	-
7	0.5	0.5	0.2
8	1.0	0.5	0.2
9	1.5	0.5	0.2
10	0.5	0.1	0.2
11	1.0	0.1	0.2
12	1.5	0.1	0.2

Treatments			
	TDZ (mg L <sup>-1</sup> )	NAA (mg L <sup>-1</sup> )	GA <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )
13	0.1	-	-
14	0.2	-	-
15	0.5	-	-
16	0.1	0.1	-
17	0.2	0.1	-
18	0.5	0.1	-

Hardening or vegetative maturity stage: Each treatment on MS medium amended with respective phytohormones or their combinations at this stage was compared with control treatment to find their source or carry-over effect, in terms of shoot thickness, and number of new regenerated shoots per mother shoot and their length. Morphological variations were noted on the regenerated plantlets using 18 different plant growth regulator combinations including TDZ after 4 weeks, when the shoot growth stopped. Thereafter, they were transferred to ½ × MS medium amended with 0.2 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> medium to harden or vegetatively mature them before proceeding to the rooting. Non rooted shoots were kept as stock for later use to multiply them or use in micropropagation studies (not given here). All other incubation conditions remained the same during the hardening stage. They were acclimatized in the greenhouse using high quality transparent plastic cell trays with transparent vented covers (mini greenhouse) to maintain a condition of controlled humidity for 4 days. Subsequently, the mini greenhouse covers were gradually removed in agreement with Bejaoui et al. (2023 b). This treatment was of a crucial and significant importance for early vegetative maturity to complete the acclimatization and rooting.

The developing shoots were rinsed under tap water after removing agar from the nutrient medium. The first method used planting in soil mix containing equal proportions of (i) sand, (ii) vermiculite, and (iii) their mixture (sand and vermiculite (1:1 v:v) in 1/4 L of cell cubes (Bauhaus Türkiye – a commercial vendor), to acclimatize them in mini greenhouse.

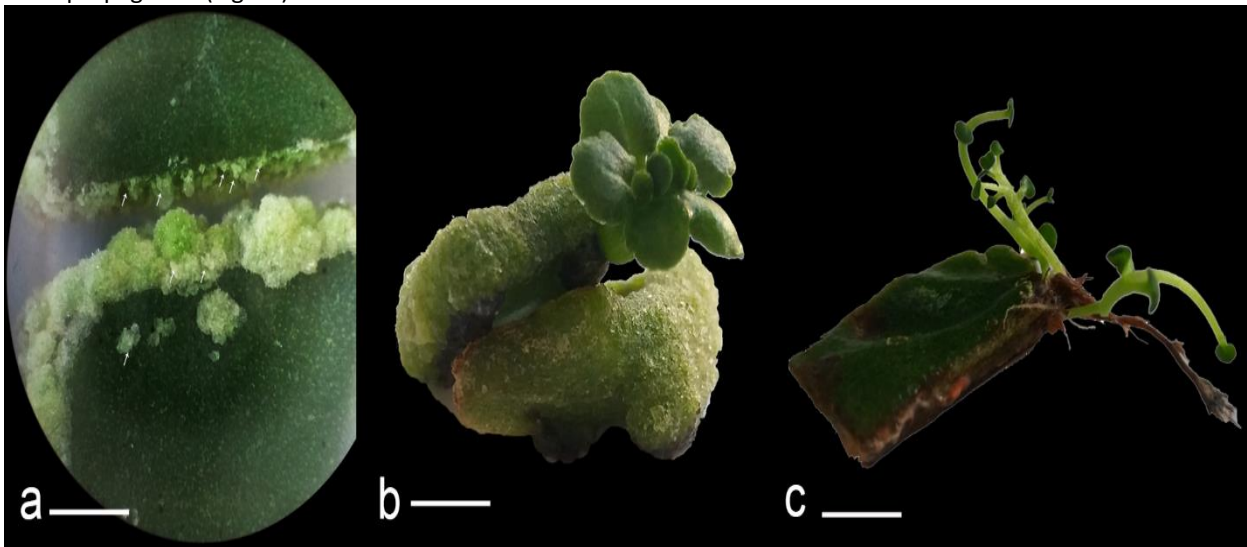
The vents of mini-greenhouse were opened twice daily to maintain the humidity. This process was continued until the relative humidity reached 50% in corroboration with the external environmental conditions after one week. During carrying out of this process the room temperature was maintained at  $20\pm 2$  °C using a fixed 16 h light 8 h dark day length. Thereafter, acclimatization and hardening; the plants were transferred to 10×10×10 cm pots, until flowering in an unheated greenhouse under ambient conditions of temperature and humidity until the end of February.

#### Statistical analysis

The experiments were carried out in randomized complete block design in split plots. Three replications were repeated thrice. Measurements and counts were made on 15 explants in each replication. The data were subjected to variance analysis using the “SPSS 25.0 for Windows”. Where appropriate LSD or Duncan’s test was applied to compare the treatment means (Snedecor and Cochran, 1967).

## RESULTS AND DISCUSSION

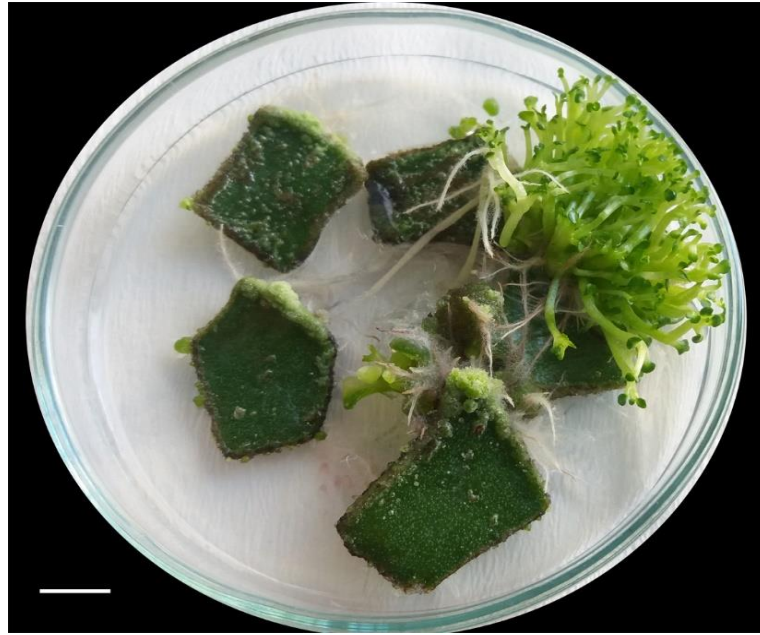
Some level of contamination was encountered in the study at the initial culture stage. No infection was observed in the first week of culture, fungal or bacterial growth occurred within the following two weeks. Petri dishes exhibiting contamination were discarded by autoclaving them and were replaced new healthy cultures. The explants induced callus after cell divisions at the cut edges obtained after 10-12 days of culture with the induction of whitish green calli at peripheral edges of leaves (Fig 1a), which allowed variable regeneration of healthy shoots and leaves after 16-18 days of culture and incubation (Fig 1 b) depending on the concentration and combination of plant growth regulators. The explants induced direct somatic embryogenesis by showing profuse rooting. However, this type of regeneration was limited to petiole regions of the leaves. These explants inhibited regeneration on the other parts of the explants due to gradual development of necrosis that engulfed the whole explants with the passage of time. Therefore, these explants were not encouraged for micropropagation (Fig 1 c).



**Figure 1.** Micropropagation of *K. blossfeldiana* (a) The disc is green and slightly curled at the edges. The leaf explant starts to form a white callus at the periphery (arrows) on a portion of the leaf with many microsomatic embryo induction on the calli induced on  $1.5 \text{ mg L}^{-1}$  BAP-  $0.5 \text{ mg L}^{-1}$  NAA and  $0.2 \text{ mg L}^{-1}$  NAA after 13-15 days of culture at the cut edges of two leaf discs with different stages of somatic embryo induction (b) At 7 weeks in culture the callus has increased considerably in size with a microshoot under microscope (c) direct shoot regeneration with rooting on the leaf cut edges after 25-27 days of culture with adventitious roots arising from the epidermis on cut edges with necrosis (bar slide 1 a= 250  $\mu\text{m}$ , slide 1 b= 0.4 mm, slide 1c=1 cm).

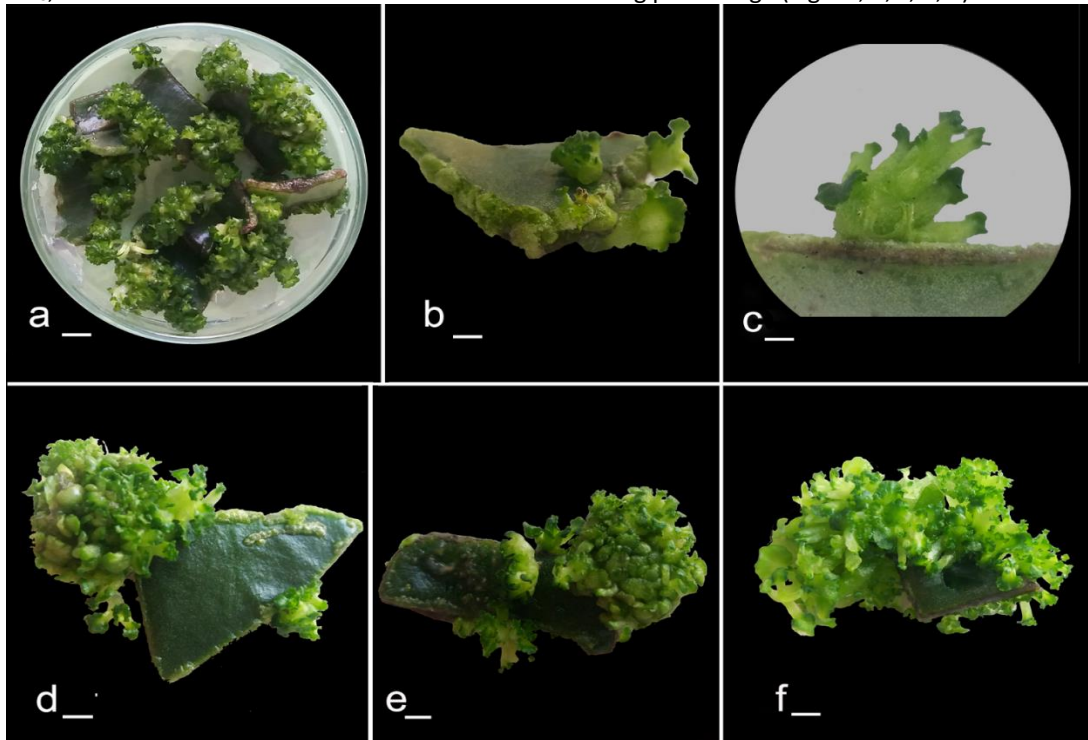
All explants induced more than 80% somatic embryo induction on explants with statistically significant differences among them depending on the concentration of the TDZ. Increased concentrations of TDZ inhibited the induction of roots and their percentage. The first regenerating explant (with roots and shoots) in a petri dish had a high depressive effect on the regeneration of other explants compared to the rest of the explants (Fig 2). It was not difficult to separate and isolate induced plantlets through somatic embryogenesis on the explants.





**Figure 2.** Somatic embryogenesis on TDZ containing medium showing dominance of first regenerant over the other explants rectangular leaf disc explants bar=0.75 cm.

It was further noted that rooting occurred in range of 10-56% explants depending on the amount of TDZ growth regulator combinations in the nutrient medium. Culture treatments 3, 10, and 11 yielded the highest percentage of roots. It was concluded that the interaction of genetic structure of mother explant with different intrinsic auxin levels within the explant and exterior treatments with plant growth regulators affected the physiologic growth and development of the induced shoots. It was assumed that regardless of the presence of GA<sub>3</sub>, the source effect of BAP and NAA affected the rooting percentage (Fig 3 a, b, c, d, e).



**Figure 3.** Different stages of shoot regeneration on triangular leaf disc of *K. blossfeldiana* after week 8 of culture (a) Medium No. 13 (0.1 mg L<sup>-1</sup> TDZ), (b) Medium No. 14 (0.2 mg L<sup>-1</sup> TDZ), (c) Medium No. 15 (0.5 mg L<sup>-1</sup> TDZ), (d) Medium No. 16 (0.1 mg L<sup>-1</sup> TDZ + 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA), (e) Medium No. 17 (0.2 mg L<sup>-1</sup> TDZ + 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA), (f) No. 18 (0.5 mg L<sup>-1</sup> TDZ + 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA) showing organogenesis (Bar fig 1a 0.3 cm, 1b=0.4 cm, 1c, 1d, e, 1f=0.6 cm).

Culture treatment 10 and 11, (where 0.5 and 1.0 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.5 and 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA and 0.1, and 0.2 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>) were used 54% and 56% rooting was noted in the same order. The fact that no callus, root, or shoot differentiation occurred in cultures without hormone additives in the initial experiments for 12 weeks, suggests that the additions of PGRs promoted indirect organogenesis. It was assumed that differences in rooting percentages could also be related to age of the leaves on the plants, their source and their position close to the leaf tips or stems. It was observed that the shoots regenerated on explants prepared from the lower leaves on the stem or parts of the leaf closer to the stem tended to induce a greater number of roots.

Bejaoui et al. (2023a), used GA<sub>3</sub> added to BAP and NAA and induced the lowest numbers of shoots on 0.5 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA after the 8th week of culture (culture treatment with 0.34±0.04 - 0.65±0.05 shoots/explant. The addition of 0.2 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> to the medium slightly increased their counts (culture treatment No 10-12) statistically similar to culture treatments 1-3 where NAA at 0.5 mg L<sup>-1</sup> were used (Table 2). The culture treatments 9 and 8 (which contained all the growth regulators mentioned in this study) provided the highest shoot induction at the end of the 8th week (3.40±0.40 and 2.54±0.16 shoots per explant). Culture treatment 3 (BAP: 1.5 and NAA: 0.5 mg L<sup>-1</sup>) was statistically similar and remained within the same Duncan group and stood out with 2.41±0.27 shoots per explant. The addition of GA<sub>3</sub> had a positive effect. Deng et al. (2005), indicated role of NAA and BAP combinations more effective as a starter treatment; however, the number of shoots in culture treatments where GA<sub>3</sub> was added was 9.3 folds higher when they added 0.1 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> to a 10 BAP: 1 NAA to cultures. Xinzheng et al. (2006) reported that the addition of 2 or 1.5 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> to culture treatments containing 10 BAP: 0.5 IBA was successful for *in vitro* shoot induction in kalanchoe genotypes with white flowers. GA<sub>3</sub> is reported to have positive influence on promoting cell elongation in compact clusters for shoot inductions, as mentioned by Liu (2010). It has been recorded that GA<sub>3</sub> had a very positive effect on the transformation of clustered adventitious shoot initials into shoots regenerated on young leaves and stems into shoots and the highest adventitious shoot induction on MS medium+ 0.5 mg L<sup>-1</sup> BA + 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA + 0.1 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> culture treatment. Luo et al. (2009) also reported the highest shoot induction in the kalanchoe genotype they worked on using MS medium amended with 0.30 mg L<sup>-1</sup> IAA + 2.1 mg L<sup>-1</sup> BA + 0.6 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>, and highlighted the positive effects of GA<sub>3</sub> on propagation under *in vitro* conditions.

**Table 2.** Effect of different doses of BAP, NAA, and GA<sub>3</sub> on induction of shoots and roots after 8 and 12 weeks of culture (n=45 explants).

Treatment	BAP (mg L <sup>-1</sup> )	NAA (mg L <sup>-1</sup> )	GA <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	Percentage (%) of shoot induction	Number of shoots per explant after 8 weeks	Number of shoots per explant after 12 weeks	Rooting percentage (%)
1	0.5	0.5	-	100.00	1.28±0.37 b-e	2.65±0.15 de	15±3.55 e
2	1.0	0.5	-	100.00	1.12±0.25 de	3.84± 0.27bc	35±3.56 c
3	1.5	0.5	-	100.00	2.41±0.27 a-c	5.03±1.21 a	52±3.74 a
4	0.5	0.1	-	100.00	0.34±0.04 e	1.65±0.19 f	15±2.94 e
5	1.0	0.1	-	100.00	0.65±0.05 e	2.18±0.09 de	10±2.16 f
6	1.5	0.1	-	100.00	0.52±0.04 e	1.82±0.19 ef	37±2.16 c
7	0.5	0.5	0.2	100.00	2.04±0.22 b-d	3.73±0.14 cd	24±3.74 d
8	1.0	0.5	0.2	100.00	2.54±0.16 ab	4.32±0.14 ab	28±2.94 d
9	1.5	0.5	0.2	100.00	3.40±0.40 a	4.28±0.18 ab	43±2.94 b
10	0.5	0.1	0.2	100.00	1.43±0.49 b-e	3.52±0.23 cd	54±3.56 a
11	1.0	0.1	0.2	100.00	1.56±0.06 b-e	3.03±0.17 cd	56±5.71 a
12	1.5	0.1	0.2	100.00	1.22±0.08 c-e	3.18±0.19 cd	37±3.56 c
CV					13.14	100.00	9.99
Treatments							
	TDZ (mg L <sup>-1</sup> )	NAA (mg L <sup>-1</sup> )					
13	0.1	-	-	100.00	>20	>50	0.00
14	0.2	-	-	100.00	>20	>50	0.00
15	0.5	-	-	100.00	>20	>50	0.00
16	0.1	0.1	-	100.00	>20	>50	0.00
17	0.2	0.1	-	100.00	>20	>50	0.00
18	0.5	0.1	-	100.00	>20	>50	0.00

The development of meristematic tissues was noted directly after 12th week of culture on leaf tissues or on the micro callus formed on the cut surfaces of the leaf explants into shoots. The results from the 8th week showed the same trend that continued until 12th week. Treatments 3, 8, and 9 yielded the highest shoot counts per explant values at this stage of the experiment (with induction of  $5.03 \pm 1.21$ ,  $4.32 \pm 0.14$ , and  $4.28 \pm 0.18$  shoots per explant). Instead of intensive and compact mass shoot multiplication at high BAP doses, it was found preferable to use GA<sub>3</sub>-supplemented and balance BAP: NAA ratios in terms of kalanchoe shoot induction. Kaviani et al. (2014) also reported that the MS medium amended with  $1.0 \text{ mg L}^{-1}$  BA +  $1.0 \text{ mg L}^{-1}$  NAA provided the highest shoot induction and healthy shoot development for *in vitro* propagation in *K. blossfeldiana* plants, achieving 7.012 cm in height, 4.516 internode counts, and 8.860 root counts. The highest shoot induction with 5.886 shoots was also recorded in this treatment. Figures 4a, b, and c present some views of regeneration from *K. blossfeldiana* explants in this study with BAP, NAA, and GA<sub>3</sub>-amended MS medium.



**Figure 4.** Microscopic images of the development of left over leaf explants after the 8th week of culture on treatment 1 (a), 2 (b) and 3 (c) in which NAA using  $0.5 \text{ mg L}^{-1}$ . Bar = 4 a, c= 0.5 cm, Fig 4b=300  $\mu\text{m}$ .

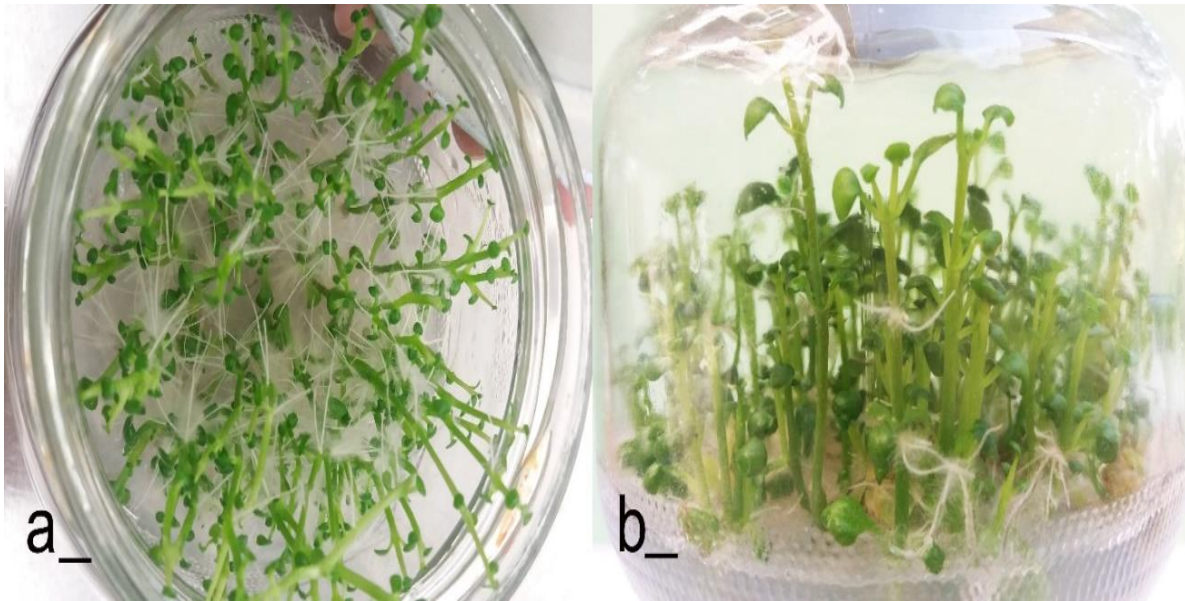
Culturing leaf explants in TDZ-containing culture treatments led to cluster-like shoot differentiation from the 8th week of culture. No rooting occurred in  $0.1$ ,  $0.2$ , and  $0.5 \text{ mg L}^{-1}$  TDZ amended medium with low-dose NAA. TDZ, exhibited a strong effect, inducing 20 fold shoots even at the lowest dose in the initial count and more compared to 50-fold shoots after the 12th-week counts. A significant portion of these shoots were noted at the meristem stage, many of them were smaller compared to  $0.5 \text{ mm}$  and were induced in clusters. Therefore, it was not possible to provide a precise count. Indeed, Frello et al. (2002), used 12 species, including different *Kalanchoe* species such as *K. beharensis*, *K. manginii*, *K. pumila*, *K. serrata*, *K. tomentosa*, and other plant species from the *Crassulaceae* family, inducing over 50 ( $\geq 50$ ) shoots in their experiments and they could not precisely determine the number of induced shoots.

When considering tissue culture establishment from *Kalanchoe* leaf explants, the use of TDZ in terms of tissue response and shoot differentiation was undeniably more effective compared to the use of BAP and NAA. However, the decision should be made according to preference for selection at the subculturing stage is desired. Sanikhani et al. (2006) used different TDZ dosages, in addition to BAP and NAA combinations, for the purpose of regeneration from *Kalanchoe* explants. Among the TDZ quantities tested at doses ranging  $0$  to  $15 \text{ mg L}^{-1}$ , it has been observed that a dose of  $0.1 \text{ mg L}^{-1}$  TDZ provided sufficient shoot differentiation on leaf and nodal explants,



TDZ facilitated higher meristematic tissue formation compared to BAP and NAA in combination. These findings are in line with our study. Nieves et al. (2016) also examined the use of BAP and TDZ, either singly or in combination with paclobutrazol, in nodal explants of the white-flowering *Kalanchoe* variety. Bhuiyan et al. (2006) achieved a 100% shoot induction percentage and a count of 9.5 shoots per explant on MS medium amended with  $1.0 \text{ mg L}^{-1}$  BAP +  $0.4 \text{ mg L}^{-1}$  IAA. The researchers reported that, they induced high number of short and clustered shoots on TDZ-containing cultures. Shoots below 5 mm were too small to count, and thus were expressed with approximate evaluations, such as "over 50". These researchers have also indicated that TDZ is a more effective regeneration stimulant compared to BAP (Mok et al., 1987; Huettelman and Preece, 1993). Dense, bushy shoot regeneration from explants of various plant species with the addition of TDZ has been reported in other studies (Bates et al., 1992; Murthy et al., 1998; Frello et al., 2002; Majumder et al. 2023).

An average of  $84.52 \pm 24.21$  adventitious shoots was obtained from each shoot transferred to the MS medium amended with  $+ 0.3 \text{ mg L}^{-1}$   $\text{GA}_3$  +  $0.3 \text{ mg L}^{-1}$  BAP. These shoots were transferred to a maturation medium to ensure their transformation into a healthier and stronger plants before the rooting stage. Figure 5 shows the transfer of explants to an MS nutrient medium containing  $0.2 \text{ mg L}^{-1}$   $\text{GA}_3$  at the proliferation stage. Elongation and maturation of the shoots was noted during incubation on  $1/2 \times$ MS medium amended with  $0.2 \text{ mg L}^{-1}$   $\text{GA}_3$ . This facilitated induction of healthy, robust root on plants with formation of  $4.62 \pm 0.39$  shoots per explant. These shoots were further transferred to glass tubes to boost their growth (Figure 6) and plastic pots to prepare them for trade.



**Figure 5.** *K. blossfeldiana* shoots transferred to the (a) curing and (b) vegetative maturity stage on  $1/2$  MS medium amended with  $0.2 \text{ mg L}^{-1}$   $\text{GA}_3$  induced shoots.



**Figure 6.** *K. blossfeldiana* plantlets transferred to the glass tubes for the curing. Bar = 1 cm.

## CONCLUSION

The experiments were carried out to find the effects of different growth regulator combinations in half and full-strength MS medium to micro-propagate and root *K. blossfeldiana*. Leaf explants are a suitable explant source for *in vitro* propagation. Adding GA<sub>3</sub> to the medium created a significant difference in the number of shoots. The use of TDZ singly (0.1, 0.2, 0.5 mg L<sup>-1</sup>) or in combination with NAA (0.1 mg L<sup>-1</sup>) resulted in immeasurable levels of meristematic shoot tip differentiation from leaf explants shown in clusters depending on the objective of the study (regeneration for genetic transformation, mutation regeneration, etc.).

**Conflicts of Interests:** There are no conflicts of interests of the authors.

### Author's contributions

All authors contributed significantly to this work. **RB:** Methodology, writing—original draft preparation; **ŞŞE** and **RY:** Conceptualization, review and editing, supervision.

**Funding's:** This research did not receive any specific funding.

## AUTHOR ORCID NUMBERS

Rahma BEJAOU:  <https://orcid.org/0000-0002-1269-8560>

Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU:  <https://orcid.org/0000-0002-3851-466X>

Ruhsar YANMAZ:  <https://orcid.org/0000-0002-4491-4037>

## REFERENCES

- Aasim, M., Ali, S. A., Altaf, M. T., Ali, A., Nadeem, M. A., and Baloch, F. S. (2023). Artificial neural network and decision tree facilitated prediction and validation of cytokinin-auxin induced *in vitro* organogenesis of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 153(3), 611-624.
- Bates, S. Preece, J.E., Navarrete, N.E., Van Sambeek, J.W. and Gaffney, G.R 1992. Thidiazuron stimulates shoot organogenesis and somatic embryogenesis in white ash (*Fraxinus americana* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*; 31, (21-29).
- Bhuiyan, M.S.U., Kim, T., In, J. G., Yang, D. C. and Choi, K. S. 2006. Plant regeneration from leaf explants of *Kalanchoe daigremontiana* Hamet & Perrier. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 14(5), 293-298.

- Bejaoui, R. 2022. Micropropagation of *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln. under *in vitro* conditions. Ankara University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Horticulture, PhD Thesis, (103p), Ankara (in Turkish).
- Bejaoui, R., Gümüş, C., Sönmez, K., Kırbay, E. and Ellialtıoğlu, Ő. Ő. 2023 a. The effects of different PGR contents on *in vitro* organogenesis and shoot proliferation in kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelln.). In: 11th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development, 03-05 March 2023, Muş Alparslan University, Muş – Türkiye. Conference Proceedings Book (Eds: Karadađ, Y., Seydoőođlu, S.). pp: 995-1010. ISBN:978-625-7720-91-5.
- Bejaoui, R., Özdemir, G. E., Ellialtıoğlu and Ő. Ő. 2023 b. Doku költürü tekniğiyle çoğaltılan *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln. sürgünlerinin *in vitro* veya *ex vitro* köklendirilmesi ve dış koşullara alıőtırılması. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 10(4), 843-853.
- Chen, S., Xiong, Y., Yu, X., Pang, J., Zhang, T., Wu, K. and Ma, G. 2020. Adventitious shoot organogenesis from leaf explants of *Portulaca pilosa* L. Scientific Reports, 10(1), 3675.
- Corredoira, E., Ballester, A., Vieitez, A.M. 2008. Thidiazuron-induced high-frequency plant regeneration from leaf explants of *Paulownia tomentosa* mature trees. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 95, 197-208.
- CPVO, 2017. <http://cpvo.europa.eu>. Accessed on: 12.04.2017.
- Descoings, B. 2006. Le genre *Kalanchoe* (Crassulaceae): structure et définition. Le Journal de Botanique ; 33(1), (3-28).
- Deng, Q., Zhang, Y. and Wang, C. 2005. Study on *in vitro* propagation of *Kalanchoe blossfeldiana*. Journal of Sichuan Agricultural University, 23(2), 195.
- Dinani, E.T., Shukla, M.R., Turi, C.E., Sullivan, J.A. and Saxena, P.K. 2018. Thidiazuron: modulator of morphogenesis *in vitro*. Thidiazuron: from urea derivative to plant growth regulator, 1-36.
- Frello, S., Venerus, E. and Serek, M. 2002. Regeneration of various species of Crassulaceae, with special reference to *Kalanchoe*. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 77(2), 204-208.
- Gaba, V.P. 2000. Plant growth regulators in plant tissue culture and development, In: Robert N T, Dennis J G (eds) Plant development and biotechnology, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp 87-99.
- Gaspar, T., Kevers, C., Penel, C., Greppin, H., Reid, D.M. and Thorpe, T. A. 1996. Plant hormones and plant growth regulators in plant tissue culture. *In vitro* Cellular & Developmental Biology-Plant, 32, 272-289.
- Giridhar, P., Vaddadi, S., Matam, P. and Shreelakshmi, S.V. 2018. TDZ induced diverse *In vitro* responses in some economically important plants. Thidiazuron: From urea derivative to plant growth regulator, 329-341.
- Guo, B., Abbasi, B.H., Zeb, A., Xu, L.L. and Wei, Y.H. 2011. Thidiazuron: a multi-dimensional plant growth regulator. African Journal of Biotechnology, 10(45), 8984-9000.
- Huang, H., Wei, Y., Zhai, Y., Ouyang, K., Chen, X. and Bai, L. 2020. High frequency regeneration of plants via callus-mediated organogenesis from cotyledon and hypocotyl cultures in a multipurpose tropical tree (*Neolamarkia cadamba*). Scientific Reports, 10(1), 4558.
- Huetteman, C.A. and Preece, J. E. 1993. Thidiazuron: a potent cytokinin for woody plant tissue culture. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 33, 105-119.
- Kahraman, M.U. and Boyacı, H.F. 2021. Kalanőo. in: Sūs Bitkileri Islahı Cilt II: Türler. Kazaz S, Yalçın Mendi Y (Eds.). 6, 241-284.
- Kahraman, M.U., Mendi, Y.Y., Karabıyık, Ő., Lütken, H.V. and Favero, B.T. 2022. *Kalanchoe* breeding: past, present and future. Ornamental Horticulture, 28, 19-35.
- Kaviani, B., Hashemabadi, D. and Kordi, M. 2014. The effect of different concentrations of plant growth regulators on micropropagation of *Kalanchoe blossfeldiana* cv. White. Journal of Ornamental Plants, 4(2), 101-106.
- Kökpınar, Ő., Kantođlu, K.Y. and Ellialtıoğlu, Ő. Ő. 2021. Bitkilerde mutagen uygulamaları ile genetik çeşitliliğin artırılması ve sebze islahında kullanımı. In : Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler – I, Cengizler I, Duman S (Eds), Chapter 22:341-362, Gece Publishing, Ankara.
- Liu, H. 2010. High propagation and tissue culture system and outside-tube rooting technology of *Kalanchoe blossfeldiana*. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 12.
- Love, J. W. 1980. *Kalanchoe*; In: Introduction to Floriculture; Academic Press; pp 409-434.
- Luo, Y., Tang, H., Deng, T. and Zheng, C. 2009. Research on the rapid propagation of longevity flower and the flowering of test tube seedlings. Anhui Agricultural Sciences; 6.
- Lütken, H., Laura, M., Borghi, C., Ørgaard, M., Allavena, A. and Rasmussen, S.K. 2011. Expression of KxhKN4 and KxhKN5 genes in *Kalanchoe blossfeldiana* ‘Molly’ results in novel compact plant phenotypes: towards a cisgenesis alternative to growth retardants. Plant cell reports, 30, 2267-2279.
- Mackenzie, K. K., Lütken, H., Coelho, L. L., Kaaber, M.D., Hegelund, J. N. and Müller, R. 2018. *Kalanchoe*; In: Ornamental Crops, pp 453-479.



- Majumder, A., Roychowdhury, D. And Ray, S. 2023. Biotechnological approaches for ex situ conservation of medicinal plants. *Medicinal Plants: Biodiversity, Biotechnology and Conservation*, 729-800.
- Mok, M.C., Mok, D. W., Turner, J. E. and Mujer, C. V. 1987. Biological and biochemical effects of cytokinin-active phenylurea derivatives in tissue culture systems. *HortScience*, 22(6), 1194-1197.
- Murashige, T. and Skoog, F. (1962) A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*; 15(3), (473-497).
- Murthy, B.N.S., Murch, S.J. and Saxena, P.K. 1998. Thidiazuron: a potent regulator of in vitro plant morphogenesis. *In vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 34, 267-275.
- Nieves, M. C., Aspuria, E. T. and Tayangona, M. A. D. 2016. Growth responses of in vitro-derived nodal sections of *Kalanchoe blossfeldiana* Poellnitz as influenced by benzylaminopurine, thidiazuron and paclobutrazol. *Asia life sciences*, 25(1):207-220.
- Pierik, R. L. M. 1997. *In vitro culture of higher plants*. Springer science & business media. B.V., Dordrecht, Netherlands ,348.
- Podwyszyńska, M., Orlikowska, T., Trojak-Goluch, A. and Wojtania, A. 2022. Application and improvement of in vitro culture systems for commercial production of ornamental, fruit, and industrial plants in Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 91(1):914.
- Sanikhani, M., Frello, S. and Serek, M. 2006. TDZ induces shoot regeneration in various *Kalanchoë blossfeldiana* Poelln. cultivars in the absence of auxin. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 85(1), 75–82.
- Sevimay, C. S., Khawar, K. M. and Yuzbasioglu, E. 2005. Adventitious shoot regeneration from different explants of wild lentil (*Lens culinaris* subsp. *orientalis*). *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 19(2), 46-49.
- Snedecor, G. W. and Cochran, W. G. 1967. *Statistical methods* 6th edition , Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Xinzheng, S., Li, Q. and Liang, M. 2006. Research on tissue culture and rapid propagation technology of white-flowered longevity flower. *Chinese Agricultural Science Bulletin*; 03:39-42.
- Xue, J., Hua, N., Shi-Suli, S. and Zhang, L. 2019. Culture of longevity flower virus-free seedlings based on in vitro model system and flowering in bottles. *Molecular Plant Breeding* 14: 4733-4738.
- Zheng, X., Liu, J. and Yuan, Y.J. 2013. Research on pink-flowered longevity flowers in vitro. *Journal of Shanghai Agricultural Sciences*; 04: 72-74.

## Arı sütü ve Arı Polenini İlaveli Kefirlerin Fizikokimyasal, Mikrobiyal ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi

Gülden KOÇAK\* , Alpaslan KOÇAK 

Bingöl Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Bingöl, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: [gkocak@bingol.edu.tr](mailto:gkocak@bingol.edu.tr)

**Geliş Tarihi: 09.09.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 30.09.2024 Kabul Tarihi: 30.09.2024**

### ÖZ

Bu çalışmada inek sütüne, %0.6 arı sütü ve %0.8 arı poleni ilave edilerek üretilen iki farklı kefir örneği 14 gün süre ile depolanmış, bu arı ürünlerinin kefirin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerindeki zamana bağlı etkileri araştırılmıştır. Arı sütü ve poleni ile üretilen kefir örneklerinde kuru madde, yağ ve protein miktarlarında kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.05$ ) bir artış olduğu bulunmuştur. Tüm örneklerde depolama zamanı arttıkça, pH değerinde düşüş olduğu görülmüştür. En düşük pH ve en yüksek titrasyon asitliği değeri, depolamanın 14. gününde arı poleni eklenmiş örnekte ölçülmüştür. Mikrobiyolojik analizlerde, *Lactobacillus* ssp., *Lactococcus* ssp. ve maya sayıları hesaplanmış ve tüm örneklerde depolama zamanına bağlı azaldığı görülmüştür. Örnekler arası mikrobiyolojik sayı farkının, istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.05$ ) olduğu belirlenmiştir. Duyusal analizlerde arı poleni ilaveli kefir tüm parametrelerde en yüksek puanı almıştır. Tüm duyusal testlerde, örnekler arasındaki farkın önemli ( $p < 0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kefir, arı sütü, arı poleni

## Physicochemical, Microbiological and Sensory Properties of Kefir Drinks with Added Royal Jelly and Bee Pollen

### ABSTRACT

In this study, kefir drinks produced by adding 0.6% royal jelly and %0.8 bee pollen to cow milk were stored for 14 days, and their physicochemical, microbiological and sensory properties were monitored during storage. Addition of royal jelly and bee pollen significantly increased ( $p < 0.05$ ) the content of dry matter, fat and protein statistically compared to the control group. It was observed that the pH value decreased during storage in all samples. The lowest pH and highest titratable acidity values were measured in the pollen added sample on the 14<sup>th</sup> day of storage. In microbiological analyses, *Lactobacillus* ssp., *Lactococcus* ssp. and yeast were counted and a decrease due to storage time was determined in all samples. The difference in microbiological counts between samples is statistically significant ( $p < 0.05$ ). The bee pollen added kefir was received the highest score in total. It was determined that the difference between the samples was significant ( $p < 0.05$ ) in all sensory tests.

**Key words:** Kefir, royal jelly, bee pollen

### GİRİŞ

Kefir dünyada en çok bilinen ve tüketilen fermente süt ürünlerinden biridir. Probiyotik özellikler taşıyan kefir az miktarda alkol içeren (hacimce %2'den az) kıvamlı, tadı ekşimsi, hafif gazlı bir süt içeceğidir (Açık ve ark., 2020). Sağlık açısından yararlarına ilişkin araştırmaların sayısı arttıkça kefir daha popüler hale gelmektedir. Bugüne kadar kefirin, plazma glukozunun kontrolünde yer aldığı (Teruya ve ark., 2002),

antibakteriyel (Rodrigues ve ark., 2005), antihipertansif (Maeda ve ark., 2004), antimutajenik (Liu ve ark., 2005), immunomodilatör ve antiinflamatuvar etki (Lee ve ark., 2007) ile antikanserojen (Rizk ve ark., 2019), antialerjik (Hong ve ark., 2010) ve antioksidatif aktivite (Teruya ve ark., 2013) gösterdiğine dair bir çok çalışma literatürde mevcuttur.

Arı ürünleri, zengin besin içeriği ve yüksek biyoaktif bileşenleri ile hemen hemen tüm fonksiyonel gıdalarda bulunabilen birçok biyokimyasal bileşeni içerir. Bal, polen, arı ekmeği (perga), arı sütü, apilarnil ve propolis biyolojik öneme sahip arı ürünleridir.

Arı sütü; 5-15 günlük genç işçi arıların başlarındaki salgı bezlerinden salgılanan, bal arısı larvalarının diyetinin önemli kısmını oluşturan, besin değeri oldukça yüksek, hafif bej ve sarımsı renge sahip, pelte kıvamında, hafif acıtırak bir arı ürünüdür (Moritz ve Southwick, 1992). Arı sütü; proteinler, yağlar, şekerler, vitamin ve mineral bakımından oldukça zengindir (Yücel ve ark., 2017) Arı sütünün MCF-7 meme kanseri hücrelerinin östradiol kaynaklı hücre proliferasyonunu inhibe ettiği bildirilmiştir (Nakaya ve ark., 2007). Ayrıca arı sütü, insülin benzeri biyolojik aktiviteye sahip olmakla beraber (Kramer ve ark., 1977) anti-hiperkolesterolemik (Guo ve ark., 2007) ve hipotansif (Tokunaga ve ark., 2004) gibi çeşitli etkilere de sahiptir. Cinsel işlev bozukluklarında düzenleyici etkileri olduğu (Gaspar ve Seres, 2022) bildirilmiştir.

Arı poleni arıların bitkilerden anterleriyle topladıkları polenleri tükürük salgısı ile karıştırıp yapışkanlık kazandırarak oluşturduğu ve bal arılarının yavru ve gençlik dönemlerinde organlarının gelişmesi için gerekli olan protein, lipit, steroidler, vitamin ve mikro elementleri sağlayan önemli bir besin maddesidir (Kornosinska-Vashev ve ark., 2015). Polen tanelerinin toplandığı bitkinin türüne, habitatının topografik, fitocoğrafik ve iklimik özelliklerine bağlı olarak farklı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler gösterdiği tespit edilmiştir (Yücel ve ark., 2017). Farklı bitki türlerine ait polen tanelerinde; temel kimyasal maddeler grubundan enzimler, koenzimler, steroidler ve vitaminler ve bunların yanı sıra aminoasitler, karbonhidratlar, lipitler, yağ asitleri ve fenolik bileşikler gibi 200'den fazla madde ihtiva ettiği tespit edilmiştir (Yücel ve ark., 2017). Arı polenin hipoglisemik (Samochowiec ve Wojcicki, 1981), detoksifiye (Eraslan ve ark., 2009), antimikrobiyal, antioksidatif, antikanserojen (Pascoal ve ark., 2014), antiinflamatuvar (Choi, 2007) ve bağışıklık düzenleyici etki (Denisow ve Denisow-Pietrzyk, 2016) gösterdiği bildirilmiştir.

Literatürde arı ürünlerinin çeşitli fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılmasıyla ilgili çalışmalar vardır (Metry ve Owayss, 2009; Yerlikaya, 2014; Atallah, 2016; Bengi ve ark., 2023). Ancak arı sütü ve polenin kefirin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizleri üzerine yapılan bu türlü bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma; kefire doğal, besleyici ve insan sağlığı açısından faydaları olduğu belirlenmiş arı sütü ve arı poleni ekleyerek, yeni süt ürünleri elde etmek ve bu arı ürünlerinin kefirin bazı kalite özellikleri ve soğuk depolama sırasındaki etkilerini tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Taze inek sütü Bingöl'de bulunan yerel bir marketten temin edilmiştir. Kefir kültürü (Danem) Bingöl'de lokal marketten, arı poleni Bingöl Üniversitesi Arı Ürünleri Merkezinden ve arı sütü Bingöl'de yerel bir marketten temin edilmiş ve kullanıma kadar -16°C'de muhafaza edilmiştir.

### Yöntem

#### Kefir üretimi

Kefir üretiminde kullanılan inek sütü pastörize edilmiştir. Soğutulan süt her birinde 500 ml olacak şekilde steril üç cam kaba ayrılmış ve A, B ve C olarak kodlanmıştır. Kefir kültürü üreticinin tavsiyesine göre, arı poleni ve arı sütü ise literatür kaynaklarına göre (Atallah, 2016) aşağıdaki şekilde A, B ve C örneklerine eklenmiştir.

- A: 0.75 g kefir mayası (kontrol)
- B: 0.75 g kefir mayası + %0.8 arı poleni
- C: 0.75 g kefir mayası + %0.6 arı sütü

B ve C örnekleri 3 ayrı cam şişeye bölünerek muhafaza edilmiştir. Örnekler 25°C'de 30-32 saat karanlıkta bekletilmiştir. Hazırlanan kefir örnekleri +4°C'de muhafaza edilmiş ve bazı fizikokimyasal analizler depolamanın 1. gününden örnek alınarak, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizler ise depolamanın 1., 7. ve 14. günlerden örnek alınarak gerçekleştirilmiştir.

#### Fizikokimyasal analizler

Kuru madde analizi depolamanın 1. gününde AOAC'de belirtilen metoda uygun olarak yapılmıştır (AOAC, 1997). Yağ miktarı VELP Scientifica SER 148 Solvent Extractor cihazı ile analiz edilmiştir. Protein miktarı Hızlı Azot Tayin Sistemi Gerhardt Dumatherm cihazı ile analiz edilmiştir. Kefir örneklerinin pH ölçümünde Hanna

marka pH metre kullanılmıştır. Titrasyon asitliği AOAC'de belirtilen metoda uygun olarak yapılmıştır (AOAC, 1997). Analizler Bingöl Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında yapılmıştır.

### Mikrobiyolojik analizler

*Lactobacillus* ssp. sayımı için MRS agar (Merck KGaA, Germany) kullanılmıştır. Mikroaerofilik koşullar altında 30°C'de 2 gün inkübe edilmiş ve spesifik kolonilerin sayımı yapılmıştır *Lactococcus* ssp. sayımı için M17 agar (Merck KGaA, Germany) kullanılmıştır. 32°C'de aerobik koşullarda 2 gün inkübe edilmiş ve *Lactococcus* ssp. sayımı gerçekleştirilmiştir (Irigoyen ve ark., 2005). Maya sayımı için besi yeri olarak Yeast extract glucose chloramphenicol (YGC) agar (Merck KGaA, Germany) kullanılmıştır. Aseptik koşullarda dilüsyonları hazırlanan kefir örneklerinde yayma plak yöntemi kullanılarak ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan petrilere 25°C'de 4 gün inkübe edilmiş, gelişen kolonilerin sayımı yapılmıştır (Karaolis ve ark., 2013).

### Duyusal analizler

Duyusal analizler renk, tat, kıvam ve koku özellikleri bakımından 20 kişiden oluşan eğitilmemiş panelistler tarafından değerlendirilmiştir. Panelistler 18-50 yaş aralığında 10 kadın ve 10 erkekten oluşmuştur. Örnekler 1 ila 9 puan arasında değerlendirilmiştir (1: asla beğenmedim, 2: beğendim, 3: orta düzeyde beğenmedim, 4, hafif beğenmedim, 5: ne beğendim ne beğenmedim, 6: orta düzeyde beğendim, 7: az beğendim, 8:beğendim 9: çok beğendim) (Meilgaard ve ark., 1999).

### İstatistiksel değerlendirme

İstatistiksel analizler örnekler arasındaki farklılıkların ve 14 günlük depolama süresinin örnekler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla Graphpad tek yönlü varyans analizi (One-way Anova) ile hesaplanmıştır. Tukey's çoklu karşılaştırma testine göre  $p < 0.05$  değeri istatistiksel olarak önemli kabul edilmiştir. Analizler 2 tekrarlı olarak yapılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Kefir örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Kefir örneklerinin kuru madde, yağ, azot ve protein analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Bu sonuçlar incelendiğinde örnekler için kuru madde değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Kefir örneklerindeki kuru madde miktarı kontrol grubunda %11.91'dir. Türkiye'de yerel marketlerden alınan altı farklı kefir örneğinin kuru madde oranlarının %9.49-%11.97 aralığında değiştiği rapor edilmiştir (Gürsoy ve ark., 2020). Literatürlerdeki bu veriler ile kıyaslandığında çalışmamızda kontrol grubu olarak analiz edilen kefirde bulunan kuru madde miktarının uyumlu olduğu görülmektedir. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2022/44)'de belirtilen ürün özelliklerine göre, kefirde bulunması gereken yağ oranı, en fazla %10 ve protein miktarı en az %2.7 olmalıdır (Anonymous, 2022). Ticari kefirler kullanılarak yapılan bir çalışmada yağ miktarının %2.5-%3.0 ve protein miktarının %2.30-%3.44 arasında değiştiği gösterilmiştir (Gürsoy ve ark., 2020). Başka bir çalışmada ticari kefir içeceklerinde yağ oranı %0.55-%2.90 arasında tespit edilmiştir (Ünal ve ark., 2020). Çalıştığımız örneklerde en az yağ (%1.21) ve protein miktarı (%1.41) kontrol grubunda (A) ölçülmüştür ve örnekler için tüm değerler istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Bu sonuçların Türk Gıda Kodeksi'ne uygun olmadığı görülse de literatürdeki ticari kefirler ile yapılan çalışmaların yağ sonuçları ile uyumludur. Arı poleni (B) ve arı sütü (C) eklenen kefir örneklerinde ise sırasıyla yağ miktarları %4.10 ve %2.08 ve protein miktarları %5.11 ve %4.3 bulunmuştur. Yağ ve protein miktarlarındaki bu artışın arı poleni ve arı sütündeki yüksek yağ ve protein içeriğinden kaynaklandığı öngörülmektedir.

Çizelge1. Depolamanın 1. gününde kefir örneklerinin kuru madde, yağ, azot ve protein içerikleri

Örnek kodu	Kuru madde (%)	Yağ (%)	Yağ (% kuru madde)	Azot (%)	Azot (% kuru madde)	Protein (%)	Protein (%kuru madde)
A	11.91±1.76 <sup>a</sup>	1.21±1.76 <sup>a</sup>	10.19±9.80 <sup>a</sup>	0.45±0.22 <sup>a</sup>	3.79±1.13 <sup>a</sup>	1.41±3.11 <sup>a</sup>	24.22±8.48 <sup>a</sup>
B	14.92±1.69 <sup>b</sup>	4.10±2.31 <sup>b</sup>	27.66±12.0 <sup>b</sup>	0.80±0.25 <sup>bc</sup>	5.37±0.98 <sup>b</sup>	5.11±2.12 <sup>b</sup>	34.27±7.07 <sup>b</sup>
C	14.45±1.06 <sup>c</sup>	2.08±0.53 <sup>c</sup>	14.46±4.24 <sup>c</sup>	0.63±0.01 <sup>ac</sup>	4.83±0.67 <sup>c</sup>	4.3±0.98 <sup>c</sup>	30.83±1.41 <sup>c</sup>

A: Kontrol, B: %0.8 arı poleni içeren kefir örneği, C: %0.6 arı sütü içeren kefir örneği

Aynı sütunda farklı küçük harfler ile ifade edilen değerler arasındaki fark  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir.

**Kefir örneklerinin pH ve titrasyon asitliği analiz sonuçları**

Kefir örneklerinin pH ve titrasyon asitliği sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde örneklere ait pH ve titrasyon asitliği değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Örneklerin depolama süresince pH değeri 3.86-4.56 ve titrasyon asitliği değeri %0.49-%1.03 arasında değişmektedir. Bütün örneklerde depolama süresince pH değerinin düştüğü ve titrasyon asitliği değerinin yükseldiği görülmektedir. En düşük pH ve en yüksek titrasyon asitliği değerinin depolamanın 14. gününde arı poleni ilave edilmiş kefir örneğinde olduğu tespit edilmiştir. Ulusal marketlerde satılan ticari kefirler ile yapılan bir araştırmada pH değerinin 3.86-4.06, titrasyon asitliğinin ise %0.71-%0.93 arasında değiştiği rapor etmiştir (Gürsoy ve ark., 2020). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne (2022/44) göre kefir içeceklerinin titrasyon asitliği en az %0.6 olmalıdır. Bu çalışmada üretilen kefir örneklerinden kontrolün (A) 1. gün ölçüm sonucunun uyumlu olmadığı, diğerlerinin ise ulusal kodeks limiti ile uyumlu olduğu bulunmuştur.

Çizelge 2. Kefir örneklerinin pH ve titrasyon asitliği analiz sonuçları

**2A. pH değerleri**

Örnek kodu	1.gün	7.gün	14.gün
A	4.56±0.33 <sup>aA</sup>	3.96±0.02 <sup>bcAC</sup>	3.95±0.04 <sup>cAC</sup>
B	4.07±0.35 <sup>aBC</sup>	3.87±0.09 <sup>bcAB</sup>	3.86±0.08 <sup>cb</sup>
C	4.35±0.04 <sup>aC</sup>	3.99±0.07 <sup>bcC</sup>	3.96±0.05 <sup>cC</sup>

**2B. Titrasyon asitliği değerleri**

Örnek kodu	1.gün	7.gün	14.gün
A	0.49±0.18 <sup>aA</sup>	0.81±0.05 <sup>bcAC</sup>	0.85±0.05 <sup>cAC</sup>
B	0.74±0.16 <sup>aBC</sup>	0.99±0.19 <sup>bcB</sup>	1.03±0.19 <sup>cb</sup>
C	0.63±0.01 <sup>aC</sup>	0.76±0.12 <sup>bcC</sup>	0.81±0.11 <sup>cC</sup>

A: Kontrol, B: %0.8 arı poleni içeren kefir örneği, C: %0.6 arı sütü içeren kefir örneği

Aynı satırda farklı küçük harfler ile ifade edilen değerler arasındaki fark  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir. Aynı sütunda farklı büyük harfler ile ifade edilen değerler arasındaki fark  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir

**Mikrobiyolojik analiz sonuçları**

Çizelge 3'de kefir örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları verilmiştir. Çalışılan örneklere dair mikrobiyal sayım değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. *Lactobacillus* ssp. ve *Lactococcus* ssp. sayısı, en yüksek depolamanın 1. gününde kontrol (A) örneğinde sırasıyla 8.40 log kob/ml ve 8.67 log kob/ml, en düşük ise depolamanın 14. gününde arı poleni eklenmiş kefir (B) örneğinde sırasıyla 7.57 log kob/ml ve 7.45 log kob/ml olarak hesaplanmıştır. Her 3 örnekte de en yüksek maya sayısı depolamanın 1. gününde, en düşük maya sayısı ise 14. gününde sayılmıştır. En yüksek maya sayısı A örneğinde 2.92 log kob/ml iken en düşük maya sayısı B örneğinde 2.02 log kob/ml olarak belirlenmiştir. Ticari kefirler ile yapılan bir araştırmada *Lactobacillus* sayılarının 1 log kob/mL ile 8.77 log kob/mL arasında değiştiği ifade edilmiştir (Çetinkaya ve Muş, 2012). Taş ve ark. (2014), inek sütü kullanarak Danem'den elde ettikleri daneler ile ürettikleri kefirde, *Lactobacillus* spp. sayısı 8.99±0.08 log kob/ml, *Lactococcus* spp. sayısı 9.04±0.03 log kob/ml ve toplam maya sayısı 2.00±0.06 log kob/ml olarak tespit etmişlerdir. Kodekse göre ise kefir en az 7 log kob/mL spesifik mikroorganizma ve 3 log kob/ml maya içermelidir. Bu çalışma sonuçlarının spesifik mikroorganizma sayısı bakımından kodekse ve literatüre uyumlu olduğu ancak maya sayısı bakımından kodekse uymadığı görülmektedir. Depolama süresi arttıkça mikroorganizma sayısındaki azalmanın ürün içerisinde artan asit seviyesine bağlı olduğu düşünülmektedir. Nitekim en düşük mikrobiyal sayım sonucu en düşük pH ölçümü alınan depolamanın 14. gününde %0.8 arı poleni içeren B örneğinde belirlenmiştir.

