

Cilt 38
Volume

Sayı 2 2023
Number

Basılı ISSN 2636 - 7874
Printed

Çevrimiçi ISSN 2630 - 6034
Online

Çukurova
TARIM
ve **GIDA**
Bilimleri Dergisi

Çukurova Journal of
AGRICULTURAL
and **FOOD**
Sciences

Çukurova
Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi



Çukurova
Journal of Agricultural and Food Sciences

Basılı ISSN 2636 - 7874
Printed

Çevrimiçi ISSN 2630 - 6034
Online

Ürün Bilgisi (Product Information)

Yayıncı
Publisher

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Çukurova University Faculty of Agriculture

Sahibi (ÇÜZF adına)
Owner (on behalf of ÇÜZF)

Salih KAFKAS, Dekan (Dean)

Teknik Sekretery
Technical Secretary

Hasan YILDIRIM
Murat ACAR

Basımevi Adresi
Printing House

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset
Atölyesi Balcalı, Sarıçam 01330 Adana-
TÜRKİYE

Basım Tarihi
Date of Publication

29/12/2023

Dil
Language

Türkçe - İngilizce
Turkish - English

Yayın Türü
Type of Publication

Hakemli Süreli Yayım
Double-blind peer reviewed

“Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi” yayın hayatına 1 Ocak 2016 tarihi itibarıyla “Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi” adıyla devam etmektedir.

From January 1, 2016 “Çukurova University Journal of Faculty of Agriculture” continuous its publication life as “Çukurova Journal of Agriculture and Food Sciences”.

Yönetim Adresi

Çukurova Tarım Gıda Bil. Der.
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Yayın Ünitesi
Balcalı-Sarıçam 01330 Adana

Management Address

Çukurova J. Agric. Food Sci.
Çukurova University Faculty of Agriculture
Publication Department
Balcalı-Sarıçam 01330 Adana, TURKEY

Telefon : 0 322 338 60 84 / 2115-2119
Faks : 0 322 338 63 64
E-posta: ctgbdeditor@cukurova.edu.tr

Phone : 0 322 338 60 84 / 2115-2119
Fax : 0 322 338 63 64
E-mail : ctgbdeditor@cukurova.edu.tr



Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Çukurova Journal of Agricultural and Food Sciences

Editörler Kurulu Editorial Board

Orhan BOZAN
Ladine BAYKAL ÇELİK
E. Bülent ERENOĞLU
Ufuk GÜLTEKİN
Ahmet Naci ONUS
Özhan ŞİMŞEK
Eşref İRGET
Savaş KORKMAZ
Ayten NAMLI
Handan VURUŞ AKÇAÖZ
Abdullah SESSİZ
Haşim KELEBEK
Emel OZ
Zümrüt AÇIKGÖZ
Yılmaz Bayhan

Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Akdeniz Üniversitesi
Erciyes Üniversitesi
Ege Üniversitesi
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Ankara Üniversitesi
Akdeniz Üniversitesi
Dicle Üniversitesi
Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
Atatürk Üniversitesi
Ege Üniversitesi
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi

Baş Editör Editor-in-chief

Serkan SELLİ

Çukurova Üniversitesi

Editör Asistanı Assistant Editor

Gamze GÜÇLÜ

Bilimsel Danışma Kurulu Advisory Board

Esmâ ESER
Eda ADAL
Derya KOÇAK YANIK
Yakup Kenan KOCA
Çağdaş AKPINAR
Mert ACAR
Ahmet DEMİRBAŞ
Aslı YORULMAZ
Ebru AYDIN
Derya ALKAN
Dilara KONUK TAKMA
Haşim KELEBEK
Vecdi DEMİRCAN
Nermin BAHSİ
Asime Filiz ÇALIŞKAN KEÇE
Ali KAYAHAN
Nurdan TOPAKCI
Tolga AYSAL
Hilmi KARA
Ufuk GÜLTEKİN
Okan DEMİR
Ali KAYGISIZ
Uğur ZULKADİR
İbrahim TAPKI
Oğuzhan ÇALIŞKAN
Kadir Uğurtan YILMAZ
Ercan YILDIZ
Mustafa MİRİK

Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi
İskenderun Teknik Üniversitesi
Gaziantep Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Cumhuriyet Üniversitesi
Adnan Menderes Üniversitesi
Süleyman Demirel Üniversitesi
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Bozok Üniversitesi
Akdeniz Üniversitesi
Namık Kemal Üniversitesi
Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Atatürk Üniversitesi
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Selçuk Üniversitesi
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Erciyes Üniversitesi
Namık Kemal Üniversitesi

Amaç ve Kapsam

Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, Tarım, Orman, Gıda, Çevre, Peyzaj, Su Ürünleri, Biyoloji ve Biyoteknoloji alanlarında hazırlanan daha önce başka bir yerde yayınlanmamış araştırma ve derleme makaleleri Türkçe veya İngilizce olarak yayınlar.

Aims and Scope

Çukurova Journal of Agricultural and Food Sciences publishes original papers and review articles dealing with agriculture, forestry, food sciences, environment, landscape, fisheries, biology and biotechnology in Turkish or English.

İçindekiler - Contents

Zeytin Yaprağı Ekstraktının Nanoenkapsülasyonu, Elektroeğirme Proses Optimizasyonu ve Karakterizasyonu Nanoencapsulation of Olive Leaf Extract, Process Optimization and Characterization G. GÖKŞEN, Ç. BAKACHAN, H. I. EKİZ	151-161
Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces Edirne ve Tekirdağ İllerinde Tarım İşletmelerinin Toprak Analizi Uygulamalarının ve Gübreleme Alışkanlıklarının Karşılaştırmalı Analizi B. AYDIN, E. ÖZKAN, E. KAYALI, V. ATAV, M. A. GÜRBÜZ, İ. KURŞUN, İ. E. KAYHAN	162-178
Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması Mapping of Spatial Distribution of Some Characteristics of the Soils of the Erzin Plain Using Geographic Information Systems (GIS) M. S. ÇOŞAR, N. AĞCA	179-191
Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması Investigation of the Presence of Primary Aromatic Amine (PAA) in Kitchenware S. S. KIRALAN, İ. TOPTANCI, M. KIRALAN	192-202
Isıl İşlemin Enkapsüle Edilmiş ve Edilmemiş Bifidobacterium Bifidum BB-12 Üzerine Etkisi ve Model Gıdada Denemesi Effect of Heat Treatment on Encapsulated and Unencapsulated Bifidobacterium bifidum BB-12 and Addition to Model Food N. GÜLER, Ö. TURGAY	203-216
Competitiveness and Self-Sufficiency of The Turkish Broiler Sector: A Comparative Analysis with Selected Countries Türk Etlik Piliç Sektörünün Rekabet Gücü ve Kendi Kendine Yeterliliği: Seçilmiş Ülkelerle Karşılaştırmalı Bir Analiz D. SARICA	217-226
Determination The Damage Rate of <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Different Tomato Varieties Grown in The Open Field in Diyarbakır Province Diyarbakır ilinde, Açık Alanda Yetiştiriciliği Yapılan Farklı Domates Çeşitlerinde <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın Zarar Oranının Belirlenmesi O. AKAT, S.Ö. BAYHAN	227-234
Investigation of The Effects of Yellow Sticky Traps Placed at Different Heights, on Catching Predatory Insects In Cotton Field Pamuk Tarlasında Farklı Yüksekliklerde Yerleştirilen Sarı Renkli Yapışkan Tuzakların Avcı Böcekleri Yakalamadaki Etkilerinin Araştırılması E. ATAKAN	235-243
Mardin İli Artuklu İlçesinde Tüketicilerin Kırmızı Et Tüketim Tercih ve Alışkanlıkları Red Meat Preference and Habits of Consumers in Artuklu District of Mardin Province V. ACIBUCA, A. KAYA	244-253
Hayvancılık İşletmelerinde Günlük İş Rutinleri ve Yönetimi Daily Work Routines and Management in Livestock Farms S. GÖNCÜ	254-265
Kurağa Dayanıklı Badem ve Kayısı Genotiplerinin Belirlenmesi ve Çoğaltması Determination and Propagation of Drought Resistant Almond and Apricot Genotypes A. B. KÜDEN, S. ÇÖMLEKÇİOĞLU, B. İMRAK, A. MIZRAK, S. GÖK, A. KÜDEN	266-274
Adana'da Domatesten İzole Edilen <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> İzolatlarının Bazı Bakırlı Pestisitlere Duyarlılıklarının Araştırılması Determination of the Susceptibility of Tomato Bacterial Speck Disease Agent <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> to Different Copper-Containing Pesticides M. A. GÜL, R. Ç. YILDIZ, Y. AYSAN	275-283
Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı Occurrence and Distribution of Chickpea Root Rot and Wilt Disease in Yozgat Kırşehir and Kırıkkale Provinces A. ENDES	284-298
Mezleleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde (<i>V. vinifera</i> L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi Determination of Bud Fruitfulness in Some Table Grape Cultivars (<i>V. vinifera</i> L.) Obtained by Crossbreeding S. TANGOLAR, S. TANGOLAR, S. CANTÜRK, M. ADA, E. KORKMAZ	299-316
Tannaz Uygulamasının Ultrason Destekli Yeşil Çay Ekstraktlarının Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi Effect of Tannase Application on Phytochemical Properties of Ultrasound Assisted Green Tea Extracts E. ATEŞ, C. KAYA, E. E. YÜCEL	317-330
Keçiboynuzu Unu ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi Determination of Textural Properties and Quality Parameters of Gluten-Free Cakes Enriched with Carob Flour M. G. SARAÇ, D. A. TÜRKER, M. DOĞAN	331-344
Screening of the Nematicidal Potential of Some Essential Oils against the Columbia Root-Knot Nematode, <i>Meloidogyne chitwoodi</i> Kolombiya Kök-ur nematodu, <i>Meloidogyne chitwoodi</i> 'ye karşı Nematosis Potensiyeli Olan Bazı Esansiyel Yağların İncelenmesi E. B. KASAPOĞLU ULUDAMAR	345-350
Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlaşma Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri Effects of Different Plant Structures and Pollination Periods on Flower and Seed Quality in Melon P. ADIGÜZEL, Ş. KARABIYIK, İ. SOLMAZ	351-365
Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması Investigation of Drying of Trees Caused by Soil-Borne Pathogens in Pistachio Fields of Southeastern Anatolia Region K. KOÇ, A. ERKILIÇ	366-380
Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi İçin Yeni Bir İstilacı Tür: <i>Halyomorpha halys</i> (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) A New Invasive Species for the Eastern Mediterranean Region of Turkey: <i>Halyomorpha halys</i> (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) Ç. KALKAN, S. SATAR	381-392
Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (<i>Pistacia lentiscus</i> L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi Effect of Different Oil Extraction Methods on the Fruit Oil Aroma Profile of Mastic Tree (<i>Pistacia lentiscus</i> L.) Ö. K. BÜYÜKURT, O. SEVİNDİK, G. GÜÇLÜ, H. KELEBEK, S. SELLİ	393-404



Zeytin Yaprağı Ekstraktının Nanoenkapsülasyonu, Elektroğirme Proses Optimizasyonu ve Karakterizasyonu

Gülden Gökşen^{1*}, Çağla Bakachan², H. İbrahim Ekiz²

ÖZ

Zeytin yaprağında bulunan fenolik bileşikler, güçlü antioksidan, antifungal, antimikrobiyal, antidiyabetik özellikler sergilemektedir. Bu çalışmada zeytin yaprağı fenolik bileşikleri ekstrakte edilmiş ve dış etkenlerden korunmak ve stabilitesinin sağlanmak amacıyla elektroğirme yöntemi kullanılarak kapsüle edilmiştir. Enkapsülasyon işlemi için biyobozunur bir polimer olan polivinil alkol (PVA) kullanılarak zeytin yaprağı ekstraktı içeren nanolifler üretilmiştir. Elde edilen nanoliflerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile morfolojik yapıları incelenerek voltaj, toplayıcı plaka ile şırınga ucundaki mesafe ve akış hızının etkileri gözlemlenmiştir. Bu değerlendirmeler sonucu boncuksuz, sürekli üretimi sağlanabildiği elektroğirme proses parametreleri belirlenerek üretime başlanmıştır. Proses parametreleri ise voltaj 18.0 kV ile 19.5 kV, mesafe 10 cm ile 14 cm, akış hızı ise 0.4 ml/sa ile 0.6 ml/sa aralıklarına karar verilerek nanolif üretimi yapılmıştır. Sonuçlara göre boncuksuz, homojen dağılımlı düzgün bir nanolif yapısının eldesi için uygun proses parametreleri akış hızı 0.50 ml/sa, voltaj 18.00 kV ve mesafe 12 cm olarak tespit edilmiştir. Belirtilen koşullarda üretilen nanolifin enkapsülasyon verimi ve yükleme kapasitesi sırasıyla 78.53% ve 7.86% bulunmuştur. Zeytin yaprağı ekstaktı yüklü nanolifin antioksidan aktivitesi ise DPPH radikal inhibisyonu %87.82 olarak bulunurken toplam fenolik madde miktarı ise 5.77 µg GAE/mg nanolif bulunmuştur. Ayrıca Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) analiziyle zeytin yaprağı ekstraktının PVA nanolifine kapsüle edildiği moleküler arası etkileşim ile de ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Elektroğirme yöntemi, nanolif, zeytin yaprağı, enkapsülasyon, morfolojik özellikleri

Nanoencapsulation of Olive Leaf Extract, Process Optimization and Characterization

ABSTRACT

Phenolic compounds found in olive leaves exhibit strong antioxidant, antifungal, antimicrobial and antidiabetic properties. In this study, olive leaf phenolic compounds were extracted and encapsulated via electrospinning method in order to protect it from environmental factors and to ensure its stability. For the encapsulation process, nanofibers loaded with olive leaf extract were prepared using polyvinyl alcohol (PVA), a biodegradable polymer. The morphological structures of the obtained nanofibers were examined by scanning electron microscopy (SEM) and the effects of voltage, distance between the collector plate and the syringe tip, and flow velocity were observed. As a result of these evaluations, the electrospinning process parameters that can be produced continuously without beads were determined and production process was started. The process parameters were detected to be between 17.5 kV and 19.5 kV, distance between 10 cm and 14 cm, flow rate between 0.4 ml/h and 0.6 ml/h, and nanofibers was produced. According to the results, suitable process parameters were determined as flow rate 0.50 ml/h, voltage 18.00 kV and distance 12 cm for obtaining a uniformly distributed nanofiber structure without beads. The encapsulation efficiency and loading capacity of the nanofiber produced under the specified conditions were found to be 78.53% and 7.86%, respectively. The antioxidant activity of the olive leaf extract loaded nanofiber was found to be DPPH radical scavenging activity as 87.82%, while the total phenolic content was 5.77 µg GAE/mg nanofiber. Furthermore, the intermolecular interaction of olive leaf extract was demonstrated by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) analysis, in which the olive leaf extract was encapsulated into PVA nanofiber.