Çizelge 3. Kefir örneklerinin mikrobiyal sayım sonuçları (log kob/ml)

**3A. *Lactobacillus* ssp.**

Örnek kodu	1.gün	7.gün	14.gün
A	8.40±0.04 <sup>aAC</sup>	8.27±0.09 <sup>bA</sup>	8.12±0.24 <sup>cAC</sup>
B	7.93±0.62 <sup>aB</sup>	7.62±0.67 <sup>bcB</sup>	7.57±0.44 <sup>cb</sup>
C	8.34±0.04 <sup>aC</sup>	8.20±0.24 <sup>bc</sup>	8.00±0.14 <sup>cC</sup>

**3B. *Lactococcus* ssp.**

Örnek kodu	1.gün	7.gün	14.gün
A	8.67±0.28 <sup>aA</sup>	8.45±0.21 <sup>bA</sup>	8.18±0.39 <sup>cAC</sup>
B	8.13±0.45 <sup>aB</sup>	7.97±0.51 <sup>bB</sup>	7.45±0.63 <sup>cB</sup>
C	8.45±0.07 <sup>aC</sup>	8.35±0.07 <sup>bC</sup>	8.10±0.28 <sup>cC</sup>

**3C. Maya**

Örnek kodu	1.gün	7.gün	14.gün
A	2.65±0.26 <sup>aA</sup>	2.62±0.33 <sup>bA</sup>	2.58±0.49 <sup>cA</sup>
B	2.25±0.31 <sup>aB</sup>	2.17±0.28 <sup>bB</sup>	2.02±0.32 <sup>cB</sup>
C	2.52±0.07 <sup>aC</sup>	2.36±0.02 <sup>bC</sup>	2.17±0.11 <sup>cC</sup>

A: Kontrol, B: %0.8 arı poleni içeren kefir örneği, C: %0.6 arı sütü içeren kefir örneği

Aynı satırda farklı küçük harfler ile ifade edilen değerler arasındaki fark  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir. Aynı sütunda farklı büyük harfler ile ifade edilen değerler arasındaki fark  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir

**Duyusal Analiz Değerlendirme**

Duyusal analiz değerlendirme sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Değerler arasındaki fark ( $p < 0.05$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur. Tüm duyu özellikleri bakımında en çok beğenilen kefir örneğinin arı poleni eklenmiş örnek (B) olduğu belirlenmiştir. Tat, kıvam ve koku analizlerinde de en düşük puanları arı sütü eklenmiş örnek (C) almıştır. Metry ve Owayss (2009) verilerinde %0.6 arı sütü ilave edilmiş yoğurtta depolama süresince duyu analizlerinde düşüş olduğu, ayrıca yoğurt aroması ve dokusunun, arı sütü içeren taze yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca daha fazla etkilendiği, ancak renk ve görünüm skorunda herhangi önemli bir farklılık görülmediği belirtilmiştir. Bu veriler bizim sonuçlarımız ile paralellik göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde örneklerin toplamda en yüksek puanı 1. günde aldıkları görülmektedir.

Çizelge 4. Kefir örneklerinin duyu analiz sonuçları

Örnek kodu	Depolama zamanı (gün)	Renk	Tat	Kıvam	Koku	Toplam
A	1.	7.80±0.28 <sup>a</sup>	7.25±0.17 <sup>a</sup>	8.45±0.21 <sup>a</sup>	7.40±0.56 <sup>a</sup>	7.73±0.25 <sup>a</sup>
	7.	7.75±0.21 <sup>ab</sup>	7.10±0.00 <sup>ab</sup>	8.20±0.14 <sup>b</sup>	7.40±0.56 <sup>a</sup>	7.61±0.08 <sup>b</sup>
	14.	7.40±0.28 <sup>c</sup>	6.55±0.77 <sup>c</sup>	8.15±0.21 <sup>c</sup>	6.40±0.84 <sup>c</sup>	7.13±0.59 <sup>c</sup>
B	1.	7.90±0.42 <sup>ad</sup>	8.10±1.41 <sup>ad</sup>	8.65±0.45 <sup>d</sup>	7.90±1.27 <sup>d</sup>	8.13±0.82 <sup>d</sup>
	7.	7.90±0.42 <sup>ad</sup>	8.10±1.41 <sup>ad</sup>	8.70±0.56 <sup>de</sup>	7.80±1.13 <sup>e</sup>	8.13±0.82 <sup>de</sup>
	14.	7.60±0.00 <sup>be</sup>	7.15±0.10 <sup>ab</sup>	8.45±0.21 <sup>af</sup>	7.00±0.00 <sup>f</sup>	7.55±0.00 <sup>f</sup>
C	1.	7.60±0.00 <sup>be</sup>	6.80±0.35 <sup>e</sup>	8.30±0.00 <sup>g</sup>	6.60±0.56 <sup>g</sup>	7.33±0.31 <sup>g</sup>
	7.	7.40±0.28 <sup>cf</sup>	6.60±0.70 <sup>cf</sup>	8.10±0.21 <sup>ch</sup>	6.40±0.84 <sup>ch</sup>	7.13±0.59 <sup>ch</sup>
	14.	7.20±0.56 <sup>g</sup>	6.50±0.84 <sup>cf</sup>	8.00±0.42 <sup>i</sup>	6.00±1.41 <sup>h</sup>	6.93±0.87 <sup>i</sup>

A: Kontrol, B: %0.8 arı poleni içeren kefir örneği, C: %0.6 arı sütü içeren kefir örneği. Aynı sütunda farklı küçük harfler ile ifade edilen değerler arasındaki fark  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir

**SONUÇ ve ÖNERİLER**

Sonuç olarak; her iki arı ürününün de kefirin kuru madde, yağ ve protein miktarlarında istatistiksel olarak önemli ölçüde artış ( $p < 0.05$ ) sağladığı görülmüştür. Arı sütü ve arı polenin kefirin yağ ve protein açısından besin değerini arttırdığı belirlenmiştir. Depolama süresi arttıkça özellikle arı polenin kefirin pH'ını diğer ürünlere kıyasla daha fazla düşürdüğü tespit edilmiştir. Tüm kefir ürünlerinde mikrobiyal analiz sonuçları literatür ile uyumlu çıkmıştır. Duyusal analizlerde arı poleni eklenmiş kefir örneğinin tüm duyu özellikleri bakımından en yüksek puanı aldığı belirlenmiştir. Depolamanın 7. gününden sonra pH'ın düşmesine bağlı mikrobiyal analiz sayımlarındaki ve duyu analizlerdeki azalma göz önüne alındığında kefir ürünlerinin +4°C'de 7 gün boyunca depolanabileceği belirlenmiştir. Ayrıca tüm parametreler göz önüne alındığında çalışmanın sonuçları bize %0.6 arı sütü ve %0.8 arı poleni eklenerek, fizikokimyasal, mikrobiyal ve duyu özellikleri bakımından kabul edilebilir kefir üretilebileceğini göstermiştir.

**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

Gülden KOÇAK  <https://orcid.org/0000-0002-3890-0579>

Alpaslan KOÇAK  <https://orcid.org/0000-0002-4581-9736>

## KAYNAKLAR

- Açık, M., Çakıroğlu, F.P., Altan, M., Baybo, T. 2020. Alternative source of probiotics for lactose and vegan individuals: sugary kefir. *Food Science and Technology*, 40 (3): 523-531.
- Anonymous. 2022. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği, Tebliğ No: 2022/44, Resmi Gazete: 30.11.2022, sayı 32029.
- AOAC. 1997. *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.*
- Atallah, A.A. 2016. The Production of Bio-yoghurt with Probiotic Bacteria, Royal Jelly and Bee Pollen Grains. *Journal of Nutrition and Food Sciences*, 6 (3): 1-7.
- Bengi, S., Gürsoy, O., Dal, H.Ö.G., Yılmaz, Y. 2023. Effect of propolis extract addition on some physicochemical, microbiological, and sensory properties of kefir drinks. *Food Science and Nutrition*, 11 (1): 7407-7417.
- Choi, E.M. 2007. Antinociceptive and antiinflammatory activities of pine (*Pinus densiflora*) pollen extract. *Phytotherapy Research*, 21 (5): 471-475.
- Çetinkaya, F., Muş, T.E. 2012. Determination of microbiological and chemical characteristics of kefir consumed in Bursa. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 59: 217-221.
- Denisow, B., Denisow-Pietrzyk, M. 2016. Biological and therapeutic properties of bee pollen: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96 (13): 4303-4309.
- Eraslan, G., Kanbur, M., Silici, S., Liman, B., Altinordulu, Ş., Sarıca, Z.S. 2009. Evaluation of protective effect of bee pollen against propoxur toxicity in rat. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72 (3): 931-937.
- Gaspar, R. ve Seres, A.B. 2022. Royal jelly and fertility. *Bee Products and Their Applications in the Food and Pharmaceutical Industries*, p. 201-219, Academic Press.
- Guo, H., Saiga, A., Sato, M., Miyazawa, I., Shibata, M., Takahata Y., Fumiki Morimatsu, F. 2007. Royal jelly supplementation improves lipoprotein metabolism in humans. *Journal of Nutritional Science Vitaminology*, 53 (4):345-8.
- Gürsoy, O., Kocatürk, K., Dal, H.Ö.G., Yakalı, H.N., Yılmaz, Y. 2020. Physicochemical and rheological properties of commercial kefir drinks. *Akademik Gıda*, 18 (4): 375-381.
- Hong, W.S., Chen, Y.P., Chen, M.J. 2010. The anti-allergic effect of kefir lactobacilli. *Journal of Food Science*, 75 (8): 244-253.
- Irigoyen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P., Ibanez, F.C. 2005. Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chemistry*, 90 (4): 613-620.
- Karaolis, C., Botsaris, G., Pantelides, I., Tsaltas, D. 2013. Potential application of *Saccharomyces boulardii* as a probiotic in goat's yoghurt: survival and organoleptic effects. *International Journal of Food Science & Technology*, 48 (7): 1445-1452.
- Komosinska-Vassev, K., Olczyk, P., Kafmierczak, J., Mencner, L., Olczyk, K. 2015. Bee pollen: Chemical composition and therapeutic application. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015 (1), 1-6.
- Kramer, K.J., Tager, H.S., Childs, C.N., Speirs, R.D. 1977. Insulin-like hypoglycemic and immunological activities in honeybee royal jelly. *Journal of Insect Physiology*, 23 (2): 293-295.
- Lee, M.Y., Ahn, K.S., Kwon, O.K., Kim, M.J., Kim, M.K., Lee, I.Y., Oh, S.R., Lee, H.K. 2007. Antiinflammatory and anti-allergic effects of kefir in a mouse asthma model. *Immunobiology*, 212 (8): 647-654.
- Liu, J.R., Chen, M.J., Lin, C.W. 2005. Antimutagenic and antioxidant properties of milk-kefir and soymilk-kefir. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (7): 2467-2474.
- Maeda, H., Zhu, X., Suzuki, S., Suzuki, K., Kitamura, S. 2004. Structural characterization and biological activities of an exopolysaccharide kefiran produced by *Lactobacillus kefiranofaciens* WT-2BT. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52 (17): 5533-5538.
- Meilgaard, M.C., Carr, B.T., Civille, G.V. 1999. Sensory Evaluation Techniques. In *Boca Raton, FL:CRC Pres, Inc.* (3rd ed.).

- Metry, W.A. ve Owayss, A.A. 2009. Influence of incorporating honey and royal jelly on the quality of yoghurt during storage. *Egyptian Journal of Food Science*, 37, 115-131.
- Moritz, R. F. A. ve Southwick, E. E. 1992. Bees a superorganisms. An evolutionary reality, first ed., Springer-Verlag, Berlin.
- Nakaya, M., Onda, H., Sasaki, K., Yukiyoishi, A., Tachibana, H., Yamada, K. 2007. Effect of royal jelly on bisphenol A-induced proliferation of human breast cancer cells. *Bioscience Biotechnology and Biochemisry*, 71 (1), 253-255.
- Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Feas, X., Estevinho, L.M. 2014. Biological activities of commercial bee pollens: antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and Chemical Toxicology*, 63, 233-239.
- Rizk, S., Maalouf, K., Baydoun, E. 2009. The antiproliferative effect of kefir cell-free fraction on HuT-102 malignant T lymphocytes. *Clinical Lymphoma and Myeloma*, 9 (3): 198-203.
- Rodrigues, K.L., Caputo, L.R., Carvalho, J.C., Evangelista, J., Schneedorf, J.M. 2005. Antimicrobial and healing activity of kefir and kefir extract. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 25 (5): 404-408.
- Samochowiec, L. ve Wojcicki, J. 1981. Effect of pollen on serum and liver lipids in rats fed on a high-lipid diet. *Herba Polonica*, 27, 333.
- Taş, T.K., İlay, E., Öker, A. 2014. Determination of some quality criteria of the kefir produced with molasses and plum. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 2 (2): 86-91.
- Teruya, K., Myojin-Maekawa, Y., Shimamoto, F., Watanabe, H., Nakamichi, N., Tokumaru, K., Tokumaru, S., Shirahata, S. 2013. Protective effects of the fermented milk kefir on X-Ray irradiation-induced intestinal damage in B6C3F1 Mice. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 36 (3): 352-359.
- Teruya, K., Yamashita, M., Tominaga, R., Nagira, T., Shim, S.Y., Katakura, Y., Tokumaru S., Tokumaru, K., Barnes, D., Shirahata, S. 2002. Fermented milk, Kefram-Kefir enhances glucose uptake into insulinresponsive muscle cells. *Cytotechnology*, 40 (1-3): 107-116.
- Tokunaga, K., Yoshida, C., Suzuki, K., Maruyama, H., Futamura, Y., Araki, Y., Mishima, S. 2004. Antihypertensive mechanism of royal jelly treated with protease in spontaneously hypertensive rats. *Biol Pharm Bull.* 27 (2): 189-192.
- Ünal, F.N., Kalyas, A., Gürbüz, Z., Şengül, M., Ürkek, B. 2020. Ticari kefirlerin bazı kalite parametrelerinin belirlenmesi. *Gıda*, 45 (3): 555-563.
- Yerlikaya, O. 2014. Effect of bee pollen supplement on antimicrobial, chemical, rheological, sensorial properties and probiotic viability of fermented milk beverages. *Mijekarstvo*, 64 (4): 268-279.
- Yücel, B., Topal, E., Kosoglu, M. 2017. Bee products as functional food. In book: *Superfood and Functional Food - An Overview of Their Processing and Utilization* (pp.21) Publisher: InTech.

## Soya Fasulyesi (*Glycine max*) Çeşitlerinin Soybean Mosaic Virus'a Dayanıklılık Durumlarının Belirlenmesi

Abdullah BALTACI<sup>1</sup> , İlyas DELİGÖZ<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Bölümü, Samsun, TÜRKİYE  
Sorumlu yazar: zmabdullah@gmail.com

Geliş Tarihi: 05.04.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 19.09.2024 Kabul Tarihi: 20.09.2024

### ÖZ

Soybean mosaic virus (SMV) soyanın en yaygın ve tahripkar viral patojenlerinden bir tanesidir. Virüsün kontrolünde dayanıklı çeşit kullanmak en etkili mücadele yöntemlerindedir. Bu çalışmada Türkiye'de tescil edilmiş olan 33 soya çeşidi 2023 yılında kontrollü koşullarda SMV'ye karşı test edilmiştir. Soya çeşitlerinin SMV'ye karşı reaksiyonlarının belirlenmesinde Samsun ilinde soya bitkisinden izole edilen SMV-STK izolatu kullanılmıştır. Her çeşide ait 10 soya bitkisi, virüs ile mekanik olarak inokule edilmiş ve inokulasyondan 21 gün sonra belirti oluşumuna göre bitkiler değerlendirilmiştir. Ayrıca bitkilerdeki virüs varlığı ya da yokluğu DAS-ELISA testi ile belirlenmiştir. Çalışma sonucunda 33 çeşitten 28 tanesi SMV ile sistemik olarak enfekteli hale gelmiş ve bu çeşitlerde DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme-linked Immunosorbent Assay) testi ile virüs tespit edilmiştir. Diğer yandan 5 çeşit SMV'ye karşı dayanıklı olarak bulunmuş ve dayanıklılık durumları DAS-ELISA testi ile doğrulanmıştır. Bu çalışmada SMV'ye dayanıklı olarak belirlenen çeşitler, Türkiye'de SMV'nin sorun olduğu soya üretim alanlarında önerilebilir.

**Anahtar kelimeler:** Dayanıklılık, SMV, Soya, DAS-ELISA

## Evaluation of Soybean (*Glycine max*) Cultivars for Resistance to Soybean Mosaic Virus

### ABSTRACT

Soybean mosaic virus (SMV) is one of the most prevalent and devastating viral pathogens of soybean worldwide. The use of resistant varieties is one of the most effective ways for virus control. In this study, 33 soybean cultivars registered in Türkiye were tested to SMV under controlled conditions in 2023. A local isolate SMV-STK isolated from a soybean plant in Samsun province of Türkiye was used to assess the reaction of soybean cultivars to SMV. Ten young seedlings of each cultivar were mechanically inoculated with the virus, and the plants were evaluated according to symptomatic appearance of virus infection 21 days after inoculation. Also, virus presence or absence was confirmed by double antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELISA). As a result of this study, 28 of 33 cultivars tested became systemically infected with SMV, and the virus was detected in these plants. On the other hand, 5 cultivars were found to be resistant to SMV, and their resistance was confirmed by DAS-ELISA. The resistant cultivars identified in this study can be recommended in soybean growing areas of Türkiye where SMV is a problem.

**Key words:** Resistance, SMV, Soybean, DAS-ELISA

### GİRİŞ

*Fabaceae* familyasına dahil olan soya (*Glycine max* L.), içerdiği besinler bakımından insan ve hayvan beslenmesinde kullanılmasının yanı sıra sanayide ham madde olarak kullanılabilen önemli bir tarım ürünüdür (Öztürk ve ark. 2021). Soya tohumlarında %18-22 oranında yağ, %40-48 oranında protein ve % 26 oranında ise

karbonhidrat bulunmaktadır (Arioğlu, 2007). Dünya soya üretiminde ilk sırada 134.799.179 ton üretim miktarı ile Brezilya yer alırken ikinci sırada Amerika Birleşik Devletleri (ABD) bulunmaktadır. Türkiye ise 182.000 ton üretim miktarı ile 33. sırada yer almaktadır (FAO,2021).

Soya üretim alanlarında verim ve kaliteyi düşüren en az 50 virüs hastalığı tespit edilmiştir (Tolin ve Lacy, 2004; Hill ve Whitham, 2014; Anderson ve ark., 2017). Bu virüsler içerisinde Soybean mosaic virus (SMV) soya üretim alanlarında yaygın olarak görülen en tahripkar viral etmendir (Hill ve Whitham, 2014; Widayarsi ve ark., 2020). *Potyviriidae* familyası, *Potyvirus* cinsine dahil olan SMV, tek sarmal pozitif duyarlı, esnek çubuk şeklinde, 650-700 nm uzunluğunda, 15-18 nm çapında RNA'ya sahiptir (Eggenberger, 1989; Brunt ve ark. 1996). Tohum ve yaklaşık 32 yaprak biti türü ile non-persistent olarak taşınabilen virüsün konukçu çevresi dar olup, *Fabaceae*, *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*, *Passifloraceae*, *Schrophulariaceae* ve *Solanaceae* olmak üzere altı bitki familyası ile sınırlıdır. SMV, genel olarak *Glycine soja* (yabani soya) ve *Glycine max* (kültüre alınmış soya) türlerini enfekte etmektedir (Hill ve Whitham, 2014; Hajimorad ve ark., 2018).

SMV dünya genelinde yaygın bir virüs olup Çin, Brezilya, Kanada, Japonya, Güney Kore ve ABD gibi soya üretimi yapılan tüm ülkelerde belirlenmiştir (Cho ve Goodman, 1979; Li ve ark., 2010; Li ve ark. 2015; Jezewska ve ark., 2015). Virüs Türkiye'de ilk olarak 1989 yılında Ege Bölgesi'nde belirlenmiş daha sonra Samsun ilinde SMV'nin varlığı ortaya konulmuştur (Fidan ve Yorgancı, 1989; Deligöz ve Şevik, 2018). SMV'nin soyada oluşturduğu belirtiler konukçu çeşidine, virüs ırkına, enfeksiyon zamanına ve çevre koşullarına göre farklılık göstermektedir. SMV ile enfekteli soya bitkilerinde genel olarak bodurluk, kloroz, yapraklarda mozaik, damarlarda renk açılması, damar nekrozu ve yapraklarda şekil bozukluğu şeklinde belirtiler ortaya çıkmaktadır (Hill, 1999; Nandakishor ve ark., 2017). SMV enfeksiyonunun soya veriminde neden olduğu kayıp, yetiştirilen soyanın genotipine ve SMV'nin ırkına bağlı olarak %90'a kadar ulaşabilmektedir. SMV'nin yalnızca ABD'de yıllık 4 milyar dolarlık verim kaybına neden olduğu bildirilmiştir (Belkhadir ve ark., 2004).

SMV izolatları farklı ırk ayırım çeşitlerinde verdikleri reaksiyonlar baz alınarak ülkelere göre farklı şekilde sınıflandırılmakta olup, Japonya'da 5 (A-E), Güney Kore'de 11 (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, SMV-N, G5H, G7a ve G7H), Çin'de 22 (SC1-SC22), ABD'de ise 7 ırk (G1-G7) tanımlanmıştır (Usovsky ve ark., 2022).

SMV'nin mücadelesinde vektör afid türlerinin kontrolü ve virüsten ari tohum kullanımı önemli bir yer tutmaktadır. Bununla birlikte dayanıklı çeşit kullanımı mücadelede en etkili ve pratik yol olarak karşımıza çıkmaktadır (Chen ve Choi, 2008; Shi ve ark., 2009). Bugüne kadar SMV'ye dayanıklılıkta rol oynayan dört farklı lokus (*Rsv1*, *Rsv3*, *Rsv4* ve *Rsv5*) tanımlanmıştır (Kiihl ve Hartwig, 1979; Buzzel ve Tu, 1989; Buss ve ark., 1997; Klepadlo ve ark., 2017). Bu lokuslar içerisinde *Rsv1* farklı allellere sahip olup her allel farklı ırklara karşı (G1, G2, G3, G4, G5 ve G6) dayanıklılığı sağlamaktadır (Shi ve ark., 2009). *Rsv3*, ırka spesifik bir gen olup G5, G6, G7 ve G5H ırklarına dayanıklılığı sağlarken (Tran ve ark., 2018) *Rsv4* geni ise G1, G2, G3, G4, G5, G6 ve G7 ırklarına dayanıklılığı sağlamaktadır (Gündüz ve ark., 2004).

Türkiye'de kamu araştırma enstitüleri, üniversite ve özel sektör kuruluşlarında soya ıslah çalışmaları yürütülmekte ve bu çalışmalar sonucunda farklı soya çeşitleri geliştirilmektedir. Bugüne kadar Türkiye'de 47 adet soya çeşidi tescil ettirilmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024). Buna karşın ülkemizdeki soya çeşitlerinin SMV'ye karşı dayanıklılık durumları ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada Türkiye'de tescil edilmiş olan bazı soya çeşitlerinin SMV'ye karşı dayanıklılık durumlarının araştırılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Soya çeşitlerinin temini

SMV'ye dayanıklılık testlerinde Türkiye'de tescil edilmiş olan 33 adet ticari soya çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada hassas kontrol olarak Williams, dayanıklı kontrol olarak ise Peking soya çeşidi çeşitleri kullanılmıştır (Çizelge 1).

Ticari soya çeşitleri Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden, Williams ve Peking kontrol çeşitleri ise USDA-ARS (United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service, ABD)'den temin edilmiştir.

### SMV izolatu

Çalışmada Samsun ilinde soya bitkisinden izole edilen SMV-STk izolatu kullanılmıştır. Virüs izolatu Williams soya çeşidinde çoğaltılarak muhafaza edilmiştir.

### Soya çeşitlerinin yetiştirilmesi ve virüs inokülasyonu

Soya çeşitlerine ait tohumlar; 3:1:1 oranında torf, perlit, kum karışımı ile doldurulmuş olan 10 cm çapındaki saksılara on tekerrürlü olacak şekilde ekilmiştir. Soya bitkileri 2-4 yaprak döneme geldiğinde mekanik inokülasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Mekanik inokülasyon işlemi için 0.01M Potasyum fosfat tampon buffer

(ph:7.0) kullanılmıştır. Virüs ile enfekteli soya yaprakları, 1gr yaprak/10 ml buffer olacak şekilde havan içerisinde homojenize edilmiş, daha sonra inokulum 400 meshlik karborandum tozu dökülen soya çeşitlerine ait bitkilerin kotiledon ve gerçek yapraklarına mekanik olarak inokule edilmiştir (Chen ve ark., 2004). Her çeşide ait birer bitki kontrol olarak ayrılmış ve bu bitkiler yalnızca buffer ile inokule edilmiştir. İnokulasyon sonrası 5 dakika beklendikten sonra inokule edilen yapraklar çeşme suyu altında yıkanmıştır. Daha sonra soya bitkileri 24°C ve 12 saat fotoperiyoda ayarlı iklim odasına konulmuştur.

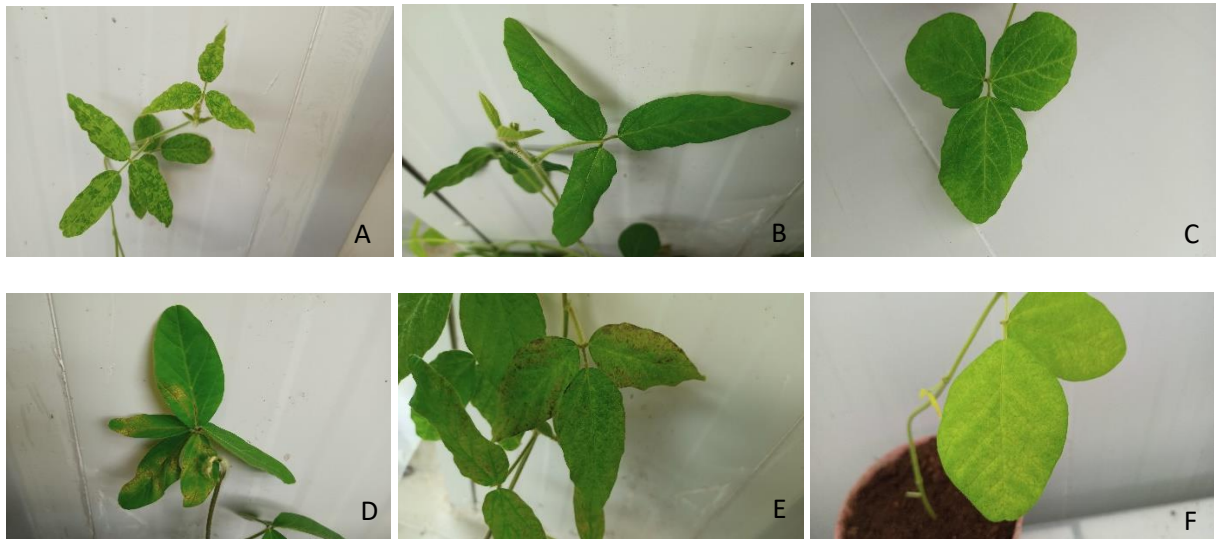
İnokulasyon sonrası bitkiler 3 hafta süre ile gözlemlenmiş ve oluşan belirtiler kayıt edilmiştir. Ayrıca, bitkiler inokulasyondan 21 gün sonra double antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELISA) yöntemi (Clark ve Adams, 1977) ile test edilmiştir. Sistemik belirti gösteren ve DAS-ELISA sonucu pozitif olan bitkiler hassas (H), sistemik belirti göstermeyen ve DAS-ELISA sonucu negatif olan bitkiler ise dayanıklı (D) olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge1. Çalışmada kullanılan soya çeşitleri.

Sıra No	Çeşit İsimleri	Sıra No	Çeşit İsimleri	Sıra No	Çeşit İsimleri
1	Adasoy	12	Cinsoy	23	Mona
2	Adel	13	Erensoy	24	Nazlıcan
3	Agroyal	14	Gapsoy16	25	Pınar
4	Altınay	15	Göksoy	26	Planet
5	Alya	16	İlksoy	27	Racer
6	ANP-2018	17	Kocatürk	28	SA-88
7	Arısoy	18	Kristal22	29	Safir
8	Asya	19	Lena	30	Samsoy
9	Ataem-7	20	Lider	31	Traksoy
10	Atakişi	21	Mersoy	32	Umut 2002
11	Atlas 3616	22	Mitchel	33	Yeşilsoy

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada 33 adet ticari soya çeşidi SMV'ye karşı test edilmiş ve çeşitlerin dayanıklılık durumları araştırılmıştır. SMV-STk izolatu ile inokulasyon sonrasında 28 soya çeşidinde (Adasoy, Adel, Agroyal, Altınay, Alya, Arısoy, Asya, Ataem-7, Atakişi, Atlas 3616, Cinsoy, Gapsoy16, Göksoy, İlksoy, Kocatürk, Lena, Lider, Mersoy, Mitchel, Mona, Pınar, Planet, Racer, SA-88, Safir, Traksoy, Umut 2002, Yeşilsoy) sistemik belirtiler oluşmuş, belirtilerin daha çok yapraklarda mozayik, kabarık beneklenme, nekrotik lekeler, damar nekrozu, şekil bozukluğu ve kloroz şeklinde olduğu görülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. SMV ile inokule edilen soya çeşitlerinde gözlemlenen belirtiler.

A) Göksoy çeşidinin yapraklarında oluşan mozayik, kabarıklık beneklenme ve şekil bozukluğu, B) Adasoy çeşidinin yapraklarında kıvrılma belirtisi, C) Mersoy çeşidinin yapraklarında meydana gelen mozayik lekeler, D) Altınay çeşidinin yaprak damarlarında ortaya çıkan nekroz, E) Agroyal çeşidinin yapraklarında meydana gelen nekrotik lekeler, F) Safir çeşidinde yaprak klorozu

Gözlemlenen belirtiler daha önce yapılan farklı çalışmalar ile (Ma ve ark., 2003; Chen ve ark., 2004; Jeong ve ark., 2005; Wang ve ark., 2006) paralellik göstermiştir. Bu çeşitlere uygulanan DAS-ELISA testi sonucunda çeşitlerin tamamında pozitif sonuç alınmış ve sözü edilen çeşitlerin SMV'ye hassas olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. SMV ile inoküle edilen soya çeşitlerinin dayanıklılık durumları.

Çeşit İsimleri	Belirtiler	DAS-ELISA	Reaksiyon
Adasoy	M, Şb, Yk	P	H
Adel	M, Şb	P	H
Agroyal	M, Şb, NI	P	H
Altınay	M, Dn	P	H
Alya	M, NI	P	H
ANP-2018	Sy	N	D
Arısoy	M	P	H
Asya	M	P	H
Ataem-7	M	P	H
Atakişi	M	P	H
Atlas 3616	M, Dn	P	H
Cinsoy	M, Dn	P	H
Erensoy	Sy	N	D
Gapsoy16	M, Klo	P	H
Göksoy	M, Şb, Yk, Kb	P	H
İlksoy	M, NI, Klo	P	H
Kocatürk	M, Kb	P	H
Kristal22	Sy	N	D
Lena	M, Klo	P	H
Lider	M, NI	P	H
Mersoy	M, Şb, NI	P	H
Mitchel	M	P	H
Mona	M, Kb, NI	P	H
Nazlıcan	Sy	N	D
Pınar	M, Kb, Klo	P	H
Planet	M	P	H
Racer	M	P	H
SA-88	M, Klo	P	H
Safir	M, Klo	P	H
Samsoy	Sy	N	D
Traksoy	M, NI	P	H
Umut 2002	M	P	H
Yeşilsoy	M	P	H
Williams (Hassas Kontrol )	M, Klo	P	H
Peking (Dayanıklı Kontrol)	Sy	N	D

\*M: Mozayik, Şb: Şekil bozukluğu, Yk: Yaprak kıvrılması, NI: Nekrotik lekeler, Dn: Damar nekrozu, Sy: Simptom yok, Klo: Kloroz, Kb: Kabarıklık beneklenme, N: Negatif, P: Pozitif, H: hassas, D: dayanıklı



Beş soya çeşidi (ANP-2018, Erensoy, Kristal22, Nazlıcan ve Samsoy) ise SMV ile inokulasyon sonucunda herhangi bir belirti oluşturmamış DAS-ELISA testi sonuçları ise negatif elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar 5 soya çeşidinin SMV-STk izolatına karşı dayanıklı olduğunu göstermiştir (Çizelge 2). Çalışmada hassas kontrol olarak kullanılan Williams çeşidinde virüs inokulasyonu sonrasında yapraklarda mozayik lekeler ve kloroz şeklinde belirtiler görülmüştür. Dayanıklı kontrol Peking çeşidinde ise inokulasyon sonrası yapılan gözlemlerde herhangi bir belirti oluşmamıştır. Bu çeşitlere uygulanan DAS-ELISA testi ile Williams çeşidinde pozitif, Peking çeşidinde ise negatif sonuç elde edilmiştir.

Bugüne kadar Türkiye'deki soya çeşitlerinin SMV'ye karşı dayanıklılık durumları ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Ancak farklı ülkelerde soya çeşitlerinin SMV'ye karşı dayanıklılık durumlarının belirlenmesi amacı ile yapılmış çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda Wang ve ark., (2005) ABD'de 52 soya fasülyesi hattını SMV'ye karşı test etmiş ve yedi hattın SMV'nin G1 ırkına karşı, 16 hattın ise G5 ırkına karşı dayanıklı olduğunu belirlemişlerdir. Wang ve ark., (2006) 850 adet soya çeşit ve çeşit adaylarını SMV'nin G1 ve G5 ırklarına karşı test ettikleri bir çalışmada 850 soya çeşidinin 13 tanesinin SMV'nin G1 ırkına karşı 57 tanesinin ise G5 ırkına karşı dayanıklı olduğunu belirlemişler, her iki ırka birden dayanıklı çeşit olmadığını bildirmişlerdir. Shakiba ve ark. (2012), ABD'de 303 soya fasülyesi çeşidini SMV'nin 6 ırkına (G1, G2, G3, G5, G6, G7) karşı test etmiş, 189 çeşidin 6 ırka da dayanıklı olduğunu, üç çeşidin ise G1, G2, G3, G5 ve G6 ırklarına dayanıklı G7 ırkına ise hassas olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bizim çalışmamız Türkiye'de tescil ettirilmiş olan 33 soya çeşidinin büyük bir bölümünün (%85) SMV'ye karşı hassas olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar soya çeşitlerinin geliştirilmesi aşamasında SMV'ye dayanıklılık özelliğinin büyük oranda göz ardı edildiğini göstermektedir. SMV, soya yetiştirilen hemen hemen her alanda yaygın olarak görülen ve önemli ürün kayıplarına yol açabilen bir virüstür (Widyasari ve ark., 2020). Etmenin yüksek oranda tohumla taşınabilmesi ve ilk enfeksiyonun genellikle tohum kökenli olması nedeni ile dayanıklı çeşit kullanımı etmenin mücadelesinde anahtar rol oynamaktadır (Shi ve ark., 2009; Bashar, 2015). Türkiye'de soya ıslah çalışmalarında geliştirilen hatların SMV'ye dayanıklılık açısından da değerlendirilerek virüse dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi SMV ile daha etkin mücadele edilmesine katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte çalışmada yalnızca beş soya çeşidi (ANP-2018, Erensoy, Kristal22, Nazlıcan ve Samsoy) SMV-STk izolatına karşı dayanıklı olarak bulunmuştur. SMV-STk izolatı Samsun ilinde soya bitkisinden izole edilmiş olup, izolatın ırk düzeyinde ayrımı yapılmamıştır. Soya çeşitlerinin SMV'ye karşı reaksiyonları sahip oldukları dayanıklılık/hasaslık genlerine ve dayanıklılık testlerinde kullanılan ırklara göre farklı olmaktadır (Chen ve ark., 2004; Shi ve ark., 2013). Çalışmada hassas olarak belirlenen çeşitlerin SMV'nin bazı ırklarına karşı dayanıklı olması, hassas olarak belirlenen çeşitlerin ise bazı ırklara karşı dayanıklı olması muhtemeldir. Bizim bilgilerimize göre bu çalışma, Türkiye'de soya çeşitlerinin SMV'ye karşı dayanıklılık durumlarının belirlendiği ilk çalışmadır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada SMV'nin STk izolatına karşı test edilen 33 soya çeşidinin beş tanesinin virüse karşı dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Virüsün yüksek oranda tohumla taşınabilmesi nedeni ile mücadelede temiz tohum kullanmak önem arz etmektedir. Bununla birlikte mücadelede en etkili yol dayanıklı çeşitlerin kullanımı ile sağlanabilmektedir. Dayanıklı olarak belirlenen çeşitler Türkiye'deki soya üreticilerine önerilebilir ve soyada dayanıklılık ıslahı çalışmalarında gen kaynağı olarak kullanılabilir. Bununla birlikte, Türkiye'deki SMV ırklarının varlığı ve dayanıklı olarak belirlenen çeşitlerin taşıdığı genler ile ilgili detaylı çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.


**Teşekkür:** Bu çalışma, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından desteklenmiştir. Soya çeşitlerinin temin edilmesindeki katkılarından dolayı Seyit Ahmet EROL'a teşekkür ederiz.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Yazarlar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:** Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamıştır.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Abdullah BALTACI  <http://orcid.org/0000-0002-0309-5215>

İlyas DELİGÖZ  <http://orcid.org/0000-0003-3646-300X>

## KAYNAKLAR

- Anderson N.R., Irizarry M.D., Bloomingdale C.A., Smith D.L., Bradley C.A., Delaney D.P., Kleczewski N.M., Sikora E.J., Mueller D.S. ve Wise K.A. 2017. Effect of soybean vein necrosis on yield and seed quality of soybean. *Canadian Journal of Plant Pathology* 39: 334–341.
- Arioğlu, H. 2007. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:220. Ders Kitapları Yayın No: A-70, Adana, 204 s.
- Bashar, T. 2015. Characterization of seed transmission of Soybean mosaic virus in soybean. The University of Western Ontario (Canada).
- Belkhadir Y., Subramaniam R. ve Dangl J.L. 2004. Plant disease resistance protein signaling: NBS-LRR proteins and their partners. *Current Opinion Plant Biology*, 7(4): 391–399.
- Brunt, A.A., Crabtree, K., Dallwitz, M.J., Gibbs, A.J. ve Watson, L. 1996. Viruses of plants descriptions and lists from the VIDE Database; CAB International: Wallingford, UK. 1484 s.
- Buss, G.R., Ma, G., Chen, P. ve Tolin, S.A. 1997. Registration of V94-5152 soybean germplasm resistant to Soybean mosaic potyvirus. *Crop Science*, 37:1987–1988.
- Buzzell, R.I. ve Tu, J.C. 1989. Inheritance of a soybean stem-tip necrosis reaction to Soybean mosaic virus. *Journal of Heredity*, 80: 400–401.
- Clark M.F. ve Adams A.N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology*, 34(3): 475-483.
- Chen, P., Buss, G.R. ve Tolin, S.A. 2004. Reaction of soybean to single and double inoculation with different Soybean mosaic virus strains. *Crop Protection*, 23(10): 965-971.
- Chen, P.Y. ve Choi, C.W. 2008. Soybean mosaic virus. "Alınmıştır: *Characterization, Diagnosis & Management of Plant Viruses*, 1:389-422.
- Cho, E.K. ve Goodman, R.M. 1979. Strains of soybean mosaic virus: classification based on virulence in resistant soybean cultivars. *Phytopathology*, 69(5): 467-470.
- Deligoz, I. ve Sevik, M.A. 2018. Soybean mosaic virus and Cucumber mosaic virus infections on soybean in Samsun province of Turkey. International Congress on Engineering and Life Sciences, 26-29 April, 2018, Kastamonu.
- Eggenberger, A.L., Stark, D.M. ve Beachy, R.N. 1989. The nucleotide sequence of a soybean mosaic virus coat protein-coding region and its expression in *Escherichia coli*, *Agrobacterium tumefaciens*, and tobacco callus. *Journal of General Virology*, 70(7): 1853-1860.
- FAO, 2021. Food and Agriculture Organization of The United Nations <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> Erişim Tarihi:19.03.2024.
- Fidan U. ve Yorgancı U. 1989. Investigations on the detection and seed transmission of the virus diseases occurring on the pulse crops in Aegean Region. I. The identification of viruses infecting pulse crops in Aegean Region. *Journal of Turkish Phytopathology*, 18: 93-105.
- Gunduz, I., Buss, G.R., Chen, P. ve Tolin, S.A. 2004. Genetic and phenotypic analysis of Soybean mosaic virus resistance in PI 88788 soybean. *Phytopathology*, 94: 687–692.
- Hajimorad M.R., Domier L.L., Tolin S.A., Whitham S.A. ve Saghai Maroof M.A. 2018. Soybean mosaic virus: a successful potyvirus with a wide distribution but restricted natural host range. *Molecular Plant Pathology*, 19(7): 1563-1579.
- Hill, J.H. 1999. *Soybean mosaic*. In: Hartman, G.L., Sinclair, J.B., Rupe, J.C. (Eds.), Compendium of Soybean Diseases, 4th Edition. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, 70–71 s.
- Hill, J.H., Whitham S.A., 2014. Control of virus diseases in soybeans. *In Advances in Virus Research*, 90: 355–390.
- Jeong, R. D., Lim, W.S., Kwon, S.W. ve Kim, K.H. 2005. Identification of Glycine max genes expressed in response to Soybean mosaic virus infection. *Plant Pathology*, 21: 47-54.
- Jezewska, M., Trzmiel, K., Zarzynska-Nowak, A. ve Lewandowska, M. 2015. Identification of soybean mosaic virus in Poland. *Journal of Plant Pathology*, 97(2): 357-362.
- Kiihl, R.A.S. ve Hartwig, E.E. 1979. Inheritance of reaction to soybean mosaic virus in soybeans. *Crop Science*, 19: 372–375.
- Klepadlo, M., Chen, P., Shi, A., Mason, R.E., Korth, K.L. ve Srivastava, V. 2017. Single nucleotide polymorphism markers for rapid detection of the Rsv4 locus for Soybean mosaic virus resistance in diverse germplasm. *Molecular Breeding*, 37: 10–21.
- Li, K., Yang, Q.H., Zhi, H.J. ve Gai, J.Y. 2010. Identification and distribution of Soybean mosaic virus strains in Southern China. *Plant Disease*, 94: 351–357.
- Li, M., Seo, E.Y., Cho, S., Kim, J., Chung, J., Lim, H.L., Gotoh, T., Hammond, J. ve Lim, H.S.A. 2015. A 2014 Nation wide survey of the distribution of Soybean mosaic virus (SMV), Soybean yellow mottle mosaic virus (SYMMV), and Soybean yellow common mosaic virus (SYCMV) major viruses in South Korean soybean

- fields, and changes from 2012 isolate prevalence. *Journal of The Faculty Agriculture Kyushu University*, 60: 339–347.
- Ma, G., Chen, P., Buss, G.R. ve Tolin, S.A. 2003. Genetic study of a lethal necrosis to soybean mosaic virus in PI 507389 soybean. *Journal of Heredity*, 94(3): 205-211.
- Nandakishor, H.V., Praful Kumar ve Mane, S.S. 2017. Symptomatology studies of Soybean mosaic disease. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(4): 870-875.
- Öztürk, F., Kızılgeçi, F. ve Eliçin, A. 2021. Şırnak ili koşullarında soya bitkisinin II. ürün olarak yetiştirilebilme olanaklarının araştırılması. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 10 (1): 190-198.
- Shakiba, E., Chen, P., Gergerich, R., Li, S., Dombek, D., Brye, K. ve Shi, A. 2012. Reactions of commercial soybean cultivars from the Mid South to Soybean mosaic virus. *Crop science*, 52(5): 1990-1997.
- Shi, A., Chen, P., Li, D., Zheng, C., Zhang, B. ve Hou, A. 2009. Pyramiding multiple genes for resistance to Soybean mosaic virus in soybean using molecular markers. *Molecular Breeding*, 23: 113–124.
- Shi, A., Chen, P., Vierling, R., Li, D. ve Zheng, C. 2013. Identification of Soybean mosaic virus resistance alleles in Jindou 1 soybean. *Euphytica*, 192: 181-187.
- Tarım ve Orman Bakanlığı verileri 2024. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=85> (Erişim Tarihi:19.03.2024)
- Tolin, S.A. ve Lacy, G.H. 2004. Viral, bacterial, and phytoplasmal diseases of soybean. "Alınmıştır: Soybeans: Improvement, Production, and Uses, 16: 765-819.
- Tran, P.T., Widyasari, K., Seo, J.K. ve Kim, K.H. 2018. Isolation and validation of a candidate Rsv3 gene from a soybean genotype that confers strain-specific resistance to soybean mosaic virus. *Virology*, 513: 153–159.
- Usovsky, M., Chen, P., Li, D., Wang, A., Shi, A., Zheng, C., Shakiba, E., Lee, D., Vieira, C.C., Lee, Y.C., Wu, C., Cervantez, I. ve Dong D. 2022. Decades of genetic research on Soybean mosaic virus resistance in soybean. *Viruses*, 14(6): 1122.
- Wang, Y., Hobbs, H.A., Hill, C.B., Domier, L.L., Hartman, G.L. ve Nelson, R.L. 2005. Evaluation of ancestral lines of US soybean cultivars for resistance to four soybean viruses. *Crop science*, 45(2): 639-644.
- Wang, Y., Hobbs, H.A., Bowen, C.R., Bernard, R.L., Hill, C.B., Haudenschild, J.S., Domier, L.L. ve Hartman, G.L. 2006. Evaluation of soybean cultivars, 'Williams' isogenic lines, and other selected soybean lines for resistance to two Soybean mosaic virus strains. *Crop science*, 46(6): 2649-2653.
- Widyasari, K., Alazem, M. ve Kim, K.H. 2020. Soybean resistance to soybean mosaic virus. *Plants*, 9(2): 219.

## Farklı Göz Yüğü Uygulanan Omcalarda Sarmalık Yaprak Üretiminin Ekonomik Analizi

Nalan Nazan KALKAN<sup>1\*</sup>, Abdurrahim BOZKURT<sup>1</sup>, Oktay Turgay ALTUN<sup>1</sup>, Zakine KADIOĞLU<sup>1</sup>,  
Mehmet Hüsrev ÖZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erzincan

<sup>2</sup>Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Konya

\*Sorumlu Yazar: [nalannazan.kalkan@tarimorman.gov.tr](mailto:nalannazan.kalkan@tarimorman.gov.tr)

Geliş Tarihi: 03.06.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 29.08.2024 Kabul Tarihi: 29.08.2024

### ÖZ

Ülkemizde son yıllarda yaprak üretimine yönelik asma yetiştiriciliğine bir ilgi söz konusudur. Yaprak bağcılığı üreticiye üzüm dışında ekstra bir gelir getirmektedir. Bu çalışmada, sadece yaprak üretiminin ekonomik olup olmadığını belirlemek amacıyla Erzincan il merkezine bağlı Bahçeliköy lokasyonunda Karaerik ve Kabuğu Yufka üzüm çeşitlerinden oluşan bir bağ tesis edilmiştir. Tesis edilen bağda 4 farklı göz yükü (24, 36, 48 ve 60 göz/omca) uygulanmış ve çeşitlerin 2023 yılında yaprak verimleri alınarak çeşitler ve göz yükü uygulamalarının yaprak verimine olan etkisi ekonomik açıdan kıyaslanmıştır. Bu amaçla üretim giderleri, maliyet ve ilde faaliyet gösteren meyve sebze hâlindeki güncel asma yaprağı fiyatı üzerinden ekonomik analiz (Tek Ürün Bütçe Analizi) yapılmıştır. Yapılan ekonomik analizin sonucunda en yüksek oransal kârlılık Karaerik çeşidi ve 60 göz/omca (1.61) uygulamasından elde edilmiştir. Oransal kârlılık her iki çeşitte ve tüm göz yükü uygulamalarında 1'in üzerinde tespit edilmiştir. Oransal kârın 1' den büyük olduğu zaman, faaliyetin kârlı olacağı dikkate alındığında tüm uygulamalar ekonomik olarak belirlenmiştir. Sarmalık ya da salamuralık yaprak bağcılığı bölge üreticilerinin gelirlerini arttırmaya yönelik bir üretim modeli olarak görülmektedir. Bu sektör aynı zamanda yöre ekonomisine katkı sağlayabilecek potansiyele sahiptir.

**Anahtar kelimeler:** Asma (*Vitis vinifera*) yaprağı, Ekonomik analiz, Erzincan, Göz yükü.

## Economic Analysis OF Leaf Production at Different Bud Loads

### ABSTRACT

In recent years, there has been a growing interest in vine cultivation for leaf production in our country. Leaf viticulture offers an additional source of income for producers, in addition to grapes. The objective of this research was to establish a vineyard comprising the Karaerik and Kabuğu Yufka grape varieties in the Bahçeliköy location in the Erzincan province, with the aim of determining whether leaf production alone is economically viable. In the established vineyard, four different bud loads (24, 36, 48 and 60 buds/vine) were applied, and the leaf yields of the varieties were taken in 2023. The effects of the varieties and bud load applications on leaf yield were then compared economically. In order to achieve this objective, an economic analysis was conducted using a single product budget analysis. This analysis considered the production expenses, costs and the current price of vine leaves in the form of fruits and vegetables operating in the province. The economic analysis revealed that the highest proportional profitability was achieved with the Karaerik variety and a treatment involving 60 buds per shoot (1.61). Proportional profitability was found to be above 1 in both varieties and in all treatments involving bud load. Given that a proportional profit in excess of 1 indicates profitability, all treatments were deemed economically viable. The cultivation of leaf viticulture for wine or brine is regarded as a potential avenue for enhancing the income of producers in the region. Furthermore, this sector has the potential to contribute to the local economy.

**Key words:** Leaves of grapevine (*Vitis vinifera*), Economic analysis, Erzincan, Bud load.

## GİRİŞ

Dünyadaki en önemli asma gen havuzlarından birisi olan Türkiye, yüz yıllardır doğal seleksiyonlarla ortaya çıkmış olan çok sayıda üzüm çeşidine gen havuzu olmuştur (Söylemezoğlu ve ark., 2001). Elverişli bir iklim kuşağında bulunan ülkemizde bağcılık son derece önemli bir tarımsal faaliyettir. Bağcılık, sahip olduğu bu potansiyeli ile tarımla uğraşan çok sayıda çiftçi ailesine geçim kaynağı olduğu gibi, farklı değerlendirme şekilleriyle tarımsal ürünlerimiz içinde önemli bir yer alarak, yöre ve ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Bugüne kadar ticari olarak meyvesi olan üzümle öne çıkmış olmasına karşın, asma hem meyve hem de yaprağının da değerlendirilebildiği ender meyve türlerindedir (Gülcü ve Torçuk, 2016).

Asma yapraklarının tüketimi konusunda Türkiye kadim bir kültüre sahiptir (Doğan ve ark., 2015). Türkiye’de her ne kadar Narince, Sultani Çekirdeksiz, Yapıncak ve Emir üzüm çeşitlerinin yaprakları salamura amaçlı kullanılsa da ülkede bulunan diğer asma genetik kaynaklarının sahip olabileceği salamuralık yaprak potansiyelleri henüz bilinmemektedir. Öte yandan yurt içi ve yurt dışında sarmalık asma yaprağına olan talebin her geçen gün artması, birim alandan getirisinin yüksek olması, aile işletmeciliğine uygun bir üretim dalı olması, sarmalık asma yaprağı üretimine yönelik bağcılığı yeni bir üretim modeli olarak karşımıza çıkarmaktadır (Cangi ve Yağcı, 2017). Bu üretim modeli; özellikle bağcılığın gelişmekte olduğu yerlerde ve iklim koşullarının üzüm üretimini sıkça olumsuz etkilediği bölgelerde, insanların gelir düzeyini artıracak bir üretim dalı olabilir (Kalkan ve ark., 2016; Cangi & Yağcı, 2017). Bu bakış açısıyla hareketle Kuzeydoğu Tarım Bölgesinde mikroklima özelliği ile bağcılık potansiyeli bakımından önemli bir konumda yer alan (Gözener ve ark., 2014), Erzincan yöresinde Karaerik ve Kabuğu Yufka üzüm çeşitleri kullanılarak sadece yaprak üretimi amacıyla bir bağ tesisi edilmiştir. Bu çeşitler bölgede uzun bir zamandan beri hem meyvesi hem de yaprakları taze ve salamura olarak değerlendirilen çeşitlerdendir.

Bölgede bağcılık üzerine yönelik yapılmış bir çok çalışma (Kaya, 2019; Küpe ve ark., 2021; Kalkan ve ark., 2022a; Köse ve Kaya; Kalkan ve ark., 2022b) mevcut olmakla birlikte sadece salamuralık asma yaprağı üretimine ve bu üretimin ekonomik açıdan değerlendirilmesine yönelik yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Nitekim üretimi yapılması düşünülen herhangi bir üründe yapılacak ekonomik analizler üretim faaliyetinin karşılaştırılması ve zaman içerisinde gelişimi ve etkinliği hakkında bir veri oluşmasına imkan sağlamaktadır (Anonim, 2001). Dahası maliyet ve gelir analizlerinin yapılması ve sonuçların ortaya konulması üreticilerin kullandıkları yetiştirme teknikleri, üretimde kullanılan fiziki girdilerin miktarları ve değerlerini belirlemede yol gösterici niteliğindedir (Özkan ve Kuzgun, 1997).

Bu çalışmada, sadece yaprak üretimine yönelik tesis edilmiş bağda 4 farklı göz yükü (24, 36, 48 ve 60 göz/omca) uygulanarak yaprak verimleri alınarak çeşitlerin ve göz yükü uygulamalarının yaprak verimine olan etkisi ekonomik açıdan kıyaslanarak salamuralık yaprak bağcılığının ekonomik açıdan yapılabilirliği araştırılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Çalışma materyali olarak Karaerik ve Kabuğu Yufka üzüm çeşitleri kullanılmıştır. Karaerik üzüm çeşidinin yaprakları ince, az dalgalı, parlak yeşil renkli, beş loblu, belirgin dişli, seyrek tüylü, sap cebi v veya u şeklinde olup, yaprak sapı orta kalınlıktadır (Şekil 1). Kabuğu Yufka üzüm çeşidinin yaprakları, beş loblu, seyrek tüylü, sarımtırak yeşil renkli, sap cebi kapalı ve yaprak sapı orta kalınlıktadır (Şekil 2).



Şekil 1. Karaerik üzüm çeşidi yaprak örneği.



Şekil 2. Kabuğu Yufka üzüm çeşidi yaprak örneği.



## Metot

Araştırma bağı tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde beşer adet omca üzerinden tasarlanmıştır. Bağın sıra arası ve sıra üzerindeki mesafeleri 2 m'dir. Bağ, Erzincan il merkezine bağlı Bahçeliköy lokasyonunda kurulmuştur. Çeşitlere çift kollu kordon terbiye sistemi uygulanmıştır. Bağın bulunduğu koordinatlar 39°45'02.26"K ve 39°21'47.34" D olup, rakım 1299 m'dir (Şekil 3).



Şekil 2. Deneme bağı arazi görüntüsü

## Yaprak hasadı

İlk yaprak hasadına çiçeklenme öncesi başlanmıştır. Sürgünler üzerinde uçtan itibaren olgun yaprağın 2/3 büyüklüğüne erişen, 4. 5. ve 6. yaprakları hasat edilmiştir (Kılıç, 2007).

## Ekonomik analiz

Ekonomik analiz için işçilik ve kiralama, malzeme ve diğer giderler dikkate alınarak aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmıştır. Üretim Masrafları (ÜM) (TL)

$$\text{ÜM (TL/da)} = \text{Değişen Masraflar (DM)(TL/da)} + \text{Sabit Masraflar (SM) (TL/da)}$$

$$\text{ÜM (TL/kg)} = \text{ÜM (TL/da)} / \text{Verim (kg/da)}$$

Değişen Masraflar Toplamı: İşçilik ve kiralama giderleri ile malzeme giderleri toplanarak belirlenmiştir.

Sabit Masraflar Toplamı: Sermaye Faizi (%15) + Yönetim ve Diğer Giderleri (%7,5) + Arazi Kirası + Tesis Amortismanı (40 yıl)

Döner sermaye faizi değişen masraflara T.C. Ziraat Bankasının bitkisel üretim kredilerine aynı yıl (2023) uyguladığı faiz oranının yarısı alınmıştır (Demircan ve ark., 2005).

Tesis Amortismanı: Bağın kuruluş aşamasından tam verim dönemine kadarki toplam 3 yıllık sabit masrafların bağın ekonomik ömrü olan 40 yıl üzerinden bir yıla karşılık gelen miktarı olarak alınmıştır. Kira bedeli bölgede bağ arazilerinin ortalama kira bedeli olan 200 TL/da olarak hesaplanmıştır. SM toplamı Birinci ve Er, 2006'ya göre hesaplanmıştır.

Yıllık bakım işlemlerinde harcanan işgücü :Erkeklerde 500 TL/8 saat ve kadınlarda 350 TL/8 saat üzerinden, kış budaması işçiliği ise 900 TL/da olarak belirlenmiştir.

Masraf unsurları (ilaç, gübre, ambalaj malzemesi vb.) bölgedeki cari fiyatlar üzerinden yapılmıştır. 2023 yılı 1 kg Kabuğu Yufka üzüm çeşidinin ve Karaerik üzüm çeşidinin yaprak piyasa cari satış fiyatı 60 TL/kg olarak alınmıştır. Birim ürün maliyetinin hesaplanmasında, birim alana brüt üretim değeri, üretim masrafı, brüt, net, oransal kâr Demircan ve ark., 2005'e göre hesaplanmıştır.

Oransal kârın 1'den yüksek çıkması o faaliyetin ekonomik olarak uygulanabilirliğinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. 1'den ne kadar yüksek çıkarsa faaliyet o derece kârlı olarak tanımlanmaktadır.



**BULGULAR ve TARTIŞMA****Karaerik 24 göz/omca uygulaması**

Karaerik üzüm çeşidinin 24 göz/omca uygulamasında sarmalık yaprak yetiştiriciliği açısından üretim masrafları ile yaprak maliyeti Çizelge 1’de verilmiştir. Karaerik üzüm çeşidinde 24 göz/omca uygulaması yapılan bir dekar bağda brüt üretim değerleri, bir dekar bağdan elde edilen yaprak miktarı (437 kg/da), ve Karaerik üzüm çeşidinin yapraklarının çiftçi eline geçen miktarı olan kilogram fiyatı (60 TL/kg) çarpılarak yaprak geliri hesaplanmış 26400 TL olarak bulunmuştur. 2023 yılı için güncel yaprak üretim maliyeti üretim masraflarının dekardan alınan yaprak miktarına bölünmesi ile 36.77 TL/kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Karaerik üzüm çeşidinde 24 göz uygulaması için hesaplanan yıllık üretim masrafları (TL/da)

<b>A İşçilik Giderleri</b>	<b>Zaman</b>	<b>Materyal -Birim</b>	<b>Açıklama</b>	<b>Tutarı (TL)</b>
Güz sürümü	Kasım	Traktör + EİG	1000	1000
Kış budaması ve çubuk indirme	Nisan	Budamacı + 1/2 EİG	900+250	1150
Ara sürüm(3 defa)	Mayıs- Temmuz	Traktör + EİG	200*3	600
Gübreleme işçilik	Kasım	2 EİG / 3yıl	1000/3 yıl	334
Çapalama(2 defa)	Haziran-Ağustos	2 EİG*2	(500*2) *2	2000
Yeşil budama	Haziran-Ağustos	1 EİG	500	500
İlaçlama(4 defa)	Mayıs-Eylül	Traktör + EİG	4* 200 TL	800
Yaprak toplama	Mayıs-Ağustos	7.5 EİG	7,5*500	3750
Sulama (8 defa)	Mayıs- Ağustos	1/8 EİG*8	(1/8*500) *8	500
<b>Toplam</b>				<b>10634</b>
<b>B Malzeme Giderleri</b>				
İlaç bedeli	Mayıs-Ağustos	50*4 T + BB	5 ilaçlama	800
Damlama su bedeli	Mayıs-Ağustos	Yıllık su bedeli	100 TL	100
Ahır gübresi	Mart-Kasım	TL/ton	210/3 yıl	70
Kimyevi gübre	Mart-Kasım	TL	950 + 300	1250
<b>Toplam</b>				<b>2220</b>
<b>Değişen Masraflar Toplamı</b>				<b>12854</b>
<b>C Diğer Giderler</b>				
Sermaye faizi (%15)				1928.1
Yönetim ve Diğer Giderler(%7.5)				964.05
Arazi kirası	Ocak-Aralık	Yıllık bedel (TL/da)	200	200
Tesis amortismanı (40 yıl)				1318
<b>Sabit Masraflar Toplamı</b>				<b>4410.05</b>
<b>Üretim Masrafları Toplamı</b>				<b>17264.15</b>
<b>Yaprak Verimi</b>		440 kg/da*60TL		<b>26400</b>
1 kg Yaprak Maliyeti		TL		39.23

**Karaerik 36 göz/omca uygulaması**

Karaerik üzüm çeşidinde 36 göz/omca uygulaması yapılan bir dekar bağda brüt üretim değerleri, bir dekar bağdan elde edilen yaprak miktarı, 437 kg/da olarak, Karaerik üzüm çeşidinin yapraklarının kilogram fiyatı (60 TL/kg) olarak belirlenmiş, yaprak geliri ise 26220 TL olarak hesaplanmıştır. 2023 yılı için güncel yaprak üretim maliyeti üretim masraflarının dekardan alınan yaprak miktarına bölünmesi ile 39.5 TL/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).

**Karaerik 48 göz/omca uygulaması**

Karaerik üzüm çeşidinde 48 göz/omca uygulaması yapılan bir dekar bağda brüt üretim değerleri, bir dekar bağdan elde edilen yaprak miktarı, 446 kg/da olarak, Karaerik üzüm çeşidinin yapraklarının kilogram fiyatı 60 TL/kg olarak, yaprak geliri ise 26750 TL olarak bulunmuştur. 2023 yılı için güncel yaprak üretim maliyeti 38.98 TL/kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 2. Karaerik üzüm çeşidinde 36 göz uygulaması için hesaplanan yıllık üretim masrafları (TL/da)

A İşçilik Giderleri	Zaman	Materyal -Birim	Açıklama	Tutarı (TL)
Güz sürümü	Kasım	Traktör + EİG	1000	1000
Kış budaması ve çubuk indirme	Nisan	Budamacı + 1/2 EİG	900+250	1150
Ara sürüm(3 defa)	Mayıs- Temmuz	Traktör + EİG	200*3	600
Gübreleme işgücü	Kasım	2 EİG/ 3yıl	1000/3 yıl	334
Çapalama(2 defa)	Haziran-Ağustos	2 EİG *2	(500*2)*2	2000
Yeşil budama	Haziran-Ağustos	EİG	8*62,5	500
İlaçlama(4 defa )	Mayıs-Eylül	Traktör + EİG	4* 200 TL	800
Yaprak toplama	Mayıs-Ağustos	11 KİG	7.5 E işgücü	3750
Sulama (8 defa)	Mayıs- Ağustos	1/8 EİG*8	(1/8*500)*8	500
<b>Toplam</b>				<b>10634</b>
<b>B Malzeme Giderleri</b>				
İlaç bedeli	Mayıs-Ağustos	50*4 T+200 BB	5 ilaçlama	800
Damlama su bedeli	Mayıs-Ağustos	Yıllık su bedeli	100 TL	100
Ahır gübresi	Mart-Kasım	TL/ton	210/3 yıl	70
Kimyevi gübre	Mart-Kasım	TL	950+ 300	1250
<b>Toplam</b>				<b>2220</b>
<b>Değişen Masraflar Toplamı</b>				<b>12854</b>
<b>C Diğer Giderler</b>				
Sermaye faizi (%15)				1928.1
Yönetim giderleri (%7,5)				964.05
Arazi kirası	Ocak-Aralık	Yıllık bedel (TL/da)	200	200
Tesis amortismanı (40 yıl)				1318
<b>Sabit Masraflar Toplamı</b>				<b>4410.05</b>
<b>Üretim Masrafları Toplamı</b>				<b>17264.15</b>
<b>Yaprak Verimi</b>		437 kg/da*60TL		<b>26220.00</b>
1 kg Yaprak Maliyeti		TL		<b>39.5</b>

Çizelge 3. Karaerik üzüm çeşidinde 48 göz uygulaması için hesaplanan yıllık üretim masrafları (TL/da)

A İşçilik Giderleri	Zaman	Materyal -Birim	Açıklama	Tutarı (TL)
Güz sürümü	Kasım	Traktör+EİG	1000	1000
Kış budaması ve çubuk indirme	Nisan	Budamacı+ 1/2 EİG	900+250	1150
Ara sürüm(3 defa)	Mayıs- Temmuz	Traktör+EİG	200*3	600
Gübreleme işgücü	Kasım	2 EİG/ 3yıl	1000/3 yıl	334
Çapalama(2 defa)	Haziran-Ağustos	2 EİG *2	(500*2)*2	2000
Yeşil budama	Haziran-Ağustos	EİG	500	500
İlaçlama(4 defa )	Mayıs-Eylül	Traktör + EİG	4* 200 TL	800
Yaprak toplama	Mayıs-Ağustos	11KİG	7,7 E işgücü	3850
Sulama (8 defa)	Mayıs- Ağustos	1/8 EİG*8	(1/8*500)*8	500
<b>Toplam</b>				<b>10734</b>
<b>B Malzeme Giderleri</b>				
İlaç bedeli	Mayıs-Ağustos	50*4 T+200 BB	5 ilaçlama	800
Damlama su bedeli	Mayıs-Ağustos	Yıllık su bedeli	100 TL	100
Ahır gübresi	Mart-Kasım	TL/ton	210/3 yıl	70
Kimyevi gübre	Mart-Kasım	TL/kg	950+ 300	1250
<b>Toplam</b>				<b>2220</b>
<b>Değişen Masraflar Toplamı</b>				<b>12954</b>
<b>C Diğer Giderler</b>				
Sermaye faizi (%15)				1943.1
Yönetim giderleri (%7.5)				971.55
Arazi kirası	Ocak-Aralık	Yıllık bedel (TL/da)	200	200
Tesis amortismanı (40 yıl)				1318
<b>Sabit Masraflar Toplamı</b>				<b>4432.65</b>
<b>Üretim Masrafları Toplamı</b>				<b>17386.65</b>
<b>Yaprak Verimi</b>		446kg/da*60TL		<b>26750</b>
1 kg Yaprak Maliyeti		TL		<b>38.98</b>

**Karaerik 60 göz/omca uygulaması**

Karaerik üzüm çeşidinde 60 göz/omca uygulaması yapılan bir dekar bağda brüt üretim değerleri, bir dekar bağdan elde edilen yaprak miktarı 476 kg/da olarak, yaprak kilogram fiyatı 60 TL/kg olarak alınmış, yaprak geliri ise 28560 TL olarak hesaplanmıştır. Güncel yaprak üretim maliyeti ise 37.29 TL/kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Karaerik üzüm çeşidinde 60 göz uygulaması için hesaplanan yıllık üretim masrafları (TL/da)

<b>A İşçilik Giderleri</b>	<b>Zaman</b>	<b>Materyal -Birim</b>	<b>Açıklama</b>	<b>Tutarı (TL)</b>
Güz sürümü	Kasım	Traktör+EİG	1000	1000
Kış budaması ve çubuk indirme	Nisan	Budamacı+ 1/2 EİG	900+250	1150
Ara sürüm(3 defa)	Mayıs- Temmuz	Traktör+EİG	200*3	600
Gübreleme işgücü	Kasım	2 EİG/ 3yıl	1000/3 yıl	334
Çapalama(2 defa)	Haziran-Ağustos	2 EİG *2	(500*2)*2	2000
Yeşil budama	Haziran-Ağustos	EİG	500	500
İlaçlama(4 defa )	Mayıs-Eylül	Traktör + EİG	4* 200 TL	800
Yaprak toplama	Mayıs-Ağustos	11,8 KİG	8,3 EİG	4150
Sulama (8 defa)	Mayıs- Ağustos	1/8 EİG*8	(1/8*500)*8	500
<b>Toplam</b>				<b>11034</b>
<b>B Malzeme Giderleri</b>				
İlaç bedeli	Mayıs-Ağustos	50*4 T+200 BB	5 ilaçlama	800
Damlama su bedeli	Mayıs-Ağustos	Yıllık su bedeli	100 TL	100
Ahır gübresi	Mart-Kasım	TL/ton	210/3 yıl	70
Kimyevi gübre	Mart-Kasım	TL/kg	950+ 300	1250
<b>Toplam</b>				<b>2220</b>
<b>Değişen Masraflar Toplamı</b>				<b>13254</b>
<b>C Diğer Giderler</b>				
Sermaye faizi (%15)				1988.1
Yönetim giderleri (%7.5)				994.05
Arazi kirası	Ocak-Aralık	Yıllık bedel (TL/da)	200	200
Tesis amortismanı (40 yıl)				1318
<b>Sabit Masraflar Toplamı</b>				<b>4500.15</b>
<b>Üretim Masrafları Toplamı</b>				<b>17754.15</b>
<b>Yaprak Verimi</b>		476kg/da*60TL		<b>28560</b>
1 kg Yaprak Maliyeti		TL		<b>37.29</b>

**Kabuğu Yufka 24 göz/omca uygulaması**

Kabuğu Yufka üzüm çeşidinde 24 göz/omca uygulaması yapılan bir dekar bağda brüt üretim değerleri, bir dekar bağdan elde edilen yaprak miktarı (341 kg/da), yaprak kilogram fiyatı (60 TL/kg) ile çarpılarak, 20406 TL olarak hesaplanmıştır. Güncel yaprak üretim maliyeti 50.44 TL/kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5).

**Kabuğu Yufka 36 göz/omca uygulaması**

Kabuğu Yufka üzüm çeşidinde 36 göz/omca uygulaması yapılan bir dekar bağda brüt üretim değerleri; bir dekar bağdan elde edilen yaprak miktarının (319 kg/da) yaprak kilogram fiyatı (60 TL/kg) ile çarpılarak 19140 TL olarak hesaplanmıştır. Güncel yaprak üretim maliyeti ise 50.11 TL/kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 5. Kabuğu Yufka üzüm çeşidinde 24 göz uygulaması için hesaplanan yıllık üretim masrafları (TL/da)

<b>A İşçilik Giderleri</b>	<b>Zaman</b>	<b>Materyal -Birim</b>	<b>Açıklama</b>	<b>Tutarı (TL)</b>
Güz sürümü	Kasım	Traktör+EİG	1000	1000
Kış budaması ve çubuk indirme	Nisan	Budamacı+ 1/2 EİG	900+250	1150
Ara sürüm(3 defa)	Mayıs- Temmuz	Traktör+EİG	200*3	600
Gübreleme işgücü	Kasım	2 EİG/ 3yıl	1000/3 yıl	334
Çapalama(2 defa)	Haziran-Ağustos	2 EİG *2	(500*2)*2	2000
Yeşil budama	Haziran-Ağustos	EİG	500	500
İlaçlama(4 defa )	Mayıs-Eylül	Traktör + EİG	4* 200 TL	800
Yaprak toplama	Mayıs-Ağustos	10.5 KİG	7.4 EİG	3700
Sulama (8 defa)	Mayıs- Ağustos	1/8 EİG*8	(1/8*500)*8	500
<b>Toplam</b>				<b>10584</b>
<b>B Malzeme Giderleri</b>				
İlaç bedeli	Mayıs-Ağustos	50*4 T+200 BB	5 ilaçlama	800
Damlama su bedeli	Mayıs-Ağustos	Yıllık su bedeli	100 TI	100
Ahır gübresi	Mart-Kasım	TL/ton	210/3 yıl	70
Kimyevi gübre	Mart-Kasım	TL/kg	950+ 300	1250
<b>Toplam</b>				<b>2220</b>
<b>Değişen Masraflar Toplamı</b>				<b>12804</b>
<b>C Diğer Giderler</b>				
Sermaye faizi (%15)				1920.6
Yönetim giderleri (%7.5)				960.3
Arazi kirası	Ocak-Aralık	Yıllık bedel (TL/da)	200	200
Tesis amortismanı (40 yıl)				1318
<b>Sabit Masraflar Toplamı</b>				<b>4398.9</b>
<b>Üretim Masrafları Toplamı</b>				<b>17202.9</b>
<b>Yaprak Verimi</b>		341kg/da*60TL		<b>20460</b>
1 kg Yaprak Maliyeti		TL		<b>50.44</b>

Çizelge 6. Kabuğu Yufka üzüm çeşidinde 36 göz uygulaması için hesaplanan yıllık üretim masrafları (TL/da)

<b>A İşçilik Giderleri</b>	<b>Zaman</b>	<b>Materyal -Birim</b>	<b>Açıklama</b>	<b>Tutarı (TL)</b>
Güz sürümü	Kasım	Traktör+EİG	1000	1000
Kış budaması ve çubuk indirme	Nisan	Budamacı+ 1/2 EİG	900+250	1150
Ara sürüm(3 defa)	Mayıs- Temmuz	Traktör+EİG	200*3	600
Gübreleme işgücü	Kasım	2 EİG/ 3yıl	1000/3 yıl	334
Çapalama(2 defa)	Haziran-Ağustos	2 EİG *2	(500*2)*2	2000
Yeşil budama	Haziran-Ağustos	EİG	500	500
İlaçlama(4 defa )	Mayıs-Eylül	Traktör + EİG	4* 200 TL	800
Yaprak toplama	Mayıs-Ağustos	10 KİG	7 E işgücü	3500
Sulama (8 defa)	Mayıs- Ağustos	1/8 EİG*8	(1/8*500)*8	500
<b>Toplam</b>				<b>10634</b>
<b>B Malzeme Giderleri</b>				
İlaç bedeli	Mayıs-Ağustos	50*4 T+200 BB	5 ilaçlama	800
Damlama su bedeli	Mayıs-Ağustos	Yıllık su bedeli	100 TI	100
Ahır gübresi	Mart-Kasım	TL/ton	210/3 yıl	70
Kimyevi gübre	Mart-Kasım	TL/kg	950+ 300	1250
<b>Toplam</b>				<b>2220</b>
<b>Değişen Masraflar Toplamı</b>				<b>12854</b>
<b>C Diğer Giderler</b>				
Sermaye faizi (%15)				1928.1
Yönetim giderleri (%7.5)				964.05
Arazi kirası	Ocak-Aralık	Yıllık bedel (TL/da)	200	200
Tesis amortismanı (40 yıl)				1318
<b>Sabit Masraflar Toplamı</b>				<b>4410.15</b>
<b>Üretim Masrafları Toplamı</b>				<b>17264.15</b>
<b>Yaprak Geliri</b>		319 kg/da*60TL		<b>19140</b>
1 kg Yaprak Maliyeti		TL		<b>54.11</b>

**Kabuğu Yufka 48 göz/omca uygulaması**

Kabuğu Yufka üzüm çeşidinde 48 göz/omca uygulaması yapılan bir dekar bağda brüt üretim değerleri hesaplanırken bir dekar bağdan elde edilen yaprak miktarı, 349 kg/da olarak, yaprak kilogram fiyatı 60 TL/kg olarak alınmış, yaprak geliri ise 20940 TL olarak hesaplanmıştır. Güncel yaprak üretim maliyeti 49 TL/kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 7).

Çizelge 7. Kabuğu Yufka üzüm çeşidinde 48 göz uygulaması için hesaplanan üretim masrafları (TL/da)

A İşçilik Giderleri	Zaman	Materyal -Birim	Açıklama	Tutarı (TL)
Güz sürümü	Kasım	Traktör+EİG	1000	1000
Kış budaması ve çubuk indirme	Nisan	Budamacı+ 1/2 EİG	900+250	1150
Ara sürüm(3 defa)	Mayıs- Temmuz	Traktör+EİG	200*3	600
Gübreleme işgücü	Kasım	2 EİG/ 3yıl	1000/3 yıl	334
Çapalama(2 defa)	Haziran-Ağustos	2 EİG *2	(500*2)*2	2000
Yeşil budama	Haziran-Ağustos	EİG	500	500
İlaçlama(4 defa )	Mayıs-Eylül	Traktör + EİG	4* 200 TL	800
Yaprak toplama	Mayıs-Ağustos	10,5 KİG	7,4 EİG	3700
Sulama (8 defa)	Mayıs- Ağustos	1/8 EİG*8	(1/8*500)*8	500
<b>Toplam</b>				<b>10584</b>
<b>B Malzeme Giderleri</b>				
İlaç bedeli	Mayıs-Ağustos	50*4 T+200 BB	5 ilaçlama	800
Damlama su bedeli	Mayıs-Ağustos	Yıllık su bedeli	100 TL	100
Ahır gübresi	Mart-Kasım	TL/ton	210/3 yıl	70
Kimyevi gübre	Mart-Kasım	TL/kg	950+ 300	1250
<b>Toplam</b>				<b>2220</b>
<b>Değişen Masraflar Toplamı</b>				<b>12804</b>
<b>C Diğer Giderler</b>				
Sermaye faizi (%15)				1920.6
Yönetim giderleri (%7.5)				960.3
Arazi kirası	Ocak-Aralık	Yıllık bedel (TL/da)	200	200
Tesis amortismanı (40 yıl)				1318
<b>Sabit Masraflar Toplamı</b>				<b>4398.9</b>
<b>Üretim Masrafları Toplamı</b>				<b>17202.9</b>
<b>Yaprak Geliri</b>		349 kg/da*60TL		<b>20940</b>
1 kg Yaprak Maliyeti		TL		<b>49</b>

**Kabuğu Yufka 60 göz/omca uygulaması**

Kabuğu Yufka üzüm çeşidinde 60 göz/omca uygulaması yapılan bir dekar bağda brüt üretim değerleri, bir dekar bağdan elde edilen yaprak miktarı, 376 kg/da olarak, yaprak kilogram fiyatı 60 TL/kg olarak alınmış, 22560 TL olarak hesaplanmıştır. Güncel yaprak üretim maliyeti 46.23 TL/kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 8).

**Farklı çeşit/göz yükü uygulamalarının bir dekarlık brüt üretim değerleri**

Brüt üretim değeri bakımından Karaerik 60 göz/omca uygulaması (28560 TL) ilk sırada yer almış, bunu sırası ile Karaerik 48 göz uygulaması (26760 TL), Karaerik 24 göz uygulaması (26400TL), Karaerik 36 göz uygulaması(26220 TL); Kabuğu Yufka 60 göz uygulaması (22560 TL), Kabuğu Yufka 48 göz uygulaması (20940 TL), Kabuğu Yufka 24 göz uygulaması (20460 TL), en son sırada ise, Kabuğu Yufka 36 göz /omca uygulaması (19140 TL) ile en düşük brüt üretim değerine sahip olmuştur (Çizelge 9).

Çizelge 8. Kabuğu Yufka üzüm çeşidinde 60 göz uygulaması için hesaplanan yıllık üretim masrafları(TL/da)

<b>A İşçilik Giderleri</b>	<b>Zaman</b>	<b>Materyal -Birim</b>	<b>Açıklama</b>	<b>Tutarı (TL)</b>
Güz sürümü	Kasım	Traktör+EİG	1000	1000
Kış budaması ve çubuk indirme	Nisan	Budamacı+ 1/2 EİG	900+250	1150
Ara sürüm(3 defa)	Mayıs- Temmuz	Traktör+EİG	200*3	600
Gübreleme işgücü	Kasım	2 EİG/ 3yıl	1000/3 yıl	334
Çapalama(2 defa)	Haziran-Ağustos	2 EİG *2	(500*2)*2	2000
Yeşil budama	Haziran-Ağustos	EİG	500	500
İlaçlama(4 defa )	Mayıs-Eylül	Traktör + EİG	4* 200 TL	800
Yaprak toplama	Mayıs-Ağustos	11KİG	7.7 E işgücü	3850
Sulama (8 defa)	Mayıs- Ağustos	1/8 EİG*8	(1/8*500)*8	500
<b>Toplam</b>				<b>10734</b>
<b>B Malzeme Giderleri</b>				
İlaç bedeli	Mayıs-Ağustos	50*4 T+ BB	5 ilaçlama	800
Damlama su bedeli	Mayıs-Ağustos	Yıllık su bedeli	100 TL	100
Ahır gübresi	Mart-Kasım	TL/ton	210/3 yıl	70
Kimyevi gübre	Mart-Kasım	TL/kg	950+ 300	1250
<b>Toplam</b>				<b>2220</b>
<b>Değişen Masraflar Toplamı</b>				<b>12954</b>
<b>C Diğer Giderler</b>				
Sermaye faizi (%15)				1943.1
Yönetim giderleri (%7,5)				971.55
Arazi kirası	Ocak-Aralık	Yıllık bedel (TL/da)	200	200
Tesis amortismanı (40 yıl)				1318
<b>Sabit Masraflar Toplamı</b>				<b>4432.65</b>
<b>Üretim Masrafları Toplamı</b>				<b>17386.65</b>
<b>Yaprak Geliri</b>		376 kg/da *60 TL		<b>22560</b>
1 kg Yaprak Maliyeti		TL		<b>46.23</b>

Çizelge 9. Üretim sistemlerinin bir dekar bağ için brüt üretim değerleri(BÜD)

<b>Üretim Sistemleri</b>	<b>Yaprak Miktarı (kg/da)</b>	<b>Satış Fiyatı (TL/kg)</b>	<b>Gelir(TL)</b>
Karaerik 24 göz/omca	440	60	26400
Karaerik 36 göz/omca	437	60	26220
Karaerik 48 göz/omca	446	60	26760
Karaerik 60 göz/omca	476	60	28560
Kabuğu Yufka 24 göz/omca	341	60	20460
Kabuğu Yufka 36 göz/omca	319	60	19140
Kabuğu Yufka 48 göz/omca	349	60	20940
Kabuğu Yufka 60 göz/omca	376	60	22560

**Farklı göz yükü uygulamalarının Karaerik ve Kabuğu Yufka üzüm çeşitlerindeki ekonomik analizi**

Ekonomik analiz verileri incelendiğinde; en yüksek BÜD, en yüksek brüt kâr ve en yüksek net kâr ve en yüksek oransal kârın Karaerik 60 göz/omca uygulamasından (1.61) elde edildiği görülmüştür. Bunu 1.54 lük oransal kâr ile Karaerik 48 göz/omca uygulaması takip etmiş, Karaerik 24 göz/omca (1.53), Karaerik 36 göz/omca (1.52) uygulaması şeklinde sıralanmıştır. Kabuğu Yufka üzüm çeşidinde ise yine en yüksek oransal kâr (1.30) ile 60 göz/omca uygulamasında belirlenmiş, bunu sırası ile Kabuğu Yufka 48 göz/omca (1.22) uygulaması, Kabuğu Yufka 24 göz/omca (1.19), uygulaması izlemiş en son sırada ise Kabuğu Yufka 36 göz/omca (1.13) uygulaması yer almıştır (Çizelge 10).



Çizelge 10. Üretim sistemlerinin ekonomik analizi

Üretim Sistemleri	BÜD (TL)	Değişen Masraflar (TL)	Brüt Kâr (TL)	Üretim Masrafları (TL)	Net Kâr (TL)	Oransal Kâr
Karaerik 24 göz/omca	26400	12804	13596	17264.15	9135.85	1.53
Karaerik 36 göz/omca	26220	12854	13366	17264.15	8955.80	1.52
Karaerik 48 göz/omca	26760	12934	13826	17386.65	9373.35	1.54
Karaerik 60 göz/omca	28560	13254	15306	17754.15	10805.85	1.61
Kabuğu Yufka 24 göz/omca	20460	12804	7656	17202.9	3257.1	1.19
Kabuğu Yufka 36 göz/omca	19140	12604	6536	16957.9	2182.1	1.13
Kabuğu Yufka 48 göz/omca	20940	12804	8136	17202.9	3737.1	1.22
Kabuğu Yufka 60 göz/omca	22560	12954	9606	17386.7	5173.3	1.30

Türkiye’de salamuralık yaprak bağcılığı üzerine yapılmış bir çok çalışma bulunmaktadır. Fakat yaprak bağcılığının ekonomik yönden incelenmesine yönelik çalışmalar sınırlıdır. Cangi ve ark., (2011) salamuralık yaprak bağcılığında 5 farklı üretim modelinin ekonomik analizi üzerine yapmış oldukları bir çalışmada omcanın yaşı ve beslenme durumları dikkate alınarak 3 ya da 4 dönem yaprak hasadı yapılmasının karlı bir yaklaşım olacağını bildirmişlerdir. Semerci ve Cangi (2020) asma fidanı yapraklarını ticari olarak üretmenin sabit işçi çalıştıran işletmeler için uygun bir model olabileceğini bildirmişlerdir. Farklı üretim modellerin karşılaştırıldığı bir çalışmada, oransal kâr bakımından 1 TL’lik masrafa karşılık elde edilen kârın tüm uygulama konularında 1’den yüksek olduğu, sadece yaprak üretimi yapılan bağlarda ise oransal kârın 1.35 olduğu belirlenmiştir (Altıntaş ve ark 2020). Benzer şekilde Tekirdağ’ da 12 farklı üretim metodunu karşılaştırıldığı bir çalışmada yaprak üretiminde oransal kâr ilk yıl 0.98 ikinci yıl ise 1.50 olarak hesaplanmıştır. Çalışmada sadece yaprak üretimi amacıyla bağcılık faaliyetinin yapılması ekonomik açıdan en kârlı modeller arasında olmamasına rağmen bağın düzenli sulanması, uygun bitki besleme programı yürütülmesi ve sık dikim ile ekonomik bir faaliyet olabileceği belirtilmiştir (Şenol ve ark 2023). Bu araştırmada da oransal kâr tüm üretim metodlarında 1’den büyük olarak tespit edilmiştir. Altıntaş ve ark., (2020) Oransal kârın 1 den büyük olduğu durumlarda yapılan faaliyetin kârlı olacağını bildirmişlerdir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak çeşit ve uygulamaların dekara yaprak verimleri üzerine etkilerinin ekonomik açıdan incelendiği bu çalışmada, en yüksek oransal kârlılık Karaerik çeşidinde, uygulamalar bakımından da 60 göz/omca uygulamasından elde edilmiştir. Oransal kârlılık her iki çeşitte ve tüm uygulamalarda 1’in üzerinde değerler almış olduğundan dolayı tüm uygulamalar ekonomik olarak belirlenmiştir.

Erzincan bölgesi bağcılığın yapılabileceği sınırlar içerisinde yer almaktadır. Bölgede sarmalık ya da salamuralık yaprak bağcılığı bölge üreticilerinin gelirlerini arttırmaya yönelik bir üretim modeli olarak görülmektedir. Bu bakımdan bu çalışma bölge için yaprak bağcılığına yönelik bir bilgi birikimi oluşmasına katkı sağlamıştır.


Bölgede yaprak üretimi amacı ile özellikle sık dikimde modern bağların tesis edilmesinin yöre ekonomisine katkı sağlayabilecek potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir.

**Teşekkür:** Bu proje Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genele Müdürlüğü ile Er- Mina İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti tarafından desteklenmiştir (Proje No: TAGEM/BBAD/B/20/A1/P6/2094). Desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:** NNK ve AB: Verilerin elde edilmesi, yorumlanması ve makale yazımı; OTA ve ZK: Arazi çalışmaları; MHÖ: Literatür taraması.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Nalan Nazan KALKAN  <https://orcid.org/0000-0002-9204-7281>

Abdurrahim BOZKURT  <https://orcid.org/0000-0001-7315-202X>

Oktay Turgay ALTUN  <https://orcid.org/0000-0002-6798-6287>

Zakine KADIOĞLU  <https://orcid.org/0000-0003-2727-6771>

Mehmet Hüsrev ÖZ  <http://orcid.org/0000-0002-7574-0930>

## KAYNAKLAR

- Altıntaş, A., Altıntaş, G., Aydın, M., Kılıç, D., Kaya, Y., Çiçek, A., & Kiracı, M. A. 2023. Bağcılıkta farklı üretim modellerinin üzüm ve yemeklik asma yaprağı üretiminde verim ve kalite üzerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 12(2), 149-164.
- Anonim, 2001. Türkiye’de Bazı Bölgeler İçin Önemli Ürünlerde Girdi Kullanımı ve Üretim Maliyetleri. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü. Proje Raporu. No: 2001-14. Ankara.
- Birinci, A., Er, K. 2006. Bursa ili Karacabey ilçesinde organik ve konvansiyonel şeftali üretiminin ekonomik açıdan mukayesesi ve pazarlaması üzerine bir araştırma. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 12(1 ve 2), 19-30.
- Cangi, R., Yağcı, A. 2017. Bağdan Sofraya Yemeklik Asma Yaprak Üretimi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6 (Kapadokya Ulusal Bağcılık Çalıştayı Özel Sayı): 137-148.
- Cangi, R., Adınır, M., Yağcı, A., Topçu, N., Sucu, S. 2011. Salamuralık yaprak üretilen bağlarda farklı üretim modellerinin ekonomik analizi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 1(2), 77-84.
- Demircan, V., Yılmaz, H., Binici, T. 2005. Isparta ilinde elma üretim maliyeti ve gelirinin belirlenmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11(1 ve 2), 71-80.
- Doğan, Y., Nedelcheva, A., Łuczaj, Ł., Drăgulescu, C., Stefkov, G., Maglajlić, A., ... & Pieroni, A. 2015. Of the importance of a leaf: the ethnobotany of sarma in Turkey and the Balkans. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 11: 1-15.
- Dülgeroğlu, Y. 2012. Salamuralık asma yaprağı üretiminde fungusit kalıntı miktarı üzerine hasat zamanı ve salamura yöntemlerinin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, Türkiye.
- Gözener, B., Kaya, Y., Ankara, Sayılı, M. 2014. Erzincan ili Üzümlü ilçesinde cimin üzümü üretimi ve pazarlama durumu. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 9: 74-80.
- Gülcü, M., Demirci, A., Arıcı, M., Aydın, S. 2009. Yemeklik Asma Yaprığı Üretimi. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyum Kitabı, 27-29 Mayıs 2009, Van
- Gülcü, M., Torçuk, A. İ. 2016. Yemeklik asma yaprağı üretimi ve pazarlamasında kalite parametreleri. VII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 04-07 Ekim. Cilt1 sayfa 75-79
- Kalkan, N. N., Bozkurt, A., Gecim, T., Karadoğan, B., Bahar, E., Kaya, O. 2022b. Influence of pruning severity in the table grape variety 'Karaerik' (*Vitis vinifera* L.).
- Kalkan, N. N., Karadoğan, B., Kadioğlu, Z., Kaya, Ö. 2016. Erzincan bağcılığında alternatif ürün“ sarmalık asma yaprağı ” Uluslararası Erzincan Sempozyumu Bildiri Kitabı, 3, 671-678.
- Kalkan, N. N., Karadoğan, B., Kadioğlu, Z., Esmek, İ., Albayrak, S., Kaya, O. 2022a. Response of karaerik grape cultivar (*Vitis vinifera* L.) to two training systems and three trunk heights. *Erwerbs-obstbau*, 64(Suppl 1), 119-127.
- Kaya, Ö. 2019. Effect of manual leaf removal and its timing on yield, the presence of lateral shoots and cluster characteristics with the grape variety'Karaerik'.
- Köse, C., Kaya, Ö. 2017. Determination of resistance to low temperatures of winter buds according to position in Karaerik (*V. vinifera* L.) grape cultivar. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 7(4), 4-5.
- Küpe, M., Karatas, N., Unal, M. S., Ercisli, S., Baron, M., Sochor, J. 2021. Phenolic composition and antioxidant activity of peel, pulp and seed extracts of different clones of the Turkish grape cultivar 'Karaerik'. *Plants*, 10(10), 2154.
- Özkan, B., Kuzgun, M. 1997. Ana ve İkinci Ürün Susam Üretim Maliyeti ve Geliri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. Sayı: 10. Sayfa No: 45-60. Antalya.
- Ribereau, G.J., Reynold, E. 1971. Science et Techniques de la Vigne. Tome 1., Biologie de la Vigne. Sols de Vignobles. Ed. Dunod. Paris
- Semerçi, G., Cangi, R. 2020. Asma Fidanlık Parselinden Toplanan Yemeklik Yapraklarda Verim ve Yaprak Özelliklerinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(3), 538-546.
- Söylemezoğlu, G., Ağaoğlu, Y.S., Uzun, H.İ. 2001. Ampelographic Characteristics and Isozymic Analysis of *Vitis vinifera* spp. *sylvestris* Gmel. in Southwestern Turkey, *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 15(2), 106-113.
- Şenol, M.A. Kiracı, M. A., 2023. Salamuralık yaprakla birlikte üzüm üretimine yönelik bağcılığın ekonomik analizi (Tekirdağ İli Yapıncak üzüm çeşidi örneği) Bahçe 52 (Özel Sayı 1): 454–461.

TÜRK  
TARIM ve DOĞA BİLİMLERİ  
DERGİSİ



TURKISH  
JOURNAL of AGRICULTURAL  
and NATURAL SCIENCES

[www.dergipark.gov.tr/turkjans](http://www.dergipark.gov.tr/turkjans)

Araştırma Makalesi

## Basınçlı Sulama Sistemi Hibe Destek Programından Faydalanan Çiftçilerin Mevcut Durumu: Bingöl ili örneği

Yoldaş EKTİREN<sup>1\*</sup>, Hasan DEĞİRMENCI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

\*Sorumlu Yazar: [yektiren@bingol.edu.tr](mailto:yektiren@bingol.edu.tr)

Geliş Tarihi: 19.09.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 27.09.2024 Kabul Tarihi: 30.09.2024

### ÖZ

Bu çalışma, Bingöl ilinde Tarım ve Orman Bakanlığının 2006 yılında başlattığı basınçlı sulama sistemi hibe destek programından faydalanan üreticilerin mevcut durumunu değerlendirmek ve sıkça karşılaşılan üretici sorunlarının ortaya konulması amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, Bingöl İl Tarım Müdürlüğü'nün tarımsal üretimde yüzey sulama yöntemlerini kullanan çiftçilerin alışkanlıklarının değiştirilerek basınçlı sulama yöntemlerinin kullanımının yaygınlaştırılması, tarımsal sulamada verimliliği artırılması ve uygun sulama tekniklerinin kullanılmasını teşvik etmek amacıyla düzenlediği "Tarımda Tasarruflu Su Kullanımı" adlı eğitime katılan çiftçiler ile yüz yüze yapılan anketlerden sağlanan veriler analiz edilmiştir. Araştırma bulgularına göre; Ankete katılan çiftçilerin yaşlarının ortalamasının 54.75 olduğu, eğitim düzeyinin yüksek oranda okuryazar olduğu, ortalama tarımla uğraşma süresinin 24.48 yıl ve ailedeki birey sayısı ortalamasının 5.98 kişi olduğu belirlenmiştir. Ankete katılan çiftçilerin tamamı Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS)'ne kayıtlıdır. Tarımsal faaliyetler için danışmanlık hizmeti alan çiftçilerin oranı %31, danışmanlık hizmeti almayan çiftçilerin oranı ise %69 olarak belirlenmiştir. Danışmanlık alan çiftçilerin sulama, gübreleme, ilaçlama ve hastalık gibi bütün tarımsal faaliyetler için danışmanlık hizmeti aldıkları sonucuna varılmıştır. Ankete katılan işletmelerde basınçlı sulama yöntemlerinin ortalama 3.52 yıldır uygulandığı belirlenmiştir. Ankete katılan işletmelerin sulama sistemlerinde yüksek oranda tıkanma, aşınma, yıpranma ve sızma sorunlarının birlikte görüldüğü belirlenmiştir. Sonuç olarak, basınçlı sulama sistemlerinin daha etkin bir şekilde kullanılması amacıyla eğitim programları düzenlenmeli ve teknik bilgiler uzmanlar tarafından çiftçilere aktarılmalıdır. İşletmelerde etkili sulama yöntemlerinin kullanılması, ürün verimliliği ve kalitesini artırırken, girdi maliyetlerini de düşürerek çiftçilerin yaşam standartlarını yükseltmesi ve kırsal toplumun yapısını koruması ve sosyal, kültürel sürekliliğin devamı için son derece önem arz etmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Bingöl, Sulama, Basınçlı sulama sistemleri, Sulama problemleri, Tarımda tasarruflu su kullanımı

## Current Situation Of Farmers Benefited From Pressurized Irrigation System Grant Support Program: The Case Of Bingöl Province

### ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the current situation of the producers who benefited from the pressurized irrigation system grant support program initiated by the Ministry of Agriculture and Forestry in 2006 in Bingöl province, and to identify the common problems faced by the producers. The data were obtained from face-to-face surveys conducted with farmers who participated in the "Efficient Water Use in Agriculture" training organized by the Bingöl Provincial Directorate of Agriculture, aiming to promote the use of pressurized irrigation methods by changing the habits of farmers using surface irrigation methods, to increase efficiency in agricultural irrigation, and to encourage the use of appropriate irrigation techniques. According to the research

findings, the average age of the farmers surveyed was 54.75, with a high literacy rate. The average farming experience was 24.48 years, and the average family size was 5.98. It was determined that all the farmers surveyed were registered in the Farmer Registration System (FRS). The rate of farmers receiving consultancy services for agricultural activities was 31%, while 69% did not receive any consultancy services. It was found that the farmers who received consultancy services were advised on all agricultural activities, such as irrigation, fertilization, pest control, and diseases. The pressurized irrigation method had been applied in the surveyed farms for an average of 3.52 years. It was also determined that the irrigation systems in these farms frequently experienced issues such as clogging, wear, tear, and leakage. As a result, to ensure the more efficient use of pressurized irrigation systems, training should be organized, and technical information should be provided by experts. The use of effective irrigation methods in farms is crucial not only for increasing product efficiency and quality but also for reducing input costs, thereby improving the living standards of farmers and preserving the structure of rural society while ensuring the continuity of social and cultural sustainability.

**Keywords:** Bingöl, Irrigation, Pressurized irrigation systems, Irrigation problems, Economical water use in agriculture

## GİRİŞ

Günümüzde kuraklık, su kıtlığı ve iklim değişikliği tarımsal üretimi sınırlayan küresel bir sorun haline gelmiştir (Tanrıverdi ve ark. 2017). Özellikle iklim değişikliğinin bir sonucu olarak yağış rejiminde görülen düzensizlik, bilinçsiz ve yanlış su kullanımı (Çolak ve ark. 2021) dünyadaki mevcut su potansiyelinin sürekli artan talebi karşılayamamasına yol açmıştır. Bu durum sınırlı ve bir doğal kaynak olan suyun, yakın gelecekte ciddi bir kaynak sorunu haline geleceğini göstermektedir. Türkiye'nin su potansiyeli; yüz ölçümü (78 milyon hektar) ve yıllık ortalama yağış miktarı (574 mm/yıl) dikkate alındığında yaklaşık 450 milyar m<sup>3</sup> olup bunun sadece 112 milyar m<sup>3</sup>'ü kullanılabilir. 78 milyon hektar yüz ölçümüne sahip ülkemizin 24 milyon hektarı tarım yapılabilir niteliğe sahip ve mevcut su potansiyeli ile teknik ve ekonomik olarak yaklaşık 8.5 milyon hektarı sulanabilir (DSİ, 2015). Tarım sektörü; geçmişten günümüze kadar ülkemizin sosyal ve ekonomik gelişmesinde önemli rol oynamıştır. Tarım sektörünün; sürekli artan nüfusun gıda talebini karşılaması, sanayi sektörüne ham madde temin etmesi, milli gelire ve istihdama katkı sağlaması Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ekonominin vazgeçilmez sektörü haline getirmiştir. Tarımın, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de doğa koşullarına bağlı ekonomik bir faaliyet olması tarıma özel politikalarının geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Tarım politikalarında amaç; üretim düzeyi ve verimi artırmak, mevcut nüfusun gıda talebini karşılamak, doğa olaylarının tarımsal üretim üzerinde olumsuz etkilerini minimize etmek, doğal kaynakları koruyarak gelecek nesillere aktarmak, ekolojik dengeyi korumak, üreticilere istikrarlı gelir düzeyi sağlayarak refah düzeylerini artırmak ve kırsal kesimlerin kalkınmasını sağlamaktır. Sulama; tarımsal üretimde ürün miktarı ve kalitesini doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Ülkemizde su kaynaklarının yaklaşık %70-75'nin kullanıldığı tarım sektöründe sulama suyu, su kayıplarının oldukça fazla olduğu açık kanal ve kanal sistemleri ile taşınmaktadır. Birçok ülke söz konusu kayıpların önüne geçmek için kapalı boru sistemleri ve su uygulama randımanı yüksek basınçlı sulama yöntemlerini tarım sektöründe yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Bu ülkeler arasında yer alan; İsrail sulanan tarım arazilerinin tamamını, Fransa %95'ini, Mısır %62'sini, Amerika Birleşik Devletleri 50'sini, İtalya ve İspanya ise %45-50'sini damla ve mikro sulama yöntemleri ile sulamaktadır (Şener ve ark. 2007; Anonim, 2010). Basınçlı sulama yöntemlerinin, sulama randımanının yüksek olması ve verim artışı sağlamasına rağmen (Çoşkun, 2008), ülkemizde sulanabilir alanlarda tercih edilen basınçlı sulama yöntemleri kullanımı %10 düzeyinin altındadır (Demircioğlu ve Çakmak 2016).

Tarım ve Orman Bakanlığı, tarımda su kullanım verimliliğini artırmak amacıyla 2006 yılından itibaren modern sulama tekniklerini (damla ve yağmurlama sulama) teşvik eden bir politika uygulamaya başlamıştır. Bu politika, çiftçiler tarafından benimsenmiş ve basınçlı sulama yöntemlerinin (damla ve yağmurlama sulama) kullanıldığı alanların genişlemesine katkıda bulunmuştur. Bakanlık, basınçlı sulama sistemleri hibe destek programı kapsamında, çiftçilerin talep ettiği ekipman ve araçların maliyetinin %50'sini karşılamaktadır (Anonim, 2021).

Bu çalışma, Bingöl ilinde Tarım ve Orman Bakanlığının 2006 yılında başlattığı basınçlı sulama sistemi hibe destek programından faydalanan üreticilerin mevcut durumunu değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Bu kapsamda kırsal kalkınma projesinde yer alan basınçlı sulama sistemi hibe destek programından faydalanan 100 çiftçi ile yüz yüze anket yapılmıştır. Çalışmada tarımsal faaliyetlerini aktif olarak sürdüren çiftçilerin memnuniyetleri ve karşılaştıkları temel sorunlar incelenmiştir.

## MATERYAL ve METOT

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde yer alan Bingöl ilinin; Merkez, Adaklı, Genç, Karlıova, Kiğı, Solhan, Yayladere ve Yedisu olmak üzere 8 ilçesi bulunmaktadır. Bingöl ilinde nüfusun büyük bir kısmı Merkez'de yaşamakla beraber toplam nüfusu 285.000 civarındadır. Tarım ve hayvancılığın ön planda olduğu şehir Türkiye'de arıcılığın yaygın olarak yapıldığı merkezlerdendir. Bingöl ilinin uzun yıllık iklim verileri (1961-2023) dikkate alındığında; uzun yıllık ortalama en düşük sıcaklık  $-5.8^{\circ}\text{C}$  ile Ocak, en yüksek ortalama sıcaklığın  $34.8^{\circ}\text{C}$  ile Ağustos ayında ve yıllık ortalama sıcaklık değerinin  $12.2^{\circ}\text{C}$  olduğu görülmektedir. İlin yıllık ortalama güneşlenme süresinin 6.2 saat olduğu ve özellikle Haziran-Temmuz ve Ağustos aylarında ortalama güneşlenme süresinin 9-9.4 saatlere ulaştığı görülmektedir. Bingöl ilinin uzun yıllık ortalama yağış miktarının 947.6 mm olduğu, toplam yağışın yaklaşık %77'sinin ilkbahar ve kış mevsimlerinde düştüğü görülmektedir (MGM, 2021). Bingöl ilinin toplam yüzölçümü 825.300 ha olup bunun; 264.934 ha orman alanı, 250.172 ha mera alanı, 145.842 ha tarım alanı, 158.793 ha diğer alanlar (su yüzeyleri, kayalık, bataklık vb.) ve 5.559 ha alanı ise yerleşim alanı olarak kullanılmaktadır (BKM, 2021). Arazi varlığı ilçe bazında incelendiğinde; Merkez 46.825,00 ha, Genç 24.166,80 ha, Karlıova 21.713,00 ha, Solhan 18.430,00 ha, Adaklı 14.508,70 ha, Kiğı 8.860,30 ha, Yedisu 7.632,00 ha ve Yayladere 3.706,00 ha tarım alanına sahiptir. İlçeler arasında mera alanı (98.898,55 ha) bakımından en zengin ilçe Karlıova'dır (HGM, 2021). Tarımsal alanların oransal dağılımı dikkate alındığında (145.842 ha); tarıma elverişli olmasına rağmen kullanılmayan alan miktarı 91.252 ha, özel mülkiyete ait çayır otu üretim alanı (24.897 ha), tarla bitkileri üretim alanı 19.786 ha, nadas alanı 5.794 ha, meyve üretim alanı 2.991 ha, örtü altı üretim alanı 2.4 ha ve sebze üretim alanı ise 1.120 hektardır (TUIK, 2021).

Araştırma kapsamında, 2024 yılı itibarıyla Bingöl ilinde Çiftçi Kayıt Sistemi'ne kayıtlı ve arazisinin tamamında ya da bir kısmında sulama yapan 100 işletmeye anket uygulanmıştır. Anketin ilk bölümü, işletme sahibi çiftçilerin sosyoekonomik özellikleri, arazi mülkiyeti, arazi kullanım şekli ve sulama sistemleri gibi konuları kapsamaktadır. İkinci bölüm ise, işletmelerde kullanılan sulama yöntemleri ile çiftçilerin sulama konusundaki görüşlerinin tespitine yönelik sorulardan oluşmaktadır. Çiftçi ve işletme özelliklerinin değerlendirilmesinde frekans dağılımı ve yüzdeler gibi tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır. SPSS'de yapılan analizler, Ki-kare testleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ki-kare testi, iki ya da daha fazla grup arasında bir ilişki olup olmadığını değerlendirmek için tercih edilen bir yöntemdir. Bu test hem niteliksel hem de niceliksel değişkenler üzerinde uygulanabilir. Örneğin, değişkenlerden biri sayısal diğeri kategorik olabilir. Ayrıca, sürekli veya kesikli sayısal veri türlerinin niteliksel veriye dönüştürülmesinden sonra, gruplar arasında farklılık olup olmadığının araştırılmasında da kullanılabilir (Lorcu, 2015).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Ankete katılan çiftçilerin sosyodemografik özellikleri

Çiftçilerin yaş aralığı genellikle orta yaş ve üstüdür. Genç nüfusun tarımda çalışma oranı düşük olabilir, çünkü şehirleşme ve diğer iş alanlarına yönelim daha fazladır. Ankete katılan çiftçilerin yaşlarının 26 ile 83 arasında değiştiği ve ortalamasının 54.75 olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Daha önce yapılan çalışmalarda ankete katılan çiftçilerin yaşı Çakır vd (2014), Çakır vd (2015) ve Çakır vd (2017) tarafından sırasıyla; 50, 47 ve 54.2 olarak bulunmuştur. Karakaya ve Kızıloğlu (2014), Karakaya ve Kızıloğlu (2021) ve Karakaya ve Kızıloğlu (2022) tarafından yapılan çalışmalarda işletme sahiplerinin yaş ortalaması 50.5, 48.9 ve 48.9 olarak hesaplanmıştır. Ayçiçek ve Karakaya (2022; 2022a) tarafından yapılan çalışmalarda işletme sahiplerinin sırasıyla 42.2 ve 48.5 yaş ortalamasına sahip oldukları belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda işletme sahiplerinin yaş ortalaması Çelik ve Karakaya (2017) tarafından 51.5, Öztürk vd (2023) tarafından 56.5, Aydoğdu (2020) tarafından 43, Vanoğlu (2022) tarafından 45.3 ve Duramaz (2022) tarafından yapılan çalışmada da oldukça yüksek bulunmuştur. Çalışma bulguları ile daha önce yapılan diğer çalışma bulgularının uyumlu olduğu kanısına varılmıştır.