Keywords: Electrospinning method, nanofiber, olive leaf, encapsulation, morphological properties

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0002-5432-7936, 0000-0002-2144-321X, 0000-0002-0775-9250

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 19.01.2023

Kabul Tarihi: 30.05.2023

¹ Gıda Teknolojisi Bölümü, Mersin Tarsus Organize Sanayi Bölgesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tarsus Üniversitesi, 33100, Mersin

² Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Mersin Üniversitesi, 33343, Mersin

*E-posta: guldengoksen@tarsus.edu.tr

Zeytin Yaprağı Ekstraktının Nanoenkapsülasyonu, Elektroğirme Proses Optimizasyonu ve Karakterizasyonu

Giriş

Zeytin (*Olea Europaea*) dünyanın birçok yerinde yetiştirilmesine rağmen Akdeniz bölgesinde tarımsal üretimin önemli bir kaynağıdır ve dünya üzerinde ki zeytin yetiştiriciliğinin %98'i bu bölgede yapılmaktadır (Ryan ve Robards 1998). Zeytin meyvesi, yağı ve yaprakları uzun zamandır beslenme ve tıbbi amaçlı kullanılmaktadır. Zeytin yaprakları ise zeytin yetiştiriciliğinin bir yan ürünüdür ve toplam zeytin ağırlığının %10'unu oluşturmaktadır. Geleneksel olarak hayvan yemi, fitoterapiler de, yüksek antioksidan içeriğiyle diyetlerde ve son zamanlarda fonksiyonel gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Cho ve ark., 2020). Yapılan *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda zeytin yaprağının içerdiği bileşenlerin başta oleuropein olmak üzere antioksidan, anti-mikrobiyal, antifungal, hipolipidemik özellikle hipotansif, kardiyokoruyucu, antikanser özellikler içerdiği kanıtlanmıştır (Hassen ve ark., 2015). Zeytin yaprağında bulunan ve fonksiyonel özellikler kazandıran bu bileşenler, diğer gıdalarda olduğu gibi ürünlerin işlenmesi ve ya depolanması sırasında etkinliklerini kaybedebilirler. Bu bileşenlerin biyoyararlılığından faydalanılması açısından kontrollü salınımlarının olması ve emilimlerinin artırılması için dış etkenlerden korunması gerekmektedir. Polimerik yapıda ki bir nano parçacığa biyoaktif maddeler enkapsüle edilerek bu bileşenlerin biyoyararlılığının artırılması ve korunması sağlanabilmektedir. (Wen ve ark., 2017).

Nanoteknoloji, nanometre ölçeğinde (100 nm'den küçük) malzemelerin, cihazların veya sistemlerin oluşturulması, kullanılması ve yönlendirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Nanoteknolojinin önemli bir alanı olan nanoenkapsülasyon, biyoaktif ajanların taşıyıcı malzemeler içinde nano ölçekte bir boyutla kaplanmasını sağlayan bir süreçtir. Daha yüksek besin değeri, daha düşük dozlarda sentetik koruyucular ve daha iyi organoleptik özelliklere sahip fonksiyonel gıda üretimi için kullanılmakta ve son zamanlarda taleplerde artış görülmektedir (Goksen ve ark., 2020).

Enkapsülasyon; hassas biyoaktif maddelerin korunması, gıda katkı maddelerinin olumsuz çevre koşullarından etkilenmemesi, kötü tat ve kokuların maskelenmesi, enzim, hücre yapısı ve gıda bileşenlerinin korunmasına olanak sağlayan son günlerde popülerliği oldukça artan bir yöntemdir (Fathi ve ark., 2014). Enkapsülasyon için kaplama materyali olarak protein, nişasta ve türevleri, lipit bazlı ürünler veya bunların farklı kombinasyonlarından yararlanılmaktadır (Gökmen ve ark., 2012) Kullanılan yöntemlerden bazıları sprey kurutma, sprey soğutma ekstrüzyon kaplama, koaservasyon, akışkan yataklı kaplamadır (Ezhilarasi ve ark., 2013). Son zamanlarda nano-boyutlar da enkapsülasyon işleminde elektro-ğirme yöntemi yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Elektroğirme yöntemi, mikro ve nano ölçekli polimer liflerinin üretimi için kullanılan bir yöntemdir. Uygun bir çözücüde çözünen polimer çözeltisi veya eriyik polimer damlacıkları lif oluşumu için elektrik alanı uygulanarak, topraklanmış bir toplayıcı plaka üzerinde gerçekleştirilir (Xue ve ark., 2019). Bu yöntemde etkili olan faktörler: çözelti özellikleri (polimer konsantrasyonu ve molekül ağırlığı, viskozite, elektriksel iletkenlik ve yüzey gerilimi), proses özellikleri (voltaj, toplayıcı plaka arası mesafe ve akış hızı) ve çevresel özelliklerdir (Zhang ve ark., 2020).

Bu çalışmada zeytin yaprağı özütünün elektroğirme yöntemi ile enkapsüle edilebilirliği ve proses özelliklerinde ki değişimlerin nanolif üretimi üzerinde ki etkileri incelenmiştir. Elektroğirme prosesinin optimum koşullarında zeytin yaprağı ekstraktı (ZYE) yüklü Plivinil alkol (PVA) nanolifi üretilmiştir. Elde edilen ZYE içeren PVA nanolifinin morfolojik, fonksiyonel ve moleküler karakterizasyonları belirlenmes amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Polyvinilalkol (PVA), DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), Folin-Ciocalteu reaktifi, etanol, gallik asit ve diğer kimyasallar Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA) firmasından satın alınmıştır.

Zeytin Yaprağı Ekstraktının Nanoenkapsülasyonu, Elektroğirme Proses Optimizasyonu ve Karakterizasyonu

Zeytin Yaprağının Toplanması ve Kurutulması

Zeytin yaprakları Akdeniz bölgesinin Hatay ilinden Eylül ayında toplanmıştır. Karanlık bir ortamda oda koşullarında 8 boyunca gün kurutulmuştur.

Ekstraktların Elde Edilmesi

Kurutma işlemi tamamlanan zeytin yaprakları el değirmeni ile toz haline getirilmiştir. 25 gram zeytin yaprağı tozu, %78 etanol (h/h) ile 100 ml'ye tamamlandı. 750 rpm de 2 saat karıştırıldıktan sonra 48 saat boyunca bekletildi. Kaba filtre kağıdı kullanılarak süzme işlemi yapılarak rotary evaporatörde alkolü uçurularak zeytin yaprağı ekstraktı (ZYE) elde edildi.

Besleme Çözeltilerinin Hazırlanması

Elektroğirme işleminde kullanılmak üzere besleme çözeltisi, 1 g PVA polimeri kullanılarak 90°C'de tamamen eriyinceye kadar 500 rpm'de karıştırıldı ve %10 (a/h) PVA çözeltisi elde edildi. Zeytin yaprağı ekstraktı içeren PVA polimer çözeltisinin hazırlanması için 10 mg ZYE tartıldı ve çözünmüş olan polimer çözeltisine ilave edildi ve bir gece boyunca homojen hale gelinceye kadar karıştırıldı. Boş ve ZYE içeren PVA çözeltisi elektroğirme işleminden besleme çözeltileri olarak kullanıldı.

Elektroğirme İşlemi

ZYE enkapsülasyonu, elektroğirme cihazı kullanılarak (Nanodev Scientific, Ankara, Türkiye) oda sıcaklığında gerçekleştirildi. Elektroğirme cihazı, şırınga pompası (New Era Pump Systems Inc., NE-300, Hauppauge, NY), yüksek voltajlı güç kaynağı (Spellman, CZE 1000R, High Voltage Electronics Corporation, Hauppauge, NY) ve toplama plakasından oluşmaktadır. Hazırlanan çözeltiler, bir şırınga pompasına yatay olarak yerleştirilmiş 5 ml'lik plastik şırıngalara doluyularak üretilen nanolifler alüminyum folyo üzerinde toplandı.

Deney Tasarımı

Yapılan ön denemeler sonucunda zeytin yaprağı ekstraktı ve PVA içeren besleme çözeltisi %10'luk konsantrasyonda sabit tutulmuştur.

Elde edilecek nanoliflerin çapı, boncuksuz ve homojen yapıda olması uygulanacak voltaj, şırınga ucu ile toplayıcı plaka arasındaki mesafe, hazırlanan çözeltinin akış hızı gibi parametrelerdeki değişikliklere göre belirlenmektedir. Optimum deney parametrelerinin seçiminde, tarama elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri alınan nanoliflerin morfolojik özelliklerinden yararlanılmıştır. Üretimin sürekli olduğu ve şırınga ucunda damlacık gözlenmediği en düşük ve en yüksek aralıklar tespit edilmiştir. Deney tasarımı Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Deney tasarımı

	Akış hızı (ml/sa)	Uzaklık (cm)	Voltaj (kV)
1	0.40	12.00	19.50
2	0.40	10.00	18.00
3	0.50	12.00	18.00
4	0.50	12.00	18.75
5	0.40	10.00	18.75
6	0.50	14.00	18.00
7	0.60	14.00	18.00
8	0.60	12.00	19.50
9	0.50	14.00	19.50
10	0.60	12.00	18.00
11	0.50	12.00	18.75
12	0.50	12.00	18.75
13	0.50	12.00	18.75
14	0.50	12.00	19.50
15	0.50	10.00	19.50
16	0.40	14.00	18.75
17	0.60	10.00	18.75
18	0.40	12.00	18.00

Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Elektroğirme yöntemiyle elde edilen nanoliflerin morfolojisi, 5 kV hızlanma voltajında ve 50.000 × büyütmede bir tarama elektron mikroskobu (SEM) (Supra 55, Carl Zeiss, Almanya) kullanılarak karakterize edildi. Numuneler 2 nm platin ile püskürtülerek kaplanmıştır. Ortalama lif çapını belirlemek için, her numune için rastgele seçilen 100 lif ImageJ yazılımı (Image J, NIH, Maryland, ABD) kullanılarak analiz edildi.

Zeytin Yaprağı Ekstraktının Nanoenkapsülasyonu, Elektroçirime Proses Optimizasyonu ve Karakterizasyonu

Antioksidan Aktivite ve Toplam Fenolik Madde Tayini

Zeytin yaprağı özü yüklü nanolif ve yüksüz nanolif örnekleri, 0.1 g tartıldı ve 10 mL distile su içine atıldı ve manyetik karıştırıcıda 750 rpm de nanolif çözülünceye kadar karıştırıldı. Bu örnekler antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde tayininde kullanıldı. Nanolif örneğinin antioksidan aktivite tayini, güçlü bir radikal olan DPPH (2,2-difenil-1-pikrillhidrazil)'ı indirgeme yeteneğine göre belirlenmiş ve Aytac & Uyar (2016) tarafından verilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Analiz sonuçlarının 517 nm' de absorbans değerleri spektrofotometrede (Cary60 UV\VIS, Agilent Technologies, Malaysia) okunmuştur. DPPH yöntemi ile % İnhibisyon değeri (ID) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% ID = \frac{(Abs_{kontrol} - Abs_{örnek})}{Abs_{kontrol}} \times 100$$

Abs_{kontrol}=Kontrolün absorbans değeri, Abs_{örnek}=Örneğin absorbans değeri olarak verilmiştir.

Toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak, Gallik Asit Eşdeğeri (µg GAE/mg nanolif) olarak belirlenmiştir ve örneklerin absorbans değerleri 760 nm'de ölçülmüştür (Tavassoli-Kafrani ve ark., 2017). Gallik asit standart eğrisi çizildi ve hesaplamada bu eğriden elde edilen denklem kullanıldı.

Enkapsülasyon Verimliliği ve Yükleme Kapasitesi

Zeytin yaprağı ekstraktının enkapsülasyon verimliliği (EV) ve yükleme kapasitesi (YK) (Göksen et al. 2020) yönteminde bazı modifikasyonlar yapılarak belirlendi. ZYE@PVAn alüminyum folyodan soyuldu ve %70'lik etanol çözeltisinde atıldı ve oda sıcaklığında karıştırılarak çözünmesi sağlandı. Daha sonra elde edilen süpernatantlar seyreltildi ve enkapsülasyon verimliliği ve yükleme kapasitesi toplam fenolik madde tayini kullanılarak aşağıdaki formüllere göre hesaplandı.

$$\% EV = \frac{(ZYE'nün nanolif içindeki gerçek miktarı)}{ZYE'nün nanolif içindeki teorik miktarı} \times 100$$

$$\% YK = \frac{(ZYE'nün nanolif içindeki gerçek miktarı)}{\text{nanolif miktarı}} \times 100$$

Bulgular ve Tartışma

Elektroçirime yöntemi kullanılarak elde edilen nanoliflerin morfolojik özellikleri zeytin yaprağı özütünün enkapsülasyonu, kontrollü salınımı ve dış etkenlerden korunması açısından önemlidir. Enkapsüle edilebilirliğinin belirlenmesi amacıyla akademik çalışmalar incelenerek ön denemeler yapılmıştır.

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile yapılan morfolojik incelemelerde, zeytin yaprağı özütünden elde nanoliflerin düzgün ve boncuksuz yapı oluşturabildiği görülmüştür. Elde edilen nanoliflerin çapları 115 ile 215 nm arasında değişmektedir. Proses parametrelerinde ki değişim lif çapına etkisi Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deney tasarımı ve çap değişiminde ki sonuçlar

	Akış hızı (ml/sa)	Uzaklık (cm)	Voltaj (kV)	Çap (nm)
1	0.40	12.00	19.50	215.60
2	0.40	10.00	18.00	113.97
3	0.50	12.00	18.00	202.67
4	0.50	12.00	18.75	135.47
5	0.40	10.00	18.75	182.33
6	0.50	14.00	18.00	180.07
7	0.60	14.00	18.00	207.63
8	0.60	12.00	19.50	203.12
9	0.50	14.00	19.50	126.92
10	0.60	12.00	18.00	146.02
11	0.50	12.00	18.75	104.03
12	0.50	12.00	18.75	108.09
13	0.50	12.00	18.75	114.09
14	0.50	12.00	19.50	123.86
15	0.50	10.00	19.50	137.03
16	0.40	14.00	18.75	120.17
17	0.60	10.00	18.75	133.89
18	0.40	12.00	18.00	115.97

Zeytin Yaprağı Ekstraktının Nanoenkapsülasyonu, Elektroğirme Proses Optimizasyonu ve Karakterizasyonu

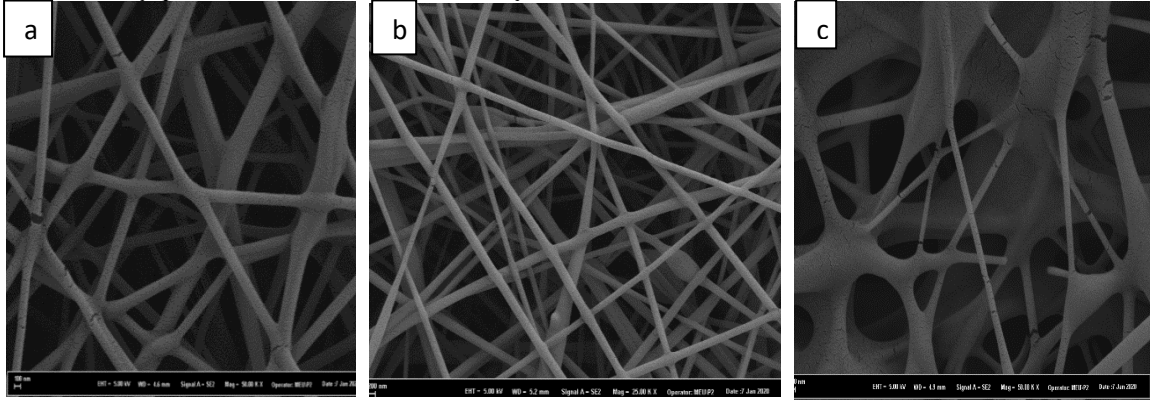
Akış Hızının Etkisi

Akış hızının artmasıyla birlikte şırınga iğnesinde ki damlanın kütlesi artacaktır bu durum iğne ucundan toplayıcı plakaya giden çözücünün tamamının buharlaşarak uçmasına engel olmaktadır. Bu nedenle akış oranı artırıldığında lif çapı artmakta ve boncuklu bir yapı oluşmaktadır. Toplayıcı plaka üzerinde biriken lifin yapısı, devam etmekte olan elektrik alan etkisi ve tam kurumamış olması nedeniyle lifin yassı benzeri bir görünüm olmasını sağlar (Sill and von Recum 2008).

Akış hızının düşük olması ise uygulanacak elektriksel alan ile toplayıcı plakaya çekilen polimer çözeltisini etkiler ve Taylor konisinin kesintisiz bir şekilde olmasına engel olur.

Farklı akış hızlarında sabit voltaj (18 kV) ve uzaklıkta (12 cm) zeytin yaprağı ekstraktından elde edilen nanoliflerin SEM görüntüleri şekil 1 de verilmiştir.

Akış hızı 0,4 ml/sa uygulanan nanolifin ortalama lif çapı 113.97 nm olarak bulunmuş ve



Şekil 1. Zeytin yaprağı ekstraktı yüklü nanoliflerin 18 kV voltaj ve 12 cm mesafede farklı akış hızlarında ki a) 0.40 ml/sa, b)0.50 ml/sa, c)0.60 ml/sa SEM görüntüleri

Toplayıcı plaka ile şırınga ucu arasındaki mesafedeki değişimlerin elektroğirme yöntemiyle elde edilen nanoliflerin morfolojik yapısı üzerindeki etkisini incelemek amacıyla 10, 12 ve 14 cm mesafeler de üretim yapılmıştır. Üretilen nanoliflerin SEM görüntüleri Şekil 2’ de verilmiştir. Mesafenin 10 cm olduğunda nanoliflerin çapı 202.67 nm olarak bulunmuş ve homojen bir dağılım gözlemlenmiştir (Şekil 2.

boncuklu yapı gözlenmemiştir (Şekil 1.a). Akış hızı 0.5 ml/sa çıkarıldığında ise ortalama lif çapı 202.67 nm olarak hesaplanmıştır (Şekil 1.b). Akış hızı 0.6 ml/sa olduğunda ise lifin yapısında bozulmalar ve yassılaşıma gözlenmiştir.

Toplayıcı Plaka ile Şırınga Ucu Arasındaki Mesafe

Elektroğirme işlemine etki eden faktörlerden bir diğeri de toplayıcı plaka ile şırınga ucu arasındaki mesafedir. Mesafe, çözeltinin jet oluşturacak şekilde ayarlanmalı ve çözücünün buharlaştırılarak uzaklaşması sağlamalıdır. Mesafenin kısa oluşu buharlaşma süresinin kısalttığı için toplayıcı plakada Taylor Konisindeki kararsızlığa neden olup ıslak ve boncuklu yapıda lifler oluşur. Buna bağlı olarak da lifler silindirik yapısını kaybeder yassı ve şerit şekline sahip olurlar. (Bhardwaj and Kundu 2010). Mesafenin uzun olması durumunda ise buharlaşma süresinin uzayacağından daha kuru ve küçük çaplarda lif oluşumunu gerçekleştirmektedir.

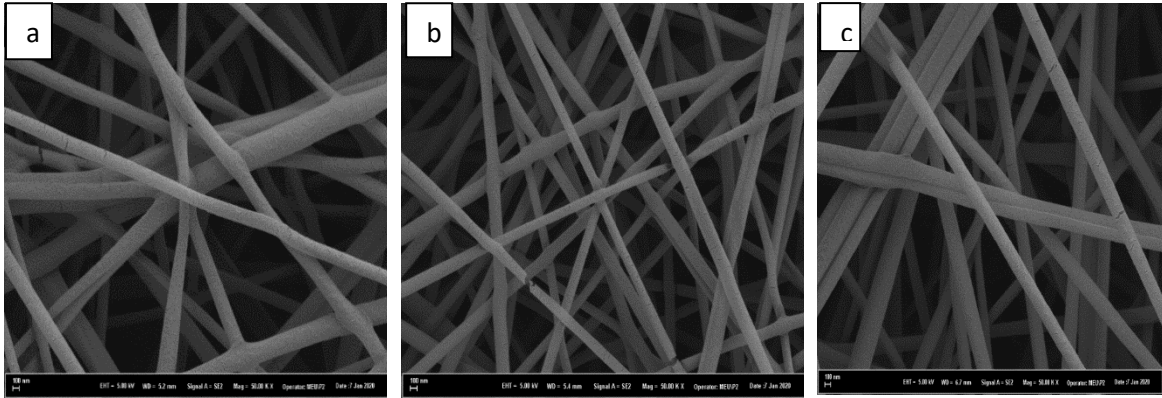
a). Mesafe 12 cm’e çıkarıldığında ise buharlaşma süresinde ki artışın etkisiyle lif çapında azalma olmuş ve ortalama lif çapı 135.47 nm olarak hesaplanmıştır (Şekil 2. b). Mesafenin 14 cm olması lif çapında azalmaya neden olmuş ama homojenik bir yapı gözlemlenmemiştir (Şekil 2.c).

Zeytin Yaprağı Ekstraktının Nanoenkapsülasyonu, Elektroğirme Proses Optimizasyonu ve Karakterizasyonu

Voltaj

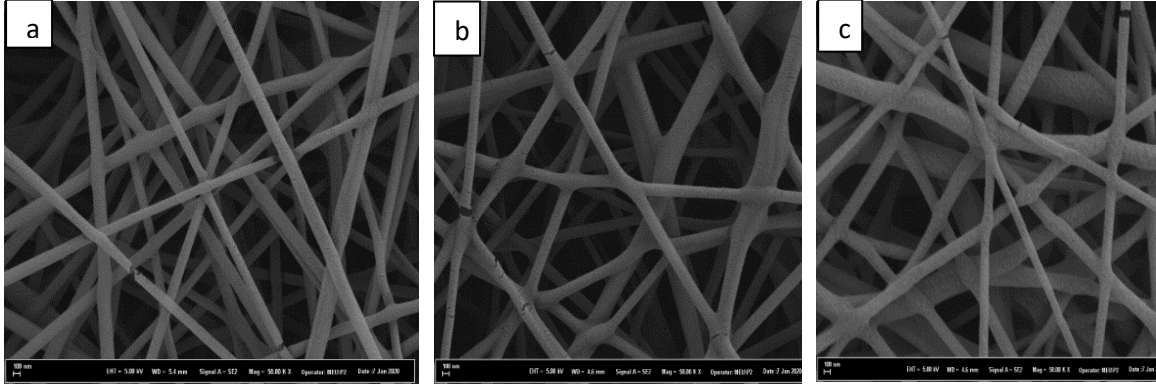
Elektroğirme prosesinde uygulanacak homojen yapıda bir lif oluşumu için en önemli parametrelerden biridir. Belirli bir voltaj değerine kadar lif oluşumu gözlenmemektedir. 18 kV'dan sonra lif oluşumu gözlenmeye başlamıştır. Bu nedenle uygulanacak voltaj aralığı 18 kV ile 19.50 kV aralığında seçilmiştir. Uygulanan voltaj değerine bağlı olarak lif çapında değişiklik görülmektedir. Düşük voltaj değerinde ortalama lif çapı azalırken, voltaj değeri artırıldığında ise homojen yapıda bozulma ve boncuk oluşumu görülmektedir. Zeinali ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada hünnap extract yüklü PVA nanolifleri üretilmiş ve karakterize edilmiştir. Nanoliflerin SEM görüntüleri doğrusal bir morfolojiye ve boncuksuz bir yapıya sahip bununla birlikte, PVA nanolif içine kapsüllenmiş hünnap özü şerit ve düz olarak görüntülenmiştir (Zeinali ve ark, 2021).

Kim ve ark., 2016 yılında yaptıkları çalışmada Çin ardıcı ekstraktı yüklü PVA nanolifleri üretmişlerdir. Proses parametreleri olarak voltaj, şırınga ucunda toplayıcı plaka arasındaki mesafe ve akış hızı sırasıyla 10 kV, 15 cm ve 2 ml/sa idi. Ekstrakt yüklü PVA nanoliflerin çapları, eklenen ekstrakt konsantrasyonuna göre 311 ve 368 nm arasında değişiklik göstermektedir. Nanolif çaplarının homojen ve boncuksuz yapısı SEM görüntüleri değerlendirilerek ortaya konmuştur. Estevez-Areco ve ark. (2020) biberiye ekstraktı yüklü PVA nanoliflerini 2.2 ml/sa akış hızında, 20 cm mesafede ve 30 kV voltaj kullanarak üretmişlerdir. Biberiye ekstraktı yüklü PVA nanoliflerinin ortalama çapını 180 nm olarak hesaplamışlardır. Elde edilen nanoliflerin morfolojisinin boncuksuz, tek düze ve homojen olduğunu belirtmişlerdir. Kullanılan polimerin ve ekstrakt konsantrasyonları, polimerin özellikleri, kullanılan cihaz ve çevresel koşullar proses parametrelerini etkilediği yapılan çalışmalar ile de ortaya konmuştur.



Şekil 2. Zeytin yaprağı ekstraktı yüklü nanoliflerin 18 kV voltaj ve 0.5 ml/sa akış hızında farklı uzaklıklarda ki a)10 cm, b)12 cm, c)14 cm SEM görüntüleri

Zeytin Yaprağı Ekstraktının Nanoenkapsülasyonu, Elektroçirime Proses Optimizasyonu ve Karakterizasyonu



Şekil 3. Zeytin yaprağı ekstrektü yüklü nanoliflerin 0.5 ml/sa akış hızı ve 12 cm mesafede farklı voltaj değerlerinde ki a)18 kV, b)18.75 kV, c)19.5 kV SEM görüntüleri

Antioksidan Aktivite, Toplam Fenolik Madde Tayini, Enkapsülasyon Verimliliği, Yükleme Kapasitesi

PVAn ve ZYE@PVAn nanoliflerinin inhibisyon değeri, toplam fenolik madde miktarı, enkapsülasyon verimliliği ve yükleme kapasitesi Çizelge 3'te verilmiştir. PVAn ve ZYE@PVAn nanolifinin inhibisyon değerleri ve toplam fenolik madde miktarları incelendiğinde, ZYE'nin nanolif ile kapsüle edildiği yapılan çalışmada ortaya konmuştur. PVAn nanolifin antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 2.65% ve 0.74 µg GAE/mg nanolif tespit edilmişken, ZYE@PVAn nanolifin ise 87.82% ve 5.77 µg GAE/mg nanolif olarak bulunmuştur. Doğan ve arkadaşlarının, 2016 yılında koaksiyel elektroçirime yöntemiyle kabuk/çekirdek morfolojisine sahip ve zeytin yaprağı ekstrektü (OLE) yüklü ipek fibroin (SF)/hyaluronik asit (HA) nanolifleri üretmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan OLE'nin toplam fenolik madde miktarı 14.04 mg GAE/g OLE bulunurken OLE

yüklü nanoliflerin toplam fenol içeriklerini ise 0.10-0.13 mg GAE/g nanolif olarak belirlenmiştir. OLE'nin toplam antioksidan kapasitesi 11.62 ± 1.22 mM Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC) /g OLE olarak tespit edilmiştir. ZYE yüklü nanoliflerin antioksidan kapasiteleri 2.74 ve 2.15 mM TEAC/g nanolif olarak bulunmuştur.

Antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarında ortaya çıkan farklılıklar, bitkinin yetiştiği bölge farklılıklarına, bitkinin genetiğine, toprağın mineral kompozisyonuna, iklim ve çevresel şartlara, ekstraksiyon işlemine ve koşullarına bağlı olmaktadır (Tavassoli-Kafrani ve ark., 2017; Zargoosh ve ark., 2019; Rashidi ve ark., 2021).

ZYE@PVAn'nın kapsülasyon verimliliği ve yükleme kapasitesi sırasıyla %78.53 ve %7.86 olarak hesaplanmıştır. Hünnap extract yüklü PVA nanolifinin kapsülasyon verimi ise 88.34% olarak belirlenmiştir (Zeinali ve ark., 2021).

Zeytin Yaprağı Ekstraktının Nanoenkapsülasyonu, Elektroğirme Proses Optimizasyonu ve Karakterizasyonu

Çizelge 3. Boş PVA nanoliflerinin ve ZYE yüklü PVA nanoliflerinin inhibisyon değeri, toplam fenolik madde miktarı, kapsülasyon verimliliği ve yükleme kapasitesi

	İnhibisyon değeri (%)	Toplam fenolik madde ($\mu\text{g GAE/mg nanolif}$)	Enkapsülasyon verimliliği (%)	Yükleme kapasitesi (%)
PVAn	2.65±0.21 ^a	0.74±0.21 ^a	-	-
ZYE@PVAn	87.82±1.87 ^b	5.77±1.70 ^b	78.53±0.69	7.86±0.07

Ortalama±;standart sapma. Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerlerin istatistiksel olarak önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir ($p<0.05$).

FTIR

ZYE, PVAn ve ZYE@PVAn nanoliflerin kimyasal karakterizasyonu Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) cihazı belirlenmektedir. Zeytin yaprağı ekstraktı ve enkapsülasyonda kullanılan kabuk materyali arasındaki olası etkileşimleri ortaya koymak ve ayrıca bağ yapısında oluşan değişikliklerin belirlenebilmesi sağlamak amacıyla FTIR tercih edilmiştir. ZYE, PVA nanolifin ve ZYE yüklü PVA nanolifinin kimyasal yapıları birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Bu sayede ZYE'nin nanolif ile kapsülasyonu da ortaya konmuştur.