Tablo 1. Ankete katılan çiftçilerin yaşına ait özellikler

Ortalama	54,75
Standart hata	1,215
Standart sapma	12,153
Minimum	26
Maximum	83

Tablo 2. Anket yapılan çiftçilerin eğitim durumu

Eğitim durumu	Sayı	Oran (%)
Okuryazar değil	20	20
Okuryazar (ilkokul + ortaokul)	31	31
Lise	17	17
Ön lisans	3	3
Lisans	27	27
Lisansüstü	2	2
Total	100	100

Ankete katılan çiftçilerin tarımla uğraşma süresinin 1 yıl ile 56 yıl arasında değiştiği ve ortalama tarımla uğraşma süresinin 24.48 yıl olduğu belirlenmiştir (Tablo 3). Tarımla uğraşma süresi daha önce yapılan çalışmalarda Karakaya ve Kızıoğlu (2022) tarafından 16 yıl, Çelik ve Karakaya (2017) tarafından 28.9 yıl, Karakaya ve Kızıoğlu (2021) tarafından 19 yıl ve Karakaya vd (2021) tarafından 19.7 yıl olarak çalışma bulgularıyla kısmen benzer, Aydoğdu (2020) tarafından 8.5 ve Çakır vd (2017) tarafından ise 35 yıl olarak çalışma bulgularıyla kısmen farklı bulunmuştur. Tarımla uğraşma süresinin, yetiştirilen ürünlerin türüne, bölgenin iklim ve toprak koşullarına, tarımın hangi seviyede yapıldığına (hobi, küçük çaplı çiftçilik, ticari tarım vb.), kullanılan teknolojiye ve iş gücüne göre belirlendiği kanısına varılmıştır.

Tablo 3. Anket yapılan çiftçilerin tarımla uğraşma süresine (yıl) ait özellikler

Ortalama	24,48
Standart hata	1,398
Standart sapma	13,977
Minimum	1
Maximum	56

Çiftçilerin aile yapısı, aile fertlerinin de tarımsal üretim sürecine dahil olduğundan dolayı genellikle geniş aile yapısına sahip olabilirler. Ankete katılan çiftçilerin ailedeki birey sayısının 2 ile 15 kişi arasında değiştiği ve ortalamasının 5.98 kişi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). Yolal ve Değirmenci (2020) tarafından yapılan çalışmada, aile birey sayısının ortalaması %52 oranında 3 kişi olarak belirlenmiştir. Karakaya ve Kızıoğlu'nun (2021, 2022) çalışmalarında ise bu ortalama 4.13 kişi olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, Gözener (2013), Aydın (2014), Hazneci (2015), Ulu ve ark. (2016), Çakırlı (2017), Bayramoğlu ve Bozdemir (2018) ve Gence (2019) tarafından yapılan çalışmalarda da aile büyüklüğü ortalama olarak 4 kişi veya biraz üzerinde tespit edilmiştir. Daş ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada ise yetiştiricilerin %56.25'inin 6 ila 9 kişilik ailelere, %1.25'inin ise 2 kişilik aileye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma bulgularının, daha önceki araştırma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Tablo 4. Anket yapılan çiftçilerin ailedeki birey sayılarına ait özellikler

Ortalama	5,98
Standart hata	0,231
Standart sapma	2,314
Minimum	2
Maximum	15

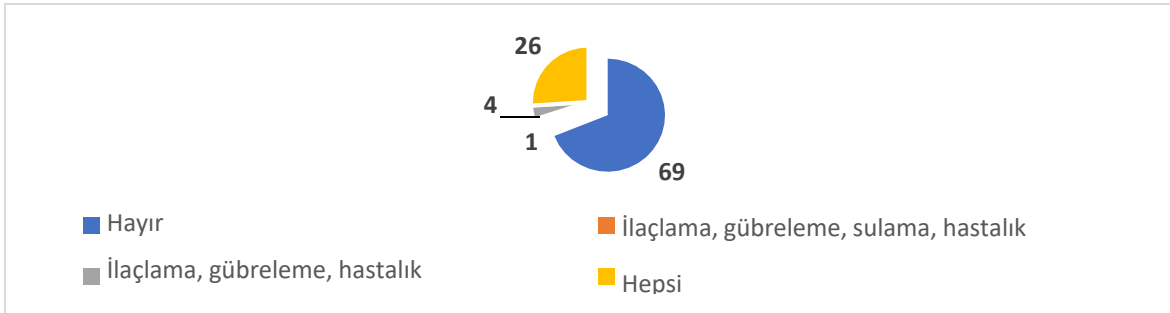
Ankete katılan çiftçilerin tamamının Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS)'ne kayıtlıdır. Tarımsal faaliyetler için danışmanlık hizmeti alan çiftçilerin oranı, %31 danışmanlık hizmeti almayan çiftçilerin oranı ise %69 olarak belirlenmiştir (Tablo 5). Ankete katılan çiftçilerin %4'ünün ilaçlama, gübreleme ve hastalık, %1'inin ilaçlama, gübreleme, sulama ve hastalık, %26'sının ise tarımsal faaliyetlerin hepsi için danışmanlık hizmeti aldığı belirlenmiştir (Şekil 1). Yolal ve Değirmenci (2020) tarafından yapılan çalışmada, basınçlı sulama



sistemi hibe destek programından yararlanan üreticilerin %38'inin danışmanlık hizmeti aldığı, %62'sinin ise bu hizmetten faydalanmadığı tespit edilmiştir. Danışmanlık hizmeti alan üreticilerin büyük çoğunluğunun gübreleme ve sulama konularında destek aldığı görülmüştür. Danışmanlık hizmeti almayan üreticilerle yapılan görüşmelerde ise, bu kişilerin genellikle kendi geleneksel bilgi ve deneyimlerine güvendikleri veya komşu çiftçilerden bilgi edindikleri belirlenmiştir.

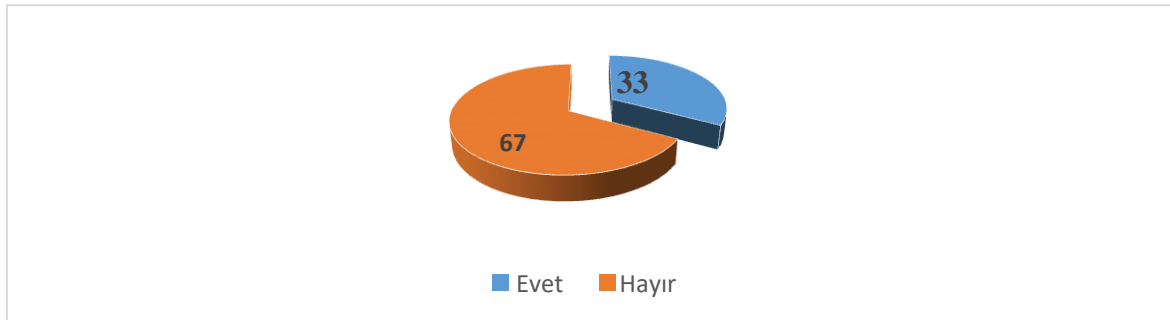
Tablo 5. Anket yapılan çiftçilerin danışmanlık hizmeti alma durumu

Danışmanlık hizmeti alınma durumu	Sayı	Oran (%)
Evet	31	31
Hayır	69	69
Total	100	100



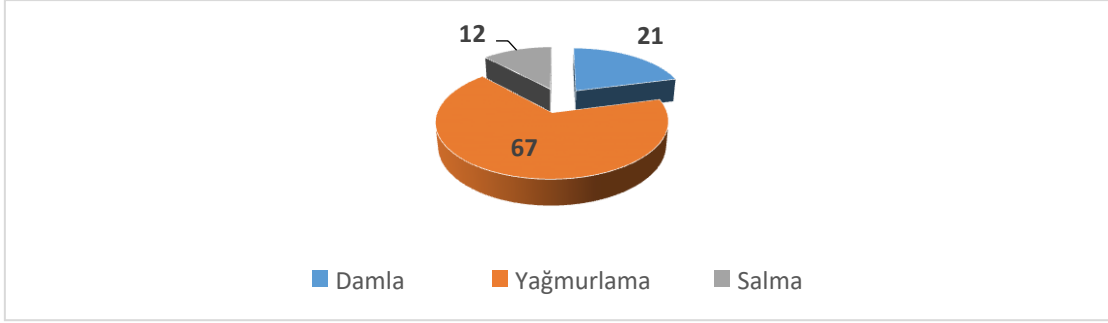
Şekil 1. Anket yapılan çiftçilerin danışmanlık aldığı alanların dağılımı (%)

Anket yapılan çiftçilerin %33'ünün traktör ve ekipmanlara sahip olduğu, %67'sinin ise traktör ve ekipmanlara sahip olmadığı belirlenmiştir (Şekil 2). Yolal ve Değirmenci (2020) tarafından yapılan çalışmada, üreticilerin %56'sının gerekli ekipmana sahip olduğu ve bu konuda büyük bir sorun yaşamadıkları belirlenmiştir. Ekipman varlığının, modern sulama tekniklerinin benimsenmesini olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Ancak, mevcut çalışma bulguları, Yolal ve Değirmenci (2020)'nin bulgularından farklılık göstermektedir; alet ve ekipman varlığı açısından anket yapılan çiftçilerin oranının yetersiz olduğu söylenebilir.



Şekil 2. Traktör ve ekipmanlara sahip olunma durumu (%)

Ankete katılan işletmelerde damla sulama yönteminin kullanılma oranı %21, yağmurlama sulama yönteminin kullanılma oranı %67 ve salma sulama yönteminin kullanılma oranı ise %12 olarak tespit edilmiştir (Şekil 3). Daha önce yapılan bir araştırmada, hibe desteğinden yararlanan üreticilerin %86'sının yağmurlama sulama yöntemini, %14'ünün ise damla sulama yöntemini tercih ettiği belirlenmiştir (Yolal ve Değirmenci, 2020). Bir çalışmada, çiftçilerin %57'sinin yalnızca salma (vahşi) sulama yöntemi kullandığı belirlenmiştir (Aydoğdu, 2020). Başka bir araştırmada ise, incelenen işletmelerde modern sulama yöntemleri olarak damla ve yağmurlama, geleneksel yöntemler arasında ise salma sulama yöntemi kullanıldığı saptanmıştır (Aydın Eryılmaz vd., 2022). Konya ilinde yapılan bir araştırmada, çiftçilerin %95'inin damla sulama yöntemini kullanmayı düşündüğü, %5'inin ise düşünmediği ortaya konmuştur (Kaya ve Çiftçi, 2016). Isparta'da yapılan bir çalışmada ise, arazi toplulaştırmasının ardından modern sulama sistemlerinin daha fazla tercih edilmeye başlandığı görülmüştür (Mesci ve Karlı, 2018). Tarımsal sulamada, ekonomik ve teknik açıdan en verimli yöntemin seçilmesi önemlidir. Bu bağlamda, su tasarrufu sağlamak ve tarımsal üretimin başarısını artırmak amacıyla modern hareketli sulama yöntemlerinin kullanılması büyük önem taşımaktadır (Bayramoğlu ve Ağızan, 2018).



Şekil 3. İncelenen işletmelerde kullanılan sulama yönteminin oransal dağılımı (%)

### Ankete Katılan İşletmelerde Basınçlı Sulama Sistemi Uygulaması

Ankete katılan işletmelerde basınçlı sulama yönteminin 1 parselde kullanılma oranı %37; 2 parselde kullanılma oranı %36; 3 parselde kullanılma oranı %16; 4 parselde kullanılma oranı %6 ve 5 parselde kullanılma oranı ise %5 olarak belirlenmiştir. Ankete katılan çiftçilerin %80'i basınçlı sulama yöntemini il/ilçe tarımdan, %9'u danışmanlardan, %6'sı çiftçi ve %5'i ise TV'den duyduğunu ifade etmişlerdir. Ankete katılan işletmelerin %86'sında basınçlı sulama yönteminin tarla bitkileri ürün grubunda, %10'unda bahçe bitkileri ürün grubunda ve %4'ünde ise hem tarla hem de bahçe bitkileri ürün grubunda kullanıldığı belirlenmiştir. Ankete katılan işletmelerde basınçlı sulama yönteminin %24'ünde "işçilik az" nedeninden dolayı tercih edildiği, %12'sinde "ekonomik" nedeninden dolayı, %1'inde "su tasarrufu" nedeninden dolayı ve %63'ünde ise "hepsi" (ekonomik, işçilik az, malzeme ucuz, yüksek gelir ve su tasarrufu) nedeninden dolayı tercih edildiği belirlenmiştir. Ankete katılan işletmelerde basınçlı sulama sistemi malzemeleri; %62 oranında devlet desteğiyle, %34'ünde kendi imkanlarıyla ve %4'ünün ise banka kredisiyle temin edildiği belirlenmiştir (Tablo 6).

Yolal ve Değirmenci (2020) tarafından yapılan çalışmada, basınçlı sulama sistemi hibe destek programından yararlanan üreticilerin %78'inin bu sistemi tek bir parselde, %16'sının iki parselde, %6'sının ise üç parselde kullandığı belirlenmiştir. Çiftçilerin birden fazla tarla parseli için bu destekten faydalanmasının önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, aynı çalışmada üreticilerin %64'ünün şekerpancarı, %32'sinin yem bitkileri ve %4'ünün buğday üretiminde basınçlı sulama sistemleri hibe desteğinden yararlandığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, bitki türünün sulama yöntemi tercihlerinde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Üreticilerin %26'sı devlet desteği, %18'i verim artışı, %16'sı işçilikte azalma ve %16'sı su tasarrufu sağlama amacıyla basınçlı sulama sistemi hibe destek programını tercih ettiklerini ifade etmişlerdir. Bu durum, üreticilerin bu sistemleri önce tek bir parselde denemeyi tercih ettiklerini ortaya koymaktadır. Ayrıca, %50 devlet desteğine rağmen, üreticiler basınçlı sulama sistemlerinin başlangıç maliyetlerinin yüksek olduğunu dile getirmişlerdir. Günümüzde, haber programları ve tarım kanalları modern tarım teknolojilerinin aktarılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Basınçlı sulama sistemleri hibe destek programı hakkında üreticilerin %40'ı Tarım ve Orman Müdürlüklerinden, %34'ü televizyondan, %16'sı diğer çiftçilerden ve %10'u tarım danışmanlarından bilgi almıştır (Yolal ve Değirmenci, 2020). Bu bulgular, Yolal ve Değirmenci'nin çalışmasıyla uyumlu sonuçlar göstermektedir. Aydoğdu (2020) tarafından yapılan araştırmada, sulama yöntemi tercihlerinde en önemli faktörün mecburiyet olduğu, oranının ise %36.1 olduğu belirtilmiştir. Mecburiyet, sulama suyu kaynağının yetersizliği, mevcut sulama suyu şebekesinin basınçlı sulamaya uygun olmaması, diğer sulama sistemleri için finansman eksikliği ve basınçlı sulama sistemlerini kullanma konusunda bilgi ve beceri eksikliği gibi durumları ifade etmektedir. Kolaylık ise ikinci sıradadır ve bu durum çiftçilerin aile içindeki iş gücü, bilgi ve beceri düzeyi ile sosyo-kültürel yapılarına dayandırılabilir. Su tasarrufu sağlama ve toprağı koruma seçeneğinin düşük katılımı dikkat çekicidir ve bu durum, su kaynaklarını korumak yerine daha geniş alanların sulanması ve pompaj sulamalarında düşük elektrik maliyetleri gibi doğrudan etkili faktörlere bağlı olarak da değerlendirilebilir. Edirne'de Aydın vd. (2020) tarafından yapılan bir araştırmada ise, çiftçilerin damla sulama yöntemini tercih etme kriterleri arasında su uygulama kolaylığı, ekonomik koşullar, su kaynağı ve sulama suyunun özellikleri ön planda yer aldığı belirlenmiştir.

Tablo 6. Anket yapılan işletmelerde basınçlı sulama sistemi uygulaması

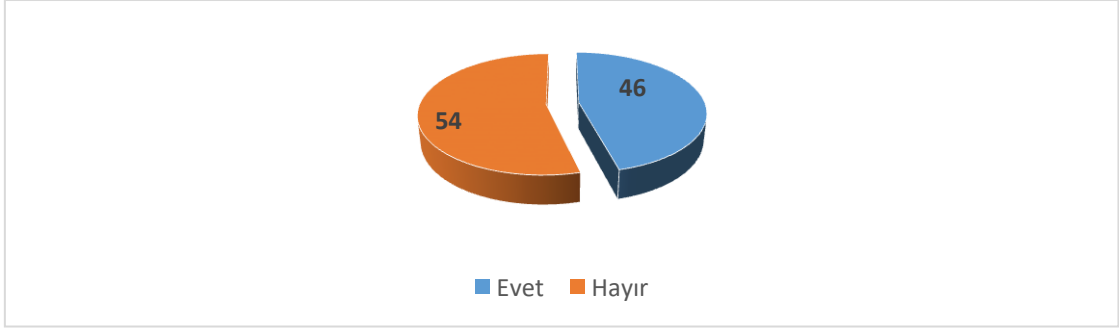
<b>Basınçlı Sulama Sistemi Uygulaması</b>	<b>Sayı</b>	<b>Oran (%)</b>
<b>Basınçlı sulama yönteminin kullanıldığı parsel sayısı</b>		
1 parsel	37	37
2 parsel	36	36
3 parsel	16	16
4 parsel	6	6
5 parsel	5	5
<b>Basınçlı sulama yöntemlerinin nereden duyulduğu</b>		
Danışman	9	9
Çiftçi	6	6
İl/ilçe tarım	80	80
TV	5	5
<b>Basınçlı sulama yöntemlerinin uygulandığı ürün grubu</b>		
Tarla	86	86
Bahçe	10	10
Tarla + Bahçe	4	4
<b>Basınçlı sulama yöntemlerinin tercih edilme nedeni</b>		
Ekonomik	12	12
İşçilik Az	24	24
Su Tasarrufu	1	1
Hepsi	63	63
<b>Basınçlı sulama sistemi malzemelerinin temini</b>		
Kendi İmkanlarım	34	34
Banka Kredisi	4	4
Devlet Desteği	62	62

Ankete katılan işletmelerde basınçlı sulama yönteminin 1 ile 12 yıl arasında uygulandığı ve basınçlı sulama yönteminin ortalama 3.52 yıldır uygulandığı belirlenmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Basınçlı sulama yönteminin kaç yıldır uygulandığı

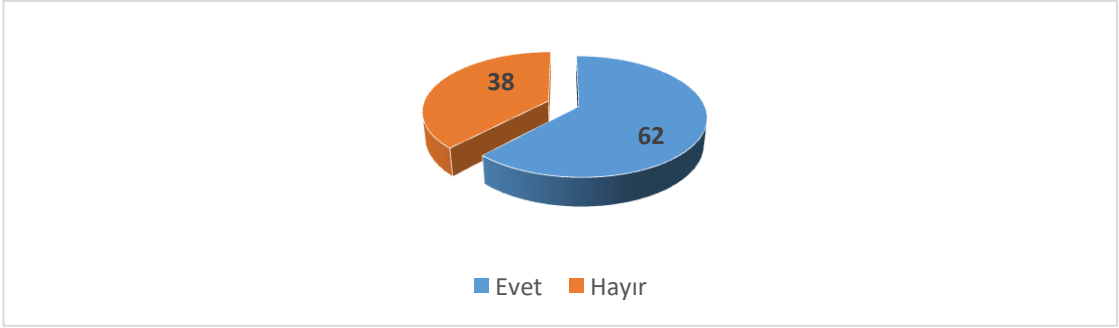
Ortalama	3,52
Standart sapma	2,338
Minimum	1
Maximum	12

Devlet desteği ile basınçlı sulama sistemi kullanan çiftçilere devlet desteği olmasaydı yine bu sulama sistemini kullanır mıydınız diye sorulduğunda, çiftçilerin %46'sı evet, %54'ü ise hayır cevabını vermişlerdir (Şekil 4). Anket yapılan çiftçilerin basınçlı sulama kullanmasında devlet desteğinin etkisinin önemli olduğu kanısına varılabilir.



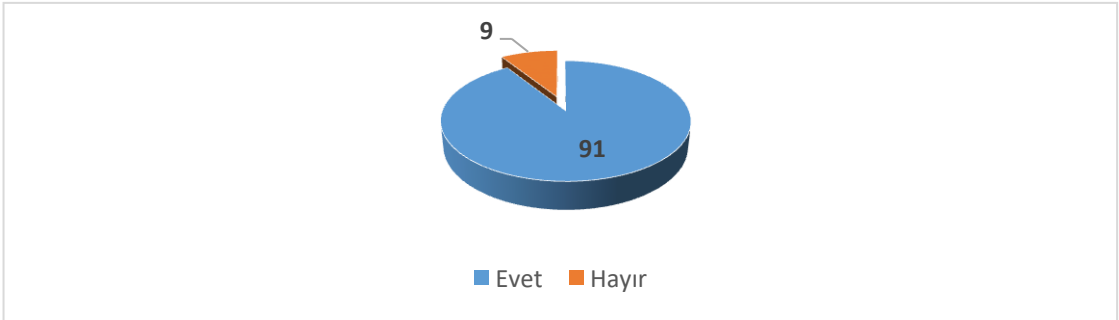
Şekil 4. Devlet desteği ile basınçlı sulama sistemi kullanan çiftçilerin devlet desteği olmadığında basınçlı sulama sistemi kullanıp kullanmama durumu (%)

Ankete katılan işletmelerde sulama projesi kurulurken damlama/yağmurlama sulama eğitimi alınma oranı %62, alınmama oranı ise %38 olarak belirlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Sulama projesi kurulurken damlama/yağmurlama sulama eğitimi alınma durumu (%)

Ankete katılan çiftçilerin %91'i basınçlı sulama yöntemini başka çiftçilere önerdiğini, %9'u ise basınçlı sulama yöntemini başka çiftçilere önermediğini ifade etmişlerdir (Şekil 6). Basınçlı sulama sistemini kullanan çiftçilerin bu yöntemi yüksek oranda diğer çiftçilere önerme isteğinden hareketle basınçlı sulama yöntemini kullanan çiftçilerin bu yöntemden memnun oldukları kanısına varılabilir.



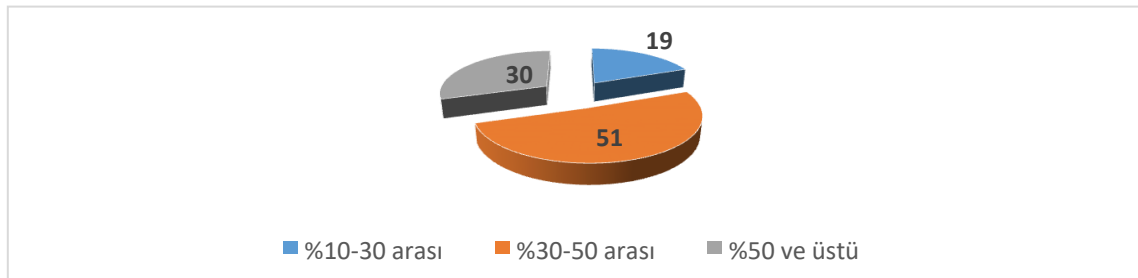
Şekil 6. Basınçlı sulama yönteminin başka çiftçilere önerilme durumu (%)

Ankete katılan işletmelerde tıkanma aşınma yıpranma ve sızma sorununun olma oranı %47; tıkanma aşınma yıpranma ve sızma, bozuk ve kusurlu mal, yakıt tüketimi sorunların birlikte sorun olma oranı %24 ve tıkanma, aşınma, yıpranma ve sızma, yakıt tüketimi sorununun birlikte olma oranı ise %16 olarak belirlenmiştir (Tablo 7). Daha önce yapılan bir çalışmada, üreticilerin %44'ü damlatıcılar ve yağmurlama başlıklarında tıkanma sorunu yaşadıklarını, %28'i enerji maliyetlerini yüksek bulduklarını, %16'sı aşınma ve yıpranma sorunlarıyla karşılaştıklarını, %12'si ise bozuk veya kusurlu ürün aldıklarını ifade etmişlerdir (Yolal ve Değirmenci, 2020).

Tablo 7. Yağmurlama ve damla sulama yöntemlerinde karşılaşılan sorunlar

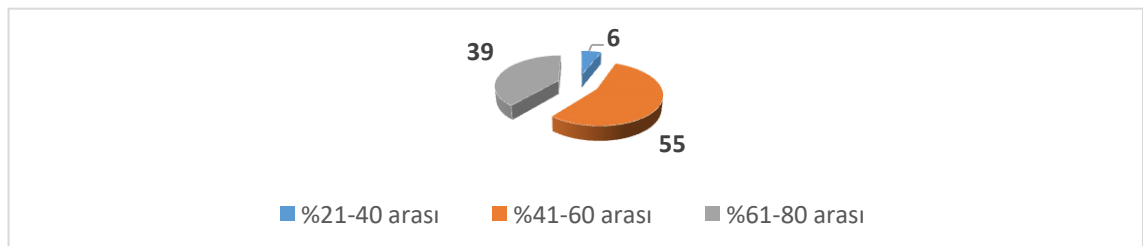
Sorunlar	Sayı	Oran (%)
Tıkanma, aşınma, yıpranma ve sızma	47	47,0
Tıkanma, aşınma, yıpranma ve sızma, kötü su yönetimi, bozuk ve kusurlu ürün	1	1,0
Tıkanma, aşınma, yıpranma ve sızma, kötü su yönetimi, bozuk ve kusurlu ürün, su depolama	1	1,0
Tıkanma, aşınma, yıpranma ve sızma, bozuk ve kusurlu ürün, su depolama	1	1,0
Tıkanma, aşınma, yıpranma ve sızma, bozuk ve kusurlu ürün, su depolama, yakıt tüketimi	1	1,0
Tıkanma, aşınma, yıpranma ve sızma, bozuk ve kusurlu ürün, yakıt tüketimi	24	24,0
Tıkanma, aşınma, yıpranma ve sızma, kötü su yönetimi	1	1,0
Tıkanma, aşınma, yıpranma ve sızma, bozuk ve kusurlu ürün	6	6,0
Tıkanma, aşınma, yıpranma ve sızma, su depolama	2	2,0
Tıkanma, aşınma, yıpranma ve sızma, yakıt tüketimi	16	16,0
Toplam	100	100,0

Ankete katılan işletmelere basınçlı sulama yöntemlerinin verim üzerine etkisi sorulmuştur. Yapılan ankette elde edilen verilerden hareketle %30-50 arası verim artışı olma oranı %51; %50 ve üstü arası verim artışı olma oranı %30 ve %10-30 arası verim artışı olma oranı ise %19 olarak belirlenmiştir (Şekil 7). Daha önce Yolal ve Değirmenci (2020) tarafından yapılan çalışmada, basınçlı sulama sistemlerinin en büyük avantajlarından biri, suyu bitkiye doğru zamanda ve doğru şekilde ulaştırarak verim artışına katkı sağlamasıdır. Üreticilerin %32'si verimde %30-49 arasında, %18'i %10-29 arasında ve %50'si %50 ve üzerinde bir artış kaydettiklerini belirtmişlerdir. Yapılan bir çalışmada, ankete katılan çiftçilerin %81'i farklı sulama sistemlerinin verim üzerinde etkili olduğunu, %6'sı etkili olmadığını düşünmekte ve %13'ü ise bu konuda bir fikre sahip değildir (Aydoğdu, 2020). Ankara bölgesinde, basınçlı sulama yöntemi uygulayan çiftçiler arasından 250'si ile yapılan anket çalışması sonuçlarına göre; basınçlı sulama yöntemlerinin su ve gübre tasarrufu sağladığı, sulama ve gübrelemenin etkinliğini artırdığı, ürün verimi ve gelir artışı sağladığı çiftçilerin büyük bir çoğunluğu tarafından belirtilmiştir. Benzer şekilde, basınçlı sulama destek programının devam etmesi gerektiği hemen hemen çiftçilerin tamamının ortak görüşü olmuştur (Yılmaz ve Topak, 2024).



Şekil 7. Sulama uygulaması ile sağlanan verim artışı (%)

Ankete katılan işletmelerde yüzey sulamadan basınçlı sulamaya geçişte sulama işçiliğinin %41-60 arasında azalma oranı %55; %61-80 arasında azalma oranı %39 ve %21-40 arasında azalma oranı ise %6 olarak belirlenmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Basınçlı sulamaya geçildiğinde sulama işçiliğinin azalma oranı (%)

### Kullanılan Sulama Yöntemi ile Bazı Parametreler Arasındaki Test İstatistiği

Ankete katılan çiftçilerin kullandığı sulama yöntemi ile bu yöntemi tercih etme nedenleri, bu sistemi kullanmakla verim artışı olup olmadığı ve sulama işçiliğinin ne kadar azaldığına dair görüşlerine ait test istatistik değerleri incelenmiştir (Tablo 8;9;10). Analiz sonuçlarına göre çiftçilerin kullandığı sulama yöntemi ile bu yöntemi tercih etmeleri ile ilgili görüşler arasında istatistiki olarak anlamlı fark olmadığı ( $p=0.414 \geq 0.05$ ) belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre ankete katılan çiftçilerin kullandıkları sulama yöntemleri ile verim artış oranı arasında istatistiki olarak anlamlı fark olmadığı ( $p=0.589 \geq 0.05$ ) belirlenmiştir. Yine yapılan analiz sonuçlarına göre ankete katılan çiftçilerin kullandığı sulama yöntemi ile sulama işçiliğinin azalma oranı arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olmadığı ( $p=0.87 \geq 0.05$ ) belirlenmiştir. Aydoğdu (2020) tarafından yapılan çalışmada, çiftçilerin sulama sistemini seçme nedenleri ile ilgili görüşler arasında ve kullanılan sulama yöntemine göre verim değerlerine ait görüşler arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark olduğu sonucu bulunmuştur. Çalışma bulgularıyla Aydoğdu (2020)'nun çalışma bulgularının farklı olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan bir çalışmada destek alan ve almayan çiftçilerin damla sulama ile işlenen arazi miktarının artması konusunda kararsız oldukları gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, diğer tüm yargıların her iki grup tarafından kabul gördüğü tespit edilmiştir (Aydın vd 2020). Narayanamoorthy (2005) tarafından yürütülen araştırmada, şekerpancarı üretiminde damla sulama kullanımıyla su tasarrufu sağlandığı ve işçilik maliyetlerinin düştüğü belirlenmiştir. Keskin ve Bostan Budak'ın (2010) çalışmasında, üreticilerin büyük çoğunluğunun damla sulama sayesinde verim ve kalite artışı sağladıkları ve işgücü tasarrufu elde ettikleri ifade edilmiştir. Suresh Kumar ve Palanisami (2010) tarafından yapılan araştırmada, damla sulama yöntemi uygulayan üreticilerin kaynak tasarrufu sağladıkları, üretim maliyetlerinin düştüğü ve verimlerinin arttığı saptanmıştır. Joshi'nin (2013) araştırmasında, üreticilerin damla sulama ile verimlilik ve kalite artışı elde ettikleri, aynı zamanda su ve işçilik maliyetlerinin azaldığı belirtilmiştir. Saçtı'nın (2016) çalışmasında ise üreticilerin %87.60'ı damla sulama sistemi kullanarak gelirlerinin arttığını, %74.10'u ise ürün kalitesinin yükseldiğini belirtmişlerdir.

Tablo 8. Anket yapılan çiftçilerin kullandıkları sulama yöntemlerini seçme nedenlerinin test istatistiği

Sulama yöntemi		Tercih nedeni				Toplam
		Ekonomik	İşçilik az	Su tasarrufu	Hepsi	
Damla	Gözlenen değer	1	3	0	17	21
	Beklenen değer	2,5	5	0,2	13,2	21
Yağmurlama	Gözlenen değer	8	19	1	39	67
	Beklenen değer	8	16,1	0,7	42,2	67
Salma	Gözlenen değer	3	2	0	7	12
	Beklenen değer	1,4	2,9	0,1	7,6	12
Toplam	Gözlenen değer	12	24	1	63	100
	Beklenen değer	12	24	1	63	100
Ki kare testi		Değer		df		P değeri
Pearson Chi-Square		6,084 <sup>a</sup>		6		0,414
Likelihood Ratio		6,324		6		0,388
Fisher's Exact Test		6,289				0,401
N of Valid Cases		100				



Tablo 9. Anket yapılan çiftçilerin kullandıkları sulama yöntemleri ile verim artış oranı arasındaki test istatistiği

Sulama yöntemi		Verim artış oranı			Toplam
		%10-30	%30-50	%50 ve üstü	
Damla	Gözlenen değer	6	11	4	21
	Beklenen değer	4	10,7	6,3	21
Yağmurlama	Gözlenen değer	11	33	23	67
	Beklenen değer	12,7	34,2	20,1	67
Salma	Gözlenen değer	2	7	3	12
	Beklenen değer	2,3	6,1	3,6	12
Toplam	Gözlenen değer	19	51	30	100
	Beklenen değer	19	51	30	100
Ki kare testi		Değer		df	P değeri
Pearson Chi-Square		2,815 <sup>a</sup>		4	0,589
Likelihood Ratio		2,799		4	0,592
Fisher's Exact Test		2,788			
Linear-by-Linear Association		1,025 <sup>b</sup>		1	0,311
N of Valid Cases		100			

Tablo 10. Anket yapılan çiftçilerin kullandığı sulama yöntemi ile sulama işçiliğinin azalma oranı arasındaki test istatistiği

Sulama yöntemi		Sulama işçiliğinin azalma oranı			Toplam
		%21-40	%41-60	%61 ve üstü	
Damla	Gözlenen değer	2	10	9	21
	Beklenen değer	1,3	11,6	8,2	21
Yağmurlama	Gözlenen değer	3	38	26	67
	Beklenen değer	4	36,9	26,1	67
Salma	Gözlenen değer	1	7	4	12
	Beklenen değer	0,7	6,6	4,7	12
Toplam	Gözlenen değer	6	55	39	100
	Beklenen değer	6	55	39	100
Ki kare testi		Değer		df	P değeri
Pearson Chi-Square		1,250 <sup>a</sup>		4	0,87
Likelihood Ratio		1,209		4	0,877
Fisher's Exact Test		1,938			
Linear-by-Linear Association		,096 <sup>b</sup>		1	0,757
N of Valid Cases		100			

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Ankete katılan çiftçilerin yaşlarının ortalamasının 54.75 olduğu, eğitim düzeyinin yüksek oranda okuryazar olduğu, ortalama tarımla uğraşma süresinin 24.48 yıl ve ailedeki birey sayısı ortalamasının 5.98 kişi olduğu belirlenmiştir. Tarımsal faaliyetler için danışmanlık hizmeti alan çiftçilerin oranı %31, danışmanlık hizmeti almayan çiftçilerin oranı ise %69 olarak belirlenmiştir. Danışmanlık alan çiftçilerin sulama, gübreleme, ilaçlama ve hastalık gibi bütün tarımsal faaliyetler için danışmanlık hizmeti aldıkları sonucuna varılmıştır. Ankete katılan çiftçilerin yüksek oranda traktör ve ekipmanlara sahip olmadığı, alet ekipman varlığı noktasında ankete katılan çiftçilerin oranının yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır. Ankete katılan işletmelerde yüksek oranda yağmurlama sulama yönteminin kullanıldığı belirlenmiştir. Araştırma bölgesinde su kısıtlılığı yaşandığı gözlemlenmiştir. Su kaynakları olarak baraj, gölet, dere ve kuyu suları kullanılmaktadır. Su temini ve kullanımı dikkate alındığında, basınçlı sulama sistemlerinin uygulanması zorunlu hale gelmiştir. Bu durum, basınçlı sulama sistemlerinin benimsenmesi ve yayılmasında önemli bir etken olarak öne çıkmaktadır. Üreticiler genellikle yenilikçi, yüksek gelir düzeyine sahip, genç ve orta yaş grubundadır. Basınçlı sulama sistemlerinin ilk yatırım maliyetleri yüksek olmasına rağmen, devlet desteği sağlansa bile, gelir, yaş ve eğitim düzeyi bu sistemlerin benimsenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, iletişim ve haberleşme olanaklarının artması, yeniliklerin benimsenmesini olumlu yönde etkilemiştir. Kırsal alandaki eğitim seviyesinin yükselmesiyle birlikte, modern sulama sistemlerini benimseyen üreticiler arasında doğru orantılı bir ilişki gözlemlenmektedir. Bu nedenle, ürün kalitesi ve çeşitliliğini artırmak isteyen üreticilerin eğitimine özel önem verilmelidir. Sulama, ilaçlama, gübreleme ve tarımsal desteklemeler gibi konularda tarım danışmanları tarafından yürütülecek eğitim ve yayım çalışmalarının, yatırımların başarısını artıracığı açıktır. Modern sulama sistemlerinin etkin kullanımı için çiftçi eğitimlerinin ve toplantılarının uygulamalı olması ve sonuçların doğrudan gözlemlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, modern çiftçi yaklaşımları, demonstrasyonlar ve teknik geziler gibi etkinliklerin düzenlenmesi faydalı olabilir. Arazi parçalanmasının önlenmesi amacıyla arazi toplulaştırma projeleri hayata geçirilmelidir. Ayrıca, enerji giderlerini azaltmak için güneş enerjisinden yararlanma imkanları çiftçilerle paylaşılmalı ve güneş enerjisi yatırımları için hibe destek programları oluşturulmalıdır. Çiftçilerin malzeme ve ekipman değişimi, bakımı ve temizliği gibi konularda yetkin kişiler tarafından eğitimler verilmelidir. Sonuç olarak, basınçlı sulama sistemlerinin daha verimli kullanımı için eğitimler düzenlenmeli ve teknik bilgiler uzmanlar tarafından sağlanmalıdır. Arazi parçalanması ve yüksek yakıt maliyetleri gibi basınçlı sulama sistemlerinin kullanımını engelleyen sorunlara etkili çözümler geliştirilmelidir. Karar vericiler, yenilikçi sulama teknolojilerinin daha geniş bir kitleye yayılmasını sağlamak amacıyla mevcut eksiklikleri tespit edip çözüm odaklı yeni politikalar oluşturmalıdır. Etkili sulama yöntemlerinin kullanımı, ürün verimliliğini ve kalitesini artırırken, girdi maliyetlerini de düşürerek çiftçilerin yaşam standartlarını iyileştirecektir. Bu nedenle, doğru sulama ve modern tarım tekniklerinin benimsenmesi, çiftçilerin yaşam koşullarını iyileştirirken gençlerin büyük şehirlere göç etmek yerine köylerinde kalarak tarımdan geçimlerini sağlamalarına olanak tanıyacaktır. Böylece kırsal toplumun yapısı korunur ve sosyal, kültürel süreklilik devam ettirilmiş olur (Aydın Eryılmaz vd., 2022).

**Teşekkür:** Çalışma kapsamında ihtiyaç duyulan verilerin temin edildiği Bingöl İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'ne ve anket çalışmasına katılarak değerli görüşlerini paylaşan Bingöllü çiftçilerimize katkıları ve gösterdikleri ilgi için teşekkür ediyoruz.

**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

Yoldaş EKTİREN  <https://orcid.org/0000-0002-6571-6806>

Hasan DEĞİRMENCİ  <https://orcid.org/0000-0002-6157-816X>



## KAYNAKLAR

- Anonim. 2010. The International Commission on Irrigation and Drainage. [www.icid.org](http://www.icid.org) (Erişim tarihi: 18.09.2024)
- Anonim. 2021. Kırsal kalkınma destekleri kapsamında bireysel sulama sistemlerinin desteklenmesi hakkında tebliğ. (Tebliğ no: 2021/7)
- Ayçiçek, M., & Karakaya, E. (2022). Bingöl İli Kuru Fasulye Üreten İşletmelerin Mevcut Durumu ve Ekonomik Analizi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(2), 129-138. <https://doi.org/10.54975/isubuzfd.1172761>

- Aydın Eryılmaz, G., Kılıç, O., & Gülser, C. (2022). Sinop İlinde Çiftçilerin Sulama Yöntemleriyle İlgili Tercihleri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 9(2), 209-215. <https://doi.org/10.19159/tutad.1077848>
- Aydın, B. 2014. Trakya Bölgesinde Faaliyet Gösteren Tarım İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Etkinliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, T.C. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ 2014 s. 150
- Aydın, B., Öztürk, O., Özer, S., Çebi, Ü., Özkan, E., 2020. Üreticilerin damla sulama yöntemi üzerine yargılarının karşılaştırmalı analizi: Edirne ili örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4): 959-971.
- Aydoğdu, M.H., 2020. Çiftçilerin tarımsal sulamalarda su kullanım davranışları üzerine bir araştırma: Şanlıurfa örnekleme. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(74): 602-610.
- Bayramoğlu, Z. Bozdemir, M. 2018. Dane Mısır Üretiminde Kaynak Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi: Konya İli Örneği. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. ISBN: 978-605-82785-9-2, 1. Basım, Mart 2018, Atlas Akademi, s. 237.
- Bayramoğlu, Z., Ağızan, S., 2018. Sulama sistemlerinin tercihini etkileyen faktörlerin analizi. Uluslararası Su ve Çevre Kongresi, Bildiriler Kitabı, 22-24 Mart, Bursa, s. 1082-1087.
- Çakır A., Karakaya E., Kuzu K. (2014a). Diyarbakır İli Eğil İlçesi Bağcılığının Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 1(4): 490–500.
- Çakır, A., Karaca Sanyürek, N., Karakaya, E., Ay, Ş. (2017). Nusaybin (Mardin) İlçesi Bağcılığı Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 34(1), 15-25. <https://doi.org/10.13002/jafag975>
- Çakır, A., Karakaya, E., Işıkırık, M., Çelik, Maraşlı, R. (2014). Lice (Diyarbakır) İlçesi Üzüm Üreticilerinin Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Türk. Doğa ve Fen Dergisi. – Tr. J. Nature Sci.* 2014 Vol. 3 No. 2.
- Çakır, A., Karakaya, E., Uçar, K.H. (2015). Mardin İli Savur İlçesi Bağ İşletmelerinin Mevcut Durumu ve Potansiyeli. İğdır Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Dergisi. / İğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 5(1): 9-19, 2015.
- Çakırlı, C. 2017. Mersin İli Tarsus İlçesi Narenciye İşletmelerinin Sosyoekonomik Analizi. T.C. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Kahramanmaraş, 2017, s. 70
- Çelik, A., & Karakaya, E. (2017). Bingöl İli Adaklı İlçesi Elma Üreticilerinin Tarımsal İlaç Kullanımında Bilgi Tutum ve Davranışlarının Değerlendirilmesi ve Ekonomik Analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(2), 119-129. <https://doi.org/10.30910/turkjans.307405>
- Çolak, YB., Yazar, A., Alghory, A. ve Tekin, S. 2021. Evaluation of crop water stress index and leaf water potential for differentially irri gated quinoa with surface and subsurface drip systems. *Irrig Sci* 39:81–100. <https://doi.org/10.1007/s00271-020-00681-4>
- Çoşkun, Z. 2008. Basınçlı Sulama Yöntemleri ve Su Tasarrufu. T.C Çevre ve Orman Bakanlığı, 5. Dünya Su Formu Bölgesel Hazırlık Süreci DSİ Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları, Sulama-Drenaj Konferansı Bildiri Kitabı 10-11 Nisan, 228 s.
- Daş, A., İnci, H., Karakaya, E., Şengül, A. (2014). Bingöl İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Bağlı Sığircılık İşletmelerinin Mevcut Durumu. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(3).
- Demircioğlu, M., Çakmak, B. 2016. Ziraat bankası Destekli Basınçlı Sulama Destek Sisteminin Değerlendirilmesi. *GOP Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33, 181-188.
- DSİ. 2015. [www.dsi.gov.tr](http://www.dsi.gov.tr) (Erişim tarihi:06.09.2024)
- Doğan, T., Cengil, B., 2019. Çankırı İli Kırsal Kalkınma Yatırımları Kapsamında Basınçlı Sulama Sistemleri Destek Kredilerinin Değerlendirilmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi* 5(1): 1-6.
- Duramaz, A.T. 2022. Manisa İli Akhisar ve Saruhanlı İlçelerinde Zeytin Yetiştiriciliği Yapan Çiftçilerin Sulama Alışkanlıklarının Belirlenmesi. T.C. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Ocak-2022 Konya, s. 71.
- Gence, F. 2019. Kahramanmaraş İlinde Çerezlik Ayçiçeği Üretim Faaliyetinin Ekonomik Analizi. T.C. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, 2019, 51s.
- Gözener, B. 2013. Tr83 Bölgesinde Sığır Yetiştiriciliğine Yer Veren İşletmelerin Ekonomik Analizi ve Teknik Etkinlik. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Hazneci, K. 2015. Şeker Pancarı ve Buğday Tohumluğu Üretiminde Teknik Etkinlik Ve Fiyat Değişkenliğinin İşletme Organizasyonuna Etkisi. T.C. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Samsun, 2015 s.253
- Joshi, D. 2013. A study on farmers' perception towards usage of drip irrigation system. International Conference at GTU and Parul Group of Institutes, January 23-26, ISBN978-93-820629-12
- Kaçıra, ÖÖ. 2007. Mısır Üretiminde Etkinlik Analizi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi. Adana.
- Karakaya E, Kızıoğlu S 2022. Elma Üretiminin Ekonomik Analizi: TRB1 Bölgesi Örneği. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 25 (3): 589-597. DOI: 10.18016/ksutarimdog.a.vi.880521.

- Karakaya, E., & Ayçiçek, M. (2022). Bingöl İli Silajlık Mısır Üretim Faaliyetinin Mevcut Durumu ve Ekonomik Analizi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(2), 254-266. <https://doi.org/10.33202/comuagri.1177119>
- Karakaya, E., & Kızıloğlu, S. (2014). Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Örgütlenme Yapısı Bingöl İli Örneği. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(4).
- Karakaya, E., & Kızıloğlu, S. (2021). TRB1 Bölgesinde Elma Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu (Bingöl, Elâzığ ve Malatya İlleri). Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 8(2), 470-483. <https://doi.org/10.30910/turkjans.888986>
- Karakaya, E., Kızıloğlu, S., & Bilgiç, A. (2021). TRB1 Bölgesi'ndeki Elma Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Teknik Etkinliğinin Belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1), 95-104.
- Kaya, N., Çiftçi, N., 2016. Sulama birliklerinin tarımsal sulama işletmeciliğindeki rolü, Konya-Çumra Sulama Birliği örneği. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 5(2): 45-57.
- Keskin, A.H., Bostan Budak, D. 2010. Damla sulama yeniliğinin Yağcı köyü halkına etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 3 (2): 7-10.
- Kılıç Yolal A, Değirmenci H 2020. Basınçlı Sulama Sistemleri Hibe Destek Uygulamalarının Değerlendirilmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (5): 1175-1183. DOI: 10.18016/ksutarimdog.1565052.
- Lorcu, F. (2015). Örneklerle Veri Analizi SPSS Uygulamalı, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Mesci, O., Karlı, B., 2018. Isparta ilinde arazi toplulaştırması yapılan alanlardaki tarım işletmelerinin sosyo-ekonomik analizi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23(1): 106-114.
- Narayanamoorthy, A. 2005. Economics of drip irrigation in sugarcane cultivation: case study of a farmer from Tamil Nadu. Indian Journal of Agricultural Economics, 60(2): 235-248.
- Öztürk, F., Kılıç, H., & Karakaya, E. (2023). Muş İli Buğday Üretiminin Mevcut Durum Analizi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 10(1), 116-132. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1181434>
- Saçtı, H. 2016. Domates Üreten İşletmelerde Damla Sulama Sistemlerinin Kullanımı ve Etkileyen Faktörler (Kazova Yöresi Örneği). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Suresh Kumar, D., Palanisami, K. 2010. Impact of drip irrigation on farming system: Evidence from Southern India. Agricultural Economics Research Review, 23: 265-272.
- Şener, S., Yıldırım, M. ve Demirel, K. 2007. Küresel Isınma ve Tarımda Suyun Etkili Kullanımı. 14. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, Gümüşdör- İzmir
- T.C. Bingöl Valiliği. Bingöl İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Bingöl Orman İşletme Müdürlüğü, Bingöl Kadastro Müdürlüğü, İl/İlçe/Belde Belediyeleri, Harita Genel Müdürlüğü, 2021.
- T.C. Bingöl Valiliği. Bingöl İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Bingöl Orman İşletme Müdürlüğü, İl/İlçe/Belde Belediyeleri, Harita Genel Müdürlüğü, 2021.
- T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. 2021. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Tanriverdi, Ç., Atılgan, A., Değirmenci, H. ve Akyuz, A. 2017. Comparison of Crop Water Stress Index (CWSI) and Water Deficit Index (WDI) by Using Remote Sensing (RS). Commission of Technical Rural Infrastructure, Nr III/1/2017, Polish Academy of Sciences, Cracow Branch, PP. 879-894.
- TÜİK, 2021.T.C. Bingöl Valiliği/Bingöl İl Tarım ve Orman Müdürlüğü/Tarımsal Altyapı ve Arazi Değerlendirme Şube Müdürlüğü.
- Ulu Ö, Engindeniz S, Özden A, 2016. İzmir'de Bamya Üretiminde Girdi Kullanım Etkinliğinin Analizi, Tarım Ekonomisi Dergisi Cilt:22 Sayı:2 Sayfa:69-76
- Vanoğlu, M. 2022. Ova Sulama Birliği Üyesi Çiftçilerin Sosyo-Ekonomik Faaliyet Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Sulama Birliğine Yaklaşımları. T.C. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Aralık- 2022 Konya, s. 141.
- Yılmaz, B., & Topak, R. (2024). Türkiye'de Uygulanan Basınçlı Sulama Yöntemleri Destek Programının Ankara İli İçin Etki Değerlendirmesi. Türk Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi, 11(3), 835-848. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1453605>

## Şeytan Elması (*Datura stramonium* L.) Tohum Ekstraktlarının Bazı Bitkilerin Tohum Çimlenmesine Allelopatik Etkisi

Murat TURAN<sup>1</sup> , Reyhan YERGIN ÖZKAN<sup>2\*</sup> 

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Van, Türkiye

\*Sorumlu Yazar e-posta : [reyhanyergin@yyu.edu.tr](mailto:reyhanyergin@yyu.edu.tr)

Geliş Tarihi: 22.08.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 01.10.2024 Kabul Tarihi: 02.10.2024

### ÖZ

Bu çalışmada, şeytan elması (*Datura stramonium* L.) tohum ekstraktlarının, tarımsal alanlarda ciddi problemlere yol açan sirken (*Chenopodium album* L.) ve kırmızı köklü horozibiği (*Amaranthus retroflexus* L.) yabancı otları ile şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.)'nin tohum çimlenmesine allelopatik etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji laboratuvarında 2019-2020 yılları arasında yürütülmüştür. Çalışmada metanol ve su ekstraktları %1, 2, 4, 8 ve %16 konsantrasyonlarında Petri kaplarındaki tohumlara uygulanmıştır. Çalışma sonucunda konsantrasyon miktarı arttıkça çimlenmenin azaldığı görülmüştür. Özellikle metanol ekstraktının su ekstraktına göre daha etkili olduğu gözlenmiştir. Su ekstraktının uygulandığı tüm konsantrasyonlarda bitkilerde çimlenme meydana gelirken, metanol ekstraktının uygulandığı %8 ve %16'lık konsantrasyonlar sirken ve kırmızı köklü horozibiğinin çimlenmesini %100 engellediği görülmüştür. Bir kültür bitkisi olan şeker pancarında su ekstraktında konsantrasyonlar arasındaki fark birbirine yakın gruplarda yer alırken metanol ekstraktında bütün konsantrasyonlar farklı gruplarda yer almıştır. Çimlenme oranı tıpkı diğer bitkilerde olduğu gibi konsantrasyon artışına bağlı olarak azalmıştır. Çalışma ile özellikle tarımsal alanlarda ciddi problemlere yol açan yabancı otlara karşı alternatif bir mücadele yöntemi olarak kullanılması ve yabancı otlarla mücadelede entegre mücadeleye destekleyici bir yere sahip olacağı düşünülmektedir. Ancak çalışmanın pratiğe aktarılabilmesi için elde edilen sonuçların tarla ve sera koşullarında da yapılması gerekmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Allelopati, *Datura* spp., Çimlenme, Mücadele, Yabancı ot.

## Allelopathic Effect of Jimson Weed (*Datura stramonium* L.) Seed Extracts on Seed Germination of Some Plants

### ABSTRACT

In this study, it was investigated that jimson weed (*Datura stramonium* L.) seed extracts were used to germinate seeds of lamb's quarters (*Chenopodium album* L.) and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) weeds and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plant. It was aimed to determine the allelopathic effect. The study was carried out in Van Yüzüncü Yıl University Plant Protection Department Phytopathology Laboratory between 2019-2020. In the study, methanol and water extracts were applied to the seeds in petri dishes at 1, 2, 4, 8 and 16% concentrations. As a result of the study, it was observed that the germination decreased as the concentration amount increased. In particular, methanol extract was found to be more effective than water extract. While germination occurred in plants at all concentrations where water extract was applied, 8% and 16% concentrations of methanol extract applied 100% inhibited the germination of lamb's quarters and redrooted pigweed. In sugar beet, which is a cultivated plant, the difference between the concentrations in water extract was in close groups, while all concentrations in methanol extract were in different groups. Germination rate decreased with increasing concentrations just like in other plants. With this study, it is thought that it will be used

as an alternative control method against weeds that cause serious problems, especially in agricultural areas, and it will have a supportive role in the integrated control in the fight against weeds. It was concluded that these results obtained in the laboratory study should also be done in field and greenhouse conditions.