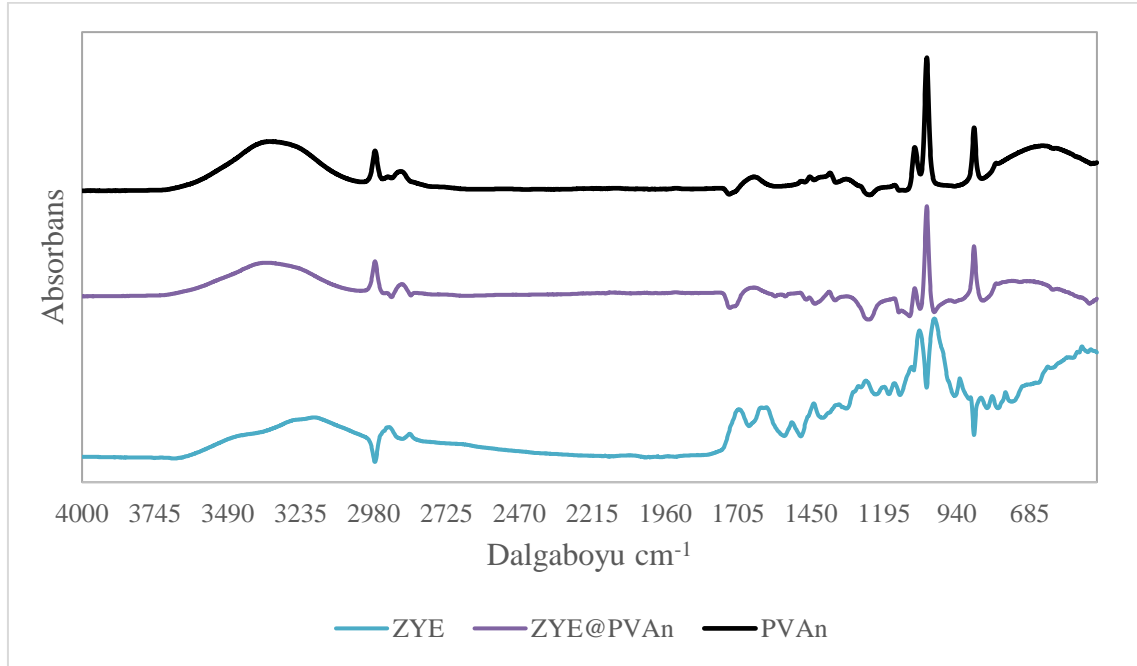
ZYE, 3189, 2973, 2895, 2848, 1733, 1599, 1506, 1443, 1335, 1221, 1115, 1004, 926, 879, 816 ve 767 cm^{-1} dalga boylarında önemli spektrumlar tespit edilmiştir. Fonksiyonel gruplarında bulunan bu spektrumlar C = C, N – H, O – H, C = O ve C-H' i ifade etmektedir (Kesente ve ark., 2017).

ZYE@PVAn nanolifinde ise belirlenen önemli spektrumlar ise 3335, 2973, 2870, 1596, 1445, 1330, 1150, 1083, 1047, 878 ve 649 cm^{-1} 'dir. ZYE yüklü PVA nanolifinde 3350-3200 cm^{-1} dalga boyu arasında belirlenen geniş pik hidroksil gruplarıyla ilişkilendirilebilir. 3335 cm^{-1} dalga boyunda oluşan keskin güçlü bant O-H bandı olarak tanımlanmaktadır. 1380-1200 cm^{-1} aralığında ki pikler O-H ve C-H gruplarının titreşimleri ve 850-600 cm^{-1} aralığında ki pikler ise OH ve CH gruplarının düzlem dışı titreşimleriyle ilişkilendirilmektedir (Kumeta ve ark., 2003; Khanna ve ark., 2005). Fenolik halkalardaki metilen grupları (C-H) veya N-H bükülmesi 2870 cm^{-1} dalga boyunda tespit

edilirken, 1700-1600 cm^{-1} civarındaki tepe noktası oleuropein, rutin ve karbonil gruplarının ise C = O bağlarının esnemesi ile belirlenmiştir. Aromatik halkalarda C bükülmesi 1330-1445 cm^{-1} aralığındaki dalgaboyunda pikler ile tespit edilmiştir. 650-880 cm^{-1} civarında ki pikler ise C – C, C – O'nun iskelet titreşimi ve ayrıca fenolik bileşiklerde bulunan C-H gruplarıyla ilişkilendirilmiştir. Belirlenen sonuçlar yapılan çalışmada tespit edilen pikler ile benzerlik gösterdiği ortaya konmuştur (Agatonovic-Kustrin ve ark., 2021). He ve ark. (2019), nar kabuğu ekstraktı (NKE) ve sodyum dehidroasetat (SD) içeren aktif bir polivinil alkol (PVA) kompozit film, elektroğirme yöntemi kullanılarak hazırladı. Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi yardımıyla NKE, SD ve PVA arasındaki etkileşimin karmaşık olduğunu gösterdi. Hem KKD hem de SD içeren tüm PVA nanoliflerinin, 3100–3500 cm^{-1} aralığında hidroksil titreşim tepe noktalarında bir "kayma" gerçekleştiği belirtildi. Artan KKD içeriğiyle birlikte de bu kayma gözlemlendi. KKD ve PVA arasındaki hidrojen bağlarının oluşumu ile atfedilmiştir. Bu nedenle FTIR sonuçları, KKD'nin dahil edilmesinin nanolif matların matrisindeki moleküller arası etkileşimin değiştirdiğini ve daha kompakt bir nanolif yapısına yol açtığını göstermiştir.

ZYE, PVAn ve ZYE@PVAn spektrumlarında elde edilen piklerdeki farklılık, moleküler arası etkileşimini ve yeni bağların oluştuğunun göstergesi olarak ifade edilebilir.

Zeytin Yaprağı Ekstraktının Nanoenkapsülasyonu, Elektroğirme Proses Optimizasyonu ve Karakterizasyonu



Şekil 4. ZYE, PVAn ve ZYE@PVAn FTIR spektrumları

Sonuç

Tarımsal atık olan zeytin yapraklarından elde edilen ekstraktın kapsülasyonu yapıldığında gıda endüstrisinde verimli bir şekilde kullanılabilir ve ayrıca kozmetik ve ilaç üretiminde kullanılan sentetik antioksidanların yerini alabilir. Doğal antioksidanlara yönelik artan talep, bu alandaki araştırmaların önemini güçlendirmektedir ve bu çalışmanın sonuçları elektroğirme teknolojisinin, fenolik bileşiklerce zengin ekstraktların kapsülasyonunda etkili ve yeni bir yöntem olduğunu göstermektedir. ZYE@PVAn nanoliflerinin boncuksuz, homojen dağılımlı düzgün bir nanolif yapısının eldesi için optimum elektroğirme proses değerleri akış hızı 0.50 ml/saat, voltaj 18.75 kV ve uzaklık 12 cm olarak tespit edilmiştir. ZYE@PVAn'nın enkapsülasyon verimliliği ve yükleme kapasitesi sırasıyla %78.53 ve %7.86 olarak bulunmuştur. FTIR alınan spektrumlar incelendiğinde ZYE'nin PVA nanoliflerine yüklendiği moleküler etkileşim ile de kanıtlanmıştır. Elde edilen nanokapsüllemiş zeytin yaprağı ekstraktının gıda aktif paketleme ve diğer gıda uygulamalarda kullanılabilirliği ortaya konmaktadır.

Teşekkür

Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP) tarafından 2021-1-TP2-4350 no'lu proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Bajalan, I., Rouzbahani, R., Pirbalouti, A. G. ve Maggi, F. (2017). Antioxidant and antibacterial activities of the essential oils obtained from seven Iranian populations of *Rosmarinus officinalis*. *Industrial Crops and Products*, 107(February), 305–311. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.05.063>
- Aytac, Z. ve Uyar, T. (2016). Antioxidant activity and photostability of α -tocopherol/ β -cyclodextrin inclusion complex encapsulated electrospun polycaprolactone nanofibers. *European Polymer Journal*, 79, 140-149. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2016.04.029>
- El Asbahani, A., Miladi, K., Badri, W., Sala, M., Addi, E.A., Casabianca, H., El

Zeytin Yaprağı Ekstraktının Nanoenkapsülasyonu, Elektroğirme Proses Optimizasyonu ve Karakterizasyonu

- Mousadik, A., Hartmann, D., Jilale, A., Renaud, F.N.R. ve Elaissari, A., (2015). Essential oils: From extraction to encapsulation. *International journal of pharmaceutics*, 483(1-2), 220-243. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2014.12.069>
- Estevez-Areco, S., Guz, L., Candal, R. ve Goyanes, S. (2020). Active bilayer films based on cassava starch incorporating ZnO nanorods and PVA electrospun mats containing rosemary extract. *Food hydrocolloids*, 108, 106054. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106054>
- Bhardwaj, N., & Kundu, S. C. (2010). Electrospinning: a fascinating fiber fabrication technique. *Biotechnology advances*, 28(3), 325-347. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2010.01.004>
- Cho, W. Y., Kim, D. H., Lee, H. J., Yeon, S. J. ve Lee, C. H. (2020). Evaluation of effect of extraction solvent on selected properties of olive leaf extract. *Journal of Food Quality*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/3013649>
- Ezhilarasi, P. N., Karthik, P., Chhanwal, N. ve Anandharamakrishnan, C. (2013). Nanoencapsulation techniques for food bioactive components: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(3), 628-647. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0944-0>
- Fathi, M., Martín, Á. ve McClements, D. J. (2014). Nanoencapsulation of food ingredients using carbohydrate based delivery systems. *Trends in food science & technology*, 39(1), 18-39. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.06.007>
- Gökmen, S., Palamutoğlu, R. ve Sarıçoban, C. (2012). Gıda endüstrisinde enkapsülasyon uygulamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(1), 36-50.
- Göksen, G., Fabra, M. J., Ekiz, H. I. ve López-Rubio, A. (2020). Phytochemical-loaded electrospun nanofibers as novel active edible films: Characterization and antibacterial efficiency in cheese slices. *Food Control*, 112, 107133. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107133>
- Xue, J., Wu, T., Dai, Y. ve Xia, Y. (2019). Electrospinning and electrospun nanofibers: Methods, materials, and applications. *Chemical reviews*, 119(8), 5298-5415. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.8b00593>
- Hassen, I., Casabianca, H., & Hosni, K. (2015). Biological activities of the natural antioxidant oleuropein: Exceeding the expectation—A mini-review. *Journal of Functional Foods*, 18, 926-940. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.09.001>
- Ryan, D. ve Robards, K. (1998). Critical Review. Phenolic compounds in olives. *Analyst*, 123(5), 31R-44R. <https://doi.org/10.1039/a708920a>
- Sill, T. J. ve Von Recum, H. A. (2008). Electrospinning: applications in drug delivery and tissue engineering. *Biomaterials*, 29(13), 1989-2006. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2008.01.011>
- Zhang, C., Li, Y., Wang, P. ve Zhang, H. (2020). Electrospinning of nanofibers: Potentials and perspectives for active food packaging. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(2), 479-502. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12536>
- Wen, P., Zong, M. H., Linhardt, R. J., Feng, K. ve Wu, H. (2017). Electrospinning: A novel nano-encapsulation approach for bioactive compounds. *Trends in Food Science & Technology*, 70, 56-68. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.10.009>
- Soleimanifar, M., Jafari, S. M. ve Assadpour, E. (2020). Encapsulation of olive leaf phenolics within electrospayed whey protein nanoparticles; production and characterization. *Food Hydrocolloids*, 101, 105572.

Zeytin Yaprağı Ekstraktının Nanoenkapsülasyonu, Elektroçirime Proses Optimizasyonu ve Karakterizasyonu

- <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105572>
- Kumeta, K., Nagashima, I., Matsui, S., & Mizoguchi, K. (2003). Crosslinking reaction of poly (vinyl alcohol) with poly (acrylic acid)(PAA) by heat treatment: effect of neutralization of PAA. *Journal of applied polymer science*, 90(9), 2420-2427. <https://doi.org/10.1002/app.12910>
- Khanna, P. K., Singh, N., Charan, S., Subbarao, V. V. V. S., Gokhale, R., & Mulik, U. P. (2005). Synthesis and characterization of Ag/PVA nanocomposite by chemical reduction method. *Materials chemistry and physics*, 93(1), 117-121. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2005.02.029>
- Agatonovic-Kustrin, S., Gegechkori, V., Petrovich, D. S., Ilinichna, K. T. ve Morton, D. W. (2021). HPTLC and FTIR Fingerprinting of Olive Leaves Extracts and ATR-FTIR Characterisation of Major Flavonoids and Polyphenolics. *Molecules*, 26(22), 6892. <https://doi.org/10.3390/molecules26226892>
- Kesente, M., Kavetsou, E., Roussaki, M., Bliidi, S., Loupassaki, S., Chanioti, S., Siamandoura, P., Stamatogianni, C., Philippou, E., Papaspyrides, C. ve Vouyiouka, S. (2017). Encapsulation of olive leaves extracts in biodegradable PLA nanoparticles for use in cosmetic formulation. *Bioengineering*, 4(3), 75. <https://doi.org/10.3390/bioengineering4030075>
- Kim, J. H., Lee, H., Jatoi, A. W., Im, S. S., Lee, J. S., ve Kim, I. S. (2016). Juniperus chinensis extracts loaded PVA nanofiber: Enhanced antibacterial activity. *Materials Letters*, 181, 367-370. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2016.05.164>
- Tavassoli-Kafrani, E., Goli, S. A. H. ve Fathi, M. (2017). Fabrication and characterization of electrospun gelatin nanofibers crosslinked with oxidized phenolic compounds. *International journal of biological macromolecules*, 103, 1062-1068. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.05.152>
- Rashidi, M., Mansour, S. S., Mostashari, P., Ramezani, S., Mohammadi, M. ve Ghorbani, M. (2021). Electrospun nanofiber based on Ethyl cellulose/Soy protein isolated integrated with bitter orange peel extract for antimicrobial and antioxidant active food packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, 193, 1313-1323. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.10.182>
- Zargoosh, Z., Ghavam, M., Bacchetta, G., & Tavili, A. (2019). Effects of ecological factors on the antioxidant potential and total phenol content of *Scrophularia striata* Boiss. *Scientific Reports*, 9(1), 1-15. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52605>



Araştırma Makalesi

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

**Başak AYDIN^{1*} Erol ÖZKAN¹ Emel KAYALI¹ Volkan ATAV¹
Mehmet Ali GÜRBÜZ¹ İlker KURŞUN² İhsan Engin KAYHAN³**

ABSTRACT

In this study, the differences between the socio economic characteristics and agricultural applications of the producers who had soil analysis and those who did not were determined in Edirne and Tekirdağ provinces, and a comparative analysis was done in terms of fertilization and soil analysis applications. In each province, 3 laboratories which had the most sample acceptance number for soil analysis were selected. In 2015, a total of 200 producers were interviewed, including 60 producers from 20 producers who applied to the laboratories and benefited from soil analysis subsidies, and 40 producers with similar characteristics who did not benefit from soil analysis subsidies in the same regions. The differences between the socio-economic characteristics of the producers were determined by non-linear canonical correlation analysis. It was seen that the education level of the producers, the total size of the land they cultivated, having non-agricultural income and having agricultural insurance were the most important variables in the differences between the producers who had soil analysis and those who did not.

Keywords: Agricultural applications, fertilization, non-linear canonical correlation, soil analysis, subsidy

Edirne ve Tekirdağ İllerinde Tarım İşletmelerinin Toprak Analizi Uygulamalarının ve Gübreleme Alışkanlıklarının Karşılaştırmalı Analizi

ÖZ

Bu çalışmada Edirne ve Tekirdağ illerinde toprak analizi yaptıran ve yaptırmayan üreticilerin sosyo ekonomik özellikleri ve tarımsal uygulamaları arasındaki farklar belirlenmiş olup, gübreleme ve toprak analizi uygulamaları açısından karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Laboratuvar seçimi toprak analizi için numune kabul sayısı en fazla olan laboratuvarlar arasından üçer tane gayeli olarak yapılmıştır. 2015 yılında laboratuvarlara başvuran ve toprak analiz desteğinden yararlanan üreticilerden 20'şer kişiden toplamda 60 kişi ile yine aynı yörelerde, benzer özelliklere sahip toprak analizi desteğinden yararlanmamış olan 40 üretici olmak üzere, toplamda 200 üretici ile görüşülmüştür. Üreticilerin sosyo ekonomik özellikleri arasındaki farklar doğrusal olmayan kanonik korelasyon analizi ile belirlenmiştir. Üreticilerin eğitim düzeyi, işledikleri toplam arazi büyüklüğü, tarım dışı gelir sahibi olma ve tarım sigortası yaptıran durumlarının toprak analizi yaptıran ve yaptırmayan üreticiler arasındaki farklılıklarda en önemli değişkenler olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Tarımsal uygulamalar, gübreleme, doğrusal olmayan kanonik korelasyon, toprak analizi, destekleme

ORCID ID (In order of author)

0000-0002-5047-7654, 0000-0003-3130-6216, 0000-0001-7682-3060, 0000-0003-2719-8398,
0000-0002-4344-992X, 0000-0001-9556-8245, 0000-0001-7513-4087

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 25.12.2021

Kabul Tarihi: 24.07.2023

¹ Atatürk Soil Water and Agricultural Meteorology Research Institute, Kırklareli

² Batı Akdeniz Agricultural Research Institute, Antalya

³ Kırklareli Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, Kırklareli

* Email: basakaydin_1974@yahoo.com

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

Introduction

The sustainability of agricultural production is only possible with the application of appropriate agricultural methods. The increase in the food requirements of the increasing population and the size of the economic value of the resulting market cause some environmental damage. Misapplications made during the farming stages reach the implementers indirectly, and the negative consequences occur over time (Sönmez et al., 2008).

The fact that the limit of agricultural areas has been reached in the world, the continuous decrease in the rural population, the increase in the world population, and in parallel with this increase, the scarcity and inadequate nutrition problems occurring especially in the underdeveloped and developing countries, it has become a necessity to increase the possibilities of obtaining the highest yield from the unit area. In all agricultural countries, besides important factors such as irrigation, mechanization, spraying, good seeds, and training of the farmer, the use of fertilizers has gained great importance.

Excessive chemical fertilization application is one of the most important factors causing environmental pollution in agricultural processes. Nitrate pollution in groundwater, toxicity caused by phosphorus compounds, and destruction of ammonia in the atmosphere can be counted as an example of environmental problems caused by excessive fertilization applications (Onho and Erich, 1990; Wang et al., 2013). Good fertilization is done by determining the type and amount of fertilizer that the plant needs and giving this fertilizer to the soil at the right time in accordance with its technique.

Balanced fertilization is one of the most important elements of obtaining high-quality and abundant products from the unit area in plant production. Balanced fertilization is to

give all the plant nutrients that are deficient in the soil at the appropriate time, in appropriate amounts and forms and in an appropriate manner, depending on the soil characteristics. Which fertilizer will be given when in what form and in what amount is determined as a result of soil analysis? Soil analyzes make very important contributions to the protection of the productivity potential of the soil, the nutrition and health of humans and animals, and the prevention of environmental pollution, in addition to the increase in yield and quality in plant production with balanced fertilization (Gezgin, 2011).

In this study, the differences between the basic characteristics and attitudes of the producers who had soil analysis and those who did not were determined in Edirne and Tekirdağ provinces. The fertilization and soil analysis applications of the producers in both groups were examined, a comparative analysis of the producer groups was performed and some suggestions were developed towards the results obtained.

Materials and Methods

The primary data of the research consists of the data obtained from the survey studies conducted with the producers who had soil analysis in 2015 in the laboratories that accepted the most sampling for soil analysis and gave fertilizer advice in the provinces of Edirne and Tekirdağ, which had the largest number of laboratories in the Thrace Region.

In the provinces determined in the research, 3 laboratories were selected among the laboratories with the highest number of sample acceptances for soil analysis. For each province, total of 60 producers who applied to the laboratories in 2015 and who utilized from soil analysis subsidies, and total of 40 producers with similar characteristics (land size, product pattern, etc.) who did not utilize from soil analysis subsidies and consequently, total of 200 producers were interviewed.

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

The compiled data were coded, loaded into the computer and evaluated with the widely used SPSS program. Descriptive statistics and cross tables were used in the analysis of the data obtained. Whether there was a difference between the groups in terms of fertilization and soil analysis practices and opinions of the producers who had soil analysis and those who did not, was determined by a chi-square test, and the differences between the socio-economic characteristics of the producers were determined by non-linear canonical correlation analysis (NLCCA). Nonlinear canonical correlation analysis is a technique used to examine relationships between sets of two and more than two variables. The fact that it does not have assumptions like other multivariate analysis techniques and can be applied to categorical data enables the analysis to be used in many areas. The most basic feature of nonlinear canonical correlation analysis is that the user can choose the scale levels of the variables (Van De Geer, 1987). As the analysis can be applied to categorical data, the numerical variable is categorized and included in the analysis.

Classical Linear Canonical Correlation Analysis (CCA) forms the basis of NLCCA. CCA, which was developed by Hotelling in 1936, is one of the multivariate statistical analysis techniques that reveal the degree of relationship (correlation) between the set of independent variables and the set of dependent variables (Tekin, 1993). There are some assumptions required for performing CCA. These assumptions are; the variables show a multivariate normal distribution, the amount of data in the sets is high enough for the analysis result to be reliable, there are no outliers in the data set, there should not be more than enough and irrelevant variables in the data matrix, and

there should not be a full correlation between the variables (Filiz and Kolukisaoğlu, 2012). In addition, in CCA, the variables should be equally spaced or scaled proportionally (Süt, 2001). If one or more of these assumptions are not met, NLCCA is used (Gifi, 1989). The solution technique of nonlinear canonical correlation analysis (overalls) was first introduced by Gifi and redeveloped in 1984 by Van Der Burg, De Leew and Verdagaal and in 1987 by Gfi. The analysis examines two or more sets of variables and investigates how similar the clusters are to each other (Hsieh, 2001). NLCCA is designed for the problems of categorical variables with variable sets.

As a result of the analysis, the degree of relationship between dimensions is interpreted with the canonical correlation coefficient. This value is between 0 and 1 and is expressed as a percentage value. The canonical correlation coefficient cannot be seen after the analysis, but it can be obtained by the following formula.

$$\text{Canonical Correlation} = [(\text{Number of Sets} * \text{Eigenvalue}) - 1] / (\text{Number of Sets} - 1)]$$

In the NLCCA application results, there is no test value other than the canonical correlation coefficient.

The variable sets and scaling levels created for NLCCA are given in Table 1. In the nonlinear canonical correlation analysis, the number of variable sets was taken as two. In the first variable set, soil analysis, age, education level, number of family members, agricultural experience, and total land size variables, in the second variable set, seed type, agricultural insurance, non-agricultural income, type of activity and contract production variables took place. The socio-economic characteristics of the producers were evaluated in Set 1 and their agricultural practices were evaluated in Set 2.

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

Table 1. Variable list and optimal scaling levels

Optimal Scaling Name and Level	Categories
Soil analysis	(1) Having soil analysis (2) Not having soil analysis
Age	(1) Young (20-40 years old) (2) Middle-aged (41-60 years old) (3) Elder (61 years and above)
Education level	(1) Primary school (2) Secondary School (3) High School (4) University
Number of family members	(1) Few individuals (1-3) (2) Moderate number of individuals (4-5) (3) Multi-individual (6 and above)
Agricultural experience	(1) Less than 25 years (2) 25 years and above
Total land size	(1) 0-25 ha (2) 25 ha and above
Seed type	(1) Certified (2) Conventional
Agricultural insurance	(1) Yes (2) No
Non-agricultural income	(1) Yes (2) No
Type of activity	(1) Vegetative (2) Vegetative + Animal
Contracted production	(1) Yes (2) No

Results and Discussion

In this part of the study, by non-linear canonical correlation analysis, the differences between the producer groups who had soil analysis and those who did not were presented and the results were interpreted.

Descriptive statistics of the variables are given in Table 2. 60.83% of the producers who had soil analysis and 56.25% of the producers who did not have soil analysis were in the middle-aged class. While 17.50% of the producers who had soil analysis were college/university graduates, this ratio was found as 5% in the producer group who did not have soil analysis. The ratio of the producers who were high school/university graduates in the enterprise group that had the analysis was higher than the producers in the enterprise group that did not have the soil analysis. In another the study conducted by Gülaç (2011) in Sivas province, it

was determined that the education level of the producers who had soil analysis was higher than those who did not. In the study conducted by Güldal (2016) in Konya province, the ratio of university graduates in the enterprise group that had soil analysis was higher than the producers who did not have soil analysis. The study was conducted by Tanrıverdi (2017) determined that the ratio of producers who stated that they were primary school graduates in enterprises that had soil analysis was lower than those who did not have analysis. The result of the research was similar to the literature of Gülaç (2011), Güldal (2016) and Tanrıverdi (2017).

It was determined that the families of more than half of the producers in both groups consisted of 4-5 people, and it was seen that the producers who stated that their families consisted of 1-3 people were predominantly in the farm group

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

that did not have soil analysis. It was seen that 46.67% of the producers who had the analysis and 33.75% of the producers who did not have the analysis had less than 25 years of agricultural experience. In the study conducted by Güldal (2016), it was determined that 30.16% of the producers who had soil analysis and 14.28% of those who did not have soil analysis had less than 20 years of agricultural experience, which was similar to the research result.

While 74.17% of the producers in the farm group that had the analysis stated that the total size of the land, they cultivated was higher than 25hectars, this ratio was found to be 40% in the producer group that did not have soil analysis. In the study conducted by Gülaç (2011) it was determined that 38% of the producers who had soil analysis had a land size of more than 40 hectares and this ratio was found as 16% in the producer group that did not have soil analysis.

While 95% of the producers who had the analysis stated that they used certified seeds, the ratio of the producers who stated that they used certified seeds in the producer group who did not have the analysis was found to be 83.75%. 75.83% of the producers who had the analysis and 63.75% of the producers who did not have the analysis stated that they had agricultural insurance.

The ratio of producers who stated that they had non-agricultural income in both producer groups was quite close to each other. 80.83% of the producers who had the analysis and 66.25% of the producers who did not have the analysis stated that they only engaged in vegetative production. It was seen that livestock activities

were more common in the producer group that did not have soil analysis.

10.83% of the producers who had soil analysis and 6.25% of the producers who did not have soil analysis stated that they performed contracted production.

In terms of the variables discussed, it was seen that the education level of the producers who had the analysis, the size of the land they cultivated, certified seeds usage, agricultural insurance, having non-agricultural income and contracted production were higher (Table 2).

The average loss values for the considered NLCCA sets were found as 0.269 for the first dimension and 0.294 for the second dimension (Table 3). The loss value being close to zero indicates that the explanatory power of the solution is high. By subtracting the average losses from 1, the amount of the relationship shown in the dimensions, that is, the eigenvalue is obtained. The amount of the relationship shown in the first dimension was found to be 0.731 and the amount of the relationship shown in the second dimension was 0.706. The total fit value for the analysis was calculated as 1.437. Since the highest value of the fit was 2 in the analysis, it was concluded that the value found ($1.437/2$ (71.85%)) was within the acceptable range (Table 3). The canonical correlation coefficients calculated for NLCCA were 0.462 for the first dimension and 0.412 for the second dimension. These values indicated that the sets were in a moderate level in the first dimension and in the second dimension, and that the sets had a positive relationship in terms of the variables considered.

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

Table 2. Descriptive statistics of variables

Variables	Soil Analysis		No Soil Analysis	
	Number	%	Number	%
Age				
Young (20-40 years old)	14	11.67	13	16.25
Middle-aged (41-60 years old)	73	60.83	45	56.25
Elder (61 years and older)	33	27.50	22	27.50
Education level				
Primary school	45	37.50	35	43.75
Secondary school	16	13.33	20	25.00
High school	38	31.67	21	26.25
University	21	17.50	4	5.00
Number of family members				
Few individuals (1-3)	33	27.50	35	43.75
Moderate number of individuals (4-5)	67	55.83	40	50.00
Multi-individual (6 and above)	20	16.67	5	6.25
Agricultural experience				
Less than 25 years	56	46.67	27	33.75
25 years and above	64	53.33	53	66.25
Total land size				
0-25 ha	31	25.83	48	60.00
25 ha and above	89	74.17	32	40.00
Seed type				
Certified	114	95.00	67	83.75
Conventional	6	5.00	13	16.25
Agricultural insurance				
Yes	91	75.83	51	63.75
No	29	24.17	29	36.25
Non-agricultural income				
Yes	69	57.50	44	55.00
No	51	42.50	36	45.00
Type of activity				
Vegetative	97	80.83	53	66.25
Vegetative + Animal	23	19.17	27	33.75
Contracted production				
Yes	13	10.83	5	6.25
No	107	89.17	75	93.75

Table 3. Concordance values for the analysis

		Dimension		
		1	2	Total
Loss Function	Set 1	0.269	0.294	0.564
	Set 2	0.269	0.294	0.563
	Average	0.269	0.294	0.563
Eigen Value		0.731	0.706	
Fit				1.437

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

The weights, which are the coefficients used in obtaining the canonical variables, also show the contribution of the variables to the fit of the dimensions. The highest contributions were non-agricultural income (0.629), agricultural insurance (0.403), total land size (0.353), education level (0.341) for the first dimension and the number of family members (0.570),

agricultural experience (0.514), non-agricultural income (0.482), total land size (0.462) for the second dimension. It was possible to mention that these variables were the factors that created the main difference between the producers who had soil analysis and those who did not (Table 4)

Table 4. Weight loads of the variables

Set	Variables	Dimension	
		1	2
1	Soil analysis	-0.089	-0.233
	Age	-0.241	-0.439
	Education level	0.341	-0.188
	Number of family members	0.242	-0.570
	Agricultural experience	-0.088	0.514
	Total land size	0.353	0.462
2	Seed type	-0.302	-0.081
	Agricultural insurance	-0.403	-0.439
	Non-agricultural income	0.629	-0.482
	Type of activity	-0.081	0.134
	Contracted production	-0.300	-0.339

Variables considered in the component loads graph (Figure 1) are expected to be as far from the origin as possible. It was seen that the education level of the producers, the total size of the land they cultivated, having non-agricultural income and having agricultural insurance were the most important variables in the differences between the producers who had soil analysis and those who did not.