**Key words:** Allelopathy, *Datura* spp., Germination, Management, Weed.

## GİRİŞ

Tüm dünyada artan nüfusa bağlı olarak gıda ihtiyacının karşılanması ve tarım alanlarında meydana gelen kayıpların engellenmesi için farklı mücadele yöntemleri geliştirilmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Tarımsal alanlarda yetiştirilen ürünlerin kalite ve verimini azaltan en önemli faktörler içerisinde iklimsel faktörler, hastalık zararlı ve yabancı otlar bulunmaktadır. Dünyada 7000 civarında ülkemizde ise yaklaşık 1800 civarında yabancı ot türü olduğu bilinmektedir (Uluğ ve ark., 1993). Yabancı otlar bol miktarda tohum üretmeleri, hızlı şekilde büyümeleri ve rizom, yumru, stolon gibi bitkinin farklı kısımlarıyla çoğalmalarından dolayı çevreye kolayca yayılmaktadırlar (Yıldırım ve Ekin, 2003). Böylelikle yabancı otlar su, ışık ve besin maddeleri gibi kaynaklar için kültür bitkileri ile rekabete girerek onların fizyolojik aktivitelerini ve büyümeleri olumsuz etkilediğinden ekonomik kayıplara neden olmaktadır. (Rajcan ve Swanton 2001; Kholi ve ark., 2004).

Yabancı otlarla mücadelede birçok mücadele yöntemi tercih edilse de bu yöntemlerden en yaygın olanı kimyasal mücadele yöntemidir. Kimyasal mücadelenin diğer mücadele yöntemlerine göre daha fazla tercih edilmesinin nedenleri arasında herbisitlerin kısa zaman içerisinde sonuç vermeleri, yüksek etki mekanizmasına sahip olmaları ve işgücü maliyetlerini azaltması yer almaktadır (Hussain ve ark., 2014).

Yabancı otlarla mücadelede kimyasal herbisitlerin sürekli ve yoğun kullanımı ile ilgili sorunların giderek artması; yüzey ve yeraltı suyu kirliliği, hedef dışı organizmalar üzerinde zararlı etkileri, herbisitlere karşı dayanıklı yabancı otların oluşması ve gıdalardaki kalıntılar gibi sorunlar nedeniyle tüketici endişelerinin artmasıyla alternatif mücadele yöntemlerine yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Gliessman, 2002). Bu alternatif mücadele yöntemlerinin biri de allelopatidir (Uludağ, 2006). Allelopatik maddeler bitkinin kök, gövde, yaprak, polen, tohum ve çiçek gibi farklı kısımlarından salgılanır ve kök sızıntısı, toprak üstü aksamalardan süzülme, buharlaşma ve çürüme gibi yollarla çevrelere yayılırlar (Rice, 1984). Yabancı otlarla mücadelede allelopati; allelopatik bitkilerden elde edilen toksik ekstraktlar ve allelopatik ürün çeşitlerinin kullanımı şeklinde olmaktadır (Kalinova, 2010).

Bitki ekstraktı olarak kullanılan bazı bitkiler arasında kanyaş [*Sorghum halepense* (L.) Pers], süpürge darısı [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), yalancı tespih ağacı (*Azadirachta indica* A. Juss), okaliptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.), akasya [*Acacia nilotica* (L.) Willd.], kanola (*Brassica napus* L.), beygir semizotu (*Trianthema portulacastrum* L.), buğday (*Triticum aestivum* L.), mango (*Mangifera indica* L.), beyaz dut (*Morus alba* L.), çeltik (*Oryza sativa* L.) gibi bitkiler bulunmaktadır (Uygur, 1996).

Solanaceae ailesinde bulunan şeytan elması (*Datura stramonium* L.) tek yıllık bir bitkidir. *D. stramonium* organik madde bakımından zengin olan boş tarlalar, viranelikler, hendek ve yol kenarlarında bulunmakla beraber özellikle sulu tarlalarda yabancı ot şeklinde yaygın olarak bulunmaktadır. Bahçelerde nadiren süs bitkisi olarak yetiştirilmektedir (Baytop, 1963, Davis, 1978, Ceylan, 1994). Bitkinin tüm kısımları belladonna alkaloidi olan atropin, hiyosiyamin ve skopolamin metabolitlerini içermektedir. Her bir tohum tanesi 0.1 mg oranda yüksek atropin içeriğine sahiptir. Yüz adet tohum yaklaşık 6-10 mg atropine karşılık gelmektedir ve insanlar için 10 mg'ın üzerinde atropin kullanımı ölüme sebebiyet verebilmektedir (Vanderhoff ve Mosser, 1992; Spina ve Taddei, 2007). Türkseven ve ark., (2021) tarafından *D. Stramonium*'un farklı gelişme evrelerinde atropin miktarlarını belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada benzer çalışmalardan farklı olarak ispanağa karışması muhtemel 4-6 yapraklı dönem ve atropin miktarının en yüksek olduğu dönem olan çiçeklenme dönemlerinde işleme faktörü de göz önünde bulundurularak yemek olarak işlenen pişirilmiş örneklerden de analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre gerek çiğ gerekse pişmiş *D. stramonium* yapraklarında insan sağlığı açısından kabul edilebilir sınırların çok üzerinde atropin miktarı belirlenmiştir. Ayrıca antifungal kimyasal madde içeren bitkiler içerisinde şeytan elması da yer almaktadır. (Taştan ve ark., 2024). Bu özelliklere sahip olmasından dolayı tıp ve eczacılık sektörlerinde etkin şekilde kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, şeytan elması (*Datura stramonium* L.) tohumlarının farklı çözücü (su ve metanol) ve konsantrasyonlardaki ekstraktlarının tarımsal alanlarda ciddi problemlere yol açan sirken (*Chenopodium album* L.) ve kırmızı köklü horozibiği (*Amaranthus retroflexus* L.) yabancı otları ile şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) bitkilerinin tohum çimlenmesine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece allelopatik etkiye sahip olduğu saptanan bitkileri pratik alana başarılı bir şekilde uygulanabilir bir nitelik kazandırarak yabancı otlarla mücadelede allelopatinin kullanımının yaygınlaştırılması, gelecekte yürütülecek sera ve arazi çalışmalarına temel oluşturması ve bu bilgiler doğrultusunda literatüre katkı sağlanması hedeflenmiştir.



## MATERYAL ve METOT

Çalışma 2019-2020 yılları arasında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada ana materyalini şeytan elması (*Datura stramonium* L.) bitkisinin 2019 yılı Eylül ayında Van ilinden toplanan tohumları oluşturmaktadır. Test bitkisi olarak şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) yabancı ot olarak da sirken (*Chenopodium album* L.) ve kırmızı köklü horozibiği (*Amaranthus retroflexus* L.) tohumları kullanılmıştır. Yabancı ot tohumları zımpara yöntemi ile dormansisi kırıldıktan sonra kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan sirken ve kırmızı köklü horozibiği tohumları Fitopatoloji laboratuvarındaki stoklardan, şeker pancarında kullanılan Esperanza çeşidi tohumluk ise Syngenta firmasından temin edilmiştir.

Şeytan elması meyve kapsüllerindeki olgunlaşmış siyah tohumlar kapsül içerisinden çıkartılmıştır. Çıkartılan tohumlar gölgelik alanda 7-10 gün kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra tohumlar cam kavanoz içerisinde oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Çalışmada kullanılan tohumlar ekstraktın hazırlandığı gün öğütücü yardımı ile toz haline getirildikten sonra 0.5 mm'lik elekten geçirilmiştir.

### Bitki ekstraktlarının elde edilmesi

Su ekstraktlarının hazırlanmasında öğütülmüş materyalden 80 gram alınmış sonra 500 ml saf suyla karıştırılarak oda sıcaklığında orbital çalkalayıcıda 24 saat boyunca 200 devir (rpm)'de bekletilmiştir. Elde edilen karışım 4 katlı steril tülbent bezinden geçirilerek 3500 devir (rpm)'de 5 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Karışım, filtre kağıdından geçirildikten sonra, steril bir şırınga kullanılarak 0.45 µl'lik filtrelerden süzümüştür (Ashrafi ve ark., 2008; Abbasi, 2012; Al-Malki, 2014).

Metanol ekstraktlarının hazırlanmasında ise öğütülmüş materyalden 80 gram alınmış 500 ml %80'lik metanol ile karıştırılarak oda sıcaklığında orbital çalkalayıcıda 24 saat boyunca 200 devir (rpm)'de bekletilmiştir. Elde edilen karışım 4 katlı steril tülbent bezinden geçirildikten sonra 3500 devir (rpm)'de 5 dakika boyunca santrifüj edilip filtre kağıdından süzdürülmüştür. Metanol, elde edilen karışımdan rotary evaporatör yardımıyla 40°C'de uzaklaştırdıktan sonra kalan karışım ekstrakt olarak kullanılmıştır (Abbasi, 2012; Al-Malki, 2014).

Uygulamalarda tabanına çift kat kurutma kâğıdı yerleştirilmiş 9 cm çaplı steril cam Petri kapları kullanılmıştır. Denemeler, tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü ve her tekerrürde yabancı ot tohumlarından 50 adet tohum ve şeker pancarından 30 adet tohum kullanılmıştır.

Elde edilen stok çözelti %1, 2, 4, 8, 16 konsantrasyonlara seyreltilmiştir. Her Petri kabı için hazırlanan ekstraktlardan 5 ml eklenmiştir. Kontrol Petri kaplarında ise saf su uygulaması yapılmıştır. Daha sonra parafilm ile sarılan Petri kapları, 14 gün boyunca optimum çimlenme sıcaklıkları olan şeker pancarı için 25°C, kırmızı köklü horozibiği ve sirken için ise 30°C'de inkübatörlere bırakılmıştır (Üremiş ve Uygur, 1999; Gönen, 1999).

Bütün uygulamalar için 14 gün sonunda sayımlar yapılarak, 0.5 cm çim borucuğu oluşturan tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir (Uygur, 1985; Efil ve Üremiş, 2019).

### İstatistik analiz

Çalışmada elde edilen verilerin istatistik analizinde SAS 9.4 paket programı kullanılmıştır (SAS, 2020). Verilerin analizinde 'non-parametrik' bir yöntem olan 'Kruskal-Wallis' testi" uygulanmış ve elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Bonferroni düzeltmeli Dunn's testi uygulanmıştır.

Uygulamaların tohumlar üzerindeki inhibisyon oranı aşağıdaki eşitlik (Eş. 3.1) kullanılarak hesaplanmıştır (Ellnain ve ark., 2003).

$$\text{İnhibisyon (\%)} = \frac{C-T}{C} \times 100 \text{ (Eş. 3.1)}$$

T: uygulama sonucu elde edilen değer

C: kontrolden elde edilen değer

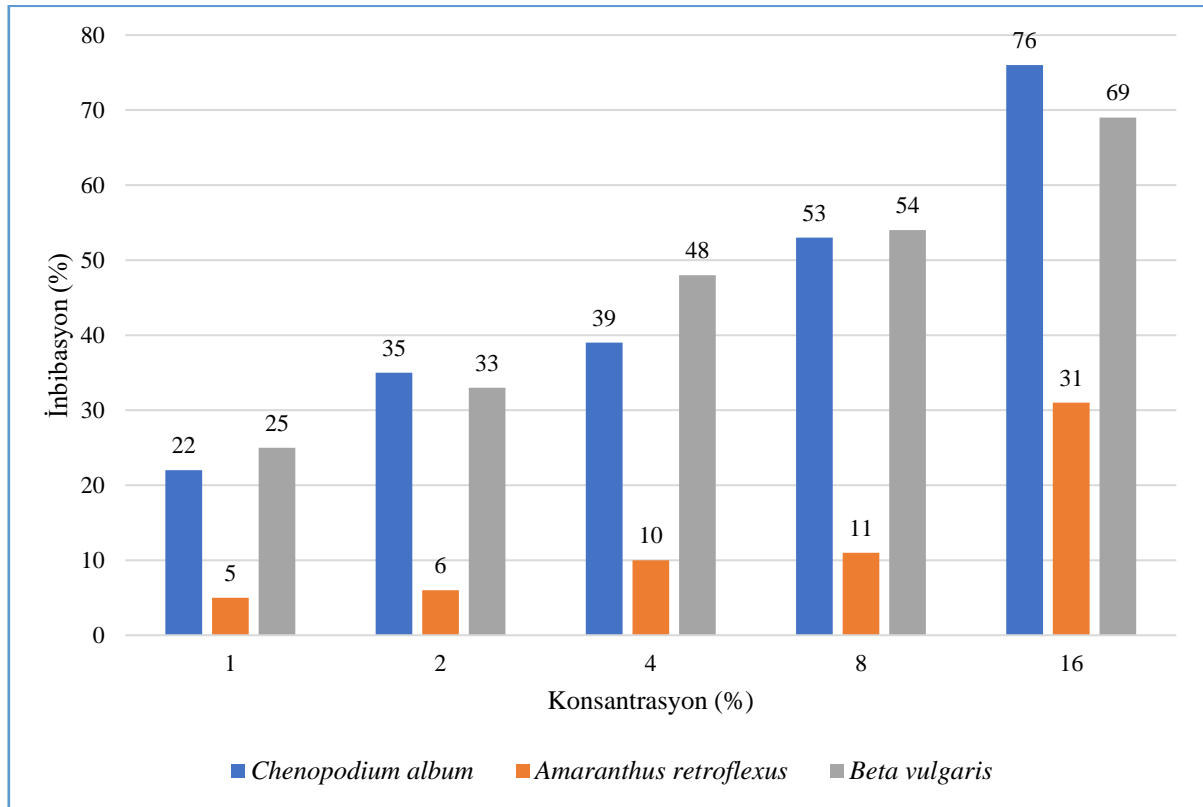
## BULGULAR ve TARTIŞMA

Şeytan elmasının tohumlarından elden edilen su ve metanol ekstraktlarının uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.1). Su ekstraktının %1'lik konsantrasyonu tüm test bitkilerinde çimlenme üzerinde en düşük etkiye %16'lık konsantrasyonun ise en yüksek etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Su ekstraktının uygulandığı sirken bitkisinde %16'lık konsantrasyon istatistiksel olarak farklı grupta yer alırken diğer konsantrasyonlar yakın gruplarda yer almıştır. Kırmızı köklü horozibiği bitkisinde ise %1 ve 16 konsantrasyon etkileri istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüş olup diğer konsantrasyonlar benzer gruplarda yer almıştır. Su ekstraktının uygulandığı şeker pancarı bitkisinde ise %1, 2, 4 ve 8 konsantrasyon etkisi arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüş olup %16'lık konsantrasyon diğer konsantrasyonlardan farklı etkiye sahip olduğu için istatistiksel olarak aralarında fark olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda su ekstraktının %1, 2, 4, 8 ve 16'lık konsantrasyonları sırasıyla sirkeni %22, 35, 39, 53 ve 76 oranında, kırmızı köklü horozibiğini %5, 6, 10, 11 ve 31 oranında, şeker pancarını %25, 33, 48, 54 ve 69 oranında tohum çimlenmesini engellediği saptanmıştır (Şekil 4.1).

Çizelge 4.1. Şeytan elması su ve metanol ekstraktının uygulandığı sirken, kırmızı köklü horozibiği ve şeker pancarı tohumlarının çimlenme oranları

Çözgen	Konsantrasyon (%)	<i>Chenopodium album</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Beta vulgaris</i>
Su	Kontrol	37.20 (0.58) a	44.00 (0.31) a	21.20 (0.58) a
	1	29.00 (2.23) b	41.80 (0.58) b	16.00 (0.54) b
	2	24.20 (1.77) b	41.40 (0.40) bc	14.20 (0.37) b
	4	22.60 (0.24) bc	39.60 (0.60) cd	11.00 (0.31) c
	8	17.60 (1.46) cd	37.80 (0.80) de	9.80 (0.86) c
	16	9.00 (2.48) d	30.40 (1.63) e	6.60 (0.40) d
	P		*	*
Metanol	Kontrol	35.40 (0.24) a	47.20 (0.86) a	21.60 (0.24) a
	1	7.0 (1.09) b	34.0 (4.43) b	17.40 (0.40) b
	2	3.40 (1.02) c	6.0 (1.51) c	12.40 (0.24) c
	4	0.60 (0.24) d	0.20 (0.20) cd	10.40 (0.24) d
	8	0	0	7.00 (0.44) e
	16	0	0	2.80 (0.48) f
	P		*	*

\*p&lt;0.05 düzeyinde önemli.

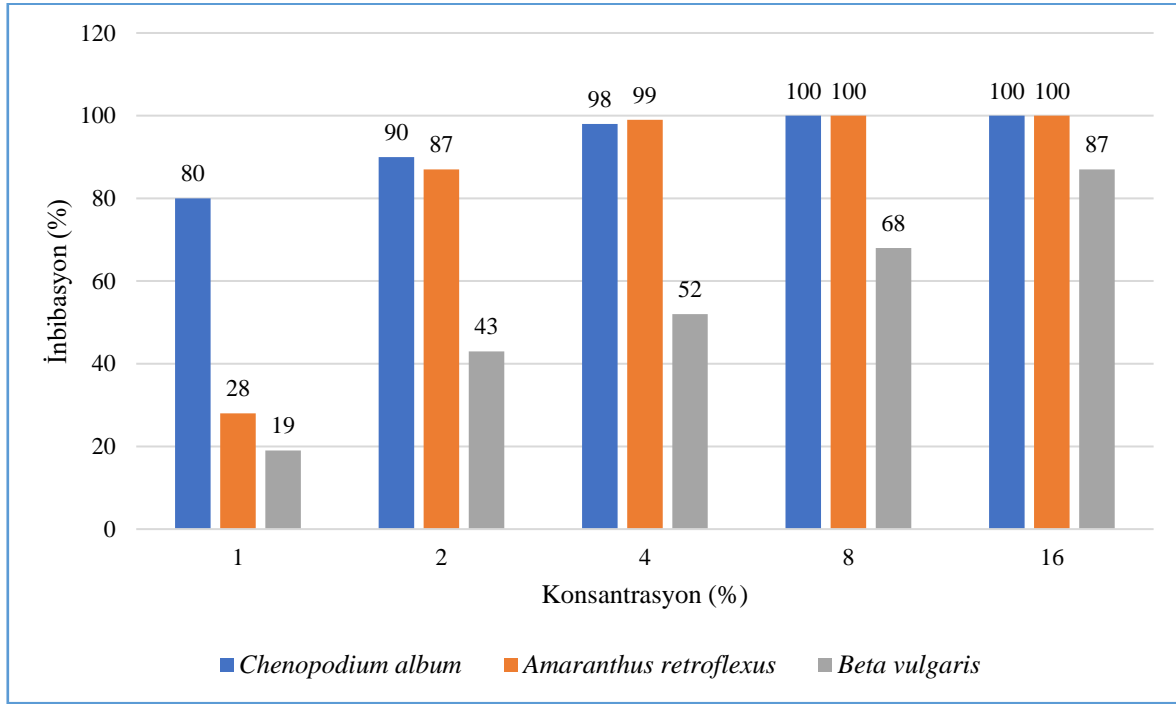


Şekil 4.1. Şeytan elması su ekstraktının sirken, kırmızı köklü horozibiği ve şeker pancarı tohumları üzerindeki inhibasyon oranları.

Metanol ekstraktının uygulandığı tüm bitkilerde su ekstraktı ile benzer olarak %1'lik konsantrasyon çimlenme üzerine en düşük etkiye sahip olduğu görülmüştür. En yüksek etkiye ise sirken ve kırmızı köklü horozibiğinde %8 ve 16'lık konsantrasyonların etkili olduğu görülmüş olup şeker pancarı bitkisinde ise %16'lık konsantrasyonunun çimlenme üzerine olumsuz etkisinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 4.2).

Metanol ekstraktının uygulandığı sirken bitkisinde %1 ve 2'lik konsantrasyonlarının etkisi arasında istatistiksel olarak fark olduğu tespit edilmiştir.. Uygulama sonucunda metanol ekstraktının %1, 2 ve 4'lük konsantrasyonları sirkenin tohum çimlenmesini sırasıyla %80, 90 ve 98 oranında engellediği görülmüş olup %8 ve 16'lık konsantrasyonları ise tohum çimlenmesini %100 oranında engellediği belirlenmiştir. Metanol ekstraktının

uygulandığı kırmızı köklü horozibiği bitkisinde %1'lik konsantrasyon etkisinin istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür. %2, 4 ve 8'lik konsantrasyonlar yakın gruplarda yer alırken; %8 ve 16'lık konsantrasyonların etkisi arasında istatistiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir. Uygulama sonucunda metanol ekstraktının %1, 2 ve 4'lük konsantrasyonları kırmızı köklü horozibiğinin tohum çimlenmesini sırasıyla %28, 87 ve 99 oranında engellediği, %8 ve 16'lık konsantrasyonlarında ise kırmızı köklü horozibiğinin tohum çimlenmesini %100 oranında engellediği görülmüştür. Metanol ekstraktının uygulandığı şeker pancarı bitkisinde, tüm konsantrasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu tespit edilmiştir. Uygulama sonucunda metanol ekstraktının, %1, 2, 4, 8 ve 16'lık konsantrasyonları şeker pancarının tohum çimlenmesini sırasıyla %19, 43, 52, 68 ve 87 oranında engellediği gözlemlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Şeytan elması metanol ekstraktının sirken, kırmızı köklü horozibiği ve şeker pancarı tohumları üzerindeki inhibasyon oranları.

Çalışma, şeytan elması tohum ekstraktlarının kültür bitkisi ve yabancı otların çimlenmesi üzerinde önemli etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan bir çalışmada, şeytan elması tohumlarından elde edilen %20, 40, 60, 80 ve 100 konsantrasyonlarında su ekstraktları fasulye, börülce, güvercin bezelye (*Cajanus cajan*) ve yonca tohumlarına uygulanmıştır. Çalışma sonunda konsantrasyon oranının artmasıyla birlikte çimlenmenin azaldığı gözlemlenmiştir (Dafaallah ve ark., 2019). Dafaallah ve ark. (2017) tarafından yürütülen çalışmada sorgum, darı, mısır ve buğday tohumlarına aynı konsantrasyonlarda uygulanan ekstraktların konsantrasyon artışına bağlı olarak çimlenmenin azaldığı tespit edilmiştir.

Yorulmaz ve Yergin Özkan (2020) tarafından yürütülen çalışmada şeytan elması yaprak ekstraktlarının şeker pancarı, *A. retroflexus* L. ve *C. album* L.'un tohum çimlenmesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. En düşük konsantrasyon olan %5, şeker pancarı ve kırmızı köklü horozibiğinin çimlenmesini yüksek oranda, sirken çimlenmesini ise %100 oranında engellemiştir. Sakadzo ve ark. (2018), yaprak ekstraktlarının %2, 4, 6 ve 8 konsantrasyonlarının *Tarotes minuta* ve *Amaranthus hybridus*'un çimlenmesi üzerindeki etkisini incelemiş ve konsantrasyon arttıkça çimlenmenin azaldığını rapor etmişlerdir. Şeytan elmasının sürgün ve kök kısımlarından elde edilen sulu ekstraktlar %20, 50 ve 100 konsantrasyonlarında mısır ve ayçiçeği bitkilerinin tohum çimlenmesi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada konsantrasyon oranı arttıkça çimlenmenin azaldığı görülmüş olup bu azalmanın düşük oranda olduğu saptanmıştır. Ayrıca şeytan elmasının sürgün ve kök ekstraktlarının çimlenmeyi engelleyici etkisi ayçiçeğinde mısıra göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Pacanoski ve ark., 2014).

## SONUÇ ve ÖNERİLER


Çalışmada gözlemlenen çimlenme oranlarındaki düşüşler, uygulanan ekstraktların allelopatik bir etki gösterdiğini düşündürmektedir. Allelopatik bileşiklerin, özellikle artan konsantrasyonlarda diğer bitki


tohumlarının çimlenmesini belirgin şekilde inhibe ettiği sonucuna varılabilir. Yürütülen bu çalışmanın özellikle tarımsal alanlarda önemli ekonomik kayıplara yol açan yabancı otlara karşı alternatif bir mücadele yöntemi olarak kullanılması ve yabancı otlar ile entegre mücadelede destekleyici bir yere sahip olacağı düşünülmektedir. Laboratuvar çalışmasında alınan bu sonuçların tarla ve sera koşullarında da yapılması çalışmanın pratiğe aktarılmasında büyük önem arz etmektedir..

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:** Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Murat TURAN  <https://orcid.org/0009-0009-2781-5019>

Reyyan YERGIN ÖZKAN  <https://orcid.org/0000-0003-2319-404X>

## KAYNAKLAR

- Abbasi, S. 2012. Antifungal activity of *Centaurea* species. *Scholars Research Library Annals of Biological Research*, 3 (7): 3258-3262.
- Al-Malki, A. A.T. 2014. Effect aqueous extract of *Xanthium strumarium* L. and *Trichoderma viride* against *Rhizoctonia solani*. *International Journal of Botany and Research*, 4 (6): 16.
- Ashrafi, Z.Y., Sadeghi, S., Mashhadi, H.R. 2008. Allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus*) on germination and growth barley (*Hordeum spontaneum*). *Journal of Agricultural Technology*. 4: 219-229.
- Baytop, T. 1963. Türkiye'nin Tıbbi ve Zehirli Bitkileri. İstanbul Üniv. Eczacılık Fak. Yay., İstanbul.
- Ceylan, A. 1994. Tıbbi Bitkiler III, Ege Üniv. Ziraat Fak., İzmir.
- Dafaallah, A.B. Hussein, Y. H., Mustafa, W. N., 2017. Allelopathic effects of Jimsonweed (*Datura stramonium* L.) seed on seed germination and seedling growth of some poaceous crops. *SUST Journal of Agricultural and Veterinary Sciences (SJAVS)*: 18 (2).
- Dafaallah, A.B. Mustafa, W.N., Hussein, Y.H., 2019. Allelopathic Effects of Jimsonweed (*Datura stramonium* L.) Seed on Seed Germination and Seedling Growth of Some Leguminous Crops. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, 3 (2): 321-331.
- Davis, E. 1978. Flora of Turkey and the East Aegean Island. Flora of Turkey. Edinburgh University Press, UK.
- Efil, F. ve Üremiş, İ. (2019). Dağ Kekiği (*Origanum syriacum* L.) ve Mercanköşk (*Origanum majorana* L.) Bitkilerinden Elde Edilen Uçucu Yağların Bazı Yabancı Ot Tohumlarının Çimlenmesine ve Bitki Gelişimine Etkileri, *Türkiye Herboloji dergisi*, 22(1), 25-36
- Ellnain-Wojtaszek, M., Kruczynski, Z., Kasprzak, J. 2003. Investigation of the free radical scavenging activity of Ginkgo biloba L. leaves. *Fitoterapia*, 74: 1-6.
- Gliessman, S.R. 2002. Allelopathy and Agroecology. In *Chemical Ecology of Plants: Allelopathy in Aquatic and Terrestrial Ecosystems*, Inderjit, A.U. Mallik eds., Birkhauser Verlag: Zurich, 173-185.
- Gönen, O. 1999. Determination of Germination Biology and Morphologic Characteristic to use Practical Identification with Computer of Summer Growing Weed Species in Çukurova Region of Turkey (doktora tezi, basılmamış). Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
- Hussain, S., Hassan, F., Rasheed, M., Ali, S., Ahmed, M. 2014. Effects of allelopathic crop water extracts and their combinations on weeds and yield of rainfed wheat. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 12: 161-167.
- Kalinova, J., 2010. Allelopathy and organic farming. *In Sociology, Organic Farming, Climate Change and Soil Science*. Springer, Dordrecht.
- Kholi, R.K., Singh, H.P., Batish, D. R. 2004. Allelopathy in Agroecosystems. New York, USA: Food Products Press,
- Pacanoski, Z., Velkoska, V., Týr, Š., Vereš, T. 2014. Allelopathic potential of jimsonweed (*Datura stramonium* L.) on the early growth of maize (*Zea mays* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Central European Agriculture*, 15 (3): 198-208.
- Rajcan, I., Swanton, C.J. 2001. Understanding maize weed competition: Resource competition, light quality and the whole plant. *Field Crops Research*, 71: 139-150.
- Rice, E. L., 1984. Allelopathy. Academic Press Inc. *The University of Oklahoma. Norman Oklahoma*.
- Sakadzo, N., Pahla, I., Muzemu, S., Mandumbu, R., Makaza, K. 2018. Herbicidal effects of *Datura stramonium* (L.) leaf extracts on *Amaranthus hybridus* (L.) and *Tagetes minuta* (L.). *African Journal of Agricultural Research*, 13 (34): 1754-1760.

- SAS, 2020. SAS/STAT Software: Hangen and Enhanced, Version 9.4, SAS, Inst. Inc., Cary, N.C. USA
- Spina SP, Taddei A. 2007. Teenagers with Jimson weed (*Datura stramonium*) poisoning. *Can J. Emerg. Med*, 9 (6): 467-469.
- Taştan, A., Fidan, E., ve Tekbudak, İ.K. 2024. Şeytan Elması (*Datura stramonium* L.) ve Sirken (*Chenopodium album* L.) Etanol Ekstraktlarının Bitki Patojeni (*Macrophomina phaseolina* ve *Rhizoctonia solani*) Fungusları Üzerine Allelopatik Etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 11(2), 389-395.
- Türkseven, S., Örnek, H., Keser, M. (2021). Ispanakta Zehirlenme Vakalarına Bağlı Olarak *Datura stramonium* L. (Şeytan elması)' un Farklı Gelişme Evrelerinde Atropin Miktarlarının Belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 24(2), 49-56.
- Uludağ, A. 2006. Türkiye’de allelopati araştırmaları ve uygulamaları üzerine genel bir bakış. Allelopati Çalıştayı, 13-15 Haziran, Yalova.
- Uluğ, E., Kadioğlu, İ., ve Üremiş, İ. 1993. Türkiye’nin yabancı otları ve bazı özellikleri. TC Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı, Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın, (78), 513.
- Uygur, F.N., 1985. Untersuchungen zu art und Bedeutung der Verunkrautung in der Cukurova unter Besonderer Berücksichtigung von *Cynodon dactylon* (L.) Pers. und *Sorghum halepense* (L.) Pers. PLITS, 1985/3 (5) Josef Margraf, 169 s, Stuttgart, Germany.
- Uygur, F.N. 1996. Die Allelopathische Wirkung Von Pflanzenmaterial and Extraktenim Maisfeld., 15: 77-85
- Üremiş, İ., Uygur, F.N. 1999. Çukurova bölgesindeki önemli bazı yabancı ot tohumlarının minimum optimum maksimum çimlenme sıcaklıkları. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 2 (2): 1-12.
- Vanderhoff, B.T. Mosser, K. H. 1992. Jimson weed toxicity: management of anticholinergic plant ingestion. *American Family Physician*, 46 (2): 526-530.
- Yıldırım, A., ve Ekin, T. 2003. Orta Anadolu Bölgesi Yabancı Ot Florası. Bitki Koruma Bülteni, 43 (1-4): 1-98.
- Yorulmaz, M., Özkan, R.Y. 2020. Kırmızı köklü horozibiği (*Amaranthus retroflexus* L.), sirken (*Chenopodium album* L.) ve şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerine şeytan elması (*Datura stramonium* L.)’nin Allelopatik Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7 (3): 793-797.

**Karacadağ (Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa)'daki Hayvan (İnek, Eşek, Deve, Koyun, Tavuk) Dışkılarında Bulunan Kınkanatlı (Coleoptera: Scarabaeidae, Histeridae ve Hydrophilidae) Faunasına Katkılar**

Seval ZEYBEK<sup>1\*</sup>, Emine ÇIKMAN<sup>1</sup>, Sultan ÇOBAN<sup>1</sup>

<sup>1\*</sup>Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Şanlıurfa

\*Correspondence e-mail: [seval.zeybek01@gmail.com](mailto:seval.zeybek01@gmail.com)

Geliş Tarihi: 06.06.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 14.08.2024 Kabul Tarihi: 14.08.2024

**ÖZ**

Bu çalışma Mayıs ve Ekim aylarında 2017 ve 2018 yılları arasında Karacadağ (Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa) 'daki Coleoptera'ya (Scarabaeidae, Histeridae ve Hydrophilidae) ait bok böceklerinin tespiti için yapılmıştır. Çalışma sonunda Scarabaeidae'den 13 tür, Hydrophilidae'den 2 tür ve Histeridae'den 1 tür olmak üzere toplamda 16 tür kaydedilmiştir. Bu türlerden *Aphodius (Otophorus) haemorrhoidalis* (Linnaeus, 1758), *A. contaminatus* (Herbst, 1783), *A. fimetarius* (Linnaeus, 1758), *Atholus bimaculatus* (Linnaeus, 1758), *Biralus satellitius* (Herbst, 1789), *Scarabaeus sacer* (Linnaeus, 1758), *Sphaeridium marginatum* (Fabricius, 1787), *S. scarabaeoides* (Linnaeus, 1758) Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa illeri için ilk kayıt niteliğindedir. *Acrossus luridus* (Fabricius, 1775) ve *Onthophagus taurus* (Schreber, 1759) Mardin ve Şanlıurfa illeri için, *Cheironitis pamphilus* (Ménétriés, 1849) Diyarbakır ve Şanlıurfa, *Colobopterus erraticus* (Linnaeus, 1758), *Euonthophagus amyntas alces* (Fabricius, 1792), *E. atramentarius* (Ménétriés, 1832) ise Mardin ili için ilk kayıt niteliğindedir. Çalışmada en baskın bok böceği türü *S. scarabaeoides* (21.66 %) olmuştur. En fazla ergin tür adedine Şanlıurfa'da (72.57 %) rastlanılmıştır. En az ergin adet ise 8.82 % ile Mardin'de kaydedilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Bok böceği, Karacadağ, Coleoptera, Scarabaeidae, Histeridae, Hydrophilidae

**Contributions to the Coleopteran (Coleoptera: Scarabaeidae, Histeridae and Hydrophilidae) Fauna Found in Animal (Cow, Donkey, Camel, Sheep, Chicken) Feces in Karacadağ (Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa)**

**ABSTRACT**

This study was carried out in order to determine dung beetles of Coleoptera (Scarabaeidae, Histeridae and Hydrophilidae) in Karacadağ (Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa) during May and October in 2017-2018. A total of 16 species have been recorded including 13 species from Scarabaeidae, 2 species from Hydrophilidae and 1 species from Histeridae. *Aphodius (Otophorus) haemorrhoidalis* (Linnaeus, 1758), *A. contaminatus* (Herbst, 1783), *A. fimetarius* (Linnaeus, 1758), *Atholus bimaculatus* (Linnaeus, 1758), *Biralus satellitius* (Herbst, 1789), *Scarabaeus sacer* (Linnaeus, 1758), *Sphaeridium marginatum* (Fabricius, 1787), *S. scarabaeoides* (Linnaeus, 1758) are new records for three provinces that occur the study area. *Acrossus luridus* (Fabricius, 1775) and *Onthophagus taurus* (Schreber, 1759) for Mardin and Şanlıurfa provinces; *Cheironitis pamphilus* (Ménétriés, 1849) for Diyarbakır and Şanlıurfa provinces and *Colobopterus erraticus* (Linnaeus, 1758), *Euonthophagus amyntas alces* (Fabricius, 1792), *E. atramentarius* (Ménétriés, 1832) are the fist record for Mardin. In this study, *S. scarabaeoides* (21.66 %) was the most predominant dung beetle species found. The highest number of adult dung beetle species were recorded in Şanlıurfa Province accounting for 72.57 %. The lowest number of adult dung beetle species were recorded in Mardin Province accounting for 8.82 %.

**Key words:** Dung beetles, Karacadağ Mountain, Coleoptera, Scarabaeidae, Histeridae, Hydrophilidae



## INTRODUCTION

Coleoptera is one of the largest Arthropoda orders with more than 326.000 valid species have been recorded (Küçükaykay et al., 2013; Şenyüz et al., 2015; Bánki et al., 2023). Superfamily Scarabaeoidea (Coleoptera) contains more than 35.000 species in worldwide (Ratcliffe and Paulsen, 2008).

Dung beetle is the general name of insects that provide their nutrients partially or completely from feces. The vast majority of these insect species are a member of the Coleoptera order (Scholtz et al., 2009). There are approximately 7,000 species of dung beetles in worldwide. They have been seen in everywhere except the Antarctic continent (Hanski and Cambefort, 1991). Dung beetles are very useful for agriculture. They contribute to nutrient recycling, improve soil fertility by burying feces and consuming fertilizers (Loreau, 1995).

The Turkish dung beetles species have been identified and reported in Türkiye in various publications (Tuatay et al., 1972; Zümreoğlu, 1972; Carpaneto, 1976; Lodos et al., 1978, 1989, 1999; Pehlivan, 1988, 1989; Lumaret and Lobo, 1996; Carpaneto et al., 2000; Tezcan and Pehlivan, 2001; Şenyüz, 2004, 2009; Şenyüz and Şahin, 2009; Anlaş et al., 2011a, b; Şenyüz, and Gülmez, 2024). However, the studies on the Scarabaeoidea of Türkiye are still incomplete. For this reason, new faunistical data and information about the local distribution of the species in Türkiye is important.

The aim of this study was to contribute to the knowledge of the dung beetles fauna of Türkiye and to clarify which valid dung beetle species are in Türkiye. Also this study will provide a base for future researches regarding the fauna of dung beetle species.

## MATERIAL and METHODS

This study was carried out from May in 2017 to October 2018 in Karacadağ mountain in Şanlıurfa, Mardin and Diyarbakır Provinces. Karacadağ mountain was divided into four subregions for the convenience of the collection of specimens (Figure 1.) (Table 1).

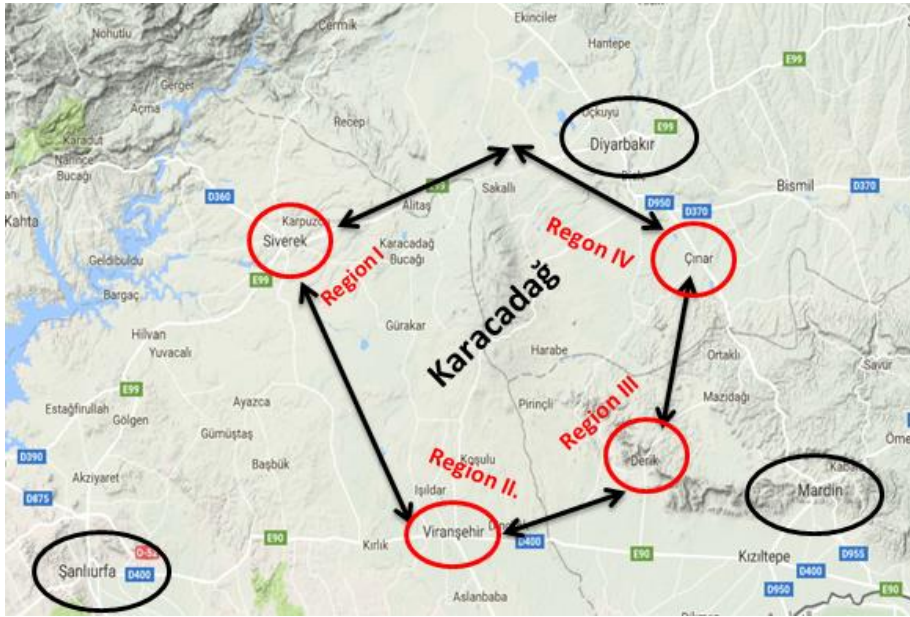


Figure 1. Division of Karacadağ into four subregions

Table 1. Subregions of study area of Karacadağ.

The subregion	The study area where it covers	Province
I	The areas in the border of Siverek and the top of the mountain	Şanlıurfa
II	The areas in the border of Viranşehir	Şanlıurfa
III	The areas in the border of Derik	Mardin
IV	The areas in the border of Çınar	Diyarbakır

These study areas were visited every fifteen days between May and October. The specimens were collected at 4 different localities (Table 2)

Table 2. Locations data of study area.

Region	Location	Latitude	Longitude	Elevation (m)
I. Siverek	Gedik village	37.749°N	39.685°E	1,142
	Karacadağ village	37.735°N	39.638° E	1,105
	Karabahçe village	37.795°N	39.764° E	1,255
	Karacadağ ski resort	37.716°N	39.835° E	1,919
II. Viranşehir	Karınca (Hisar) village	37.511° N	39.788° E	1,115
	Kargalı village	37.354° N	39.746° E	732
	Karınca, Gümüştaş and Şahverdi villages midpoint	37.482° N	39.794° E	1,025
	Dinçer village	37.434° N	39.796° E	910
III. Derik	Kuşçu village	37.294°N	40.256°E	525
	Taşıt village	37.415°N	40.303°E	1,070
	Bayraklı village	37.275°N	40.277°E	541
IV. Çınar	Leblebitaş village	37.686°N	40.463°E	725
	Ovabağ village	37.716°N	39.991°E	1,035
	Gümüştaş village	37.536°N	39.975°E	1,065
	Alabaş village	37.769°N	40.089°E	840

Adult dung beetles have been collected by hand, pit traps, water traps and light traps. The types of traps used differed according to the regions. The most common trap which used in the region has been pit traps. Traps placed so at least one pit trap was set up in each area. In addition to the traps, samples also collected from locations (without traps) where animals are densely populated and manure is released. In these localities, sheeps and cattles are grazed all day in packs. Therefore, the organic fertilizer material, such as cattle, donkey, sheep, camel and chicken droppings that found naturally in the study area used as attractants (Figure 2).



Figure 2. Pit Traps.

The main material of the study is adult species which collected in Karacadağ. Tweezers, knives, ice packs, paper bags, glass bottles, pickaxe, shovel and the material such as ethyl alcohol, ethyl acetate, distilled water, glycerin used to collect the samples. In addition different animal feces, big bottles, antifreeze and vinegar used for the traps. Some of the samples brought to the laboratory with jars and ethylalcohol the others stored in the same tubes at 4° C without alcohol. Thus, the body integrity of the samples preserved and any color change prevented.

The samples examined under a stereo microscope and they sent to Prof. Dr. Marco Dellacasa who is working in Natural History Museum of the University of Pisa (Italy) and Prof. Dr. Stefano Ziani who is working in Geolab Bologna (Italy). The definitive diagnoses carried out by their helps.

The species of dung beetle were identified by Prof. Dr. Marco Dellacasa (Natural History Museum of the University of Pisa, Italy) and Prof. Dr. Stefano Ziani (Geolab Bologna, Italy). Representative species were deposited in the laboratory of Harran University, Agricultural Faculty, Plant Protection Department, Şanlıurfa, Türkiye.

## RESULTS and DISCUSSION

In this study 16 dung beetle species were identified. Among these species, 13 species belonging to Scarabaeidae, 2 species belonging to Hydrophilidae and 1 species belonging to Histeridae families determined.

The ecological and distribution information of these sixteen species are provided below. The taxa are presented alphabetically.

**Family: Histeridae** Gyllenhal, 1808

**Subfamily: Histerinae** Gyllenhal, 1808

**Genus: Atholus** Thomson, 1859

***Atholus bimaculatus*** (Linnaeus, 1758)

**Material examined:** Diyarbakır (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (2 ♂♂, 3 ♀♀); Mardin (Derik), 06.V.2017–27.X.2018, 525-1,070 m., (1♂); Şanlıurfa (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (6 ♂♂, 3 ♀♀).

**Type of animal feces:** Cattle, donkey.

**General distribution:** Europe; Albania, Austria, Balearic Islands, Belarus, Belgium, Bosnia-Herzegovina, Britain Islands, Bulgaria, Corsica, Crete, Croatia, Cyclades Islands, Czech Republic, Danish Mainland, Dodecanese Islands, Estonia, European Türkiye, French Mainland, Germany, Gibraltar, Greek Mainland, Hungary, Ireland, Italian Mainland, Kaliningrad region, Latvia, Lithuania, Luxemburg, Macedonia, Madeira, Malta, Moldova, North Aegean Islands, Norwegian Mainland, Poland, Portuguese Mainland, Romania, Russia Central, Northwest and South, Sardinia, Sicily, Slovakia, Slovenia, Spanish Mainland, Sweden, Switzerland, The Netherlands, Ukraine, Yugoslavia (Serbia and Montenegro) Russia **Africa**; Canary Islands **Asia**; Afghanistan, Cyprus, Iran, Iraq, Israel, Japan, Jordan, Türkiye (Mazur, 2004).

**Family: Hydrophilidae** Latreille, 1802

**Subfamily: Sphaeridiinae** Latreille, 1802

**Genus: Sphaeridium** Fabricius, 1775

***Sphaeridium marginatum*** (Fabricius, 1787)

**Material examined:** Diyarbakır (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (17 ♂♂, 23 ♀♀); Mardin (Derik), 06.V.2017–27.X.2018, 525-1,070 m., (14 ♂♂, 13 ♀♀); Şanlıurfa (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (86 ♂♂, 85 ♀♀).

**Type of animal feces:** Cattle, donkey, sheep, camel, and chicken.

**General distribution:** Europe; Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Belarus, Croatia, Russia, Czech Republic, Denmark, Finland, France (including Monaco), Great Britain, Germany, Hungary, Ireland, Italy, Macedonia, Poland, Romania, Slovakia, Slovenia Spain, Russia, Switzerland, Türkiye, Ukraine. **Africa**; Algeria, Tunisia. **Asia**; Türkiye, Cyprus, Tajikistan (Fikáček et al., 2015).

**Distribution in Türkiye:** Manisa (Darılmaz & İncekara 2011)

***Sphaeridium scarabaeoides*** (Linnaeus, 1758)

**Material examined:** Diyarbakır (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (61 ♂♂, 80 ♀♀); Mardin (Derik), 06.V.2017–27.X.2018, 525-1,070 m., (33 ♂♂, 39 ♀♀); Şanlıurfa (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (258 ♂♂, 308 ♀♀).

**Type of animal feces:** Cattle, donkey, sheep, camel, and chicken.

**General distribution:** Europe; Austria, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Belarus, Croatia, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France (including Corsica, Monaco), UK, Germany, Georgia, Hungary, Ireland, Italy Latvia, Lithuania, Macedonia, the Netherlands, Norway, Russia, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland. **Africa**; Tunisia. **Asia**; Azerbaijan, Armenia, China, Israel, Japan, Kyrgyzstan, Kazakhstan, Mongolia, Türkiye, Uzbekistan. **America**; Brazil (Fikáček et al., 2015).

**Distribution in Türkiye:** Adıyaman, Bilecik, Bolu, Isparta, İçel, İzmir, Manisa, Sakarya (Darılmaz and İncekara 2011; Yılmaz and Aslan 2014).

**Family: Scarabaeidae** Latreille, 1802

**Subfamily: Aphodiinae** Leach, 1815

**Genus: Acrossus** Mulsant, 1842

***Acrossus luridus*** (Fabricius, 1775)

**Material examined:** Diyarbakır (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (14 ♂♂, 18 ♀♀); Mardin (Derik), 06.V.2017–27.X.2018, 525-1,070 m., (4 ♂♂, 5 ♀♀); Şanlıurfa (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (57 ♂♂, 83 ♀♀).

**Type of animal feces:** Cattle, donkey, sheep, camel.

**General distribution:** **Europe;** Albania, Austria, Belgium, Belarus, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Denmark, Estonia, Finland, France, Georgia, Germany, Great Britain, Greece, Netherlands, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Hungary, Macedonia, Poland, Portugal, Romania, Russia, Spain, Sweden, Switzerland, Russia, Slovakia, Sloan, Türkiye, Ukraine (Löbl and Smetana, 2006). **Africa;** Morocco, Tunisia (Löbl and Smetana, 2006). **Asia;** Armenia, China, Iran, Israel, Kazakhstan, Cyprus, Kyrgyzstan, Western Siberia and East Siberia (Russia), Syria, Tajikistan, Turkmenistan. **America;** Argentina, Brazil, Mexico, USA (Dellacasa and Kırgız, 2002; Löbl and Smetana, 2006).

**Distribution in Türkiye:** Adana, Adıyaman, Afyon, Ağrı, Ankara, Antalya, Bartın, Bitlis, Bolu, Burdur, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Erzurum, Eskişehir, Edirne, Gaziantep, Gümüşhane, İçel, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kırklareli, Kütahya, Manisa, Osmaniye, Siirt, Sivas (Anlaş et al., 2011a; Dellacasa and Kırgız, 2002; Rozner & Rozner, 2009; Şenyüz and Şahin, 2009; Şenyüz et al., 2013).

**Genus:** *Aphodius* Illiger, 1789

*Aphodius contaminatus* (Herbst, 1783)

**Material examined:** **Diyarbakır** (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (4 ♂♂, 13 ♀♀); **Mardin** (Derik), 06.V.2017–27.X.2018, 525-1,070 m., (4 ♂♂, 6 ♀♀); **Şanlıurfa** (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (37 ♂♂, 37 ♀♀).

**Type of animal feces:** Cattle, donkey, sheep, camel.

**General distribution:** **Europe;** Austria, Belgium, Bosnia, Herzegovina, Croatia, Czech Republic, Denmark, Finland, France, England, Germany, Georgia, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Spain, Russia, Sweden, Switzerland, Türkiye, Ukraine, Serbia, **Africa;** Tunisia. **Asia;** Israel, Türkiye. **America;** USA (Löbl and Smetana, 2006).

**Distribution in Türkiye:** Edirne, Kırklareli (Dellacasa and Kırgız 2002)

*Aphodius fimetarius* (Linnaeus, 1758)

**Material examined:** **Diyarbakır** (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (12 ♂♂, 11 ♀♀); **Mardin** (Derik), 06.V.2017–27.X.2018, 525-1,070 m., (5 ♂♂, 7 ♀♀); **Şanlıurfa** (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (25 ♂♂, 35 ♀♀).

**Type of animal feces:** Cattle, donkey, sheep, camel.

**General distribution:** **Europe;** Albania, Andorra, Austria, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Belarus, Croatia, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France (including Corsica, Monaco), France (Corsica including, Monaco), Georgia, Hungary, Iceland, Ireland, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Macedonia, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Russia, Slovakia, Slovenia, Spain (including Gibraltar), Sweden, Switzerland, Türkiye, Ukraine, Greece (including Crete). **Africa;** Algeria, Egypt, Libya, Morocco (including Western Share), Madeira, Archipelagia, Tunisia. **Asia;** Armenia, Cyprus, Eastern Siberia, India, Iran, Iraq, Israel, Kashmir, Kyrgyzstan, Kazakhstan, Mongolia, Nepal, Pakistan, Syria, Tajikistan, Turkmenistan, Türkiye, Uzbekistan, China. **America;** USA (Löbl and Smetana, 2006).

**Distribution in Türkiye:** Adana, Adıyaman, Afyon, Ankara, Antalya, Artvin, Bartın, Balıkesir, Bolu, Bursa, Burdur, Çankırı, Tekirdağ, Çorum, Denizli, Erzurum, Edirne, Gaziantep, Giresun, Gümüşhane, Samsun, Sivas, Rize, Hatay, Kahramanmaraş, Kastamonu, Kayseri, Kırşehir, Kırklareli, Kütahya, Manisa, İçel, Niğde, Osmaniye, İçel, İzmir, Zonguldak (Balthasar, 1952; Lodos et al., 1999; Dellacasa and Kırgız, 2002; Şenyüz, 2009; Rozner and Rozner, 2009;)

*Aphodius (Otophorus) haemorrhoidalis* (Linnaeus, 1758)

**Material examined:** **Diyarbakır** (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (6♂♂, 7 ♀♀); **Mardin** (Derik), 06.V.2017–27.X.2018, 525-1,070 m., (1 ♂, 4 ♀♀); **Şanlıurfa** (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (18 ♂♂, 40 ♀♀).

**Type of animal feces:** Cattle, donkey, sheep, camel.

**General distribution:** **Europe;** Albania, Austria, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Belarus, Croatia, Denmark, Estonia, Finland, Germany, Georgia, Greece, Hungary, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Russia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Türkiye, Ukraine, Serbia, Montenegro, **Africa;** Algeria, Morocco. **Asia;** Armenia, Japan, Kazakhstan, North Korea, Tajikistan, Uzbekistan, East Siberia. **America;** USA (Löbl and Smetana, 2006).

**Distribution in Türkiye:** Ankara, Amasya, Balıkesir Ordu, Çorum, Samsun, Artvin-Hopa, Rize, Sakarya, Tekirdağ (Balthasar, 1952; Şenyüz and Şahin 2013, Rozner and Rozner 2009).

**Genus:** *Biralus* Mulsant & Rey, 1870

*Biralus satellitius* (Herbst, 1789)

**Material examined:** Diyarbakır (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (15 ♂♂, 12 ♀♀); **Mardin** (Derik), 06.V.2017–27.X.2018, 525-1,070 m., (8 ♂♂, 10 ♀♀); **Şanlıurfa** (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (51 ♂♂, 64 ♀♀).

**Type of animal feces:** Cattle, donkey, sheep, camel.

**General distribution:** Central and Eastern Europe, Kazakhstan, Syria, The Caucasus, Türkiye, USA (Societa Entomologica Italiana, 2015).

**Distribution in Türkiye:** Adana, İçel, Kahramanmaraş (Lodos et al., 1999)

**Genus:** *Cheironitis* Lansberge, 1875

*Cheironitis pamphilus* (Ménétriés, 1849)

**Material examined:** Diyarbakır (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (42 ♂♂, 69 ♀♀); **Mardin** (Derik), 06.V.2017–27.X.2018, 525-1,070 m., (28 ♂♂, 35 ♀♀); **Şanlıurfa** (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (178 ♂♂, 315 ♀♀).

**Type of animal feces:** Cattle, donkey, sheep, camel and chicken.

**General distribution:** **Europe;** Bulgaria, Georgia, Greece, Italy, Russia, Türkiye. **Africa;** Egypt. **Asia;** Afghanistan, Azerbaijan, Armenia, Cyprus, Jordan, Iran, Israel, Lebanon, Syria, Tajikistan, Türkiye, Turkmenistan. **America;** Canada, USA (Löbl and Smetana, 2006).

**Distribution in Türkiye:** Isparta, Konya (Carpaneto, 1976)

**Genus:** *Colobopterus* Mulsant, 1842

*Colobopterus erraticus* (Linnaeus, 1758)

**Material examined:** Diyarbakır (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (13 ♂♂, 23 ♀♀); **Mardin** (Derik), 06.V.2017–27.X.2018, 525-1,070 m., (3 ♂♂, 8 ♀♀); **Şanlıurfa** (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (63 ♂♂, 86 ♀♀).