The main characteristics of producers using certified wheat seeds developed by the public or

private sector in the Polatlı district of Ankara province and the factors causing differences between them were determined by non-linear canonical correlation analysis by Köksal and Cevher (2015) and it was determined that these factors were the frequency of use of certified wheat seeds by the producers, the land size and having crop insurance, which was similar to the results of the research.

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

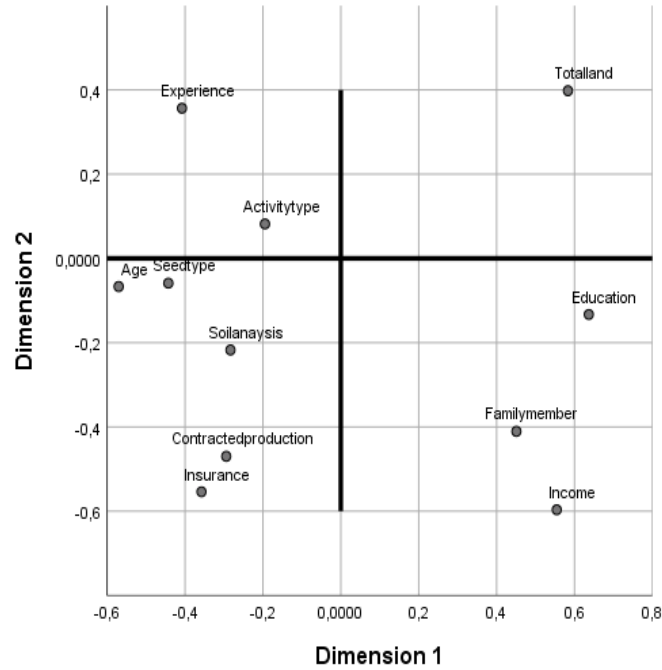


Figure 1. Representation of component loads of variables

When the graph of the categories of the variables was examined, it was seen that the young and middle-aged producers in the enterprise group that had soil analysis were university graduates, had agricultural insurance, the total size of the land they cultivated was more than 25 hectares, and they used certified

seeds. It was seen that the producers in the elder group in the enterprise group that did not have soil analysis did not have agricultural insurance, the total size of the land they cultivated was less than 25 ha, they did not make contracted production and they used conventional seeds (Figure 2).

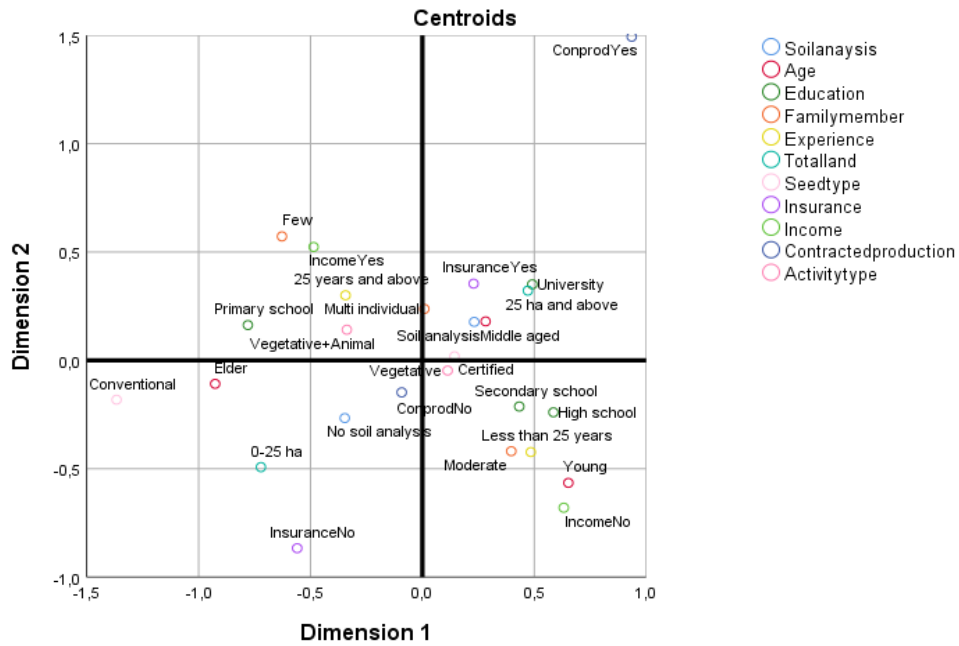


Figure 2. Graphical representation of variable categories

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

The distribution of producers according to their training on fertilization is given in Table 5. 41.67% of the producers who had soil analysis and 33.75% of the producers who did not have soil analysis stated that they received training on fertilization. As a result of the chi-square test, it was determined that the training status of the producers on fertilization did not change

according to the producer groups.

In the study conducted by Yılmaz et al. (2009), it was determined that the majority (78.57%) of the producers and in the study conducted by Tanrıverdi (2017), it was determined that the majority (92.68%) of the producers did not receive training on fertilization, which was similar to the result of the research.

Table 5. The training status of producers on fertilization

Fertilization training	Soil Analysis		No Soil Analysis		Total	
	Number	%	Number	%	Number	%
Yes	50	41.67	27	33.75	77	38.50
No	70	58.33	53	66.25	123	61.50
Total	120	100.00	80	100.00	200	100.00
Chi-square: 1.271 p: 0.260						

Producers were also asked under which conditions they would have a soil analysis done regularly, and their distribution according to the answers they gave is given in Table 6. It was determined that the most effective factor for the producers in both groups to have a soil analysis done regularly was the free-soil analysis. Producers in both groups stated that they would have soil analysis done if the state supported the fertilizer received by the farmer who used fertilizer according to the soil analysis and if the soil analysis was made compulsory, respectively. Apart from these conditions, the producers in both groups declared that they would have the soil analysis done regularly if the fertilizer was not sold to the farmer who did not have the analysis, the analyzes were made in a short time, and the producer was trained on taking soil samples, respectively.

In the study conducted by Yılmaz et al. (2009), the producers declared that they would have soil analysis regularly if the state supported the fertilizer purchased by the farmer who used fertilizer according to the soil analysis, the soil analyzes were made compulsory, the analyzes were made in a short time, the producers were trained in taking soil samples and the analyzes were carried out free of charge, respectively. In the study carried out by Gülaç (2011), the

producers who had soil analysis and those who did not declared that they would have soil analysis done regularly if the analyzes were made in a short time, the analyzes were carried out free of charge, the producers were trained on taking soil samples, no fertilizer sales were made to the producers who did not have the analysis, and support was given to the farmer who bought fertilizer according to the soil analysis, respectively. In the study conducted by Küçükkaya and Özçelik (2014), the producers declared that they would have a soil analysis done regularly if the soil analyzes were made free of charge, if the state supported the fertilizer purchased by the farmer who used fertilizer according to the soil analysis, and if the fertilizer was not sold to the farmer who did not have the analysis. In the study conducted by Çönoğlu et al. (2016), producers stated that they would have soil analysis in the future if they were given information about taking soil samples, if soil analyzes were carried out at a more affordable price, if the state supported the fertilizer purchased by the farmer who used fertilizer according to soil analysis, if fertilizer sales were not made to farmers who did not have an analysis, and if analyzes were carried out in a short time, respectively.

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

Table 6. Conditions of producers to have soil analysis regularly

Conditions for regular soil analysis	Soil Analysis		No Soil Analysis		Total*	
	Number	%	Number	%	Number	%
If soil analyzes are done free of charge	79	65.83	50	62.50	129	64.50
If the state supports the fertilizer bought by the farmer who uses fertilizer according to soil analysis	68	56.67	44	55.00	112	56.00
If soil analyzes are made mandatory	43	35.83	30	37.50	73	36.50
If fertilizer is not sold to the farmer who does not have an analysis,	27	22.50	13	16.25	40	20.00
If the analyzes are done in a short time	15	12.50	14	17.50	29	14.50
If training is given on taking soil samples	10	8.33	14	17.50	24	12.00
Other	12	10.00	4	5.00	16	8.00

* More than one option marked

The distribution of the producer's fertilizer types prefer is given in Table 7. All of the producers in both groups stated that they used chemical fertilizers during the plant growth stage. It was determined that in the producer group who had soil analysis, the preferred types of fertilizers, apart from chemical fertilizers, were foliar fertilizer, organic fertilizer and farmyard manure, respectively, while in the producer group who did not have the analysis, they were organic fertilizer, farm

manure, foliar fertilizer and green manure, respectively. In the study conducted by Kızıloğlu and Kızılaslan (2017) in Kahramanmaraş, it was determined that the producers who had soil analysis and those who did not, and in the study conducted by Yüzbaşıoğlu (2020) in the province of Tokat, they were determined the producers primarily preferred chemical fertilizers during agricultural production which is similar to the present research results.

Table 7. Fertilizer types preferred by producers

Types of fertilizers	Soil Analysis		No Soil Analysis		Total	
	Number	%	Number	%	Number	%
Chemical fertilizers	120	100.00	80	100.00	200	100.00
Organic fertilizer	7	5.83	12	15.00	19	9.50
Farm manure	6	5.00	10	12.50	16	8.00
Foliar fertilizer	10	8.33	6	7.50	16	8.00
Green manure	0	0.00	1	1.25	1	0.50

* More than one option marked

The fertilizer application methods of producers were also investigated (Table 8). 92.50% of the producers who had soil analysis and 88.75% of the producers who did not have soil analysis stated that they fertilized by spreading. 79.17% of the producers who had the analysis and 70% of the producers who did not have the analysis

stated that they applied fertilization to the base with planting. In both producer groups, the ratio of application of fertilization with drip irrigation to both the bottom and the top was quite low, and this ratio was determined as 4% compared to the average of the enterprises.

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

Table 8. Fertilizer application methods of producers

Fertilizer application methods	Soil Analysis		No Soil Analysis		Total	
	Number	%	Number	%	Number	%
Spreading	111	92.50	71	88.75	182	91.00
With the sowing	95	79.17	56	70.00	151	75.50
Both bottom and top with drip irrigation	6	5.00	2	2.50	8	4.00

* More than one option marked

The distribution of the producers according to fertilizer supply locations is given in Table 9. It was determined that the fertilizer dealer and the agricultural credit cooperative took the first two ranks in terms of the place where the producers who had soil analysis and those who did not, got fertilizer. Apart from that, it was concluded that the producers in both groups supplied fertilizer from agricultural development

cooperatives, agricultural sales cooperatives, oilseeds cooperatives and beet cooperatives at low rates. In the study conducted by Kızıloğlu and Kızılaslan (2017) in Kahramanmaraş, it was determined that the majority of the producers who had soil analysis or not, obtained the fertilizer from the dealers, which was similar to result of the study.

Table 9. Fertilizer supply locations of producers

Fertilizer supply locations	Soil Analysis		No Soil Analysis		Total	
	Number	%	Number	%	Number	%
Fertilizer dealer	106	88.33	59	73.75	165	82.50
Agricultural credit cooperative	57	47.50	42	52.50	99	49.50
Agricultural development cooperative	9	7.50	7	8.75	16	8.00
Agricultural sales cooperative	5	4.17	3	3.75	8	4.00
Oily seeds cooperative	5	4.17	1	1.25	6	3.00
Beet cooperative	1	0.83	1	1.25	2	1.00

* More than one option marked

The criteria for determining the amount of fertilizer used by the producers were also determined (Table 10). It was determined that the criteria that the producers who had soil analysis considered when determining the amount of fertilizer were having soil analysis, fertilizing with old habits and consulting the soil analysis laboratory and the provincial-district directorate of agriculture, consulting the place where the fertilizer was purchased, consulting a research institute and getting ideas from the neighbours, respectively. In the producer group that did not have the analysis, it was determined that the criteria for determining the amount of fertilizer were fertilizing with old habits, consulting the provincial-district directorate of agriculture, getting ideas from the neighbours, consulting the place where the fertilizer was purchased, consulting the

laboratory and consulting the research institute, respectively.

While the farmers who met the criteria for soil analysis were among the first in their group to do so, it should be noted that those who did not primarily fertilized in accordance with their previous practises. This situation indicated that the producers who had the analysis were more conscious about fertilization. The study was conducted by Gülaç (2011) determined that the producers who had soil analysis consulted the provincial-district directorate of agriculture about the use of fertilizers. In the group of producers who did not have soil analysis, the ratio of the producers who stated that they consulted the provincial-district directorate of agriculture before using fertilizer was found to be slightly higher than those who had soil analysis. Güldal (2016) reported that, the ratio

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

of the producers who stated that they fertilized based on their own experience in the farm group that did not have soil analysis was found to be higher than those who had soil analysis. Yılmaz et al. (2009) and Kızıloğlu and Kızılaslan (2017) reported that the majority of producers determined the amount of fertilizer according to their own knowledge and experience. Similar studies were conducted in

Konya province by Şahinli et al. (2016) and Tanrıverdi (2017), it was determined that the producers who had soil analysis and those who did not, primarily fertilized according to old habits. The result of the present research are similar to Yılmaz et al. (2009), Gülaç (2011), Güldal (2016), Şahinli et al. (2016) and Kızıloğlu and Kızılaslan (2017)' findings.

Table 10. The criteria for determining the amount of fertilizer by the producers

The criteria for determining the amount of fertilizer	Soil Analysis		No Soil Analysis		Total*	
	Number	%	Number	%	Number	%
Fertilizing with old habits	87	72.50	75	93.75	162	81.00
Having soil analysis	90	75.00	0	0.00	90	45.00
Consulting with the provincial-district directorate of agriculture	49	40.83	34	42.50	83	41.50
Consulting the laboratory	52	43.33	14	17.50	66	33.00
Consulting where fertilizer is purchased	29	24.17	27	33.75	56	28.00
Getting ideas from the neighbour	20	16.67	31	38.75	51	25.50
Consulting the research institute	23	19.17	7	8.75	30	15.00

* More than one option marked

Producers were also asked about their opinions on requiring soil analysis for fertilizer support (Table 11). While 29.17% of the producers who had soil analysis had a positive opinion on the necessity of soil analysis for fertilizer support, this ratio was determined as 36.25% in the producer group who did not have the analysis. As a result of the chi-square test, it was determined that the opinions of the producers about the necessity of soil analysis for fertilizer support did not change according to the producer groups.

In the studies conducted by Gülaç (2011) and Yüzbaşıoğlu (2019), it was determined that the majority of the producers who had soil analysis

and those who did not did not look at the soil analysis condition positively in order to benefit from fertilizer support, which was similar to the research result. Küçükkaya and Özçelik (2014) indicated the majority of the producers who had soil analysis stated that soil analysis was necessary in order to benefit from fertilizer support. The study was conducted by Tanrıverdi (2017) shown that 50.94% of the producers who had soil analysis stated that soil analysis should be mandatory for fertilizer support, while this ratio was found to be 10.34%, which was quite low in the group of producers who did not have analysis.