**Type of animal feces:** Cattle, donkey, sheep, camel.

**General distribution:** **Europe;** Albania, Austria, Belgium, Belarus, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Czech Republic, Denmark, England, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Italy, Northern Ireland, Latvia, Lithuania, Hungary, Macedonia, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Russia, Sardinia, Sicily, Slovenia, Slovakia, Spain, Sweden, Switzerland Türkiye, Ukraine. **Asia;** Cyprus, Türkiye. **America;** Brazil, USA (Fauna Europaea, 2015).

**Distribution in Türkiye:** Adana, Adıyaman, Afyon, Ağrı, Ankara, Antalya, Bartın, Bitlis, Bolu, Burdur, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Erzurum, Eskişehir, Edirne, Gaziantep, Gümüşhane, İçel, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kırklareli, Kütahya, Manisa, Osmaniye, Siirt, Sivas (Anlaş et al., 2011a; Dellacasa and Kırgız, 2002; Rozner and Rozner, 2009; Şenyüz and Şahin, 2009; Şenyüz et al., 2013).

**Genus:** *Onthophagus* Latreille, 1802

*Onthophagus fissicornis* (Steven, 1809)

**Material examined:** Diyarbakır (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (12 ♂♂, 12 ♀♀); **Mardin** (Derik), 06.V.2017–27.X.2018, 525-1,070 m., (4 ♂♂, 8 ♀♀); **Şanlıurfa** (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (45 ♂♂, 70 ♀♀).

**Type of animal feces:** Cattle, donkey, sheep, camel and chicken.

**General distribution:** **Europe;** Albania, Bulgaria, Greece, Macedonia, Romania, Russia, Slovakia, Türkiye, Ukraine, Yugoslavia, (Fauna Europaea, 2015).

**Distribution in Türkiye:** Adana, Ankara, Antalya, Gaziantep, Hatay, İçel, Kahramanmaraş, Kastamonu, Kayseri, Konya, Niğde, Osmaniye (Lodos et al., 1999), Adıyaman, Balıkesir, Burdur, Bursa, Çanakkale, Denizli, Edirne, Eskişehir, Gümüşhane, Isparta, İzmir, Kütahya, Sivas, Tekirdağ, Uşak (Rozner and Rozner, 2009)

*Onthophagus (Furconthophagus) furcatus* (Fabricius, 1781)

**Material examined:** Diyarbakır (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (27 ♂♂, 32 ♀♀); **Mardin** (Derik), 06.V.2017–27.X.2018, 525-1,070 m., (4 ♂♂, 12 ♀♀); **Şanlıurfa** (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (88 ♂♂, 82 ♀♀).

**Type of animal feces:** Cattle, donkey, sheep, and camel.

**General distribution:** **Europe;** Albania, Austria, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Crete, Croatia, Czech Republic, Denmark, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, Macedonia, Netherlands, Poland, Portugal,



Republic of Moldova, Romania, Russia, Slovenia, Slovakia, Spain, Switzerland, Türkiye, Ukraine, and Yugoslavia. **Asia**; Cyprus, Türkiye. **America**; Argentina, USA. (Fauna Europaea, 2015).

**Distribution in Türkiye**: Adana, Ankara, Antalya, Bartın, Bolu, Çankırı, Gaziantep, Hatay, İçel, Kahramanmaraş, Karabük, Karaman, Kastamonu, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Osmaniye, Sinop, Yozgat Zonguldak (Lodos et al., 1999); Adıyaman, Afyon, Ağrı, Balıkesir, Burdur, Bursa, Çanakkale, Çorlu, Çorum, Denizli, Edirne, Eskişehir, Giresun, Gümüşhane, Kütahya, Nevşehir, Rize, Siirt, Sivas, Tarsus, Uşak, and Van (Rozner and Rozner, 2009).

**Onthophagus taurus** Schreber, 1759

**Material examined**: Diyarbakır (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (17 ♂♂, 10 ♀♀); **Mardin** (Derik), 06.V.2017–27.X.2018, 525-1,070 m., (10 ♂♂, 4 ♀♀); **Şanlıurfa** (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (61 ♂♂, 68 ♀♀).

**Type of animal feces**: Cattle, donkey, sheep, and camel.

**General distribution**: **Europe**; Albania, Austria, Italy, Türkiye. **Asia**; Armenia, Türkiye (Löbl and Smetana, 2006).

**Distribution in Türkiye**: Adana, Ankara, Antalya, Balıkesir, Bilecik, Çorum, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kastamonu, Kayseri, Kırşehir, Konya, Manisa, Mersin, Niğde, Zonguldak (Pehlivan, 1989); Bartın, Karaman, Osmaniye (Lodos et al., 1999); Afyon, Bursa, Çanakkale Denizli, Edirne, Erzincan, Eskişehir, Gümüşhane, İzmir, Kars, Kütahya, Sivas, Tekirdağ (Rozner and Rozner, 2009).

**Genus: Euonthophagus** Balthasar, 1959

**Euonthophagus amyntas alces** (Fabricius, 1792)

**Material examined**: Diyarbakır (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (21 ♂♂, 36 ♀♀); **Mardin** (Derik), 06.V.2017–27.X.2018, 525-1,070 m., (14 ♂♂, 12 ♀♀); **Şanlıurfa** (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (89 ♂♂, 86 ♀♀).

**Type of animal feces**: Cattle, donkey, sheep, camel and chicken.

**General distribution**: **Europe**; Albania, Austria, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Georgia, Greece, Hungary, Macedonia, Moldova, Poland, Romania, Russia, Slovakia, Türkiye, Ukraine. **Asia**; Afghanistan, Armenia, Cyprus, Iran, Israel, Jordan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Syria, Tajikistan, Turkmenistan, Uzbekistan. **America**; Brazil, USA (Löbl and Smetana, 2006).

**Distribution in Türkiye**: Adana, Adıyaman, Afyon, Ağrı, Ankara, Antalya, Aydın, Balıkesir, Burdur, Bursa, Çanakkale, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Eskişehir, Gaziantep, Giresun, Gümüşhane, Hatay, Isparta, İçel, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kastamonu, Kayseri, Kütahya, Manisa, Nevşehir, Niğde, Osmaniye, Rize, Samsun, Siirt, Sivas, Tekirdağ, Uşak, Van, (Tuatay et al., 1967; Lodos et al., 1978; Pehlivan, 1989; Lodos et al., 1999; Bellmann, 2007; Rozner and Rozner, 2009)

**Euonthophagus atramentarius** (Ménétriés, 1832)

**Material examined**: Diyarbakır (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (21 ♂♂, 30 ♀♀); **Mardin** (Derik), 06.V.2017–27.X.2018, 525-1,070 m., (9 ♂♂, 12 ♀♀); **Şanlıurfa** (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (91 ♂♂, 90 ♀♀).

**Type of animal feces**: Cattle, donkey, sheep, camel and chicken.

**General distribution**: **Europe**; Albania, Bulgaria, Georgia, Greece, Macedonia, Russia, Türkiye. **Africa**; Egypt, **Asia**; Armenia, Azerbaijan, Cyprus, Iraq, Iran, Israel, Syria, Türkiye, Uzbekistan (Löbl and Smetana, 2006).

**Distribution in Türkiye**: Adana, Adıyaman, Afyon, Ankara, Antalya, Burdur, Çanakkale, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Eskişehir, Gaziantep, Hatay, Isparta, İçel, İzmir, Kahramanmaraş, Kırşehir, Manisa, Niğde, Uşak, (Tuatay et al., 1967; Pehlivan, 1989; Lodos et al., 1999; Bellmann, 2007; Rozner and Rozner, 2009).

**Genus: Scarabaeus** Linnaeus, 1758

**Scarabaeus sacer** (Linnaeus, 1758)

**Material examined**: Diyarbakır (Çınar), 06.V.2017–27. X. 2018, 725-1,065 m., (5 ♂♂, 1 ♀); **Şanlıurfa** (Siverek and Viranşehir), 06.05.2017–27.10.2018, 732-1,919 m., (4 ♂♂, 3 ♀♀).

**Type of animal feces**: Cattle.

**General distribution**: **Europe**; Albania, Balearic Islands, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Corsica, Crete, Croatia, Cyclades, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, Macedonia, Portugal, Romania, Sardinia, Sicily, Slovenia, Spain, Türkiye, Ukraine. **Africa**; Algeria, Egypt, Libya, Morocco, Tunisia. **Asia**; Armenia, Azerbaijan, Afghanistan, China, Cyprus, Iran, Iraq, Israel, Jordan, India, Pakistan, Saudi Arabia, Transcaspia, Turkestan, Syria, Turkey. **America**; USA (Löbl ve Smetana, 2006).

**Distribution in Türkiye**: Adana, Adıyaman, Eskişehir, Kahramanmaraş, Samsun (Rozner and Rozner, 2009; Öztürk and Kalkar, 2011; Sullivan, 2018).



Among these species *Aphodius contaminatus*, *A. fimetarius*, *A. (Otophorus) haemorrhoidalis*, *Biralus satellitius*, *Scarabaeus sacer*, *Sphaeridium marginatum*, *S. scarabaeoides* were recorded for the first time from dung beetle for Şanlıurfa, Mardin and Diyarbakır provinces. *Acrossus luridus* and *Onthophagus taurus* were recorded for the first time from dung beetle for Mardin and Şanlıurfa provinces. Also *Cheironitis pamphilus* were recorded for the first time in Diyarbakır and Şanlıurfa, *Colobopterus erraticus*, *Euonthophagus amyntas alces*, *E. atramentarius* were recorded for the first time in Mardin province.

## DISCUSSION

Samples were collected from 3 different provinces, 4 districts and 15 villages in Karacadağ between May and October in 2017 and 2018. In the study, a total of 10 genera and 16 dung beetle species were recorded from Scarabaeidae, Hydrophilidae and Histeridae families. In addition, a total of 3,595 adult were collected. The identified dung beetle species and their percentages are given in Table 3. In this study, the percentage of *A. bimaculatus* (0.42%), *A. contaminatus* (2.81%), *A. fimetarius* (2.64%), *A. (O.) haemorrhoidalis* (2.11%), *B. satellitius* (4.45%), *O. fissicornis* (4.20%), *O. taurus* (4.73%), *S. sacer* (0.36%), were generally low. The percentage of *S. scarabaeoides* (21.67%), and *C. pamphilus* (18.47%), were high. In this study, *S. scarabaeoides* was the most predominant dung beetle species found. The highest number of adult dung beetle species were recorded in Şanlıurfa Province accounting for 72.57 %. The lowest number of adult dung beetle species were recorded in Mardin Province accounting for 8.82 %.

Table 3. Distribution of adult individuals according to provinces in 2017-2018

Specimen	Diyarbakır		Mardin		Şanlıurfa		Total		Total	Percentage of dung beetle (%)		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀		♂	♀	Total %
<i>Sphaeridium scarabaeoides</i>	61	80	33	39	258	308	352	427	779	22,17	21,28	<b>21,67</b>
<i>Cheironitis pamphilus</i>	42	69	28	35	178	312	248	416	664	15,62	20,73	<b>18,47</b>
<i>Euonthophagus amyntas alces</i>	21	36	14	12	89	86	124	134	258	7,81	6,68	<b>7,18</b>
<i>Euonthophagus atramentarius</i>	21	30	9	12	91	90	121	132	253	7,62	6,58	<b>7,04</b>
<i>Onthophagus (Furconthophagus) furcatus</i>	27	32	4	12	88	82	119	126	245	7,49	6,28	<b>6,82</b>
<i>Sphaeridium marginatum</i>	17	23	14	13	86	85	117	121	238	7,37	6,03	<b>6,62</b>
<i>Colobopterus erraticus</i>	13	23	3	8	63	86	79	117	196	4,97	5,83	<b>5,45</b>
<i>Acrossus luridus</i>	14	18	4	5	57	83	75	106	181	4,72	5,28	<b>5,03</b>
<i>Onthophagus taurus</i>	17	10	10	4	61	68	88	82	170	5,54	4,09	<b>4,73</b>
<i>Biralus satellitius</i>	15	12	8	10	51	64	74	86	160	4,66	4,29	<b>4,45</b>
<i>Onthophagus fissicornis</i>	12	12	4	8	45	70	61	90	151	3,84	4,48	<b>4,20</b>
<i>Aphodius contaminatus</i>	4	13	4	6	37	37	45	56	101	2,83	2,79	<b>2,81</b>
<i>Aphodius fimetarius</i>	12	11	5	7	25	35	42	53	95	2,64	2,64	<b>2,64</b>
<i>Aphodius (Otophorus) haemorrhoidalis</i>	6	7	1	4	18	40	25	51	76	1,57	2,54	<b>2,11</b>
<i>Atholus bimaculatus</i>	2	3	1	-	6	3	9	6	15	0,57	0,30	<b>0,42</b>
<i>Scarabaeus sacer</i>	5	1	-	-	4	3	9	4	13	0,57	0,20	<b>0,36</b>
Total	289	380	142	175	1.157	1.452	1.588	2.007	3.595	-	-	-

According to the number of specimens gathered in Karacadağ in two years the highest number has been reached in Viranşehir (Şanlıurfa) (Table 4) where we called region II. A total of 1,420 specimens were obtained from this region. The share of the region is about 40%. The lowest number has been saved in Derik (Mardin) where we called region III. The number of specimen gathered in this region has been 317 and it has %8.7 from total share.

In the period of study, a total of 3 580 adult individuals were collected in Karacadağ for two years. The highest number was reached in September with 856 individuals. 24% of them were found in this month. Information for other months and years are added to Table 5.

Table 4. Distribution of adult individuals according to the subregions

Specimen	Region I Siverek		Region II Viranşehir		Region III Derik		Region IV Çınar	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
<i>Acrossus luridus</i>	21	28	48	43	3	6	14	18
<i>Aphodius (Otophorus) haemorrhoidalis</i>	13	12	15	18	2	3	7	6
<i>Aphodius contaminatus</i>	16	14	20	24	6	4	10	7
<i>Aphodius fimetarius</i>	17	15	12	16	9	3	12	11
<i>Atholus bimaculatus</i>	1	3	3	2	0	1	2	3
<i>Biralus satellitius</i>	25	25	29	36	7	9	12	17
<i>Cheironitis pamphilus</i>	94	133	112	151	26	37	47	64
<i>Colobopterus erraticus</i>	39	27	42	41	6	5	16	20
<i>Euonthophagus amyntas alces</i>	46	28	62	39	12	14	36	21
<i>Euonthophagus atramentarius</i>	52	36	53	40	12	9	29	22
<i>Onthophagus (Furconthophagus) furcatus</i>	46	39	42	43	10	6	28	31
<i>Onthophagus fissicornis</i>	26	29	25	35	8	4	14	10
<i>Onthophagus taurus</i>	32	28	28	41	6	8	12	15
<i>Scarabaeus sacer</i>	2	0	4	1	0	0	4	2
<i>Sphaeridium marginatum</i>	37	34	53	47	12	15	18	22
<i>Sphaeridium scarabaeoides</i>	119	147	128	172	31	39	68	75
Total	586	598	676	749	150	163	329	344

Table 5. Distribution of adult individuals according to the months

Specimen	May		June		July		August		September		October		Total	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
<i>Acrossus luridus</i>	2	4	14	16	19	22	19	21	24	28	8	4	86	95
<i>Aphodius (Otophorus) haemorrhoidalis</i>	1	3	6	4	7	9	5	7	11	8	7	8	37	39
<i>Aphodius contaminatus</i>	4	2	4	10	8	12	10	6	13	9	13	10	52	49
<i>Aphodius fimetarius</i>	3	3	8	6	10	9	5	7	10	12	14	8	50	45
<i>Atholus bimaculatus</i>	1	1	1	2	0	1	1	2	3	1	0	2	6	9
<i>Biralus satellitius</i>	3	6	11	15	18	20	16	19	19	24	6	3	73	87
<i>Cheironitis pamphilus</i>	21	37	53	81	55	79	47	71	64	85	39	32	279	385
<i>Colobopterus erraticus</i>	6	3	21	20	15	22	23	19	29	25	9	4	103	93
<i>Euonthophagus amyntas alces</i>	17	8	31	23	27	19	24	18	36	27	21	7	156	102
<i>Euonthophagus atramentarius</i>	11	5	22	25	29	23	26	20	39	26	19	8	146	107
<i>Onthophagus (Furconthophagus) furcatus</i>	7	9	24	17	26	23	21	21	32	28	16	21	126	119
<i>Onthophagus fissicornis</i>	5	6	13	11	15	19	17	19	15	17	8	6	73	78
<i>Onthophagus taurus</i>	2	8	10	14	18	18	15	22	24	19	9	11	78	92
<i>Scarabaeus sacer</i>	1	0	2	1	2	0	1	0	3	1	1	1	10	3
<i>Sphaeridium marginatum</i>	12	18	23	16	26	21	25	20	19	26	15	17	120	118
<i>Sphaeridium scarabaeoides</i>	34	46	66	86	71	89	55	78	82	101	38	33	346	433
Total	130	159	309	347	346	386	310	350	423	437	223	175	1.741	1.854

A total of 1 798 adult individuals were collected with three different trap methods used during the two year study (Table 6.). The most effective method among traps was the pit trap. With this method, 1 202 adult individuals were caught and had a share of 34%. The least efficient method was light traps with 264 adult individuals. Although light traps were used in every region, only 7% of the total number of individuals could be caught with this method. In addition to the traps, fecal samples found in the field were also checked and a total of 1,782 adult individuals were obtained and 50% of the collected individuals were captured using this method. The reason for the high number of samples caught outside traps in the relevant area is the intensively monitored cattle breeding activities in the field. There is fresh animal manure on the land every day and dung beetles tend to these areas. It has been observed that this situation reduces the interest on traps.

Table 6. Distribution of adult individuals according to the different traps

Specimen	Pit Trap		Light Trap		Water Trap		Without Trap		Total	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
<i>Acrossus luridus</i>	26	26	8	4	14	16	38	49	86	95
<i>Aphodius (Otophorus) haemorrhoidalis</i>	7	12	2	1	1	3	27	23	37	39
<i>Aphodius contaminatus</i>	14	12	3	5	2	2	33	30	52	49
<i>Aphodius fimetarius</i>	17	15	1	5	0	3	32	22	50	45
<i>Atholus bimaculatus</i>	-	-	-	-	-	-	6	9	6	9
<i>Birulus satellitius</i>	21	29	4	7	13	11	35	40	73	87
<i>Cheironitis pamphilus</i>	42	78	21	26	36	33	180	248	279	385
<i>Colobopterus erraticus</i>	32	36	9	11	19	15	43	31	103	93
<i>Euonthophagus amyntas alces</i>	98	68	10	8	18	12	30	14	156	102
<i>Euonthophagus atramentarius</i>	90	74	12	6	14	10	30	17	146	107
<i>Onthophagus (Furconthophagus) furcatus</i>	83	77	8	10	16	11	19	21	126	119
<i>Onthophagus fissicornis</i>	32	26	5	7	2	3	34	42	73	78
<i>Onthophagus taurus</i>	29	35	3	8	5	2	41	47	78	92
<i>Scarabaeus sacer</i>	2	2	0	0	0	0	8	1	10	3
<i>Sphaeridium marginatum</i>	37	43	7	12	3	5	73	58	120	118
<i>Sphaeridium scarabaeoides</i>	60	79	23	38	24	39	239	277	346	433
Total	590	612	116	148	167	165	868	929	1.741	1.854

The study was conducted on five different feces samples in Karacadağ: cow, sheep, donkey, camel and chicken. These feces were used both as attractants in traps and were the subject of study in field controls. Considering the two-year total, the highest number of individuals were detected in cow feces (Table 7.). A total of 2 047 adult individuals were collected in cow feces and this number constituted 62% of the total number of adults. In 2018, chicken feces were included in the study. During the controls, only 17 adult individuals were obtained from this type of feces and constituted only 0.5% of the individuals collected. The lower dry matter rate in cow feces compared to other types of feces has affected the food preference of dung beetles.

Table 7. Distribution of adult individuals according to animal feces

Specimen	Donkey		Cow		Camel		Sheep		Chicken	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
<i>Acrossus luridus</i>	20	24	46	61	3	3	9	3	0	0
<i>Aphodius (Otophorus) haemorrhoidalis</i>	12	9	18	21	1	5	4	3	0	0
<i>Aphodius contaminatus</i>	15	13	24	23	6	4	4	4	0	0
<i>Aphodius fimetarius</i>	11	15	29	22	4	0	5	3	0	0
<i>Atholus bimaculatus</i>	0	0	6	9	0	0	0	0	0	0
<i>Birulus satellitius</i>	18	17	32	48	8	5	11	10	0	0
<i>Cheironitis pamphilus</i>	52	69	175	244	10	12	21	30	0	4
<i>Colobopterus erraticus</i>	19	14	54	40	9	12	12	16	0	0
<i>Euonthophagus amyntas alces</i>	38	28	83	42	14	10	11	13	0	1
<i>Euonthophagus atramentarius</i>	37	23	79	59	10	6	8	10	0	3
<i>Onthophagus (Furconthophagus) furcatus</i>	28	19	71	77	11	7	8	6	0	0
<i>Onthophagus fissicornis</i>	16	12	39	44	7	7	6	7	0	1
<i>Onthophagus taurus</i>	15	18	43	51	9	5	8	10	0	0
<i>Scarabaeus sacer</i>	0	0	10	3	0	0	0	0	0	0
<i>Sphaeridium marginatum</i>	23	27	67	65	11	7	12	5	0	2
<i>Sphaeridium scarabaeoides</i>	52	79	221	256	23	21	27	33	0	6
Toplam	356	367	997	1.065	126	104	146	153	0	17

It has been observed that the biological diversity in areas where plant diversity is reduced due to grazing is less than in areas where there is no grazing. There are studies reporting that the increase in biological diversity value in insects are directly proportional to plant richness (Rambo and Faeth 1999). Another study on

the subject belongs to Weisser and Siemann (2004). In the study, they pointed up that insect specimen play a key role in the formation of plants and ecosystems and contribute to the functioning of ecosystems.

The most comprehensive survey on the fauna of dung beetles in Turkey was conducted in 2000 by Carpaneto et al. According to the results of this research, 99 genera and 625 species were registered (Carpaneto et al., 2000). However, since a long time has passed since the study, it is essential to make the necessary revisions or similar studies again.

In Türkiye where pasture farming is intensive, especially in the Southeast Anatolia Region, the economic values, biodiversity, ecology and all factors that have occurred or may occur in the biology of dung beetle species under the influence of changing climatic conditions need to be investigated more deeply and comprehensively.

**Acknowledgment:** We are grateful to Prof. Dr. Marco DELLACASA and Prof Dr. Stefano ZIANI for identification of species and their useful helps. We would also like to thank Prof. Dr. Esat PEHLİVAN for his literature support. This study was supported by HÜBAK (Project No: 17226).

**Conflict of Interest:** The Author declare that there is no conflict of interest.

**Author contributions:** S.Z. designed the study and conducted the experiments, analyzed the data and carried out statistical calculations; E.Ç and S.Ç writing and all authors read and approved the manuscript.

#### Orcid of Authors

Seval ZEYBEK  <https://orcid.org/0000-0002-9075-0491>

Emine ÇIKMAN  <https://orcid.org/0000-0003-4375-5043>

Sultan ÇOBAN  <https://orcid.org/0000-0002-5596-5657>

#### REFERENCES

- Anlaş S, D. Keith D, Tezcan S (2011a). Notes on the pitfall trap collected Scarabaeoidea (Coleoptera) species in Bozdağlar Mountain of western Turkey. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi* 2: 9-14.
- Anlaş S, D. Keith D, Tezcan S (2011b). Notes on the seasonal dynamics of some coprophagous Scarabaeoidea (Coleoptera) species in Manisa province, western Anatolia. *Turkish Journal of Entomology* 35: 447-460.
- Balthasar V. (1952). *Wissenschaftliche Ergebnisse der Zoologischen Expedition des National-Museums in Prag nach der Türkei* 10, Coleoptera 2, Scarabaeidae. *Sbornik entomologickeho Oddeleni narodniho Musea v Praze, Praha*, 28: p.19- 26.
- Bánki O, Roskov Y, Döring, M, Ower G, Hernández Robles DR, Plata Corredor CA, Stjernegaard Jeppsen T, Örn A, Vandepitte L, Hobern D, Schalk P, DeWalt RE, Ma K, Miller J, Orrell T, Aalbu R, Abbott J, Adlard R, Adriaenssens EM, et al. (2023). *Catalogue of Life Checklist (Version 2023-10-16)*. Catalogue of Life.
- Bellmann A (2007). Beitrag zur Kenntnis der Aphodiinae der Türkei (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Entomologische Zeitschrift Stuttgart* 117: 132-136.
- Carpaneto GM (1976). Reperti di Coleotteri Scarabaeoidea Laparosticti del Vicino Oriente e delle isole greche. *Fragmenta Entomologica* 12: 253-271.
- Carpaneto GM, Piattella E, Pittino R (2000). The scarab beetles of Turkey: an updated checklist and chorotype analysis (Coleoptera, Scarabaeoidea). *Biogeographia* 21: 217-240.
- Darilmaz MC, İncekara Ü (2011). Checklist of Hydrophiloidea of Turkey (Coleoptera: Polyphaga). *Journal of Natural History* 45: 685-735.
- Dellacasa M, Kirgiz T (2002). Records of Aphodiinae (Coleoptera, Scarabaeoidea, Aphodiidae) from Edirne province and neighbouring areas (European Turkey). *Italian Journal of Zoology* 69:71–82.
- Fauna Europaea, (2015). Last access date: 04 Ocak 2020, [http://www.faunaeur.org/distribution\\_table.php](http://www.faunaeur.org/distribution_table.php)
- Fikáček M, Angus RB, Gentili E, Jia F, Minoshima YN, Prokin A, Przewoźny M, Ryndevich SK (2015). Helophoridae, Hydrochidae, Hydrophilidae. In: Löbl, İ. & Löbl, D. (eds.) *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 2/1. Hydrophiloidea-Staphylinoidea*. Leiden: Brill.
- Hanski İ, Cambefort Y (1991). *Dung beetle ecology*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, pp 481.
- Küçükaykıcı EC, Şenyüz Y, Şirin Ü, Çalışkan H, Destire C (2013). New Contributions to Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) Fauna of the Eskişehir Province. *Anadolu University Journal of Science Technology-C Life Science Biotechnology* 3, 23-30.

- Lodos N, Önder F, Pehlivan E, Atalay R (1978). Ege ve Marmara Bölgesinin Zararlı Böcek Faunasının Tespiti Üzerine Çalışmalar. T.C. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. 301 pp.
- Lodos N, Önder F, Pehlivan E, Atalay R, Erkin E, Karsavuran Y, Tezcan S (1989). Research on the determination of the harmful and beneficial insect fauna of the Mediterranean Region in agriculture (Curculionidae, Scarabaeidae (Coleoptera), Plataspidae, Cydnidae, Acanthosomatidae, Scutelleridae, Pentatomidae, Lygaeidae, Miridae (Heteroptera). Turkish Journal of Agriculture and Forestry 13: 81-88 pp.
- Lodos N, Önder F, Pehlivan E, Atalay R, Erkin E, Karsavuran Y, Tezcan S, Aksoy S (1999). Faunistic studies on Scarabaeoidea (Aphodiidae, Cetoniidae, Dynastidae, Geotrupidae, Glaphyridae, Hybosoridae, Melolonthidae, Ochodaeidae, Rutelidae, Scarabaeidae) of Western Black Sea, Central Anatolia ve Mediterranean Regions of Turkey. E.Ü. Printing house, Bornova, İzmir, 64 pp.
- Loreau M (1995). Consumers as maximizers of matter ve energy flow in ecosystems. American Naturalist 145: 22-42.
- Löbl I, Smetana A (2006). Catalogue of Palaearctic Coleoptera: Scarabaeoidea: Scirtoidea, Dascilloidea, Buprestoidea and Byrrhoidea. Apollo Books. Stenstrup, Denmark. Vol. 3.
- Lumaret JP, Lobo JM (1996). Geographic distribution of endemic dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae) in the Western Palaearctic region. Biodiversity Letters 3: 192–199.
- Mazur S (2004). Hydrophilidae. In Löbl İ. & Smetana A. 2004, Catalogue of Palaearctic Coleoptera II. Hydrophiloidea - Histeroidea – Staphylinoidea. — Stenstrup, 924 pp.
- Pehlivan E (1988). Türkiye Scarabaeidae (Coleoptera) familyası üzerinde taksonomik çalışmalar. I. *Scarabaeus* L., *Gymnopleurus* Ill., *Sisyphus* Latr. Türkiye Entomoloji Dergisi 12: 221-230.
- Pehlivan E (1989). Taxonomic studies on Turkey Scarabaeidae (Coleoptera) family (II. *Onthophagus* Latr.). Turkish Journal of Entomology 13: 25-42.
- Rambo JL, Faeth SH (1999). Effect of Vertebrate Grazing on Plant and Insect Community Structure. Conservation Biology 13: 1047-1054
- Ratcliffe BC, Paulsen MC (2008). The Scarabaeoid Beetles of Nebraska. Bulletin of the Univesity of Nebraska State Museum 22: 1-569.
- Rozner I, Rozner G (2009). Additional Data to the Lamellicornia Fauna of Turkey. Natura Somogyiensis 15: 69-100.
- Öztürk ÖÖ, Kalkar Ö (2011). A preliminary study on Coleoptera fauna around Kahramanmaraş Menzelet Lake. KSÜ Journal of Natural Sciences 14: s.22-28
- Scholtz CH, Davis ALV, Kryger U (2009). "Evolutionary biology and conservation of dung beetles", Bulgaria, 567.
- Societa Entomologica Italiana (2015). Last access date: 04 Ocak 2020. <http://www.societaentomologicaitaliana.it/Coleotteri%20Scarabaeoidea%20d'Italia%202014>.
- Sullivan GT, Sebahat KOS, Anne B, Jean PL, Ünal Z, Myron PZ, Greg B (2016). Succession patterns in a warm, temperate- climate assemblage of coprophagous dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in Turkey. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, 5-8 Eylül, Cilt 1, Konya, 233 pp.
- Sullivan GT (2018). Aspects of Temporal Resource Partitioning among Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) of the Kizilirmak Delta on the Black Sea Coast of Turkey. Phd Thesis, The University of Queensland, Australia, 145 pp.
- Şenyüz Y (2004). Kütahya İli Yakın Çevresi Scarabaeidae (Coleoptera) Faunasının Tespiti, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 104 pp.
- Şenyüz Y (2009). Türkmen Dağı Aphodiinae (Scarabaeidae, Coleoptera) Altfamilyasının Faunası, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Zooloji Bilim Dalı, Kütahya, Doktora Tezi, 90 pp.
- Şenyüz Y, Şahin Y (2009). Faunistic Studies on Aphodiinae Subfamily (Coleoptera, Scarabaeidae) of Kütahya (Turkey). Linzer Biologische Beiträge 14: 1757-1766.
- Şenyüz Y, Şahin Y (2013). Faunistic, ecological and zoogeographical evaluations on the dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) of Kütahya province (Turkey). Turkish Journal of Entomology 37: 433-448.
- Şenyüz Y, Dindar K, Dayıoğlu H (2013). Kütahya Gümüş Dağı Aphodiinae (Scarabaeidae: Coleoptera) Türlerinin Fenolojik ve Vertikal Dağılışı. I. Ulusal Zooloji Kongresi, Nevşehir Üniversitesi Yayınları: 7: s.2.
- Şenyüz Y, Dindar K, Gülmez M (2015). Additions to Scarabaeoidea (Coleoptera) Fauna Of Eskişehir. Anadolu Univ. Journal of Science and Technology - C - Life Science and Biotechnology. 4:13-23.
- Şenyüz Y, Gülmez Y (2024). New Data on the Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) Fauna of Bozdağ at Eskişehir in Central Anatolia Region. KSU Journal of Agriculture and Natur 27: 407-416. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.1308139>

- Tezcan S, Pehlivan E (2001). Evaluation of the Lucanoidea and Scarabaeoidea (Coleoptera) fauna of ecological cherry orchards in İzmir and Manisa provinces of Turkey. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 38: 31-37.
- Tuatay N, Gül S, Demirtola A, Kalkandelen A, Çağatay N (1967). *Nebat Koruma Müzesi Böcek Kataloğu (1961-1966)*. Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Gn. Md. Yayınları, Mesleki Kitaplar Serisi, Ayyıldız Matbaası A.Ş. Ankara, 66 pp.
- Tuatay N, Kalkandelen A, Çağatay Aysev N (1972). *Nebat Koruma Müzesi Böcek Kataloğu (1961-1971)*. Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Gn. Md. Yayınları. Yenigün Matbaası, Ankara, 119 pp.
- Weisser WW, Siemann E (2004). Insect and Ecosystem Function (Weisser, W.W.; Siemann, E. editors). *The Various Effects of Insects on Ecosystem Functioning*. *Ecological Studies* 173: 1-24
- Yılmaz A, Aslan EG (2014). Faunistical ve Ecological Investigations on Water Scavenger Beetles (Coleoptera: Hydrophilidae) of Isparta Province, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology* 46:1663-1671.
- Zümreoğlu SG (1972). Böcek ve genel zararlılar kataloğu, T.C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, İstiklal Matbaası, İzmir, Turkey. 42–45 pp.



## Determination of Factors Affecting Farmers' Preference for Corn Seed by Conjoint Analysis\*

Mehmet Dikici<sup>1</sup> , Nazire Mikail<sup>2\*</sup> 

<sup>1</sup>Siirt University, Institute of Science, Department of Animal Science, Siirt, Türkiye

<sup>2</sup>Siirt Üniversitesi, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Siirt, Türkiye

\*Corresponding Author e-posta : naziremikail@siirt.edu.tr

Geliş Tarihi: 31.08.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 03.10.2024 Kabul Tarihi: 03.10.2024

### ABSTRACT

Modeling consumer preferences among multi-attribute alternatives has been one of the main activities in consumer research. Conjoint analysis is a multivariate statistical analysis technique that reveals the acceptance of criteria such as yield, price and adaptability that are important in consumers' usage habits and preferences. In this study, it was aimed to determine the degree of importance given by grain corn growers to seed traits in corn seed purchase. For this purpose, conjoint analysis was applied and preferences in seed purchase were determined according to the data obtained from the survey conducted among farmers. The survey questions used in the research were applied to 123 farmers. Kendall's Tau value, which is the representativeness of the model, was 0.935 ( $p < 0.05$ ) and the coefficient of determination was 0.98. As a result, the qualities emphasized during corn seed purchase were firstly yield (60.41%), secondly drought resistance (11.96%), thirdly disease resistance (11.85%), fourthly price (8.81%) and finally grain size (6.98%).

**Key words:** Conjoint analysis, corn seed, orthogonal plan, preference model.

### Çiftçilerin Mısır Tohumu Tercihini Etkileyen Faktörlerin Konjoint Analizi ile Belirlenmesi

#### ÖZ

Tüketici tercihlerinin çok özellikli alternatifler arasında modellenmesi, tüketici araştırmalarında ana faaliyetlerden biri olmuştur. Konjoint analizi çok değişkenli istatistiksel analiz tekniği olup, tüketicilerin kullanım alışkanlıkları ve tercihlerinde önemli olan verim, fiyat ve adaptasyon gibi kriterlerin kabulünü ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışmada, danelik mısır yetiştiricilerinin mısır tohumu alımında tohum özelliklerine verdikleri önem derecelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için konjoint analizi uygulanmış ve çiftçiler arasında yapılan anket çalışmasından elde edilen verilere göre tohum alımında tercihler belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan anket soruları 123 çiftçiye uygulanmıştır. Modelin temsil gücü olan Kendall's Tau değeri 0.935 ( $p < 0.05$ ), belirleme katsayısı ise 0.98 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, mısır tohumu alımı esnasında üzerinde durulan nitelikler, ilk olarak verim (%60.41), ikinci olarak kuraklığa dayanıklılık (%11.96), üçüncü olarak hastalığa dayanıklılık (%11.85), dördüncü olarak fiyat (%8.81) ve son olarak da dane büyüklüğü (%6.98) olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Konjoint analizi, mısır tohumu, ortogonal plan, tercih modeli.

### INTRODUCTION

Corn is a cereal plant that has been cultivated for thousands of years. It is known that corn, whose homeland is America, spread all over the world from here. Corn is a plant that can be cultivated in temperate climate zones and can be cultivated in many countries around the world. Today, corn can be cultivated in many parts of the world, except for the northern and cold climatic zones (Geçit et al., 1988). Corn is the most important cereal crop cultivated after wheat and rice. Millions of farmers in the world make a living from corn cultivation and about 80% of them are in developing countries (Dowswell et al., 1996; Çekmez, 2014). World corn production is estimated to be 1.198 million tons in 2021-2022 (Nogay and Azabağaoğlu, 2024). In our country, corn

production was realized only in the Black Sea and Marmara Regions in the 1950s, but after the 1980s, corn production increased significantly in the Mediterranean and Aegean Regions and in the last 10 years, in the Southeastern Anatolia Region and Central Anatolia Region. Following wheat and barley, corn is one of the cereal crops with the highest cultivation area with the development of industrial crop production. The government's encouragement of corn production, the development of modern corn production techniques by producers, and the widespread use of hybrid seeds have enabled producers to cultivate corn (Anonymous, 2017). There has been an increase in corn production in Türkiye in recent years, especially in the Southeastern Anatolia region with the Southeastern Anatolia Project, and the increase in yield due to all these factors. Grain corn production in Türkiye was 5.95 million tons in 2014 and 6.40 million tons in 2016 (TÜİK, 2018). Conjoint analysis literally means “collective participation”. The word conjoint is formed by combining the words CONsidered and JOINTly (Orme, 2010). Conjoint analysis is related to experimental design and was developed out of the need to analyze the effects of predictable factors (the characteristics we have identified) that can be measured frequently and whose properties can be based on precise judgments (Green and Srinivasan, 1978). In real life, people express their preferences through choices. The sum of choices creates demand for goods and services, voting for political candidates and other interests. It is important to understand how changes in the characteristics of choice affect preferences and to predict human choice. The fields of interest include psychology, economics, environmental science, geography, management, marketing, political science, recreation and transportation. Conjoint analysis is a multivariate market research technique that reveals the level of importance of criteria such as efficiency, price and adaptability that are essential to consumers' usage habits and preferences (Raghavarao et al., 2011).

In this study, conjoint analysis was applied to determine the utility of preferences in corn seed purchase and the data obtained from the survey conducted among farmers were analyzed. Yield, drought resistance, disease resistance, price and grain size were used as corn seed characteristics.

## MATERIAL and METHOD

### Material

The study material consists of the survey data conducted with the grain corn producers in 7 districts in Diyarbakır province (Fig. 1).

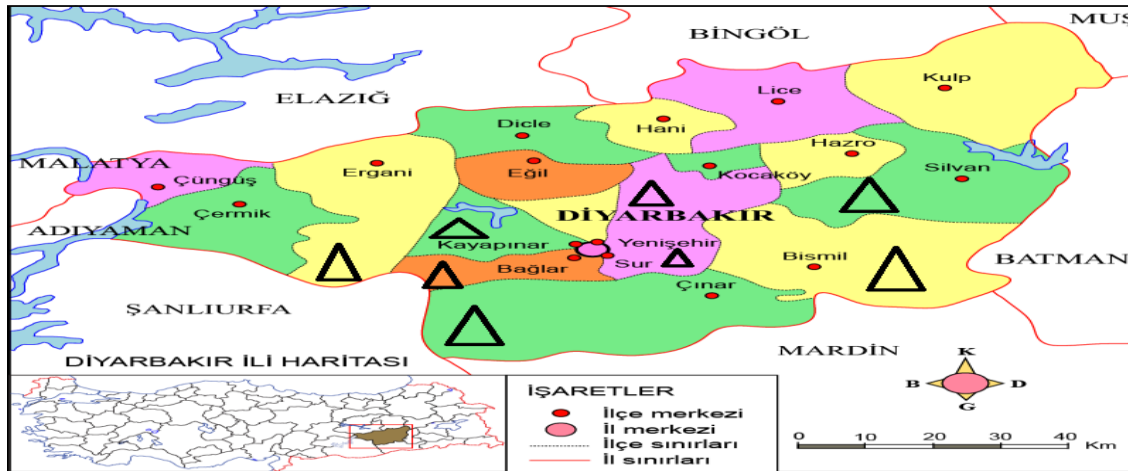


Figure 1. Map of Diyarbakır province (Saygılı, 2015)

Data were collected from grain corn farms registered in Diyarbakır province during April - May 2019. The questionnaire forms prepared in accordance with the purpose of the research were filled in face-to-face by the farmers in the farm.

## Method

### Sampling method

Considering the corn cultivation area of the farms, the number of sample farms to be surveyed by simple random sampling method was calculated as 96 (Güneş and Arkan, 1988). For this purpose, equation (1) was used.

$$n = \frac{Nz^2pq}{Nd^2 + z^2pq} \quad (1)$$

Where;

n: Sample size,

N: Population size,

d: Allowable error from the population mean,

p: The proportion of the wanted event in the main population ( $p=0.5$ ),

q: The proportion of the unwanted event in the main population ( $q=0.5$ ),

z: The z table value at 95% confidence limit used in the study ( $z=1.96$ ).

Proportional distribution method (2) was used to distribute the determined sample size to the districts.

$$n_i = \frac{N_i}{N} * n, \quad (2)$$

Where;

n: sample size,

$n_i$ : i. sample size in a district,

$N_i$ : population size in i. district,

N: is the population size.

Although the sample size was determined as 96 farms, this number was planned as 150 considering that the questionnaires could be filled in incomplete. After the questionnaire application 123 questionnaires remained. Since this number was more than the minimum sample size, it was considered sufficient for the reliability of the research. The corn cultivation areas in the districts in Diyarbakır province are given in Table 1.

**Table 1.** Corn cultivation areas in the districts in Diyarbakır province

Districts	Cultivated area (decare)	Number of questionnaires (theoretical)	Number of questionnaires (practical)
BAĞLAR	13000	5	5
BİSMİL	143000	52	59
ÇINAR	18320	7	8
KAYAPINAR	6000	2	4
SİLVAN	49340	18	18
SUR	13686	5	7
YENİŞEHİR	21500	8	22
<b>Total</b>	<b>264846</b>	<b>96</b>	<b>123</b>

\*Diyarbakır Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, 2018

The sampled villages and sample numbers were determined to best represent Diyarbakır province and its districts. After the questionnaires filled in the farms were reviewed separately, the data obtained were recorded. The questionnaires were analyzed using the SPSS Version 20.0 package program (IBM, 2011).

## Conjoint Analysis

Conjoint analysis is a suitable analysis for evaluating predefined combinations of attributes that offer potential products or services and for understanding consumer responses. It also allows the analyst to understand the composition of customer preferences with a very realistic approach (Sönmez, 2006).

In the late 1960s and 1970s, psychologists working on a variety of seemingly unrelated problems developed a paradigm from which the policies of decision makers could be inferred (Luce and Tukey, 1964; Krantz, 1964; Tversky, 1967; Hoffman et al., 1968; Anderson, 1981). These researchers were primarily interested in identifying the “composition rules” that decision makers use to combine information into overall evaluations. The application to economics and the evaluation of objects was suggested by Lancaster (1966), who suggested that a consumer's utility for a good can be understood as a function of the utility for the components of the good. While psychologists presented the idea that the problem of understanding how people choose could be understood in terms of how they combine information about the object of choice, Lancaster presented the view that the relevant information to be combined is information about the components or attributes of the object.

Preference models can be divided into three according to individuals' preference estimates. These are linear model, quadratic model and partial utility model.

Linear preference model

$$S_j = \sum_{p=1}^n W_p Y_{jp} \tag{3}$$

(j=1, ...,m) (p=1, ...,n) was given by Srinivasan and Shocker (1973) and Parker and Srinivasan (1976). Here, j: the profile number indicating a combination of product attributes and levels, p: the number of levels of product attributes selected for the preference model,  $W_p$ : the weights of individuals for attribute p, and  $Y_{jp}$ : the level of attribute p for the jth profile. The weights  $\{W_p\}$  are in general different for different individuals in the sample. Geometrically, the preference  $S_j$  can be represented as a projection of the stimulus  $\{Y_{jp}\}$  on the vector  $\{W_p\}$  in the n-dimensional feature space.

The quadratic model states that the preference  $S_j$  is negatively related to square of the distance ( $d_j^2$ ) between the actual location of the jth profile  $Y_{jp}$  and its ideal point  $X_p$ . This model can be expressed as follows:

$$d_j^2 = \sum_{p=1}^n W_p (Y_{jp} - X_p)^2 \quad (j=1, \dots, m) \quad (p=1, \dots, n) \tag{4}$$

(Green and Srinivasan, 1978).

To draw conclusions from partial utilities, the researchers proposed an analysis of variance (ANOVA) model with main effects and interactions. ANOVA models have not previously been used to represent the judgment process, despite the fact that many judgment situations seem intuitively descriptive. The inferential qualities of the ANOVA technique can be applied to the study of judgment if judgment stimuli are treated as categorical process factors rather than random variables, and if the decisions to the stimuli are treated as dependent variables. The application is simple and straightforward: It is only necessary to prepare multidimensional decision stimuli by creating all possible combinations (patterns) of levels of stimuli in a full factorial design. Here orthogonality in stimulus dimensions is a must (Hoffman et al., 1968).

Let  $y_{x_1 x_2 \dots x_n}$  be the response or transformed response of the opinion profile  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  of any choice  $S_i$ . With a full factorial design, the,  $y_{x_1 x_2 \dots x_n}$  model is as follows::

$$y_{x_1 x_2 \dots x_n} = \mu + \sum_{i=1}^n \alpha_{x_i}^{A_i} + \sum_{i,j=1}^n \alpha_{x_i x_j}^{A_i A_j} + \sum_{i,j,k=1}^n \alpha_{x_i x_j x_k}^{A_i A_j A_k} + \dots + \alpha_{x_1 x_2 \dots x_n}^{A_1 A_2 \dots A_n} + e_{x_1 x_2 \dots x_n} \tag{5}$$

Where,  $\mu$  – overall mean,  $\alpha_{x_i}^{A_i}$  – the effect of the factor  $A_i$  at level  $x_i$ ,  $\alpha_{x_i x_j}^{A_i A_j}$  – the effect of the factors  $A_i$  and  $A_j$  at levels  $x_i$  and  $x_j$  and  $e_{x_1 x_2 \dots x_n}$  is the random error.

The relative importance (RI) of each attribute was computed from the utilities ( $U_i$ ). RI was defined as the percentage of the range assigned to each attribute to the variation of total ranges (Bernabeu and Tendero, 2005; Orme, 2010; Kibar and Mikail, 2018):

$$RI = \frac{\max U_i - \min U_i}{\sum (\max U_i - \min U_i)} \times \%100.$$

## RESULTS AND DISCUSSION

### Information about the farmer

In the survey questions, information about the farmer includes the farmer's age, education level, marital status, number of individuals in the household and average monthly income. When the educational level of the farmers was analyzed, it was seen that 96.7% of the farmers were literate, 32 of them were graduates of primary school, 26 of them were graduates of secondary school, 44 of them were graduates of high school and 17 of them were graduates of university (Table 2).

**Table 2.** Demographic information about the farmers

Features	Levels	n	%
Education level	Illiterate	4	3.3
	First school	32	26.0
	Middle school	26	21.1
	High School	44	35.8
	University	17	13.8
Marital status	Married	106	86.2
	Single	17	13.8
Average monthly income	Less than 1400 TL	4	3.3
	Between 1401-3000 TL	50	40.7
	More than 3001 TL	69	56.1

It is seen that 86.2% of the farmers who participated in the survey were married, 13.8% were single, 3.3% had a monthly income of less than 1400 TL, 40.7% had a monthly income between 1400-3000 TL and 56.1% had a monthly income of more than 3000 TL (Table 2). Descriptive statistics on the age of the farmers and the number of individuals in the household are given in Table 3.

**Table 3.** Descriptive statistics on age of farmers and number of household members

Features	N	Mean	Std. D.	Minimum	Maximum	Median
Age	123	40.49	8.960	21	68	40
Number of household members	123	6.47	2.299	2	13	6

It is seen that the youngest of the 123 farmers participating in the survey is 21 years old and the oldest is 68 years old, and the average age is 41 years old. When the number of individuals in the household is analyzed, it is seen that the number of individuals in the household consists of at least 2 and at most 13 people and the median value is 6 (Table 3). In the study conducted by Adaloğlu et al. (2017), while the average age was approximately 51 years, the average age of the farmer was younger in our study, and while the number of individuals in the household was 4, the average number of individuals in the household was 6 in our study. In the study conducted by Ayçiçek and Karakaya (2022) in Bingöl, the ages of the surveyed farmers ranged from 28 to 80, with an average age of approximately 48.5 years. The percentage of farmers who graduated from primary and high school was 30.6%, those who graduated from middle school made up 37.1%, and the percentage of farmers with a university degree was determined to be 1.6%.

### Information about the farm

In the survey we conducted, 19.5% of the farmers stated that the ploughed land is rented, 25.2% of the farmers stated that the land is shared, and 35.8% of the farmers stated that the land belongs to them. In the answers given to the same questions, 2.4% of the farmers stated that some of the ploughed land is shared and some of it is rented, 13.8% stated that some of it is owned and the rest is rented, and 3.3% stated that they cultivate both on shared land and on the land they own (Table 4).

**Table 4.** Information about the farm

Questions	Answers	n	%
Ownership status of the ploughed land	For rent	24	19.5
	Shareholder	31	25.2
	Property owner	44	35.8
	For rent and shareholding	3	2.4
	Rent and ownership	17	13.8
	Share and property owner	4	3.3
Type of crop cultivated	Corn	43	35.0
	Corn and cotton	51	41.5
	Corn and wheat	10	8.0
Origin of the cultivated product	Corn, cotton and wheat	19	15.5
	Local	30	24.4
	Foreigner	31	25.2
	Doesn't matter	62	50.4

In the answers to the question on the type of crops grown, 35% of the farmers stated that they planted only corn, 41.5% planted corn and cotton, 8% planted corn and wheat together, and 15.5% planted all three crops, corn, wheat and cotton, in the same season (Table 4). These percentages vary each season according to crop prices and field rotations. When the farmers were asked about the origin of the crops they grow, 24.4% of the farmers stated that they prefer local seeds, 25.2% of the farmers prefer foreign seeds, and 50.4% of the farmers stated that it does not matter whether the seeds are of local or foreign origin (Table 4).

When the statistical data on the land holding of the farmers participating in the survey are analyzed, it is seen that the minimum land holding is 100 da and the maximum is 2000 da and the median value is 340 da. When the number of generations in agriculture is examined, it is seen that the minimum is 1 and the maximum is 5 and the median value is 2. Likewise, the number of generations growing corn is at least 1, at most 3 and the median value is 2 (Table 5).

**Table 5.** Some descriptive statistics about the farm

Features	N	Mean	Std. D.	Minimum	Maximum	Median
Land holdings (da)	123	481.38	416.742	100	2000	340
Number of generations in agriculture	123	2.80	.478	1	5	3
Number of generations growing corn	123	1.56	.560	1	3	2
The year you started farming	123	-	-	1970	2014	2000
The year you started growing corn	123	-	-	1996	2016	2010
Distance of the land you farm from home	123	6.16	6.111	1	30	5
Yield (kg/da)	123	1481.83	129.795	1150	1800	1500
Amount of product sold (tons)	123	415.58	345.639	100	2550	300

When the statistical values related to the year of starting farming are analyzed, it is seen that the earliest year of starting farming was 1970, the latest year was 2014 and the median value was 2000. Likewise, when asked about the year of corn cultivation, it is seen that the earliest year of corn cultivation was 1996, the latest year was 2016 and the median value was 2010. When we look at the statistical data of the question about the distance of the farming land from home, it is seen that the closest distance of the land is 1 km, the farthest distance is 30 km and the average is 6.16 km. According to the statistical data of the answers given to the farmers about corn yield, it is seen that the lowest yield is 1150 kg/da, the highest yield is 1800 kg/da and the average yield is 1482 kg/da. According to the statistical data on the amount of products sold, it is seen that the farmers sold a minimum of 100 tons and a maximum of 2550 tons of products after harvest, and the average of the products sold was 416 tons.

### Information about farming

When asked whether the farmers did soil analysis or not, it was stated that 39.8% did and 60.2% did not (Table 6).

When the respondents were asked about the soil quality of their fields, 75.6% of the farmers evaluated the soil quality between 7-8 points out of 10 (Table 6). 90.2% of the farmers reported that their land was irrigated, 9.8% of the farmers reported that they also practiced dry farming. In response to the question about the information received by the farmers, 83.7% of the respondents stated that they received support from firm representatives, while 5.7% of the other respondents stated that they received information from family members. 4.9% of the participants stated that they received information from Provincial and District Directorates of Agriculture, 1.6% from universities and 4.1% from private consultancy services. When asked if they try new products, 61% of the participants answered yes, 29.2% were undecided and 9.8% said no. To the question of company reliability of the products, 39.1% of the farmers answered very reliable, 52% answered medium and 8.9% answered less reliable. When the participants were asked about the marketing status of the harvested products, 83.3% answered easy and 16.7% answered difficult. Among the agricultural implements and equipment, 9.8% had only a tractor, 0.8% had only planting implements, and 89.4% had both a tractor and planting implements. 66.6% of the participants stated that their land was irrigated with flood irrigation, 11.4% with sprinkler irrigation, 22% with sprinkler and flood irrigation. When asked which of the variety characteristics were taken into consideration when cultivating corn, 51% of the respondents stated that the hectoliter should be high, 39.8% stated that the variety should not have soil selectivity, 24.4% stated that the variety should have early dehumidification, 23% stated that the variety should not lie down and 4.1% stated that the variety should remain green until the harvest period (Table 6).