Table 11. Producers' opinions on the necessity of soil analysis for fertilizer supplementation

	Soil Analysis		No Soil Analysis		Total	
	Number	%	Number	%	Number	%
It's right to enforce	35	29.17	29	36.25	64	32.00
It's not right to enforce	85	70.83	51	63.75	136	68.00
Total	120	100.00	80	100.00	200	100.00

Chi-square: 1.107 p: 0.293

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

The distribution of the producers according to the purpose of using the fertilizer support is given in Table 12. An average, 61.67% of the producers who had soil analysis and 47.50% of the producers who did not have soil analysis stated that they used the fertilizer support to buy fertilizer. While 36.67% of the producers who had soil analysis stated that they used fertilizer support other than fertilizer but also in agricultural production, this ratio was determined as 48.75% in the producer group that did not have the analysis. The ratio of the producers who stated that they used fertilizer subsidies outside of agriculture in both producer groups was quite low, and this value was found as 2.50% according to the average of the enterprises. As a result of the chi-square test, it was determined that the purpose of the

producers to use fertilizer support did not change according to the producer groups. In the study conducted by Gülaç (2011), it was determined that the majority of the producers who had soil analysis used the fertilizer subsidy in the purchase of fertilizer compared to the producers who did not, and it was similar to the research result. Küçükkaya and Özçelik (2014) and Tanrıverdi (2017) determined in their studies that the majority of the producers who had soil analysis used the fertilizer subsidy other than fertilizer, but also in agricultural production. Güldal (2016) and Aydın and Özkan (2017) concluded in their studies that the majority of the producers who utilized from fertilizer and soil analysis subsidies used fertilizer subsidies outside of agriculture, and it differed with the research result.

Table 12. Purposes of producers to use fertilizer support

Uses of fertilizer support	Soil Analysis		No Soil Analysis		Total	
	Number	%	Number	%	Number	%
To get fertilizer	74	61.67	38	47.50	112	56.00
Apart from fertilizer but still in agricultural production	44	36.67	39	48.75	83	41.50
Out of agriculture	2	1.67	3	3.75	5	2.50
Total	120	100.00	80	100.00	200	100.00
Chi-square: 4.228 p: 0.121						

The opinions of the producers on the effect of fertilization applied according to soil analysis on yield were also asked (Table 13). It was determined that 84.17% of the producers who had soil analysis and 71.25% of the producers who did not have analysis stated that fertilization based on soil analysis would increase the yield. While 13.33% of the producers who had the analysis stated that the yield would not change, this ratio was found to be 27.50% in the producer group who did not have analysis. As a result of the chi-square test,

it was determined that the opinions of the producers about the yield as a result of the fertilization applied according to the soil analysis changed according to the producer groups. In the study conducted by Güldal (2016), 47.62% of the producers who had soil analysis stated that fertilization according to soil analysis would increase the yield, while this ratio was quite high in the producer group that did not have soil analysis and was found to be 85.71%.

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

Table 13. Producers' opinions on yield as a result of fertilization according to soil analysis

Yield status	Soil Analysis		No Soil Analysis		Total	
	Number	%	Number	%	Number	%
Decreases	3	2.50	1	1.25	4	2.00
Constant	16	13.33	22	27.50	38	19.00
Increases	101	84.17	57	71.25	158	79.00
Total	120	100.00	80	100.00	200	100.00

Chi-square: 6.360 p: 0.042

The opinions of the producers regarding the effect of fertilization applied according to soil analysis on product quality were also asked (Table 14). 85% of the producers who had soil analysis and 70% of the producers who did not have soil analysis stated that fertilization based on soil analysis would increase product quality. While 14.17% of the producers who had the analysis stated that the product quality would

not change, this ratio was found to be 30% in the producer group who did not have the analysis. As a result of the chi-square test, it was determined that the opinions of the producers about the product quality as a result of the fertilization applied according to the soil analysis changed according to the producer groups.

Table 14. Opinions of producers on product quality as a result of fertilization according to soil analysis

Product quality status	Soil Analysis		No Soil Analysis		Total	
	Number	%	Number	%	Number	%
Gets worse	1	0.83	0	0.00	1	0.50
Constant	17	14.17	24	30.00	41	20.50
Gets better	102	85.00	56	70.00	158	79.00
Total	120	100.00	80	100.00	200	100.00

Chi-square: 8.121 p: 0.017

The opinions of the producers about the effect of fertilizer applied according to the soil analysis on the condition of the soil were also asked (Table 15). 90% of the producers who had soil analysis and 73.75% of the producers who did not have analysis stated that the fertilization applied according to the soil analysis protected the soil. While 10% of the producers who had soil analysis stated that the

condition of the soil would not change, this ratio was found as 26.25% in the producer group who did not have the analysis. As a result of the chi-square test, it was determined that the opinions of the producers about the condition of the soil as a result of the fertilization applied according to the soil analysis changed according to the producer groups.

Table 15. Producers' opinions on the condition of the soil as a result of fertilization according to soil analysis

Soil condition	Soil Analysis		No Soil Analysis		Total	
	Number	%	Number	%	Number	%
Constant	12	10.00	21	26.25	33	16.50
Protected	108	90.00	59	73.75	167	83.50
Total	120	100.00	80	100.00	200	100.00

Chi-square: 8.058 p: 0.005

The opinions of the producers on the effect of fertilization applied according to soil analysis on water resources were also asked (Table 16).

In general, 81.67% of the producers who had soil analysis and 70% of the producers who did not have soil analysis stated that fertilization

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

based on soil analysis would protect the water resources. While 16.67% of the producers who had the analysis stated that the structure of water resources would not change, this ratio was found to be 28.75% in the producer group who did not have the analysis. As a result of the

chi square test, it was determined that the opinions of the producers on the effect of fertilization applied according to the soil analysis on water resources did not change according to the producer groups.

Table 16. Producers' opinions on water resources as a result of fertilization according to soil analysis

Water resources situation	Soil Analysis		No Soil Analysis		Total	
	Number	%	Number	%	Number	%
Gets dirty	2	1.67	1	1.25	3	1.50
Constant	20	16.67	23	28.75	43	21.50
Protected	98	81.67	56	70.00	154	77.00
Total	120	100.00	80	100.00	200	100.00

Chi-square: 4.096 p: 0.129

The opinions of the producers on the effect of fertilization applied according to soil analysis on profitability were also asked (Table 17). 82.50% of the producers who had soil analysis and 71.25% of the producers who did not have soil analysis stated that fertilization based on soil analysis would increase profitability. While 15% of the producers who had the analysis stated that the profit obtained would not change

as a result of the fertilization applied according to the soil analysis, this ratio was found to be 27.50% in the producer group who did not have the analysis. As a result of the chi square test, it was determined that the opinions of the producers on the effect of fertilization applied according to soil analysis on profitability changed according to the producer groups.

Table 17. Producers' thoughts on profitability as a result of fertilization according to soil analysis

Profitability status	Soil Analysis		No Soil Analysis		Total	
	Number	%	Number	%	Number	%
Decreases	3	2.50	1	1.25	4	2.00
Constant	18	15.00	22	27.50	40	20.00
Increases	99	82.50	57	71.25	156	78.00
Total	120	100.00	80	100.00	200	100.00

Chi squared: 4.841 p: 0.089

Conclusions and Recommendations

When the results were evaluated, it was determined that the producers who had soil analysis were more educated than the producers who did not have the analysis, and the size of the land they cultivated was higher. It was determined that the ratios of having agricultural insurance, getting training on fertilization, using certified seeds, and making contracted production in the producer group who had soil analysis were higher than in the producer group who did not have soil analysis. It was observed that there were more producers who fertilized

with old habits in the producer group who did not have soil analysis. The ratio of producers who stated that fertilization according to the results of soil analysis would increase yield and profitability, improve product quality, and protect soil and water resources was higher in the group of producers who had soil analysis. According to the results, it is possible to say that the producers who had soil analysis were more conscious as expected.

The small size of the land of the producers who did not have soil analysis can be considered as

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

one of the factors limiting the utilization of soil analysis subsidy. The small and fragmented land obliged producers to have separate soil analyses for each land and it was possible to say that the producers did not have soil analysis, because this process increased the cost.

It was seen that extension studies on fertilizer and soil analysis were carried out in the research area, but the application was not at sufficient level. Extension activities using more effective extension methods will increase the dissemination and adoption of soil analysis.

It was seen that some of the producers who had soil analysis did not comply with the recommended fertilization program according to the soil analysis results. It is thought that it would be appropriate to introduce the soil analysis condition in fertilizer sales or the soil analysis condition in fertilizer support for lands of 50 decades or more, as well as the requirement to purchase fertilizer according to the analysis results in order to increase the use of fertilizers of the producers according to the results of the analysis report.

About 40% of the producers stated that they used fertilizer subsidies other than fertilizer, but also in agricultural production. Fertilizer subsidy times should be arranged according to the conditions of the region in order to prevent the fertilizer subsidies from coinciding with the

fertilization time during the production period and to prevent the use of the support other than fertilizer purchase. It is thought that it would be beneficial to give support given for fertilizer as fertilizer, not money, to be tested in a pilot region and applied according to the results.

More than half of the producers in both groups stated that they would have regular soil analyses if the state provided support for the fertilizer purchased by farmers who use fertilizers according to soil analysis and about 1/3 of them stated that they would have regular soil analyses if soil analyses were compulsory. In Turkey, where the average land size is approximately 6 ha, the requirement to have soil analysis on lands of 5 ha and above reduces the interest of producers in soil analysis. Soil analysis application should be seen as a goal rather than a tool, and for this purpose, it is important to increase the necessary training and extension services. Also, a support model should be developed to ensure that soil analysis is mandatory.

In the producer group who did not have soil analysis, livestock activities were higher than in the group of producers who had soil analysis. Different training programs can be put into practice for producers who continue their production mainly on livestock.

Acknowledgement

This study was carried within the scope of the project "Evaluation of Fertilizer Use Behaviors of Farmers Based on Soil Analysis in Edirne and Tekirdağ Provinces and Developing

Suggestions Based on Soil Analysis Support" supported by the Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Research and Policies.

References

- Aydın, B., Özkan, E. (2017) Gübre ve toprak analizi desteğinin üreticiler açısından değerlendirilmesi: Kırklareli ili örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 4(3): 302-310.
- Çönoğlu, S., Kaynak, T., Demirbaş, N., Tosun, D. (2016) Çiftçilerin toprak analizi desteğinden yararlanma eğilimleri: İzmir ili örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 53(4): 441-449.
- Filiz, Z., Kolukısaoğlu, S. (2012) Doğrusal olmayan kanonik korelasyon analizi ve bir uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi* 8(16): 59-75.
- Gezgin, S. (2011) Türkiye’de toprak analiz laboratuvarlarının sorunları ve çözüm önerileri. *Gübretaş’la Verim Dergisi* 23: 22-24.
- Gifi, A. (1989) Algorithm Descriptions For Anacor Homals Princals and Overals. Research Report, RR 89-01.
- Gülaç, Z. N. (2011) Sivas İli Hafik İlçesi tarım işletmelerinde toprak analizi uygulamalarının benimsenmesi ve

Comparative Analysis of Soil Analysis Practices and Fertilization Habits of Agricultural Enterprises in Edirne and Tekirdağ Provinces

- yayımları üzerine bir araştırma. (Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güldal, H.T. (2016) Buğday yetiştiriciliğinde toprak analizi sonucuna göre kullanılan gübrenin maliyete etkilerinin belirlenmesi: Konya İli Cihanbeyli İlçesi örneği. (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hsieh, W. W. (2001) Nonlinear canonical correlation analysis of the tropical pacific climate variability using a neural network approach. *Journal of Climate* 14: 2528-2539.
- Kızıloğlu, R., Kızılaslan, N. (2017) Kahramanmaraş ili merkez ilçe kırsalında çiftçilerin gübre kullanım durumu. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 5(1): 18-23.
- Köksal, Ö., Cevher, C. (2015) Buğday tarımında sertifikalı tohumluk tercihini etkileyen faktörler üzerine bir araştırma. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi* 1(1): 29-39.
- Küçükçaya, S., Özçelik, A. (2014) Buğday Üretiminde Toprak Analizi Yaptırmanın İşletme Üzerine Etkileri: Ankara Gölbaşı İlçesi Örneği. Tarımsal Ekonomi ve Geliştirme Enstitüsü, Yayın No: 237, Ankara.
- Onho, T., Erich, M. S. (1990) Effect of wood ash application on soil Ph and soil test nutrient levels, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 32(3-4): 223-239.
- Sönmez, İ., Kaplan, M., Sönmez, S. (2008) Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi* 25(2): 24-34.
- Süt, N. (2001) Doğrusal olmayan kanonik korelasyon analizi ve bir uygulama. (Yüksek Lisans Tezi), Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şahinli, M. A., Özçelik, A., Güldal, H. T. (2016) Toprak Analizi Sonucuna Göre Kullanılan Gübrenin Verime Etkisinin Belirlenmesi: Konya İlinde Buğday Yetiştiren Tarım İşletmeleri, XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Isparta, s: 157-166.
- Tanrıverdi, K. (2017) Toprak analizine dayalı gübrelemenin ekonomik analizi; Konya İli Çumra İlçesi örneği. (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tekin, M. (1993) Kanonik korelasyon analizi ve bir uygulama. (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Van De Geer, J. P. (1987) Algebra and Geometry of Overals. Research Report, University of Leiden, RR-87-13, 50.
- Wang, Z., Zheng, H., Luo, Y., Deng, X., Herbert, S., Xing, B. (2013) Characterization and influence of biochars on nitrous oxide emission from agricultural soil. *Environmental Pollution* 174: 289-296.
- Yılmaz, H., Demircan, V., Gül, M. (2009) Üreticilerin kimyasal gübre kullanımında bilgi kaynaklarının belirlenmesi ve tarımsal yayım açısından değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 4 (1):31-44.
- Yüzbaşıoğlu, R. (2019) Tokat ili merkez ilçe kırsalında üreticilerin toprak analizi yaptırma eğilimleri, *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi* 8(1): 163-169.
- Yüzbaşıoğlu, R. (2020). Üreticilerin kimyasal gübre kullanım bilinç düzeylerinin incelenmesi: Tokat merkez ilçe örneği. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research* 1(2): 452-465.