**Table 6.** Information about farming

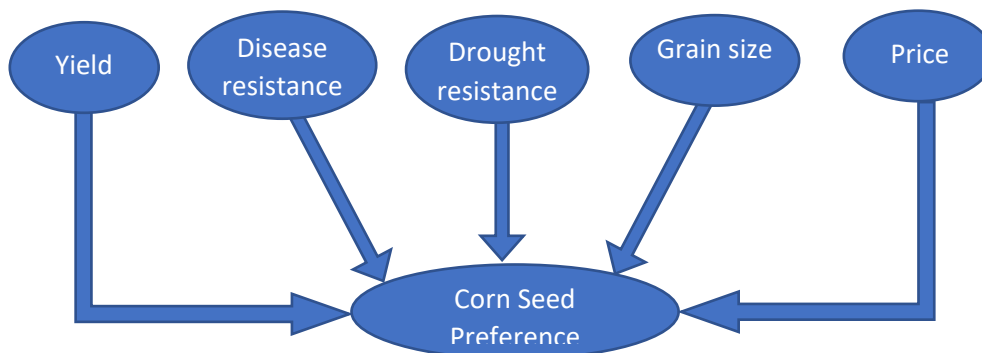
Questions	Answers	n	%
Do you have soil analysis?	Yes	49	39.8
	No	74	60.2
	3	2	1.6
	4	1	0.8
	5	3	2.4
How do you rate soil quality out of 10?	6	7	5.7
	7	46	37.5
	8	47	38.2
	9	9	7.3
	10	8	6.5
Type of cultivated farming	Irrigated farming	111	90.2
	Irrigated and dry farming	12	9.8
	Provincial and District Directorate of Agriculture	6	4.9
	University	2	1.6
Knowledge received about cultivation	Private consultancy	5	4.1
	Family members	7	5.7
	Company representatives	103	83.7
Willingness to try a newly developed product	Yes	75	61.0
	Unsure	36	29.2
	No	12	9.8
Company reliability of the purchased product	Very reliable	48	39.1
	Moderately reliable	64	52.0
	Less reliable	11	8.9
Marketing of the harvested product	Easy to sell	100	83.3
	Hard to sell	20	16.7
Agricultural tools and equipment	Tractor	12	9.8
	Sowing equipment	1	0.8
	All	110	89.4
Field irrigation type	Flood irrigation	82	66.6
	Sprinkler irrigation	14	11.4
	Flood and sprinkler irrigation	27	22.0
Variety features desired in the cultivated product*	Hectoliter	63	51.0
	Lack of soil selectivity	49	39.8
	Early demotion	30	24.4
	Lying down	25	20.3
	Staying green	5	4.1

\*: It was offered the option to choose more than one answer in the question

## Application results of conjoint analysis

### Selection of Attributes and Attribute Levels

Since the number of corn grain traits and levels of these traits is too much, previous studies and the researcher's own experience were used to select the traits and levels to be used in the research. When the number of combinations is very high, it is very difficult to do this in practice. For this reason, 5 traits that best describe the corn seed were selected for the study (Fig. 2).



**Figure 2.** Factors affecting farmers' preference for corn seed

The number of levels for the attributes was determined in a way that would not excessively increase the number of choice cards to be presented to the respondents. The selected features and their levels are given in Table 7.

**Table 7.** Selected attributes and their levels

Attribute	Level
Price	Low
	Medium
	High
Yield	Low
	Medium
	High
Disease resistance	Low
	Medium
	High
Drought resistance	Low
	Medium
	High
Grain size	Small
	Medium
	Large

### Creation of the orthogonal plan

A reduced design model was used for the conjoint analysis. In a full factorial design, if 5 attributes and their levels are calculated, there are  $3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 243$  choice cards. It is not possible to present 243 choice cards to respondents and have them answer and analyze them. Therefore, a reduced design was chosen. For this, an orthogonal design was used. With this method, 243 selection cards can be reduced to 22. In this part of the application, the orthogonal design was obtained with the help of SPSS package program. The 22 selection cards obtained with the orthogonal design to be used in the study are shown in Table 8.

**Table 8.** Cards created for corn seed preference

Card No	Price	Yield	Disease resistance	Drought resistance	Grain size
1	1 Low	Medium	High	High	Small
2	2 Medium	High	Medium	Medium	Small
3	3 Medium	High	High	Low	Medium
4	4 High	High	Low	Low	Small
5	5 High	Medium	High	Medium	Small
6	6 Low	Medium	Medium	Low	Large
7	7 High	Medium	Medium	Low	Medium
8	8 Medium	Medium	Low	Medium	Medium
9	9 Low	Low	Low	Medium	Medium
10	10 Medium	Low	High	Low	Large
11	11 High	Low	Medium	High	Medium
12	12 High	Low	High	Medium	Large
13	13 Low	Low	Low	Low	Small
14	14 Low	High	Medium	Medium	Large
15	15 Medium	Medium	Low	High	Large
16	16 Low	High	High	High	Medium
17	17 Medium	Low	Medium	High	Small
18	18 High	High	Low	High	Large
19 <sup>a</sup>	19 Low	Low	Medium	Medium	Large
20 <sup>a</sup>	20 High	Low	Medium	High	Small
21 <sup>a</sup>	21 Low	Medium	Low	Low	Medium
22 <sup>a</sup>	22 Low	Low	Medium	High	Large

a.Holdout

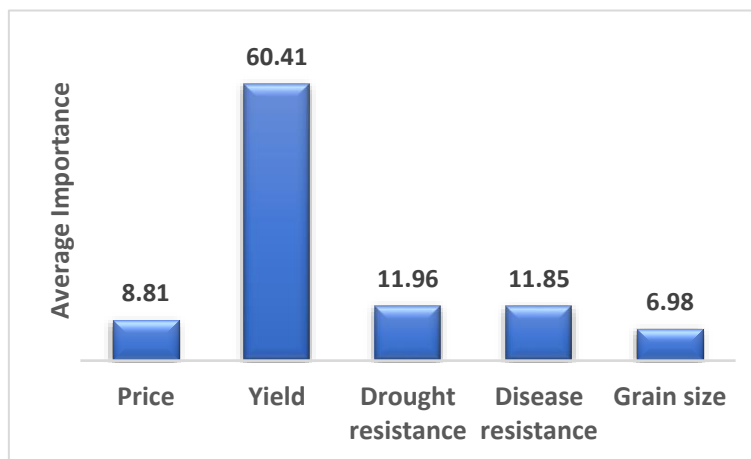
The cards were then designed as follows for presentation to the producer (Fig. 3).

Card 4	Card 5	Card 6
Price	Price	Price
Yield	Yield	Yield
Disease resistance	Disease resistance	Disease resistance
Drought resistance	Drought resistance	Drought resistance
Grain size	Grain size	Grain size
High	High	Low
High	Medium	Medium
Low	High	Medium
Low	Medium	Low
Small	Small	Large

**Figure 3.** Examples of cards used in the research

### Results of conjoint analysis

As a result of the conjoint analysis, the attributes emphasized during corn seed purchase are listed as follows: firstly, yield (60.41%), secondly, drought resistance (11.96%), thirdly, disease resistance (11.85%), fourthly, price (8.81%) and lastly, grain size (6.98%) (Figure 4). The Kendall's Tau value of 0.935 (sig.=0.000), which is the representative power of the model, was found to be at an acceptable level.



**Figure 4.** Relative importance of factors

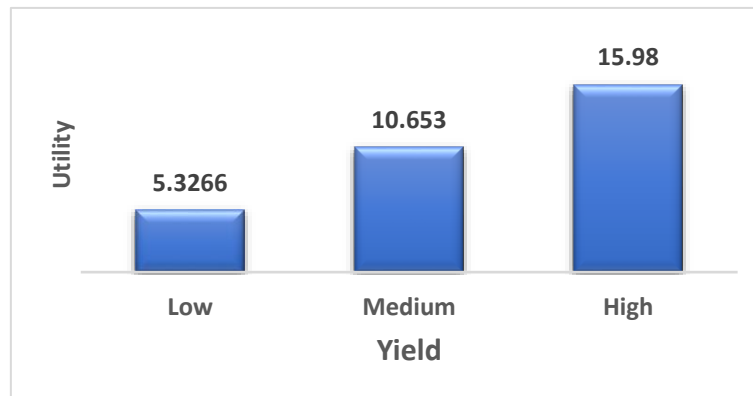
According to the research results of the similar study conducted by Adaloğlu et al. (2017) in Aydın province and Söke district, seed price ranked second with a rate of 18.69% in cotton seed variety preference. In our study, seed price is at the last place with 8.81% importance level. The degree of importance found for the price trait was lower than the study of Adaloğlu et al. (2017). According to the results of the study conducted by Sánchez-Toledano et al. (2017), new crop seed varieties are preferred more than traditional varieties, so that the importance levels of higher yield, disease resistant variety preferences are high, which is similar to our study. In the study conducted by Örmeci Kart et al. (2017), it was determined that the most important factor in potato seed preference was industrial type and disease resistance came after yield performance when buying seeds. In this aspect, in our study, yield is high and disease resistance comes later. For this reason, there is a similarity with our study. In a similar study conducted by Ayhan and Armağan (2018) in Söke, Germencik and Koçarlı districts of Aydın province, they examined the importance levels of yield, quality, durability and price criteria affecting the variety selection of cotton producers. It was determined that quality was 28%, yield 25%, price 24% and resistance 23% important. In our study, it is seen that yield and disease resistance have a similar importance ranking, while price has a low level of importance in our study. In the study conducted by Baki et al. (2017) through face-to-face interviews in İzmir in 2014, according to the results of conjoint analysis, it was determined that the most important factor determining consumers' preference for strained pine honey was the place where honey was purchased (38.48%), followed by the region where honey was produced (30.65%), label (11.60%), price (10.88%) and color (8.39%). Although price seems to be important in market research at first glance (Nelson et al., 2005; Patil et al., 2006; Özel and Ceylan, 2016; Toklu, 2017), it is not in the first place in terms of importance in our study and in a few other studies (Claret et al, 2012; Annunziata and Vecchio, 2013; Adaloğlu et al., 2017; Baki et al., 2017; Örmeci Kart et al., 2017; Sánchez-Toledano et al., 2017; Ayhan and Armağan, 2018; Özüak and Keskin, 2021).

The utility function estimates of the levels of these factors are shown in Table 9:

**Table 9.** Utility function estimates

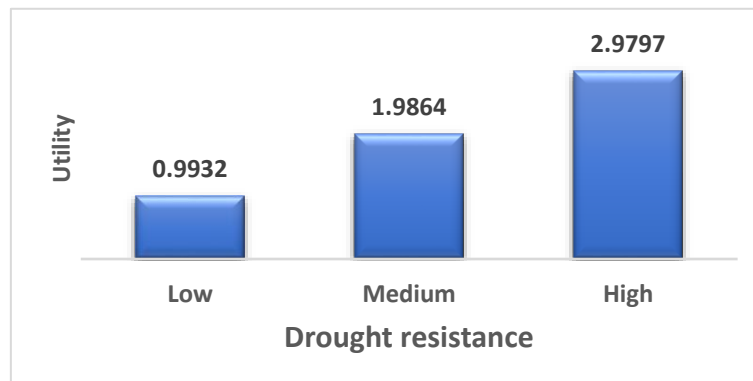
Attributes	Levels	Utility	Std. Error
Price	Low	-.391	.223
	Medium	-.782	.447
	High	-1.173	.670
Yield	Low	5.327	.223
	Medium	10.653	.447
	High	15.980	.670
Disease resistance	Low	1.090	.223
	Medium	2.180	.447
	High	3.270	.670
Drought resistance	Low	.993	.223
	Medium	1.986	.447
	High	2.980	.670
Grain size	Small	.259	.223
	Medium	.519	.447
	Large	.778	.670
(Constant)		-5.057	1.016

Among the levels offered for the yield attribute, high (15.98) provided the highest level of utility, while low (5.33) was the least preferred level (Figure 5).



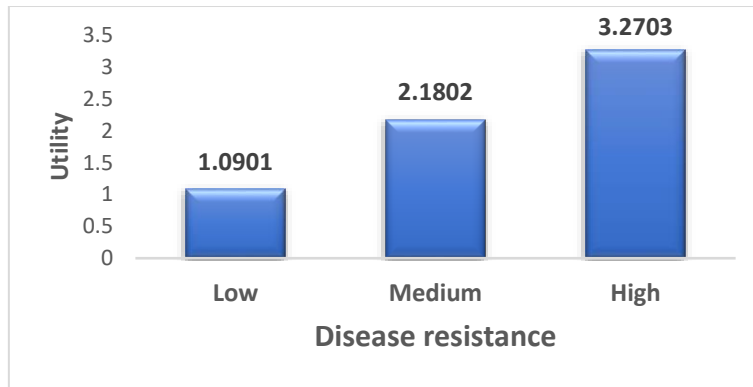
**Figure 5.** Utility values for yield levels

Among the levels presented for drought tolerance, high (2.98) was the most preferred level and low (0.99) was the least preferred level (Figure 6).



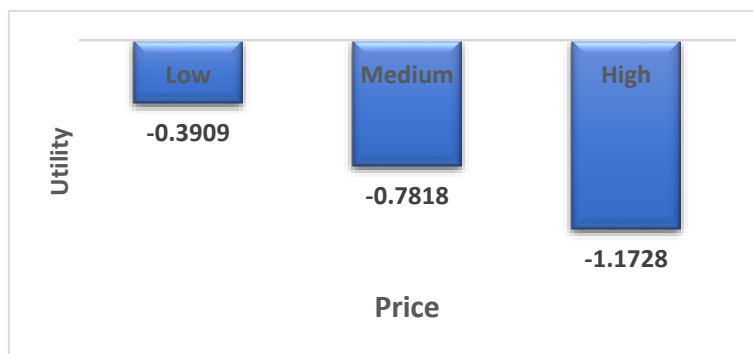
**Figure 6.** Utility values for drought tolerance levels

Among the levels presented for plant disease resistance, high (3.27) was the most preferred level, while low (1.09) was the least preferred level (Figure 7).



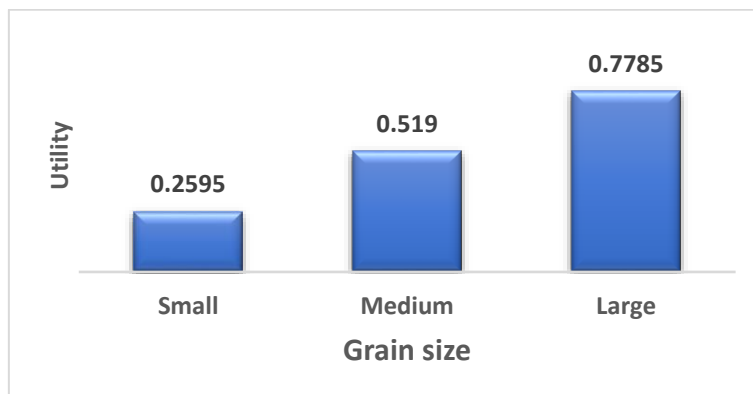
**Figure 7.** Utility values for disease resistance

Among the levels offered for the price of seed, low (-0.39) was the most preferred level, while high (-1.17) was the least preferred level (Figure 8).



**Figure 8.** Utility values for price

Finally, large (0.78), medium (0.52) and small (0.26) grain size characteristics are preferred in corn (Fig. 9).



**Figure 9.** Utility values for grain size levels

## CONCLUSIONS

The main objective of this study is to determine the preferences of corn producers in Diyarbakır province in purchasing corn seed varieties by using conjoint analysis. Factors such as price, high yield, drought and disease resistance, as well as the suitability of the crops for their respective regions are of significant value. Conjoint analysis shows companies the paths to follow in determining producer preferences and demands by considering these product characteristics. In the surveys conducted, many different demands come up when asked about many characteristics. With the help of this analysis, it is possible to find out which characteristics of the product are more important for the producer. First of all, although yield expectations are at the forefront, it should not be forgotten that the region struggles with extreme droughts. When choosing a variety, the disease caused by drought and early planting, the fact that the plants are still green and do not lie down during harvesting are among the top preferences. Although all these factors actually affect yield, companies should not ignore the

wishes and preferences of farmers. As a result of the analysis, 60.41% of the importance ranking of the selected traits in grain corn seed preference was found as yield, 11.96% as drought, 11.85% as disease, 8.81% as price, and 6.98% as grain size. Companies have to develop new products while improving existing products or meeting the ever-changing preferences and demands of consumers. For this reason, they need to make use of R&D and marketing departments. While R&D departments meet the needs of producers, marketing teams have to conduct various market researches and know the demands of producers. All these researches are possible with scientific studies. For this reason, conjoint analysis studies are a very reliable guide for all sectors.

**Declaration of Competing Interest:** The authors declare that they have no conflicts of interest.

**Researchers' Contribution Ratio Declaration Summary:** The authors declare that they have contributed equally to the article.

‡:The study is based on the first author's master's thesis.

## YAZAR ORCID İD NUMARALARI

Mehmet Dikici:  <https://orcid.org/0009-0000-1598-4485>

Nazire Mikail:  <https://orcid.org/0000-0002-8996-9330>

## REFERENCES

- Adaloğlu, H. A., Akkuş, C. İ., Abay, C. ve Kart, Ö. Ç. M. 2017. Aydın ili Söke ilçesinde pamuk üreticilerinin tohum tercihini etkileyen faktörler. *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 32: 189-196.
- Anderson, N. H. 1981. *Foundations of information integration theory*. New York: Academic Press.
- Annunziata, A. and Vecchio, R. 2013. Consumer perception of functional foods: A conjoint analysis with probiotics. *Food Quality and Preference*, 28(1): 348–355.
- Anonymous, 2017. *Hububat Raporu*. Türkiye Toprak Mahsulleri Ofisi. <https://www.gtb.org.tr/dosya/pdf/hububat-raporu-2017.pdf> Erişim tarihi: 2017.
- Ayçiçek M, Karakaya E (2022) Bingöl İli Silajlık Mısır Üretim Faaliyetinin Mevcut Durumu ve Ekonomik Analizi. *ÇOMU Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)* 2022:10(2): 254-266, ISSN: 2147–8384 / e-ISSN: 2564–6826.
- Ayhan, C. ve Armağan, G. 2018. Pamuk üreticilerinin çeşit tercihini etkileyen faktörlerin belirlenmesinde konjoint analizi uygulaması: Aydın ili örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 24 (2018): 225-231.
- Baki, F., Saner, G., Adanacioğlu ve H., Güler, D. 2017. Türkiye’de süzme çam balına yönelik tüketici tercihlerinin konjoint analizi: İzmir ili örneği. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 3 (02): 50.
- Bernabéu, R. and Tendero, A. 2005. Preference structure for lamb meat consumers. A Spanish case study. *Meat Science*, 71(3), 464-470.
- Claret, A., Guerrero, L., Aguirre, E., Rincon, L., Hernandez, M. D., Martinez, I., Benito-Peleteiro, J., Grau, A. and Rodriguez-Rodriguez, C. 2012. Consumer preferences for seafish using conjoint analysis: Exploratory study of the importance of country of origin, obtaining method, storage conditions and purchasing price. *Food Quality and Preference*, 26(2): 259-266.
- Çekmez, U. 2014. Çanakkale ili mısır ekim alanlarında zararlı olan mısır kurtları (*Sesamiaspp* ve *Ostrinianubialishbn.*)’nın tespiti ve popülasyon gelişmesinin belirlenmesi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale*, 44s.
- Dowswell, R. C., Paliwal, R. L. and Cantrell, R. P. 1996. *Maize in the Third World*. Westview Press. Colorado, USA, 268 p.
- Geçit, H., Çiftçi, Y. ve Ünver, S. 1988. *Tarla Bitkileri*. A.Ü.Z.F. Ders Kitabı: 229, Yayın No: 1037, Ankara.
- Green, P. E. and Srinivasan, V. 1978. Conjoint measurement in consumer research: Issues and outlook. *Journal of Consumer Research*, 5: 103–120.
- Güneş, T. ve Arkan, R. 1988. *Tarım Ekonomisi İstatistiği*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1049, Ankara.
- Hoffman, P. J., Slovic, P. and Rorer, L. G. 1968. An analysis of variance model for the assessment of congrual cue utilization in clinical judgment. *Psychological Bulletin*, 69:338–49.
- IBM Corp. Released 2011. *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0*. Armonk, NY: IBM Corp.
- Kibar, M. and Mikail, N. 2018. Application of conjoint analysis to determine consumers’ red meat preferences in Siirt province. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, LXI (1): 303-306.
- Krantz, D. H. 1964. Conjoint measurement: The Luce-Tukey axiomatization and some extensions. *Journal of Mathematical Psychology*, 1: 248–77.
- Lancaster, K. J. 1966. A new approach to consumer theory. *The Journal of Political Economy*, 74: 132–57.
- Luce, R. D. and Tukey J. W. 1964. Simultaneous conjoint measurement: A new type.



- Nelson, R. G., Jolly, C. M., Hinds, M. J., Donis, Y. and Prophete, E. 2005. Conjoint analysis of consumer preferences for roasted peanut products in Haiti. *International Journal of Consumer Studies*, 29: 208-215.
- Nogay, Y. and Azabağaoğlu, M. Ö. 2024. Analysis of Factors Affecting Corn Seed Preferences of Producers: Case of Sakarya Province, Turkey. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1). <https://doi.org/10.33462/jotaf.1244525>
- Orme, B. 2010. *Getting Started with Conjoint Analysis: Strategies for product design and pricing research*. Second Edition. Madison, Wis.: Research Publishers LLC.
- Örmeci Kart, M. Ç., Abay, C. F., Güngör, S. and Özer, Z. 2017. Seed supply and seed preferences of potato farmers: Niğde Central and İzmir Ödemiş Provinces. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 17: 239-250.
- Özel, G. ve Ceylan, R. 2016. Dondurma tüketimi tercihini etkileyen özelliklerin konjoint analizi ile belirlenmesi. *Alpha Numeric Journal*, 4(2): 147-158.
- Özüak, A. and Keskin, İ. 2021. Identifying preferences of red meat consumption by means of conjoint analysis. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 35(1): 18–23.
- Parker, B. R. and Srinivasan, V. 1976. A consumer preference approach to the planning of rural primary health-care facilities. *Operations Research*, 24(5): 991-1025.
- Patil, S. B., Mahajanashetti, B. H. and Vijayakumar, H. S. 2006. A conjoint analysis of farmers preferences towards public and private sector seeds in Karnataka. *Prasad Journal of Agricultural Sciences*, 19(3): 574-580.
- Raghavarao, D., Wiley, J. B. and Chitturi, P. 2011. *Choice-based conjoint analysis: Models and designs*. Taylor and Francis Group, LLC.
- Sánchez-Toledano, B. I., Kallas, Z. and Gil, J. M. 2017. Farmer preference for improved corn seeds in Chiapas, Mexico: A choice experiment approach. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 15 (3): e0116.
- Saygılı, R. 2015. [http://cografyaharita.com/haritalarim/4l\\_diyarbakir\\_ili\\_haritasi.png](http://cografyaharita.com/haritalarim/4l_diyarbakir_ili_haritasi.png) Erişim Tarihi 04.09.2019.
- Sönmez, H. 2006. Müşteri tercihleri için konjoint analizi uygulaması: Ev bilgisayarı nasıl seçilir. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2: 185-196.
- Srinivasan, V. and Shocker, A. D. 1973. Linear programming techniques for multidimensional analysis of preferences. *Psychometrika*, 38, 337–369.
- TÜİK, 2018. *Tarım, Fiyat ve Dış Ticaret Veritabanı*. (Erişim: 16/07/2018)
- Toklu, İ. T. 2017. Consumer preferences for the attributes of sunflower oil: An exploratory study with conjoint analysis. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(1): 39-55.
- Tversky, A. 1967. A general theory of polynomial CA measurement. *Journal of Mathematical Psychology*, 4: 1–20.

## Covid-19 Süreci ve Sonrası Dönemde Tüketicilerin Online Gıda Alışverişi Yapma Durumlarının Belirlenmesi

Yeşim AYTOP<sup>1</sup>, Semiha ÇETİNKAYA<sup>1\*</sup>, Gizem YAYLAMAZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi, Kahramanmaraş

\*Sorumlu Yazar: [semihacetinkaya@ksu.edu.tr](mailto:semihacetinkaya@ksu.edu.tr)

Geliş Tarihi: 04.09.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 03.10.2024 Kabul Tarihi: 03.10.2024

### ÖZ

Pandemi ile birlikte tüketicilerin yaşam tarzları ve beslenme alışkanlıklarında büyük değişiklikler meydana gelmiştir. Bu değişikliklerden biri tüketicilerin gıda ihtiyaçlarını online olarak karşılamaya yönelmeleridir. Bu dönemde online gıda alışverişi tüketicilere temasın en aza indirilmesinin yanı sıra çeşit çokluğu, hızlı teslimat ve fiyat avantajı gibi birçok katkı sağlamıştır. Bu çalışmada tüketicilerin Covid-19 döneminde online sitelerinden gıda alışverişi yapma alışkanlıklarının incelenmesi ve Covid-19 dönemi ve sonrası dönemde online gıda alışverişi konusunda tüketicilerin tutum ve davranışlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 2023 yılının Şubat-Mart aylarında Kahramanmaraş ilinde yaşayan 384 tüketici ile yüz yüze anket çalışması yapılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde tanımlayıcı istatistiklerden yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda tüketicilerin %77.3'ünün Covid-19 döneminde online alışveriş yaptığını, %19'unun bu dönemde online gıda alışverişi yaparken Covid-19 sonrası dönemde bu oranın %18.5'e düştüğü belirlenmiştir. Tüketicilerin %18.5'i gıda ürünlerini, %18.2'si ise giyim ürünlerini online olarak satın aldıklarını ifade etmiştir. Covid-19 döneminde tüketicilerin %12.8'i bakliyatı, %12.5'i kola, meyve suyu, gazoz vb. ürünleri, %12'si çikolata, cips, bisküvi vb. ürünleri online olarak satın aldıklarını ifade etmişlerdir. Tüketiciler Covid-19 sürecinde sağlıklı beslenmeye (4.33) ve yerli gıda ürünleri satın almaya (4.04) özen gösterdiklerini, uygulanan sokağa çıkma yasaklarının tüketicileri online gıda alışverişlerine yönlendirdiğini (4.03) ve tüketicilerin internet sitelerinde geçirdikleri vaktin arttığı (3.77) belirlenmiştir. Covid-19 sonrası dönemde ise tüketiciler; online alışveriş yapmaya devam ettiklerini (3.37), online olarak satın aldıkları gıda ürünlerinden memnun kaldıklarını (3.32) ve zamandan tasarruf etmek için gıda ürünlerini online olarak satın almayı tercih ettiklerini (3.14) ifade etmişlerdir. Online gıda alışverişi yapan tüketicilerin %60.3'ü Covid-19 döneminde tüketim harcamalarının değişmediğini, %54.8'i online alışveriş harcamalarının arttığını, %63'ünün ise online gıda alışverişi harcamalarının arttığını ifade etmişlerdir.

**Anahtar kelimeler:** Covid-19, e-ticaret, gıda alışverişi.

## Determining Consumers' Online Grocery Shopping Behavior During and after the Covid-19 Pandemic

### ABSTRACT

With the pandemic, significant changes have occurred in consumers' lifestyles and eating habits. One of these changes is that consumers have shifted towards meeting their food needs online. During this period, online grocery shopping provided consumers with several benefits, including minimizing contact, a wide variety of products, fast delivery, and price advantages. This study aims to examine the online grocery shopping habits of consumers during the COVID-19 period and to compare their attitudes and behaviors regarding online grocery shopping before and after the pandemic. For this purpose, a face-to-face survey was conducted with 384 consumers living in Kahramanmaraş between February and March 2023. Descriptive statistics were used to analyze the obtained data. The results showed that 77.3% of consumers engaged in online shopping during the COVID-19 period, while this rate decreased to 18.5% in the post-COVID-19 period. Among consumers, 18.5%

purchased food products online, while 18.2% purchased clothing products. During the COVID-19 period, 12.8% of consumers bought legumes, 12.5% purchased soft drinks like cola, fruit juice, and soda, and 12% bought snacks such as chocolate, chips, and cookies online. Consumers expressed that they paid attention to healthy eating (4.33) and buying local food products (4.04), that the imposed curfews directed them towards online grocery shopping (4.03), and that the time they spent on websites increased (3.77) during the COVID-19 period. In the post-COVID-19 period, consumers stated that they continued to shop online (3.37), were satisfied with the food products they purchased online (3.32), and preferred to buy food products online to save time (3.14). Among those who engaged in online grocery shopping, 60.3% indicated that their consumption expenditures had not changed during the COVID-19 period, 54.8% reported an increase in their online shopping expenditures, and 63% stated that their online grocery shopping expenditures had increased.

**Key words:** Covid-19, e-commerce, food shopping.

## GİRİŞ

Günümüzde dijitalleşme ile birlikte internet hayatın her noktasında yerini almıştır. İnternetin bu denli erişilebilir, pratik ve esnek olması zamanla tüketim kalıplarında köklü değişikliklere sebep olmuştur. Bu değişimler interneti bir satın alma aracına dönüştürmüştür. Tüketiciler çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak için geniş ürün yelpazesi sunan dijital platformlardan alışveriş yapmaya yönelmişlerdir. Zahmetsiz ve kolay olması, 7/24 erişim sağlanabilmesi, zaman tasarrufu sağlaması gibi nedenlerle dijital platformlardan alışveriş cazip hale gelmiştir. Bunun yanı sıra alışveriş için yeterli zamanı olmayan, aradığı ürünü istediği fiyata bulamayan, ürün seçeneklerini bir arada görerek, kıyaslama yaparak satın almak isteyen tüketiciler online alışverişini sıklıkla tercih etmeye başlamıştır (Danışmaz, 2020).

Covid-19 pandemisi ile birlikte tüm dünya için yeni bir yaşam tarzı ortaya çıkmış ve birçok kural insanların hayatına entegre olmuştur (Özdemir, 2024). Bunun bir kanıtı olarak Kaya ve Erbaş (2021) yaptıkları çalışmada Covid-19 salgını ile birlikte tüketicilerin %86.3'ünün tüketim alışkanlıklarını değiştirdiğini belirlemiştir. Bu dönemde evden çalışma sistemi uygulanmış, okullar kapatılarak online eğitime geçilmiş, seyahatler kısıtlanmış, kısmi ve tam kapanmalar uygulanmıştır. Bunun yanı sıra pandemi döneminde insanların fiziki teması en aza indirmeleri, sokağa çıkma yasakları vb. sebeplerden dolayı fiziksel ticaret durma noktasına gelmiştir (Güven, 2020). Böylece geleneksel alışveriş büyük oranda azalırken online alışverişe yönelim hız kazanarak artmıştır. Bu dönemde tüketiciler daha güvenli ve daha pratik buldukları için online alışverişini tercih etmişlerdir (Önder ve Demirel, 2022).

Pandemi döneminde alınan tedbirler ve kısıtlamalar nedeniyle insanlar tüm vakitlerini evde geçirmek zorunda kalmıştır. Dolayısıyla bu dönemde insanların evde gıda tüketimleri artış göstermiştir (Tepe ve ark., 2022). Bu sonucu destekler nitelikte Tolun ve Bulut (2021) yaptıkları çalışmada Covid-19 döneminde tüketicilerin %98.3'ünün evde yemek yemeyi tercih ettiğini belirlemiştir.

Covid-19, tüketicilerin tüketim alışkanlıklarını, gıda temin eden tedarikçi ve perakendecilerin ise pazarlama ve satış stratejilerini oldukça değiştirmiştir. Fiziksel alışverişte çok fazla insanın bir arada bulunması ve bu durumda sosyal mesafe kurallarına ters düşmesi (Gomes ve Lopes, 2022; Rout ve ark., 2022; Asgari ve ark., 2023), alınan sokağa çıkma yasakları, marketlerin kapalı olması gibi nedenlerden dolayı tüketiciler virüs kapma endişesiyle temel ihtiyaçlarını karşılamak için online alışverişe yönelmişlerdir (Keskin, 2021). Böylece pandemi sürecinde gıda ürünlerinin internetten satın alınması zorunluluk haline gelmiş (Alaimo ve ark., 2020), tüketicilerin online gıda alışverişine olan yönelimleri artış göstermiştir (Demir ve Esen, 2021; Tekeoğlu ve Yüksek, 2021; Tyrväinen ve Karjaluo, 2022). Bu dönemde gıda tedarikçileri ve perakendeciler, tüketicilerin bu talebine cevap verebilmek için pazarlama stratejilerinde değişikliklere giderek dijital platformlara yönelmişlerdir. Bu yönelim, tüketicilere güvenli ve kolay alışveriş yapma imkanı sunarken mağaza ve marketlerin online sipariş ve teslimat sistemlerini geliştirmelerini zorunlu kılmıştır.

Pandemi döneminde mobil uygulamalar ve web siteleri aracılığıyla tüketicilere sunulan online alışveriş deneyimi; temasın en aza indirilmesine, çeşit çokluğuna, hızlı teslimat, fiyat avantajı, güvenli alışveriş gibi birçok katkı sağlamıştır. Bu da pandemi öncesinde online alışveriş yapmayan/yapmayı tercih etmeyen tüketicilerin pandemi ile birlikte online alışverişe yönelmelerine sebep olmuştur (Kalkan, 2021) ve bu dönemde tüketicilerin online alışverişe yönelimleri bir önceki yıla kıyasla %85 artış göstermiştir (Kulak, 2023). Bu sonuç göz önünde bulundurulduğunda bu dönemde online satış yapan internet sitelerinin altın çağını yaşadığı söylenebilir (Köksal ve Arslan, 2024).

Literatür incelendiğinde Covid-19'un e-ticarete etkisine (Demirdöğmez ve ark., 2020; Erdoğan, 2020; Yılmaz ve Bayram, 2020; Güven, 2020; Aslan ve Akçi, 2021; Hacıoğlu ve Sağlam, 2021; Paksoy, 2021; Bahçeci, 2022; Hissein, 2022; Petek ve Cebecioğlu, 2022; Senir, 2022), gıda ürünleri satın alma davranışlarının (Baltacı ve Akaydın, 2020; Söğüt vd., 2021a; Söğüt vd., 2021b; Tolun ve Bulut, 2021; Akdemir ve ark., 2022; Kılıç ve

Eryılmaz, 2022) ve çevrimiçi satın alma davranışlarının belirlenmesine (Haskaraca ve Bostanlı, 2020; Tekeoğlu ve Yüksel, 2021) yönelik çalışmalar, tüketicilerin Covid-19 sürecinde e-ticaret ve online alışverişe yönelik tutumlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar (Eşki, 2021; İri, 2021; Toraman, 2021; Alkan ve ark., 2022; Bayar, 2022) yer almaktadır. Ancak online alışverişte gıda ürünlerin gruplar itibarıyla inceleneceği ve Covid-19 döneminde yaygınlaşan online gıda alışverişinin pandemi sonrasında ne yönde evrileceğine dair bir çalışmanın literatürde yer almadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada tüketicilerin Covid-19 döneminde online sitelerinden gıda alışverişi yapma alışkanlıklarının incelenmesi amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra Covid-19 dönemi ve sonrası dönemde online gıda alışverişi konusunda tüketicilerin tutum ve davranışlarının karşılaştırıldığı bu çalışma bu özelliği ile diğer araştırmalardan farklılaşmaktadır. Ayrıca alışveriş yapılan gıda ürünlerinin gruplar itibarıyla incelendiği bu çalışma online alışveriş sitelerine yapılacak pazarlama stratejilerinin, müşteri profilinin ve müşteri beklentilerinin belirlenmesi açısından son derece önemlidir.

## MATERYAL ve METOT

Çalışmanın evrenini Kahramanmaraş ili kent merkezinde ikamet eden tüketiciler oluşturmaktadır. Örnek hacminin belirlenmesinde Anakitle Oranlarına Dayalı Basit Tesadüfi Olasılık Örnekleme Yöntemi kullanılmıştır. Örnek hacminin çok fazla olduğu popülasyonlarda ( $n > 10000$ ) bu örnekleme yönteminin kullanılması önerilmektedir (Özdamar, 2003). Örnek hacmi, %95 güven aralığı ve 0.05 hata payında 384 olarak belirlenmiştir.

$$n = z^2 \cdot p \cdot q / d^2$$

Formülde p = popülasyondaki tüketicilerin e-ticaret yapma olasılığını, q = popülasyondaki tüketicilerin e-ticaret yapmama olasılığını, d = kabul edilen hata payını, z = %95 güven düzeyine denk gelen z tablo değerini ifade etmektedir. Formüle göre;  $(1.96)^2 \cdot (0.5) \cdot (0.5) / (0.05)^2 = 384$  olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın ana materyalini Kahramanmaraş kent merkezindeki (Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçeleri) bireylerle yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Anketler, 2023 yılının Şubat-Mart aylarında 384 tüketici ile yüz yüze yapılmıştır.

Anket formları literatürde konu ile ilgili yapılmış benzer çalışmalar (Baltacı ve Akaydın, 2020; Eşki, 2021; Akdemir ve ark., 2022; Bayar, 2022) incelenerek oluşturulmuştur. Çalışmanın anketleri Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu'nun 26.02.2024 tarih ve 2024/5 sayılı toplantısında etik açıdan uygun bulunmuştur (Protokol Kodu: E-92405296-300-292824). Elde edilen verilerin analizinde tanımlayıcı istatistiklerden yararlanılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Tüketicilerin %50'si kadınlardan, %71.4'ü evlilerden oluşmakta olup %49.2'si 30-44 yaş aralığında yer almaktadır (tüketicilerin yaşları ortalama 37.31 yıl). Tüketicilerin %64.6'sinin hanesinde 3'ten fazla birey yaşarken %58.1'inin hanesinde çalışan birey sayısı 2'den azdır (tüketicilerin hanehalkı birey sayısı ortalama 3.94 kişi, hanelerinde çalışan birey sayısı ortalama 1.46 kişi). Tüketicilerin %50.3'ü 26 yıldan daha az süredir Kahramanmaraş ilinde ikamet etmektedir. Tüketicilerin %89.6'sinin sosyal güvencesi olup %33.9'u özel sektör çalışanlarından, %24'ü kamu çalışanlarından oluşmaktadır. Tüketicilerin %42.7'sinin eşi çalışmakta olup %38.5'i lise mezunu, %22.9'u ilköğretim mezunu, %21.4'ü ise ön lisans mezunudur. Tüketicilerin %46.9'u 12001-24000 TL/ay arası hanehalkı gelirine sahipken %54.7'si 2801-4600 TL/ay hanehalkı gıda harcamasına sahiptir (tüketicilerin hanehalkı geliri ortalama 20309.38 TL/ay, hanehalkı gıda harcaması ortalama 3982.42 TL/ay).

Tüketicilerin %77.3'ünün Covid-19 döneminde online alışveriş yaptıkları belirlenmiştir. TÜİK verilerine göre 2023 yılında Türkiye'de internet kullanan kişilerin e-ticaret oranı %49.5 olarak belirlenmiştir. Şeker (2020) yaptığı çalışmada tüketicilerin %76.7'sinin online alışveriş yaptığını belirlemiştir. Tüketicilerin %19'u Covid-19 döneminde online gıda alışverişi yaptığını bildirmiştir. Bu oran Covid-19 sonrası dönemde %18.5'e düşmüştür (Çizelge 2). Chang ve Meyerhoefer (2021)'in Tayvan'da yaptıkları çalışmada Covid-19'un ülkede yayılım göstermesi ile birlikte online olarak tarımsal gıda satın alan tüketicilerin taleplerinin %16 oranında artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Çatlı (2021) çalışmasında tüketicilerin Covid-19 salgını ile birlikte online gıda – market alışverişlerini %19 oranında artırdıklarını ortaya koymuşlardır. Tolun ve Bulut (2021) yaptıkları çalışmada Covid-19 döneminde tüketicilerin %6.2'sinin gıda ürünlerini online olarak satın aldıklarını belirlemişlerdir.

Çizelge 3'te tüketicilerin Covid-19 pandemisinde online gıda alışverişi yapma nedenleri verilmiştir. Tüketiciler 7/24 alışveriş imkanı sunulduğu için (4.26), Covid-19 döneminde online alışveriş daha sağlıklı bulunduğu için (4.19), birçok gıda ürününe daha kolay ulaşabildiği için (3.86), farklı gıda ürünlerini görüp arasında tercih yapılabildiği için (3.79) online gıda alışverişini tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Barska ve Wojciechowska-Solis (2020)'in Polonya'da yaptıkları çalışmada tüketiciler; kolaylık sağladığı, zamandan tasarruf ettiği ve çeşit zenginliği olduğu için yerel ürünleri online olarak satın aldıklarını ifade etmişlerdir. Şeker (2020)

çalışmasında tüketicilerin; uygun fiyatlı olduğu için (%71.3), fazlasıyla seçenek ve marka bir arada sunulduğu için (%68), rahat ve kolay olduğu için (%67.8) ve zamandan tasarruf edebilmek için (%58.4) online alışveriş yaptıklarını belirlemiştir. Kaya ve Erbaş (2021) yaptıkları çalışmada tüketicilerin %59.9'unun daha sağlıklı bulunduğu için online alışveriş siteleri ve uygulamalarından alışveriş yaptıklarını belirlemiştir.

Çizelge 1. Tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri

	Frekans	%		Frekans	%
<b>Cinsiyet</b>			<b>Meslek</b>		
Erkek	192	50.0	Öğrenci	41	10.7
Kadın	192	50.0	Kamu çalışanı	92	24.0
<b>Medeni durum</b>			Özel sektör çalışanı	130	33.9
Evli	274	71.4	Ev hanımı	65	16.9
Bekar	110	28.7	Diğer	56	14.6
<b>Yaş (yıl)</b>			<b>Eş çalışma durumu</b>		
≤29	100	26.0	Çalışanlar	164	42.7
30-44	189	49.2	Çalışmayanlar	220	57.3
≥45	95	24.7	<b>Eğitim durumu</b>		
<b>Hanehalkı birey sayısı (kişi)</b>			İlköğretim mezunu	88	22.9
≤3	136	35.4	Lise mezunu	148	38.5
≥4	248	64.6	Ön lisans mezunu	82	21.4
<b>Çalışan birey sayısı (kişi)</b>			Lisans mezunu ve üstü	66	17.2
≤1	223	58.1	<b>Hanehalkı geliri (TL/ay)</b>		
≥2	161	41.9	≤12000	99	25.8
<b>İkamet edilen süre (yıl)</b>			12001-24000	180	46.9
≤25	193	50.3	≥24001	105	27.3
≥26	191	49.7	<b>Hanehalkı gıda harcaması (TL/ay)</b>		
<b>Sosyal güvence varlığı</b>			≤2800	74	19.3
Olmayanlar	40	10.4	2801-4600	210	54.7
Olanlar	344	89.6	≥4601	100	26.0
<b>Toplam</b>	<b>384</b>	<b>100.0</b>	<b>Toplam</b>	<b>384</b>	<b>100.0</b>

Çizelge 2. Covid-19 süreci ve sonrası dönemde tüketicilerin online alışveriş ve online gıda alışverişi yapma durumları

	Yapanlar		Yapmayanlar		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Covid-19 döneminde online alışveriş yapma durumu	297	77.3	87	22.7	384	100.0
Covid-19 döneminde online gıda alışverişi yapma durumu	73	19.0	311	81.0	384	100.0
Covid-19 sonrasında online gıda alışverişi yapma durumu	71	18.5	313	81.5	384	100.0

Çizelge 3. Covid-19 döneminde tüketicilerin online gıda alışveriş yapma nedenleri

	Ort.	Std. Sap.
7/24 alışveriş imkanı sunulduğu için	4.26	0.80
Covid-19 döneminde online alışverişi daha sağlıklı bulduğum için	4.19	0.94
Birçok gıda ürününe daha kolay ulaşabildiğim için	3.86	0.90
Farklı gıda ürünlerini görüp arasında tercih yapabildiğim için	3.79	0.88
Kampanya/indirimlerden yararlanmak için	3.71	1.12
Değişim/iade imkanı sunulması	3.66	1.03
Daha kolay olduğu için	3.40	1.12
Zamandan tasarruf etmek için	3.38	1.17
Daha ucuz olduğu için	3.19	1.00
Geleneksel alışveriş yapacak vakit olmadığı için	2.95	1.07
Gıda ürünlerini taze ve güvenli bulduğum için	2.90	0.95
Birçok online alışveriş sitesini güvenilir bulduğum için	2.89	1.17
Alışkanlık olduğu için	2.85	1.22
Çevremde birçok insanın yapması	2.49	1.17

1:Kesinlikle katılmıyorum, 2:Biraz katılıyorum, 3:Orta derecede katılıyorum, 4:Oldukça katılıyorum, 5:Kesinlikle katılıyorum

Tüketicilerin Covid-19 döneminde online olarak satın aldıkları ürün grupları Çizelge 4'te verilmiştir. Tüketicilerin %18.5'i gıda ürünlerini, %18.2'si giyim ürünlerini, %9.1'i kozmetik, kişisel bakım ürünlerini online olarak satın aldıklarını ifade etmiştir. Bu dönemde tüketicilerin online olarak en az satın aldıkları ürünler ise oyuncak (%4.4), elektronik ürünler (%4.4), ev dekorasyon ürünleri (%3.9) ve teknolojik ürünlerdir (%3.4). İri (2021) çalışmasında tüketicilerin pandemi döneminde online olarak en çok gıda ürünleri (yiyecek, içecek) (%61.1) ve tekstil ürünleri (giyim, konfeksiyon, kıyafet) (%39.9) aldıklarını belirlemiştir. TÜİK verilerine göre 2023 yılının ilk üç ayı içerisinde bireylerin %75.5'i giyim, ayakkabı ve aksesuar, %47.6'sı lokanta, fast food zincirleri, catering şirketlerinden yapılan teslimatlar, %37.1'i gıda ürünleri satın almıştır.

Çizelge 4. Covid-19 döneminde online olarak satın alınan ürün grupları

	Satın alanlar		Satın almayanlar		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Gıda ürünleri	71	18,5	313	81,5	384	100,0
Giyim ürünleri	70	18,2	314	81,8	384	100,0
Kozmetik, kişisel bakım ürünleri	35	9,1	349	90,9	384	100,0
Kitap, kırtasiye ürünleri	21	5,5	363	94,5	384	100,0
Temizlik ürünleri	20	5,2	364	94,8	384	100,0
Oyuncak	17	4,4	367	95,6	384	100,0
Elektronik ürünler	17	4,4	367	95,6	384	100,0
Ev dekorasyon ürünleri	15	3,9	369	96,1	384	100,0
Teknolojik ürünler	13	3,4	371	96,6	384	100,0
Diğer	18	4,7	366	95,3	384	100,0

Covid-19 döneminde tüketicilerin online olarak satın aldıkları gıda ürün grupları Çizelge 5'te verilmiştir. Covid-19 döneminde tüketicilerin %12.8'i bakliyat, %12.5'i kola, meyve suyu, gazoz vb. ürünler, %12'si çikolata, cips, bisküvi vb. ürünler, %8.6'sı ise meyve ve sebze satın aldıklarını ifade etmişlerdir. Tüketiciler en az dondurulmuş ürünler (%3.9), konserve ürünler (%3.4) ve su ürünleri (balık vb.) (%2.3) satın almışlardır. Astekin ve Artukoğlu (2022) yaptıkları çalışmada tüketicilerin %35.4'ünün online sitelerden hazır yemek, %18.4'ünün atıştırmalık, %13.5'inin içecek, %8.5'inin bakliyat satın aldığını belirlemişlerdir. Özay (2021) çalışmasında tüketicilerin %18.3'ünün ekmek, su, süt vb. günlük ihtiyaçlarını karşılamak için, %10.4'ünün kuru bakliyat satın almak için, %4.5'i ise meyve ve sebze satın almak için online mobil uygulamaları kullandıklarını bildirmişlerdir. İnce ve Kadioğlu (2020) yaptıkları çalışmada Covid-19 döneminde tüketicilerin en çok çay/kahve, makarna ve kuru bakliyat aldıklarını belirlemişlerdir.

Çizelge 5. Covid-19 döneminde online olarak satın alınan gıda ürün grupları

	Satın alanlar		Satın almayanlar		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Bakliyat	49	12,8	335	87,2	384	100,0
Kola, meyve suyu, gazoz vb.	48	12,5	336	87,5	384	100,0
Çikolata, cips, bisküvi vb.	46	12,0	338	88,0	384	100,0
Meyve/sebze	33	8,6	351	91,4	384	100,0
Ekmek ve tahıllar	31	8,1	353	91,9	384	100,0
Süt, peynir vb. e süt ürünleri	25	6,5	359	93,5	384	100,0
Et, sucuk, sosis vb.	16	4,2	368	95,8	384	100,0
Dondurulmuş ürünler	15	3,9	369	96,1	384	100,0
Konserve ürünler	13	3,4	371	96,6	384	100,0
Su ürünleri (balık vb.)	9	2,3	375	97,7	384	100,0
Diğer	50	13,0	334	87,0	384	100,0

Covid-19 döneminde tüketicilerin online gıda alışverişi yapmak için kullandıkları internet siteleri Çizelge 6'da yer almaktadır. Covid-19 döneminde tüketicilerin online gıda alışverişi yapmak için tüketicilerin %18'i Trendyol'u, %13'ü Getir'i, %12.2'si Yemek Sepeti'ni, %9.4'ü Hepsi Burada'yı, %9.4'ü Migros Sanal Market'i, %8.9'u ise Çiçek Sepeti'ni kullanmışlardır. Astekin ve Artukoğlu (2022) yaptıkları çalışmada gıda siparişi vermek için tüketicilerin en çok Yemek Sepeti (%44.9), Migros Sanal Market (%20.3) ve CarrefourSA Online (%10.2)'i kullandıklarını belirlemişlerdir. İri (2021) çalışmasında tüketicilerin %34.4'ünün Trendyol üzerinden, %26.6'sının



ise Hepsi Burada üzerinden online alışveriş yaptığını belirlemiştir. İnce ve Kadioğlu (2020) çalışmalarında Covid-19 döneminde tüketicilerin %26.83'ünün Trendyol'dan, %23.31'inin Migros Sanal Market'ten, %7.32'sinin ise Hepsi Burada'dan online alışveriş yaptıklarını belirlemiştir.

Çizelge 6. Covid-19 döneminde online gıda alışverişi yapmak için kullanılan internet siteleri

	Kullananlar		Kullanmayanlar		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Trendyol	69	18,0	315	82,0	384	100,0
Getir	50	13,0	334	87,0	384	100,0
Yemek Sepeti	47	12,2	337	87,8	384	100,0
Hepsi Burada	36	9,4	348	90,6	384	100,0
Migros sanal market	36	9,4	348	90,6	384	100,0
Çiçek Sepeti	34	8,9	350	91,1	384	100,0
Hepsi Burada	27	7,0	357	93,0	384	100,0
A-101	23	6,0	361	94,0	384	100,0
n11	10	2,6	374	97,4	384	100,0
Instagram	7	1,8	377	98,2	384	100,0
Diğer	24	6,3	360	93,8	384	100,0

Tüketicilerin Covid-19 süreci ve sonrası dönemde online gıda alışverişine yönelik tutumları Çizelge 7'de verilmiştir. Tüketiciler Covid-19 sürecinde sağlıklı beslenmeye dikkat ettiklerini (4.33) ve yerli gıda ürünleri satın almayı tercih ettiklerini (4.04) bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra uygulanan sokağa çıkma yasaklarının tüketicileri online gıda alışverişlerine yönlendirdiğini (4.03) ve tüketicilerin internet sitelerinde geçirdikleri vaktin arttığı (3.77) belirlenmiştir. Covid-19 sonrası dönemde ise tüketiciler; online alışveriş yapmaya devam ettiklerini (3.37), online olarak satın aldıkları gıda ürünlerinden memnun kaldıklarını (3.32) ve zamandan tasarruf etmek için gıda ürünlerini online olarak satın almayı tercih ettiklerini (3.14) ifade etmişlerdir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Covid-19 süreci ve sonrası dönemde tüketicilerin online gıda alışverişine yönelik tutumları

	Ortalama	Std. Sapma
<b>Covid-19 süreci</b>		
Sağlıklı beslenmeye daha çok dikkat ettim.	4.33	0.82
Yerli gıda ürünlerini daha çok tercih ettim.	4.04	0.89
Uygulanan sokağa çıkma yasakları gıda alışverişlerimi online olarak yapmama neden oldu.	4.03	1.05
İnternet sitelerinde geçirdiğim vakit arttı.	3.77	1.07
Gıda güvenliğine daha çok dikkat ettim.	3.73	1.06
E-ticaret kullanım sıklığı arttı.	3.70	1.18
Ulaşımı daha kolay olduğu için online alışverişini tercih ettim.	3.66	0.92
E-ticaret yaparken birçok gıda ürününe kolay erişebildim.	3.60	1.01
Online olarak aldığım gıda ürünlerinden memnun kaldım.	3.51	0.90
Gıda alışverişlerinde indirimlerden yararlandım.	3.48	0.88
Online alışveriş yapmak alışkanlık haline geldi.	3.44	1.09
Geleneksel alışverişini daha çok kullandım.	3.34	1.03
Gıda ürünlerinin daha güvenilir olduğunu düşündüğüm için online alışverişini tercih ettim.	3.23	0.87
Gıda alışverişimin büyük bir kısmını online olarak yaptım.	3.21	0.99
Stok yapabileceğim gıda ürünlerini daha çok aldım.	3.21	1.12
Zamandan tasarruf etmek için gıda ürünlerinde online alışverişini tercih ettim.	3.11	0.98
Online satılan gıda ürünleri daha uygun fiyatlıydı.	2.95	0.86
Çevremden aldığım tavsiyelerle bu dönemde gıda alışverişlerini online yaptım.	2.81	1.31
Online satılan gıda ürünleri daha tazeydi.	2.67	0.96
<b>Covid-19 sonrası</b>		
Online alışveriş yapmaya devam ediyorum.	3.37	1.19
Online olarak aldığım gıda ürünlerinden memnun kaldım.	3.32	0.76
Zamandan tasarruf etmek için gıda ürünlerini online olarak satın almayı tercih ediyorum.	3.14	0.86
Gıda ürünlerine hızlı eriştiğim için online alışveriş yapmaya devam ediyorum.	3.12	0.74
Gıda ürünlerini online olarak satın almaya devam ediyorum.	2.96	0.90
Gıda alışverişimin büyük bir kısmını online olarak yapıyorum.	2.85	0.79

1:Kesinlikle katılmıyorum, 2:Az katılıyorum, 3:Orta derecede katılıyorum, 4:Oldukça katılıyorum, 5:Kesinlikle katılıyorum

Online gıda alışverişi yapan tüketicilerin %60.3'ü Covid-19 döneminde tüketim harcamalarının değişmediğini, %54.8'i online alışveriş harcamalarının arttığını belirlemiştir. Benzer şekilde Özay (2021) yaptığı çalışmada tüketicilerin %46'sının online alışveriş harcamalarının arttığını, %42.6'sının online alışveriş harcamalarının değişmediğini, %11.4'ünün ise online alışveriş harcamalarının azaldığını bildirmiştir. Online gıda alışverişi yapan tüketicilerin %63'ünün online gıda alışverişi harcamalarının arttığı belirlenmiştir (Çizelge 8). Yapılan çalışmalarda da bu sonucu destekler nitelikte Covid-19 döneminde gıda harcamalarının artış gösterdiği belirlenmiştir (Aytop ve ark., 2021; Artık ve Kumral, 2023). Güder ve ark., (2021) yaptıkları çalışmada salgın döneminde tüketicilerin %66.5'inin gıda harcamalarının arttığını belirlemiştir. Koşaroğlu ve ark., (2020) çalışmasında Covid-19 sürecinde tüketicilerin %80.9'unun gıda harcamalarının, %66.9'unun ise internetten alışveriş yapma oranının arttığını belirlemiştir. Tepe ve ark., (2022) yaptıkları çalışmada tüketicilerin %8.24'ünün pandemi öncesinde sık ve çok sık online gıda alışverişi yaptığını, pandemi sürecinde ise bu oranın %56.70'e çıktığını belirlemiştir.

Çizelge 8. Covid-19 döneminde online gıda alışverişi yapan tüketicilerin harcama kalemlerindeki değişim

	Artan		Değişmeyen		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Tüketim harcamaları	29	39.7	44	60.3	73	100.0
Online alışveriş harcamaları	40	54.8	33	45.2	73	100.0
Online gıda alışverişi harcamaları	46	63.0	27	37.0	73	100.0

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Covid-19 dönemi ve sonrası dönemde tüketicilerin online gıda alışverişi yapma tutumlarının incelendiği bu çalışmada tüketicilerin büyük çoğunluğunun online alışveriş yaptığı belirlenmiştir. Buna karşın online gıda alışverişi yapma oldukça düşüktür. Online gıda alışverişi yapma düzeyinin online alışveriş yapma oranına kıyasla düşük olması tüketicilerin gıda ürünleri satın alma konusunda alışkanlık kazanmamış olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Covid-19 döneminde alınan kısıtlama kararları, stokçuluk nedeniyle ihtiyaç duyulan ürünleri bulamama gibi sorunlar insanları online alışverişe yönlendirmiştir. Ancak gıda ürünlerinin çabuk bozulması, tedarik aşamasında tazeliğini kaybetmesi, tüketicilerin görerek dokunarak karar vermek istemeleri, online alışveriş sürecinin zor olduğunu düşünmeleri gibi faktörler gıda ürünlerinde geleneksel alışverişi daha cazip kılmaktadır. Online alışverişin tüketicilere sunduğu avantajlar ve online alışveriş yapma süreci hakkında bilgi verilmesi tüketicileri online gıda alışverişi yapmaya teşvik edebilir. Bunun yanı sıra online gıda satışı yapan sitelerin ürünlerin tazeliği, kaynağı, güvenliği hakkında daha şeffaf davranmaları tüketicilerin güvenini artıracaktır. Bunun yanı sıra bu sitelerin aynı gün veya ertesi gün teslimat hizmeti sağlamaları online alışverişi cazip hale getirecektir.

Tüketicilerin online alışverişte en çok tercih ettiği ürün grupları gıda ürünleridir. Çeşitli promosyonların ve kampanyaların yapılması gıda ürünlerinin online olarak satın alınmasına katkı sağlayacaktır. Tüketicilerin pandemi döneminde online olarak satın aldıkları gıda ürün grubu bakliyatlardır. Bakliyatın hızlı bozulan ürünler olmaması ve stoklanabilir gıdalar olması pandemi döneminde oldukça tercih edilmesine neden olmuştur.

Covid-19 döneminde online gıda alışverişi yapan tüketicilerin yarısına yakınının pandemi döneminde tüketim, online alışveriş ve online gıda alışverişi harcamalarının arttığı belirlenmiştir. Bu dönemde teknoloji kullanımının artış göstermesi, fiziksel mağazaların kapatılması, virüs bulaşma korkusu, online gıda pazarının çeşitlenmesi gibi etkenler tüketicileri Covid-19 döneminde çeşitli ihtiyaçlarını online olarak satın almaya itmiştir.

Tüketiciler, Covid-19 döneminde 7/24 alışveriş imkanı sunulması, daha sağlıklı olması, birçok gıda ürününe daha kolay erişilebilmesi, alternatif gıda ürünleri arasında tercih yapılabilmesi nedeniyle online alışverişi tercih etmişlerdir. Ayrıca tüketiciler Covid-19 döneminde sağlıklı beslenmeye daha çok dikkat ettiklerini, yerli gıda ürünlerini daha çok tercih ettiklerini, alınan sokağa çıkma yasağı kararlarının gıda alışverişlerini online olarak yapmalarına sebep olduğunu ve bu süreçte internet sitelerinde geçirdikleri vaktin arttığını bildirmişlerdir.

Genel olarak değerlendirildiğinde Covid-19 pandemisi tüketicilerin tüketim kalıplarını değiştirmiştir. Teknoloji kullanım düzeyinin hızla artması ile birlikte tüketiciler online alışveriş sitelerini tercih etmeye başlamışlardır. Bu da tüketicilere pandemi süreci ve sonrasında online alışveriş yapma alışkanlığı kazandırmıştır. Tüketiciler, Covid-19 sonrası dönemde de zaman tasarrufu ve hızlı erişim sağladıkları için online alışveriş ve online gıda alışverişi yapmaya devam ettiklerini, Covid-19 sonrası dönemde de online olarak satın aldığı gıda ürünlerinden memnun kaldıklarını ifade etmişlerdir. Tüketiciler pandemi döneminde online gıda alışverişi deneyimlemiş ve bunu alışkanlık haline getirmişlerdir. Online gıda alışveriş siteleri sürekli iyileştirmelerde bulunması, gıda güvenliğini göz önünde bulundurması, tedarik süreçlerini geliştirmesi, indirimler ve

kampanyalar sunmaları, reklamlarını artırmaları tüketicilerin online gıda alışverişini sürdürmelerine katkı sağlayacaktır.


**Teşekkür:** Bu araştırmayı 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında destekleyen TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

**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

Yeşim AYTOP  <http://orcid.org/0000-0002-8464-2427>

Semiha ÇETİNKAYA  <http://orcid.org/0000-0002-4982-8357>

Gizem YAYLAMAZ  <http://orcid.org/0009-0009-7474-4727>




## KAYNAKLAR

- Akdemir, S. C., Başyazıcı, E., Atasoy, E., Mazreku, G., Çetin, S. ve Toupal, S. 2022. Covid-19 salgınında tüketicilerin gıda satın alma, gıda hijyeni ve beslenme davranışları. *Food and Health*, 8(4): 302-311.
- Alaimo, L. S., Fiore, M. ve Galati, A. 2020. How the COVID-19 pandemic is changing online food shopping human behaviour in Italy. *Sustainability*, 12(22): 9594.
- Alkan, Ö., Ünver, Ş. ve Bayhan, Y. C. 2022. Türkiye’de Covid-19 döneminde e-ticaret sıklığını etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *10th International Conference on Social Sciences & Humanities*, July 18-19, 2022, Sivas, Türkiye.
- Artık, B. ve Kumral, A. Y. 2023. Bursa ili kentsel ve kırsal alanında yaşayan tüketicilerin gıda satın alma ve tüketme davranışlarına Covid-19 pandemisinin etkileri. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (29): 21-30.
- Asgari, H., Azimi, G., Titiloye, I. ve Jin, X. 2023. Exploring the influences of personal attitudes on the intention of continuing online grocery shopping after the COVID-19 pandemic. *Travel Behaviour and Society*, 33: 100622.
- Aslan, R. ve Akçi, Y. 2021. Covid-19 Salgını ile E-Ticaret ve Sosyal Medya Kullanımının İncelemesi. *International Journal of Entrepreneurship and Management Inquiries*, 5(9): 380-399.
- Astekin, B. ve Artukoğlu, M. M. 2022. Tüketicilerin gıda ürünlerinde online alışveriş tercihleri üzerine bir araştırma: İzmir ili örneği. *Journal of Interdisciplinary Food Studies*, 2(1):25-40.
- Aytop, Y., Çetinkaya, S. ve Zincirkıran, C. 2021. Üniversite Öğrencilerinin Çevrimiçi Alışveriş Yapmalarında Etkili Faktörlerin Belirlenmesi: Hazır Gıda Örneği. *Değişimden Dönüşüme Sosyal Bilimlerde Yeni Normlar*, Gazi Kitapevi, Ankara, Türkiye.
- Bahçeci, İ. 2022. Covid-19 Pandemisinin E-Ticaret Üzerindeki Etkisi. *Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(25): 135-147.
- Baltacı, A. ve Akaydın, H. 2020. Covid-19 pandemi sürecinin tüketicilerin gıda ürünlerini satın alma davranışları üzerindeki etkisi: Bir literatür taraması. *Yüksek İhtisas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1: 57-64.
- Barska, A. ve Wojciechowska-Solis, J. 2020. E-consumers and local food products: A perspective for developing online shopping for local goods in Poland. *Sustainability*, 12(12): 4958.
- Bayar, M. 2022. Covid-19 Pandemi Sürecinde Tüketici Davranışlarındaki Değişimler ve E-ticarete Etkileri. Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Chang, H. H. ve Meyerhoefer, C. D. 2021. COVID-19 and the demand for online food shopping services: Empirical Evidence from Taiwan. *American Journal of Agricultural Economics*, 103(2): 448-465.
- Çatlı, Ö. B. 2021. *Tüketicilerin Covid 19 Öncesi ve Covid 19 Sonrası Online Alışveriş Davranışlarının Karşılaştırılmasına Yönelik Bir Araştırma*<sup>2</sup>. Sosyal Bilimlerde Covid-19 Salgını, Astana Yayınları, ss. 84-99.
- Danışmaz, A. T. 2020. Covid-19 salgınının tüketicilerin online alışveriş tercihine etkisi. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 9(2): 83-90.
- Demir, O. ve Esen, A. 2021. Covid 19’un yıkıcı ekonomik etkileri ve Türkiye ekonomisinde dönüşüm ihtiyacı. *JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy*, 6(1): 88-105.
- Demirdöğmez, M., Taş, H. Y. ve Gültekin, N. 2020. Koronavirüs’ ün (Covid-19) E-ticarete Etkileri. *OPUS International Journal of Society Researches*, 16(29): 1907-1927.

- Erdoğan, M. G. 2020. Covid-19 döneminde e-ticaret ve dijital reklam yatırımları. *Selçuk İletişim*, 13(3): 1296-1318.
- Eşki, T. 2021. E-ticarette Covid-19 sürecinin tüketicilerin satın alma davranışlarına etkisi. Yüksek lisans tezi, Çağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mersin, Türkiye.
- Gomes, S. ve Lopes, J. M. 2022. Evolution of the online grocery shopping experience during the COVID-19 pandemic: Empiric study from Portugal. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 17(3): 909-923.
- Güder, F., Güngör, M. ve Yücekaya, P. 2021. Covid-19 salgınının tüketici davranışları üzerine etkisinin yönetim stratejileri bağlamında değerlendirilmesi. *Anadolu Akademi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(1): 59-76.
- Güven, H. 2020. Covid-19 pandemik krizi sürecinde e-ticarette meydana gelen değişimler. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(5): 251-268.
- Hacıaloğlu, A. ve Sağlam, M. 2021. Covid-19 Pandemi Sürecinde Tüketici Davranışları ve E-Ticaretteki Değişimler. *Medya ve Kültürel Çalışmalar Dergisi*, 3(1): 16-29.
- Haskaraca, G. ve Bostancı, E. 2020. Changes in the Online Food and Meat Shopping Habits of Turkish Adults During Covid-19 Pandemic. *Icontech International Journal*, 4(3): 65-79.
- Hissein, Z. B. 2022. Covid-19 Pandemisinin Tüketicilerin Ürün Algıları ve E-ticaret Üzerindeki Etkisi. *11th International Conference on Social Research and Behavioral Sciences*, 73-85.
- İnce, M. ve Kadioğlu, C. T. 2020. Tüketicilerin Covid19 (Korona) virüsüyle artan stoklama isteğinin online satın alma davranışına etkisi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 16(29): 1875-1906.
- İri, R. 2021. Covid-19 Pandemi Sürecinin Niğde ve Yöresindeki Tüketicilerin İnternet Üzerinden Satın Alma Davranışlarına Etkisi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (37): 570-602.
- Kalkan, P. 2021. Pandemi ekonomisinin internet alışverişine etkilerinin analizi. *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi*, 4(8): 740-758.
- Karakaya, E., Söğüt, B., İnci, H., & Taysı, M. R. 2021a. Gıda Güvenliği Hakkında Tüketici Davranışlarının Belirlenmesi (Bingöl İli Kent Merkezi Örneği). *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 7(13), 155–168. <https://doi.org/10.38065/euroasiaorg.427>
- Karakaya, E., Söğüt, B., İnci, H., & Taysı, M. R. 2021b. Organik Yumurta Tüketim Eğilimleri Ve Tüketici Özelliklerinin Belirlenmesi (Bingöl İli Kent Merkezi Örneği). *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 7(13), 181–199.
- Kaya, B. E. ve Erbaş, İ. 2021. Covid-19 pandemi döneminin tüketicinin tüketim alışkanlıkları ve tüketim mekânlarına bakış açısı üzerindeki etkisi. *İdealkent*, 12(Covid-19 Özel Sayısı): 277-300.
- Keskin, S. 2021. Covid-19 Pandemi Sürecinde Online Market Alışverişine Yönelik Tüketici Davranışında Cinsiyete Göre İzlenen Değişimin Analizi: Ankara Çalışması. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2): 581-594.
- Kılıç, O. ve Eryılmaz, G. A. 2022. Covid-19 Sürecinde Tüketicilerin Tarım ve Gıda Ürünü Tercihleri: Samsun İli Örneği, Türkiye. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 9(1): 72-78.
- Koşaroğlu, Ş. M., Ünal, E. A. ve Yalman, İ. N. 2020. Covid-19 salgınının tüketicilerin talep yapısı üzerindeki etkileri. *Econder International Academic Journal*, 4(2): 479-503.
- Köksal, D. ve Arslan, İ. K. 2024. Kadınların Pandemi Sürecinden Sonraki Dönemde Online Alışveriş Davranışlarındaki Değişimin İncelenmesi. *Eurasian Academy of Sciences Social Sciences Journal*, (53): 1-14.
- Kulak, H. 2023. Covid-19 pandemisinin e-ticaret üzerindeki etkisinin incelenmesi. *İmgelem*, 7(12): 333-362.
- Önder, K. ve Demirel, O. 2022. Pandemi Sürecinde Hanehalklarının Online Alışveriş Kararında Etkili Olan Faktörlerin Belirlenmesi: Panel Sıralı Probit Model Uygulaması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3): 2081-2096.
- Özay, M. A. 2021. Covid-19 etkisiyle tüketicilerin online satın alma davranışlarında yaşanan değişim. *Ekonomi İşletme ve Yönetim Dergisi*, 5(1): 1-25.
- Özdamar, K. 2003. Modern Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Kaan Kitapevi, Eskişehir.
- Özdemir, B. 2024. Türkiye’de Covid-19 Pandemisinin E-Ticaret Üzerine Etkisi. *Premium e-Journal of Social Sciences*, 8(40): 449-451.
- Paksoy, H. B. 2021. Covid-19’un E-Ticarete Etkisi. 2nd International Economics and Business Symposium, 129-136.
- Petek, A. ve Cebecioğlu, F. F. 2022. Covid-19 Pandemisinin Türkiye’deki E-Ticaret Üzerindeki Etkisi. *Sosyal Bilimlerde Multidisipliner Çalışmalar Teori, Uygulama ve Analizler*, 177.
- Rout, K., Sahoo, P. R., Bhuyan, A., Tripathy, A. ve Smrutirekha. 2022. Online grocery shopping behavior during COVID-19 pandemic: An interdisciplinary explanation. *Cogent business & management*, 9(1): 2084969.

- Senir, G. 2022. Covid-19 Salgının E-Ticarete Etkisi: Çin, ABD, İngiltere ve Türkiye Örneği. *Toplum Ekonomi ve Yönetim Dergisi*, 3(1): 1-21.
- Şeker, A. 2020. Çevrimiçi alışveriş yapan tüketici davranışlarına yönelik çevrimiçi bir araştırma. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 8(2): 11-27.
- Tekeoğlu, A. N. T. ve Yüksek, T. 2021. Covid-19 Pandemisinde Tüketici Davranışları ve Çevrimiçi Gıda Satın Alma Tercihlerinin İncelenmesi. *TURAN: Stratejik Araştırmalar Merkezi*, 13(51): 349-358.
- Tepe, F., Özer, C., Salalı, H. E. ve Demirbaş, N. 2022. Covid-19 Pandemi Sürecinde Tüketicilerin Gıda Alışveriş Davranışlarındaki Değişim: Bursa ve Eskişehir İlleri Örnekleri. *Balkan & Near Eastern Journal of Social Sciences*, 8(1): 24-30.
- Tolun, B. G. ve Bulut, N. 2021. Covid-19 Pandemi Sürecinde Tüketicilerin Gıda Ürünleri Satın Alma Davranışları Üzerine Bir Araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (45): 15-31.
- Toraman, Y. 2021. Covid-19 sürecinde tam kapanma kararının tüketici davranışlarına etkisi: e-ticaret özelinde incelenmesi. *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 2(1): 81-95.
- TÜİK, 2023. Hanehalkı Bilişim Teknolojileri (BT) Kullanım Araştırması, 2023. [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-\(BT\)-Kullanim-Arastirmasi-2023-49407](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-(BT)-Kullanim-Arastirmasi-2023-49407) , Erişim tarihi: 30.09.2024.
- Tyrväinen, O. ve Karjaluoto, H. 2022. Online grocery shopping before and during the COVID-19 pandemic: A meta-analytical review. *Telematics and Informatics*, 71(101839): 1-13.
- Yılmaz, Ö. ve Bayram, O. 2020. Covid-19 pandemi döneminde Türkiye’de E-ticaret ve E-ihracat. *Kayseri Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2): 37-54.

## Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Tuzluluk Stresinin K-humat ve Demir Oksit Nanopartikülleri ile Azaltılması

Hatice Kübra GÖREN<sup>1</sup> , Öner CANAVAR<sup>1</sup> , Uğur TAN<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 09100, Aydın, Turkey.

Corresponding author: [hkubra.goren@adu.edu.tr](mailto:hkubra.goren@adu.edu.tr)

Geliş Tarihi: 05.07.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 11.10.2024 Kabul Tarihi: 11.10.2024

### ÖZ

Tuzluluk stresi, bitki büyümesi ve gelişimi için büyük bir zorluk oluşturur; ozmotik stres, iyon toksisitesi ve besin dengesizlikleri gibi sorunlara ve sorunlar fotosentezin azalmasına ve bitkilerin erken yaşlanmasına neden olur. Bu çalışmada, potasyum humat (Kh) ve demir oksit nanopartiküllerinin (Fe (II,III) oksit pamuk bitkilerinin (*Gossypium hirsutum* L.) tuzlu koşullarla başa çıkmasına yardımcı olma potansiyelini araştırıldı. Bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak ve köklerin taze ve kuru ağırlıkları, yaprak alanı, klorofil içeriği (SPAD değerleri) ve bağıl su içeriği (RWC) gibi çeşitli büyüme parametreleri incelendi. Bulgular tuzluluk stresinin bitki boyunu, yaprak sayısını, taze yaprak ağırlığını, kuru yaprak ağırlığını, yaprak alanını ve RWC'yi önemli ölçüde azalttığını gösterdi. Ancak Fe (II,III) oksit'lerin ve Kh'nin uygulanması bu olumsuz etkilerin azaltılmasına yardımcı oldu. Özellikle Fe (II,III) oksit-NP'ler ve Kh kombinasyonu, tuzlu koşullar altında en yüksek bitki boyu saptandı. Tek başına Kh, stres altında bile yaprak sayısını ve taze yaprak ağırlığını arttırmada özellikle etkiliydi. Sonuç olarak, hem Fe (II,III) oksit'lerin hem de Kh'nin, pamuk bitkisinin tuzluluk stresine karşı direncini arttırmada etkili olduğu kanıtlandı ve bunların tuzlu ve kurak bölgelerde sürdürülebilir tarımda potansiyel kullanımlarının altı çizildi. Bu bilgiler, zorlu çevresel koşullar altında bitki büyümesini ve verimini artırmaya yönelik stratejiler geliştirmeye yardımcı olabilir.

**Anahtar kelimeler:** Nanopartiküller, demir oksit, potasyum humat, SPAD, *Gossypium hirsutum* L.

### Mitigating Salinity Stress in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) with K-humate and Iron Oxide Nanoparticles

#### ABSTRACT

Salinity stress poses a major challenge to plant growth and development, causing problems like osmotic stress, ion toxicity, and nutrient imbalances. These issues lead to reduced photosynthesis and early aging of plants. In this study, we explored the potential of potassium humate (Kh) and iron oxide nanoparticles (Fe (II,III) oxide-NPs) to help cotton plants (*Gossypium hirsutum* L.) cope with saline conditions. We examined various growth parameters such as plant height, leaf number, fresh and dry weights of leaves and roots, leaf area, chlorophyll content (SPAD values), and relative water content (RWC). Our findings showed that salinity stress significantly decreased plant height, leaf number, fresh leaf weight, dry leaf weight, leaf area, and RWC. However, the application of Fe (II,III) oxide-NPs and Kh helped mitigate these negative effects. Notably, the combination of Fe (II,III) oxide-NPs and Kh resulted in the highest plant height under saline conditions. Kh alone was particularly effective in increasing leaf number and fresh leaf weight, even under stress. In conclusion, both Fe (II,III) oxide NPs and Kh proved to be effective in enhancing cotton plant resilience to salinity stress, highlighting their potential use in sustainable agriculture in saline and arid regions. These insights can help develop strategies to improve plant growth and yield under challenging environmental conditions.

**Key words:** Nanoparticles, iron oxide, potassium humate, SPAD, *Gossypium hirsutum* L.



## INTRODUCTION

Saline stress, which causes various metabolic changes in the plant, is associated with a decrease in shoot growth as the initial symptom, as well as a general growth disorder. It also reduces the photosynthetic activity of the plant and accelerates its premature senescence (Munns, 2002). Khorsandi and Anagholi (2009) observed that germination and emergence of cotton seeds were delayed in response to salt stress, with reduced germination observed at a salt concentration of 10 ds m<sup>-1</sup>. As a consequence of soil salinity, the amount of photosynthetic pigment in plants is reduced, which in turn results in a reduction in photosynthetic activity and a slowing down of the growth rate (Doğru and Canavar, 2020). As the concentration of salt in the soil increases, the levels of chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll decrease and reach their lowest point after 150 mm (İzci, 2009).

The area of study where plant science and nanotechnology intersect is referred to as phytonanotechnology, while studies related to agricultural sciences are designated as agronanotechnology. In the present era, agronanotechnology applications facilitate the efficacious utilization of intelligent application systems for the sustainability of agriculture. These applications assist in reducing the environmental impact of agriculture by enhancing agricultural productivity. In the present era, agronanotechnology applications facilitate the efficacious utilization of intelligent application systems for the sustainability of agriculture. The aforementioned applications assist in reducing the environmental impact of agriculture by enhancing agricultural productivity.

The versatility of nano-sized particles, as evidenced by their use in various fields such as life sciences and technology, is attributed to their physico-chemical properties (Jeevanandam et al., 2022). Nanoparticles are employed in a multitude of fields due to their elevated surface-to-volume ratio, despite their diminutive size (Roduner, 2006).

Nanoparticles can be transported via two distinct pathways: the apoplastic and symplastic pathways. Apoplastic transport occurs outside the plasma membrane, within the cell wall and in the extracellular space. Symplastic transport occurs between the pores of the plasmodesmata and phloem parenchyma, in conjunction with the movement of water and solutes within the cell cytoplasm (Etxeberria et al., 2006; Lv et al., 2019). The plant cell wall is the initial point of contact with nanoparticles. Nanoparticles or metal ions dissolved from nanoparticles enter the cell wall of root tissues, where they form a complex with the carboxyl groups of pectin (Yang et al., 2008). This binding can alter the symplastic or apoplastic mode of transport across the cell wall and membrane, which may result in the inhibition of root elongation (Horst et al., 2010).

Moreover, metallic nanoparticles, like silver nanoparticles derived from plant sources, have been found to regulate cell cycle processes and enzyme activities in plants, suggesting potential pharmacological applications in plant systems (Kuppusamy et al., 2016). Biogenic CuO (Copper(II) oxide nanoparticles) and Zinc oxide (ZnO) nanoparticles have also been explored as nano fertilizers for promoting sustainable growth in plants like *Amaranthus hybridus*, influencing the uptake of essential metals and impacting plant growth (Francis et al., 2022).

However, it is essential to consider the potential phytotoxicity of nanoparticles on plants. Research has shown that while lower concentrations of nanoparticles can enhance germination in plants, higher levels of exposure may have adverse effects, such as biomass reduction, especially in crops (Stampoulis et al., 2009). Nanoparticle toxicity can lead to oxidative stress in plants, causing physical damage and affecting physiological processes like stomatal closure (Wang et al., 2023).

Furthermore, the interactions between nanoparticles and edible crop plants are still under investigation. While some studies have contributed to understanding nanoparticle-plant interactions, knowledge gaps persist regarding the effects of nanoparticle exposure on edible crops and their implications for plant health and productivity (Thunugunta et al., 2018). In some research studies have been conducted in the field of plant sciences and nanotechnology. It is therefore necessary to conduct further research into effective alternative methods for seed germination, growth, protection of plants against biotic and abiotic stresses, and coping with these stresses (Wang et al., 2016).

Also, the targeted delivery of nucleotides, proteins, and other photoactive molecules via nanoparticles has the potential for genetic modification and regulation of plant metabolism (Scheringer, 2008). The use of nanotechnology for the control and release of agricultural chemicals has the potential to reduce the damage of plant protection products, minimize nutrient losses in fertilizers and increase crop yields through optimized nutrient management.

Furthermore, the utilization of nanoparticle-containing fertilizers enhances the nutrient utilization efficiency of plants. For instance, the utilization of fertilizers that facilitate a low phosphate (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) release in plants serves to safeguard the environment and enhance the productivity of agricultural regions by reducing the risk of eutrophication in water (Liu and Lal, 2015)

Consequently, in order to gain a detailed understanding of the biochemical and molecular processes involved in salt tolerance, it is necessary to consider the use of nanoparticles in cotton under salinity stress. By utilizing research on gene expression, nutrient uptake, and physiological responses to salinity stress, sustainable strategies to enhance cotton productivity in saline environments can be developed.

It is of paramount importance to minimize the negative effects of salt stress on plants and to prevent yield losses caused by this stress if genotypes resistant to salty soils are to be developed and used in agricultural production. The objective of this study was to investigate the effects of K-humate (Kh) and iron oxide nanoparticles (Fe (II,III) oxide-NPs) on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in order to minimize the impact of salt stress. Furthermore, the research aims to provide an accurate evaluation of the effects of salinity stress and nanoparticles by establishing optimal conditions for plant growth. The findings of this study will contribute to an enhanced understanding of the resilience of plants to salinity stress and the effects of nanoparticles on plant growth and development.

## MATERIAL and METHOD

In order to ascertain the impact of salinity stress on plants and the role of nanoparticles, a two-factor randomized plots experiment was conducted. A suitable acclimatization environment was prepared for this experiment, and *Gossypium hirsutum* L. (Karizma) was selected as the plant material. The experiment was designed to observe the response of the plant material to salinity stress and the effects of Fe (II,III) oxide-NP and k-humate (Kh).

To determine the effects of salinity stress on plants and the role of nanoparticles, a two-factor randomized blocks experiment was conducted. The seedbed utilized in the study was prepared with a mixture of 50% perlite and 50% peat in transparent pots with a volume of 1.2 L. This mixture was selected to facilitate optimal growth and development of the plant seeds. The dimensions of the pots were 9 cm in width and 18 cm in length, with these dimensions chosen to ensure that the roots of the plant would have sufficient space and soil fertility.

Inside the grown chamber, lighting conditions were maintained with temperatures of approximately 24-26°C during the day and 18±2°C at night, with a photoperiod of 12 hours. Red light with a wavelength of 630 nm was used for illumination, as this wavelength supports the photosynthesis and growth processes of plants.

The sowing process was initiated on 23 November 2023, with three seeds planted at a depth of 2 cm in each pot. Each pot was initially irrigated with approximately 50 mL of water to create an optimal germination environment. Subsequent irrigations were carried out at two-week intervals to promote germination and seedling emergence.

Irrigation Water: For 10L of irrigation water; (Macro and micronutrients used were equal for both conditions. [4g NPK (3x15)/ 2g urea/ 20 mL liquid fertiliser (Multimicro® Fluid)

### Calculation of NaCl Concentration

The irrigation water applied in the experiment was provided with tap water. The calculation of salt concentrations is given below

$$1 \text{ dS m}^{-1} = 10 \text{ mM NaCl} = 0.584 \text{ g/ 1 lt}$$

$$130 \text{ mM} = 13 \text{ dS m}^{-1} = 0.584 \times 130 = 7.592 \text{ g NaCl L}^{-1}$$

On 30 November 2023, the experimental plant was established, comprising two groups: a saline and a non-saline group. The saline group was constituted by plants that were subjected to a saline stress, while the non-saline group was constituted by plants that were not subjected to a saline stress. On 13 December 2023, the sixth set of leaves from the plants in the non-saline conditions was harvested. Furthermore, a series of measurements were taken across all treatments. The irrigation water was provided in equal quantities of 100 mL on a two-day cycle.

Iron oxide nanoparticle dose concentration adjustment was calculated from Iron oxide NPs from Sigma ALDRICH (637106-25G) (Lot # MKBT3736V, particle size 50-100 nm) as 0.3 mg 100 mL<sup>-1</sup>. K humate: A solution of 0.3 g per 1 liter was prepared.

### Investigated Parameters

**Plant Height (cm):** Plant height was determined by measuring the vertical distance from the soil surface to the top of the plant. The measurement was made in centimeters (cm) using a ruler or meter.

**Leaf Number:** The total number of leaves on the plant was manually counted and recorded.

**Leaf Fresh Weight (g):** The fresh weight of the plant was measured in grams (g) after the plant was carefully removed from the soil and the excess soil was removed.

**Leaf Dry Weight (g):** After the fresh weight was measured, the plant was dried in a drying oven at 70-80°C and kept until it reached a constant weight. The dried plant was weighed again, and its weight was determined in grams (g).

**Root Fresh Weight (g):** The roots of the plant were carefully weighed after being cleaned from the soil. The fresh weight of the roots was measured in grams (g) using a precision scales

**Root Dry Weight (g):** After the fresh weight was measured, the roots were dried in oven and kept until they reached a constant weight. The dried roots were weighed, and their weights were determined in grams (g).

**Leaf Area (cm<sup>2</sup>):** Leaf area was measured using a leaf area meter (LI-3000C Portable Leaf Area Meter) using images taken from the leaves of the plant or the surface of the leaves. The measurement was made in square centimeters (cm<sup>2</sup>).

**Leaf Chlorophyll Content (SPAD):** It was measured with a “Konica Minolta SPAD-502 Plus” portable chlorophyll meter in the fully-developed flag leaves and determined as “SPAD value” (Pask et al.,2012). It was taken three averages of five leaves per plot, and they were done from 11:00h to 14:00h.

The analysis of variance (ANOVA) and comparison of means at the Student-t 0.05 level for the least significant difference (LSD) test were conducted using the JMP Pro16 software (SAS Institute, Cary, NC, USA).

**Relative water content (RWC):** It is a measure of the water status of a plant, reflecting the balance between water supply and water loss. It is commonly used to assess plant water stress and hydration levels. The formula to calculate RWC is as follows:

$$RWC = (Fresh\ Weight - Dry\ Weight) / (Turgid\ Weight - Dry\ Weight) \times 100$$

## RESULTS

The results of the variance analysis of the plant height values of the experiment are presented in Table 1. Upon statistical evaluation of the data, a statistically significant difference (p-value of less than 0.01) was identified in the plant height values between the control and salt medium. When the media were analyzed, the highest plant height in control conditions were observed in the control- Fe (II,III) oxide-NPs with a value of 23 cm, while the lowest plant height was observed in the distilled-water treatment in the salinity medium, with a value of 9.25 cm. In saline conditions, the highest plant height was observed in the Fe (II,III) oxide-NPs +Kh treatment, with an average height of 14.55 cm. In contrast, the average plant height in control conditions was 21 cm, while in saline conditions it was 12.56 cm. Salinity had a negative effect on plant height compared to control conditions. When the treatments were compared, it was observed that Fe (II,III) oxide-NPs, Fe (II,III) oxide-NPs +Kh, and K-humate were in the same statistical group. The lowest value was observed in the distilled water treatment, with a height of 13.25 cm.

A statistical evaluation of the data obtained revealed a statistically significant difference in the number of leaves between the control and salt environments. Upon examination of the environments, it was observed that while the number of leaves in control conditions was 6.5 per plant, this value decreased to 5.56 per plant in the salinity environment. The highest number of leaves was observed in the control-K-humate interaction (7.75 pcs/plant), while the lowest number of leaves was observed in saline conditions (5.5 pcs/plant). It was found that the application of K-humate had a numerically positive effect on the number of leaves under salinity conditions.

**Table 1.** Variance analysis results of plant nutrients applied under control and salinity conditions

Source	DF	Mean Square								
		PL	LN	LFW	LDW	RFW	RDW	LA	SPAD	RWC
Enviroments	1	569.531**	7.031**	96.953**	5.586**	0.035	0.114**	799.698**	21.780	975.253*
Applications	3	47.115**	1.865	6.919*	0.103	1.799	0.243**	14.248	26.506	132.142
Rep.	3	2.531	0.615	0.462	0.181	0.386	0.017	38.116	14.546	146.343
Env.*Applications	3	1.948	1.031	4.728	0.342*	0.556	0.416**	11.675	36.724	219.498
Error	21	65.150	0.829	1.980	0.079	0.644	0.014	37.560	16.83	129.466

\*DF:Degrees of Freedom, PL: Plant Height, LN: Leaf Number, LFW: Leaf Fresh Weight, LDW: Leaf Dry Weight, RFW: Root Fresh Weight, RDW: Root Dry Weight, LA:Leaf Area, SPAD: Chlorophyll Content (SPAD meter reading),RWC: Relative Water Content, \*\*:p-value of less than 0.01, \*: p-value of less than 0.05. Enviroments: Saline condition or Control condition

A statistical evaluation of the data obtained revealed statistically significant differences in fresh leaf weight values between the control and salinity conditions, as well as between the treatments. The highest fresh leaf weight was observed in the control-K-humate conditions, with a value of 10.59 g, while the lowest fresh leaf

weight was determined in the nonsaline-Zn application, with a value of 8.96 g. In saline conditions, the highest fresh leaf weight was found to be 4.86 g in salinity- Fe (II,III) oxide-NPs conditions. While the average of fresh leaf weight in control conditions was 8.67 g, it was observed to be 5.19 g in salty conditions. Salinity negatively affected fresh leaf weight compared to the control environment. Upon comparison of the averages of the applications, it was observed that the K-humate and Fe (II,III) oxide-NPs +Kh applications exhibited the highest fresh leaf weight.

When the data obtained from the variance analysis results of the leaf dry weight values of the experiment were evaluated, a statistically significant difference was found between the leaf dry weight values of Environments, Applications and Env.\*Applications. When the results are examined, it appears that salinity stress has a negative effect on leaf dry weight (Table 2). Among the applications, the highest leaf dry weight value was obtained under Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-NPs values. When the environment\*application data were evaluated, the highest leaf dry weight in control conditions was control-K-humate 1.73 g, and the lowest leaf dry weight was salinity- K-humate was observed as 0.30 g.

**Table 2.** Mean values of applied plant nutrients under control and salinity conditions

Applications	Plant length (cm)			Leaf Number			Leaf Fresh Weight (g)			Leaf Dry Weight (g)		
	Control	Salinity	Mean	Control	Salinity	Mean	Control	Salinity	Mean	Control	Salinity	Mean
Distilled Water	17.25	9.25	13.25 B	6	5.5	6.75	6.672	5.21	5.94 b	1.21 BC	0.71 DE	0.96 b
Fe (II,III) oxide-NPs	23	13.75	18.37 A	6.25	5.5	5.875	8.09	4.86	6.48b	1.51 AB	0.90 CD	1.2 a
Fe (II,III) oxide-NPs +Kh	22	14.75	18.37 A	6	5.5	5.75	9.34	5.16	7.3 ab	1.56 AB	0.76 D	1.16 a
K-humate	21.75	12.5	17.12 A	7.75	6.75	5.75	10.59	5.55	8.07 a	1.73 A	0.30 E	1.02 ab
Mean	21 a	12.56 b		6.5 a	5.56 b		8.67 a	5.19 b		1.5 a	0.67 b	

\*Letters indicate LSD (0.05) significance levels. Uppercase letters indicate significant differences between treatments while lowercase letters indicate significant differences between saline and control conditions.

The results of the analysis of variance of root fresh weight values are presented in Table 1. Upon statistical evaluation of the data, no significant differences were observed in terms of root fresh weight values, either in relation to the environment or the treatments. Upon analysis of the environments, the root fresh weight under control conditions was found to be 2.58 g, while that under salinity conditions was 2.51 g. When the treatments were compared, the highest root fresh weight was determined to be 3.17 g in the Fe (II,III) oxide-NPs +Kh treatment.

A statistically significant difference was found between the obtained root dry weight values between environments, applications and environments\* applications. When evaluated statistically, a statistical difference was found between root dry weight values between control and salinity conditions, although the numerical difference is not significant. When the control and salinity conditions were compared, the root dry weight was determined to be 0.43 g in salinity conditions, while this value was determined to be 0.30 g under control conditions. This difference was observed. Considering the environmental and application interactions, the highest root dry weight was determined to be 1.02 g in salinity-K-humate conditions. The lowest root dry weight was determined to be 0.2 g under salinity-distilled water conditions.

Upon statistical evaluation of the variance analysis results of the leaf area values obtained from the experiment, a statistically significant difference was found between the control and salt environment. The average leaf area under control conditions was determined to be 35.45 cm<sup>2</sup>, while under salinity conditions, this value was negatively affected and decreased to 28.22 cm<sup>2</sup>. Upon numerical comparison of the values, the lowest leaf area was determined to be 26.39 cm<sup>2</sup> under salinity-K-humate conditions, while the highest leaf area was determined to be 40.22 cm<sup>2</sup> under control-K-humate conditions.

The results of the variance analysis of the SPAD values obtained in the experiment are presented in Table 1. Upon statistical evaluation of the data, no significant differences were observed in SPAD values, regardless of environmental conditions or application. Upon examination of the environments, the average provincial content of chlorophyll in control conditions was found to be 40.21, while it was determined to be 41.86 under salinity stress. When the applications were evaluated individually, the highest value was observed in the Fe (II,III) oxide-

NPs +Kh application, with a value of 43.7, while the lowest value was observed in the distilled-water application, with a value of 39.78.

When the relative water content values obtained in the experiment were compared statistically, a significant difference was detected in terms of environment. While the relative water content was 71.85% under salinity stress, this value was found to be 60.81% in control conditions. The highest RWC average among the applications was determined as 70.88% in the Fe (II,III) oxide-NPs application, while the lowest value was obtained in the K-humate application at 61.60%.

## DISCUSSION

The study findings suggest that salinity stress generally reduces plant growth due to osmotic stress, ion toxicity, and nutrient imbalance (Vessal et al., 2020). In control conditions, the highest plant height was recorded in the control-Fe (II,III) oxide-NPs treatment, indicating that iron oxide nanoparticles may enhance plant growth by improving nutrient availability and stimulating physiological processes (Khan et al., 2019). Conversely, the lowest plant height under salinity stress was observed in the distilled-water treatment, highlighting the adverse effects of salinity without ameliorative treatments. Under saline conditions, the highest plant height was observed in the Fe (II,III) oxide-NPs + Kh treatment, suggesting a synergistic effect in mitigating salinity stress. Potassium humate, known for improving soil structure and enhancing nutrient uptake, played a crucial role in promoting plant growth under both control and stress conditions (Zeitelhofer et al., 2022). The reduction in plant height under salinity stress is consistent with existing literature on the negative impacts of salinity on plant growth (Badawy et al., 2023). Salinity-induced reductions in cell division and elongation can significantly affect overall plant height (Jameel et al., 2021).

The study demonstrates the potential of Fe (II,III) oxide-NPs and K-humate in mitigating the adverse effects of salinity on plant growth. Moreover, a significant difference in the number of leaves was observed between control and salt environments, with a decrease in leaf number under salinity stress. The control-K-humate treatment exhibited the highest leaf count under non-stress conditions, indicating the positive effects of K-humate on leaf production by enhancing nutrient availability and soil health (Hacisalihoglu, 2020). Even under saline conditions, K-humate positively impacted leaf numbers, suggesting its role in mitigating salinity stress and supporting plant growth (Ghiabi et al., 2013). Salinity stress negatively affects leaf production, but K-humate application can alleviate some of these effects, promoting better plant growth in both control and saline environments. Furthermore, significant differences were found in fresh leaf weight between control and saline conditions, with the highest fresh leaf weight observed in the control-K-humate treatment. Salinity stress led to reduced fresh leaf weight, consistent with previous research on the impact of salinity on plant biomass (Kumar et al., 2008). Treatments like K-humate and Fe (II,III) oxide-NPs + Kh showed promising results in mitigating the adverse effects of salinity on fresh leaf weight, potentially through improved soil fertility, nutrient availability, and enhanced physiological processes (Azim et al., 2022). While salinity stress reduces fresh leaf weight, the application of K-humate and Fe (II,III) oxide + Kh can help enhance plant growth under stressful conditions. In summary, the study underscores the importance of Fe (II,III) oxide-NPs and K-humate in mitigating the negative effects of salinity stress on plant growth. These treatments offer promising solutions for sustainable agriculture, particularly in challenging environments like saline and arid regions.

The analysis of leaf dry weight values in the study revealed significant differences between environments, applications, and their interactions. Salinity stress was found to have a negative impact on leaf dry weight, aligning with previous research indicating the detrimental effects of salinity on plant growth parameters, including biomass reduction (Angon et al., 2022). Among the applications, Fe (II,III) oxide-NPs demonstrated the highest leaf dry weight values, suggesting that iron oxide nanoparticles may enhance plant resilience under drought stress by improving nutrient uptake and potentially enhancing antioxidant defenses (Benito et al., 2023). When considering the interaction between environment and application, the control-K-humate treatment exhibited the highest leaf dry weight under control conditions, emphasizing the positive effects of K-humate in promoting plant growth by enhancing soil structure, nutrient availability, and water retention capacity (Badawy et al., 2020). Conversely, the salinity-K-humate treatment recorded the lowest leaf dry weight, illustrating the compounded negative impacts of salinity and drought stress on plant biomass (Toraman et al., 2020). Overall, while salinity stress was shown to reduce leaf dry weight significantly, the applications of Fe (II,III) oxide-NPs and K-humate were found to mitigate some of these adverse effects, enhancing plant growth and resilience under stressful conditions. This highlights the potential of these treatments in sustainable agriculture, particularly in saline and arid environments.

The SPAD values obtained in the experiment did not show significant differences across different environmental conditions or applications. However, when examining the relative water content (RWC), a

significant difference was observed between environments, with salinity stress resulting in a lower RWC compared to control conditions. The highest RWC average among the applications was found in the Fe (II,III) oxide-NPs application, while the lowest was observed in the K-humate application. These findings suggest that while SPAD values remained consistent, the RWC was influenced by environmental conditions, with salinity stress leading to reduced water content in the plants. This emphasizes the importance of considering multiple physiological parameters, such as RWC, alongside chlorophyll content, in assessing plant responses to different stressors like salinity and drought. The literature supports the notion that chlorophyll stability can serve as an indicator of drought tolerance in various plant species (Arunyanark et al., 2008). Additionally, studies have shown that the application of chelated nano zinc can significantly affect chlorophyll content in plants (Hasan et al., 2023). Furthermore, research on physiological and agrometeorology indices in chickpea genotypes has highlighted the importance of considering factors like planting density in relation to chlorophyll content (Patil et al., 2020). Moreover, investigations into the physiological and biochemical responses of sugarcane to salt stress have underscored the significance of chlorophyll in plant adaptation to stressful conditions (Simões et al., 2020.) These references shows relationship between chlorophyll content, water status, and plant responses to environmental stressors, supporting the findings of the experiment regarding RWC and SPAD values.


## CONCLUSION


This study highlights the detrimental effects of salinity stress on various plant growth parameters, including plant height, leaf number, fresh and dry leaf weight, root fresh weight, and leaf area. Salinity stress significantly reduced these parameters, emphasizing the negative impact of saline conditions on plant growth. However, the application of Fe (II,III) oxide-NPs and K-humate showed promising results in mitigating these adverse effects. Fe (II,III) oxide -NPs enhanced plant growth by improving nutrient availability and physiological processes, while K-humate improved soil structure and nutrient uptake. The highest plant height and fresh leaf weight were observed in the control- Fe (II,III) oxide-NPs and control-K-humate treatments, respectively, underlining their potential to enhance plant growth even under stress conditions. Moreover, Fe (II,III) oxide-NPs and K-humate positively influenced drought resilience, as evidenced by higher leaf dry weights in their respective treatments. While salinity stress reduced RWC, the highest RWC was recorded in the Fe (II,III) oxide-NPs application, suggesting improved water retention capacity. These findings underscore the importance of Fe (II,III) oxide-NPs and K-humate in promoting sustainable agriculture, especially in saline and arid regions. The study demonstrates the potential of these treatments to enhance plant growth and resilience, providing valuable insights for developing strategies to combat salinity stress in agriculture.

**Conflict of interest disclosure statement:** The authors declare that they have no conflicts of interest relevant to this research.

**Declaration of Researchers' Contribution:** The authors declare that they have contributed equally to the article.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Hatice Kübra GÖREN  <https://orcid.org/0000-0001-7654-1450>

Öner CANAVAR  <https://orcid.org/0000-0003-4168-953X>

Uğur TAN  <https://orcid.org/0000-0002-9592-2790>

## References

- Angon, P. B., Tahjib-Ul-Arif, M., Samin, S. I., Habiba, U., Hossain, M. A., & Brestic, M. (2022). How Do Plants Respond to Combined Drought and Salinity Stress?-A Systematic Review. *Plants (Basel, Switzerland)*, 11(21), 2884-2884.
- Arunyanark, A., Jogloy, S., Akkasaeng, C., Vorasoot, N., Kesmala, T., Nageswara Rao, R. C., & Patanothai, A. (2008). Chlorophyll stability is an indicator of drought tolerance in peanut. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194(2), 113-125.
- Azim, Z., Singh, N. B., Khare, S., Singh, A., Amist, N., & Yadav, R. K. (2022). Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using Vernonia cinerea leaf extract and evaluation as nano-nutrient on the growth and development of tomato seedling. *Plant Nano Biology*, 2, 100011.



- Badawy, N. M. T. E. S., Abd El-Aziz, N. G., Mazhar, A. M. A. E. H., & Mohamed, S. A. M. (2023). Role of algae in alleviated salinity effect on *Jatropha curcas* plants. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 22(1), 351-364.
- Badawy, R. A., Abbas, M. S., Abdel-Lattif, H. M., & Aly, A. M. (2020). Productivity of some faba bean cultivars and its pan bread characteristics as influenced by organic fertilizers under newly reclaimed salinity sandy soil. *Journal of Plant Production*, 11(12), 1251-1260.
- Benito, P., Bellón, J., Porcel, R., Yenush, L., & Mulet, J. M. (2023). The biostimulant, potassium humate ameliorates abiotic stress in *Arabidopsis thaliana* by increasing starch availability. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(15), 12140.
- Doğru, A., & Canavar, S. (2020). Bitkilerde tuz toleransının fizyolojik ve biyokimyasal bileşenleri. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 8(1), 155-174.
- Etxeberria, E., Gonzalez, P., Baroja-Fernandez, E., & Romero, J. P. (2006). Fluid phase endocytic uptake of artificial nano-spheres and fluorescent quantum dots by sycamore cultured cells: evidence for the distribution of solutes to different intracellular compartments. *Plant signaling & behavior*, 1(4), 196-200.
- Francis, D. V., Sood, N., & Gokhale, T. (2022). Biogenic CuO and ZnO nanoparticles as nanofertilizers for sustainable growth of *Amaranthus hybridus*. *Plants*, 11(20), 2776.
- Ghiabi, S., Sharafi, S., & Talebi, R. (2013). Morpho-physiological and biochemical alternation responses in different chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under two constructing water regimes.
- Hacisalihoglu, G. (2020). Zinc (Zn): The last nutrient in the alphabet and shedding light on Zn efficiency for the future of crop production under suboptimal Zn. *Plants*, 9(11), 1471.
- Hassan, M. U., Kareem, H. A., Hussain, S., Guo, Z., Niu, J., Roy, M., ... & Wang, Q. (2023). Enhanced salinity tolerance in Alfalfa through foliar nano-zinc oxide application: Mechanistic insights and potential agricultural applications. *Rhizosphere*, 28, 100792.
- Horst, W. J., Wang, Y., & Eticha, D. (2010). The role of the root apoplast in aluminium-induced inhibition of root elongation and in aluminium resistance of plants: a review. *Annals of botany*, 106(1), 185-197.
- İzci, B. (2009). Pamukta (*G. hirsutum* L.) farklı tuz konsantrasyonlarının in vitro koşullarda fotosentetik pigmentler üzerine etkisi. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 17(2), 7-13.
- Jameel, S., Hameed, A., & Shah, T. M. (2021). Investigation of distinctive morpho-physio and biochemical alterations in desi chickpea at seedling stage under irrigation, heat, and combined stress. *Frontiers in plant science*, 12, 692745.
- Jeevanandam, J., Kiew, S. F., Boakye-Ansah, S., Lau, S. Y., Barhoum, A., Danquah, M. K., & Rodrigues, J. (2022). Green approaches for the synthesis of metal and metal oxide nanoparticles using microbial and plant extracts. *Nanoscale*, 14(7), 2534-2571.
- Khan, A., Khan, A. L., Muneer, S., Kim, Y. H., Al-Rawahi, A., & Al-Harrasi, A. (2019). Silicon and salinity: crosstalk in crop-mediated stress tolerance mechanisms. *Frontiers in plant science*, 10, 1429.
- Khorsandi, F., & Anaghali, A. (2009). Reproductive compensation of cotton after salt stress relief at different growth stages. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195(4), 278-283.
- Kumar, V., Shriram, V., Nikam, T. D., Jawali, N., & Shitole, M. G. (2008). Sodium chloride-induced changes in mineral nutrients and proline accumulation in indica rice cultivars differing in salt tolerance. *Journal of Plant Nutrition*, 31(11), 1999-2017.
- Kuppasamy, P., Yusoff, M. M., Maniam, G. P., & Govindan, N. (2016). Biosynthesis of metallic nanoparticles using plant derivatives and their new avenues in pharmacological applications—An updated report. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 24(4), 473-484.
- Liu, R., & Lal, R. (2015). Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. *Science of the total environment*, 514, 131-139.
- Lv, J., P. Christie, and S. Zhang, *Uptake, translocation, and transformation of metal-based nanoparticles in plants: recent advances and methodological challenges*. *Environmental Science: Nano*, 2019. 6(1): p. 41–59.
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, cell & environment*, 25(2), 239-250.
- Pask, A.J.D., Pietragalla, J., Mullan, D.M. and Reynolds, M.P. (Eds.) (2012) *Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping*. Mexico, D.F. CIMMYT.
- Patil, S., Prakash, G., & Lali, A. M. (2020). Reduced chlorophyll antenna mutants of *Chlorella saccharophila* for higher photosynthetic efficiency and biomass productivity under high light intensities. *Journal of Applied Phycology*, 32(3), 1559-1567.
- Roduner, E. (2006). Size matters: why nanomaterials are different. *Chemical society reviews*, 35(7), 583-592.
- Simoes, P., Santos, M. A., Carromeu-Santos, A., Quina, A. S., Santos, M., & Matos, M. (2020). Beneficial developmental acclimation in reproductive performance under cold but not heat stress. *Journal of Thermal Biology*, 90, 102580.

- Scheringer, M. (2008). Environmental risks of nanomaterials. *Nature Nanotechnology*, 3(6), 322-323.
- Stampoulis, D., Sinha, S. K., & White, J. C. (2009). Assay-dependent phytotoxicity of nanoparticles to plants. *Environmental science & technology*, 43(24), 9473-9479.
- Thunugunta, T., Channa Reddy, A., Kodthalu Seetharamaiah, S., Ramanna Hunashikatti, L., Gowdra Chandrappa, S., Cherukatu Kalathil, N., & Dhoranapalli Chinnappa Reddy, L. R. (2018). Impact of zinc oxide nanoparticles on eggplant (*S. melongena*): studies on growth and the accumulation of nanoparticles. *IET nanobiotechnology*, 12(6), 706-713.
- Toraman, P. Ş., Ergün, N., & Çalıcı, B. (2020). Some abiotic stress on growth and lipid peroxidation on wheat seedlings. *Natural and Engineering Sciences*, 5(3), 144-154.
- Vessal, S., Arefian, M., & Siddique, K. H. (2020). Proteomic responses to progressive dehydration stress in leaves of chickpea seedlings. *BMC genomics*, 21, 1-15.
- Wang, F., Li, C., Cheng, J., & Yuan, Z. (2016). Recent advances on inorganic nanoparticle-based cancer therapeutic agents. *International journal of environmental research and public health*, 13(12), 1182.
- Wang, X., Xie, H., Wang, P., & Yin, H. (2023). Nanoparticles in plants: uptake, transport and physiological activity in leaf and root. *Materials*, 16(8), 3097.
- Yang, W., Peters, J. I., & Williams III, R. O. (2008). Inhaled nanoparticles—a current review. *International journal of pharmaceutics*, 356(1-2), 239-247.
- Zeitelhofer, M., Zhou, R., & Ottosen, C. O. (2022). Physiological responses of chickpea genotypes to cold and heat stress in flowering stage. *Agronomy*, 12(11), 2755.