Araştırma Makalesi

Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

Mehmet Selçuk ÇOŞAR¹, Necat AĞCA^{2*}

ÖZ

Bu çalışmada, Erzin ovasındaki bazı toprakların temel özelliklerinin belirlenmesi, bu özelliklerin çalışma alanındaki mekânsal değişim desenlerinin ortaya konulması ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile haritalanması amaçlanmıştır. Çalışma alanından 0-30 cm derinlikten toplam 47 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinde; pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde (OM), hava kuru nem içeriği ve kireç analizleri yapılmıştır. Çalışma alanı topraklarında ortalama pH, EC, kireç, organik madde ve nem değerleri sırasıyla 7.56, 357.45 $\mu\text{S cm}^{-1}$, % 6.27, %1.67 ve %5.85 olarak belirlenmiştir. Toprak özelliklerinin varyasyon katsayıları (VK) 5.89 (pH) ile 72.14 (EC) arasında değişmiştir. Parametrelerden sadece pH ve OM değerleri normal dağılım göstermiştir. Diğer parametrelere ise logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Parametrelerden pH, EC için Küresel; OM için Üstel; kireç ve nem içerikleri için ise Guassian en uygun yarıvaryogram modeli olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Erzin ovası, Toprak özellikleri, Kriging, Jeostatistik, Coğrafi bilgi sistemleri (CBS)

Mapping of Spatial Distribution of Some Characteristics of the Soils of the Erzin Plain Using Geographic Information Systems (GIS)

ABSTRACT

In this study, it is aimed to determine the basic properties of some soils in the Erzin plain, to reveal the spatial change patterns of these properties in the study area and to map them with Geographic Information Systems (GIS). A total of 47 soil samples were taken from 0-30 cm depth from the study area. In soil samples; pH, electrical conductivity (EC), organic matter (OM), air dry moisture content and lime analyzes were made. The average pH, EC, lime, organic matter and moisture values in the soils of the study area were determined as 7.56, 357.45 $\mu\text{S cm}^{-1}$, 6.27%, 1.67% and 5.85% respectively. The coefficients of variation (VK) of soil properties ranged from 5.89 (pH) to 72.14 (EC). Only pH and OM values of the parameters showed normal distribution. Logarithmic transformation was applied to other parameters. Spherical model for pH and EC; Exponential model for OM; Guassian model for lime and moisture content were determined as the most suitable semivariogram model.

Keywords: Erzin plain, Soil properties, Kriging, Geostatistics, Geographical information systems (GIS)

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0002-3726-0346, 0000-0003-4864-844X

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 24.05.2023

Kabul Tarihi: 28.08.2023

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Antakya/HATAY

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antakya/HATAY

*E-mail: necagca@gmail.com

Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

Giriş

Topraklar tarımsal üretimin en önemli unsurlarından biri olup, aynı zamanda çoğaltılamayan doğal kaynaklardır. Nüfusun sürekli artmasına karşın, bu nüfusu besleyecek olan kültür bitkilerinin hemen hemen tek beslenme ve gelişme ortamı olan toprakları artırma olanağı kalmamıştır. Bu nedenle, artan nüfusu besleyebilmenin tek yolu ise birim alandan alınacak verim miktarını artırmaktır. Topraklardan en yüksek verimi alabilmek için, toprak özelliklerinin iyi düzeyde olması gerekir. Toprak özelliklerinin mekânsal değişiminin belirlenmesi, söz konusu kaynakların sürdürülebilir kullanım ve yönetiminde büyük önem taşımaktadır.

Topraklar heterojen bir yapıya sahiptirler. Bu nedenle, fiziksel ve kimyasal özellikleri hem toprak derinliğine hem de yatay uzaklıklara bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Klasik istatistiksel yöntemler, toprakların mekânsal olarak gösterdiği bu değişkenliği belirlemede yetersiz kalmaktadır Turgut ve Öztaş (2012). Diğer yandan, toprak özellikleri ile ilgili bilgi edinmek amacıyla yapılan örnekleme yöntemleri ve analizler hem zaman alıcı, hem de oldukça pahalıdır. Bu nedenle, toprak özelliklerinin yersel olarak önemli ölçüde değişkenliklerin var olup olmadığını belirlemek ve daha detaylı araştırmalar yapmak için, bu konuda yatırım yapmadan önce düşük maliyetli yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Toprak özelliklerinin değişkenliklerin analizinde kullanılan ve sık sık başvurulan önemli yöntemlerin başında mekânsal analiz yöntemleri yer almaktadır (Turgut ve Öztaş, 2012; Karaman ve ark., 2012). Klasik istatistikte, örnek almak için belirlenen noktaların birbirleri ile bağımlı olmadıkları ve örnek ortalamasının popülasyon ortalamasını en iyi şekilde temsil ettiği varsayılır. Oysa mekânsal verilerin analizinde komşu verilerin birbirleri ile ilişkili oldukları düşünüldüğünde, klasik istatistiğin temel varsayımları sağlanamaz (Mardia ve Marshall, 1984). Diğer bir deyişle, birbirlerine yakın olarak örneklenen noktaların kendi aralarında ilişkili ve benzer olmaları olağandır. Arazide süreklilik ve heterojen bir yapı gösteren toprağa ait özelliklerin her noktada ölçülme olanağı olmadığından, mekânsal analizlerin yapılması daha fazla önem

kazanmıştır. Mekânsal analizler ile örnekleme yapılmayan noktalardaki toprak özellikleri enterpolasyon yoluyla belirlenebilmektedir.

Jeostatistik, ölçülen herhangi bir özelliğin mekânsal yapısını ve mekânsal bağımlılığını inceleyen ve sayısallaştıran ve buradan elde edilen ilişkiyi kullanarak anılan özelliğin örneklenmemiş noktalardaki değerlerini tahmin eden uygulamalı istatistiğin bir kolu olarak tanımlanmaktadır (Isaaks ve Srivastava, 1989). Jeostatistiksel yöntemler iki aşamada uygulanmaktadır. Birinci aşamada, incelenecek olan toprak özelliğinin ölçülen noktaları arasındaki otokorelasyon, yani doğal olarak bulunan mekânsal bağımlılığın derecesi belirlenmektedir. Diğer aşamada ise ileri bir enterpolasyon tekniği kullanılarak, incelenen özelliğin örneklenmeyen nokta ve alanlardaki değerleri tahmin edilerek dağılım deseni belirlenmeye çalışılmaktadır. Yarıvariogramlar yersel bağımlılık derecesinin belirlenmesinde, kriging analizi ise enterpolasyon aşamasında yaygın olarak kullanılan araçlardır (Öztaş, 1995).

Toprak özelliklerinin yersel değişkenliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin haritalanması; toprak ve ürün yönetimi için bir ön koşul olarak görülmektedir. Ayrıca, bu durum arazideki bozulma noktalarının belirlenmesinde de yararlıdır. Topraklardaki besin elementlerinin haritalanması, hassas tarımdaki ilk adımlardan biridir. Çünkü yapılacak olan bu haritalar yersel değişkenliği ölçmekte ve bu değişkenlikleri kontrol etmek için bir temel sağlamaktadır (Denton ve ark., 2017). Uygun olmayan arazi yönetimi uygulamaları nedeniyle toprağın bozulması, arazi verimliliğindeki azalmaların başlıca nedenlerinden birisidir. Tarımsal üretkenlik, gıda güvenliği ve çevresel modelleme için toprak özelliklerinin mekânsal değişkenliğinin bilinmesi gereklidir (Bhunia ve ark., 2018).

Yönetim ve ıslah gerekliliklerine uygun olarak çalışma alanı toprak örnekleme stratejilerinin ve sahaya özgü yönetim uygulamalarının iyileştirilmesi için, toprak özelliklerinin mekânsal dağılımı olumlu bir şekilde kullanılabilir. Ölçülen toprak fiziko-kimyasal parametrelerinin değişkenliği, gelecekteki planlanmış deneylerin

Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

sonuçlarındaki olası anormallikleri açıklamaya yardımcı olacaktır. Ayrıca, havzalardaki toprak değişkenliğine dayalı olarak yeterli gübreleme ve iyi ürün ve/veya toprak yönetiminin uygulanması da önerilmektedir (Javed ve ark., 2021).

Toprak özelliklerinin belirlenmesi ve jeostatistiksel yöntemler ve Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile haritalanması konusunda dünyanın birçok ülkesinde araştırmalar yapılmıştır (Taşova ve Akın 2013; Uysal ve ark. 2016; Bhunia ve ark. 2018; Delbari ve ark. 2019; Javed ve ark., 2021; Demircioğlu ve Ağca 2022; Dinesh ve ark., 2022; Karakaya ve Ağca 2022; Tagore ve ark., 2023).

Bu çalışmada, Erzin ovası topraklarının bazı temel özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin çalışma alanındaki mekânsal değişimi belirlenerek dağılım haritalarının oluşturulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma alanı

Yaklaşık 2200 hektarlık bir alan kaplayan çalışma alanı, Hatay'ın Erzin ilçesi sınırları içinde yer almaktadır (36°57'53" ve 36°59'56" K ve 36°07'34" ve 36°12'45" D). Çalışma alanının içinde yer alan Erzin ilçesi, Adana, Osmaniye, Dörtüyük ve İskenderun Körfezi ile çevrilidir (Anonim, 2016). Erzin ovasını doğuda sınırlayan dağlar genellikle çam ormanı ve meşe ağaçları ile kaplıdır. Ovanın doğu kesimlerinde narenciye tarımı ileri düzeydedir. Çalışma alanının hemen hemen tamamı narenciye örtüsü altındadır. Yeraltı suyu kaynaklarından yararlanılması ile birlikte sebzeçilik, pamuk, yerfıstığı ve susam üretimi giderek yaygınlaşmıştır. Özellikle yerfıstığı ve susam ikinci ürün olarak değerlendirilmektedir (Anonim, 2004).

Çalışma alanı yazları sıcak ve kurak, bahar ve kış ayları ise ılık ve yağışlı geçen tipik Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Çalışma alanının yer aldığı Hatay'da yıllık ortalama yağış toplamı

1161.5 mm, ortalama sıcaklık ise 18.3 °C olup, ortalama en yüksek sıcaklık Ağustos ayında (32.0 °C) en düşük sıcaklık ise Ocak ayında (4.7 °C) kaydedilmiştir. Aylık en yüksek ortalama toplam yağış Ocak ayında (198.9 mm), en düşük ise Temmuz ayında (16 mm) belirlenmiştir (Anonim, 2023).

Erzin ovası doğuda Üst Kretase yaşlı ofiyolitli seri ve kuzeyde genellikle kumtaşı, konglomera ve yer yer marnlardan oluşan Miyosen yaşlı Kuzgun formasyonu ile sınırlanmıştır. Ovaların temelini marn bantları ve mercikleri içeren Pliyosen konglomeraları oluşturmaktadır. Erzin ovasının kuzey ve kuzeybatısında, olivin bazaltlardan oluşan Kuvaterner yaşlı Delihalil formasyonunun yaygın yüzlekleri görülür. (Doyuran, 1982).

Yöntem

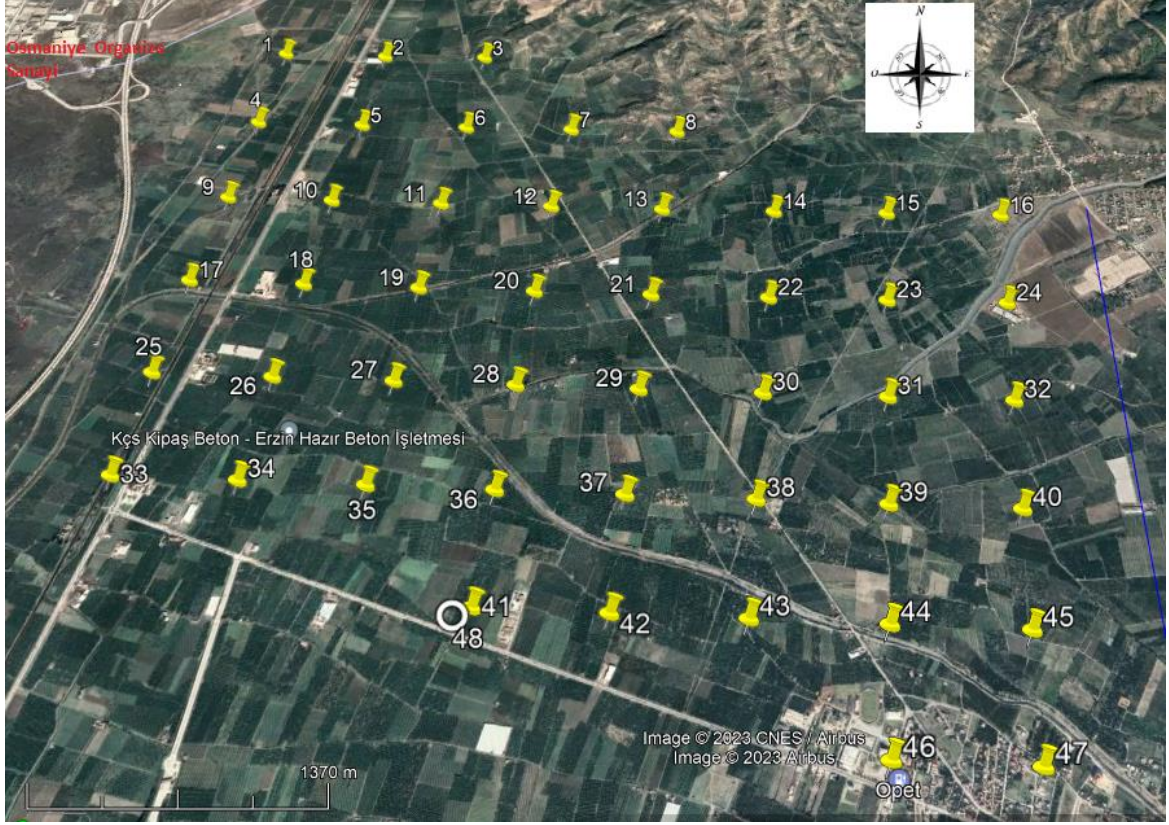
Toprak örnekleme ve analizler

Bu çalışmada, çalışma alanı yaklaşık 500 x 500 m boyutlarında gridlere bölünerek, gridlerin kesim noktalarından ve 0-30 derinlikten toplam 47 adet bozulmuş toprak örneği alınmıştır (Şekil 1). Ayrıca, toprak örneklerinin alındığı her noktanın UTM sistemine göre coğrafi koordinatları, küresel konumlama cihazı (GPS) ile belirlenmiştir.

Alınan toprak örnekleri laboratuvarında plastik tavalara serilmiş ve kurutulduktan sonra 2 mm çaplı elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Toprak örneklerinde; pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde (OM), hava kuru koşullarda içerdikleri nem içeriği ve kireç analizleri yapılmıştır.

Toprakların pH'ları 1/2.5 toprak/su karışımında pH-metre ile EC'leri ise 1/2.5 toprak/su karışımında EC-metre ile ölçülmüştür (Richards, 1954). OM Walkey-Black yaş yakma yöntemi ile (Allison, 1965), kireç miktarı Allison ve Moode (1965)'e göre, toprakların hava kuru koşullardaki nem içerikleri ise Richard (1954)'e göre belirlenmiştir.

Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması



Şekil 1. Çalışma alanının konumu ve toprak örneklerinin alındığı noktalar

İstatistiksel Analizler

Araştırma konusu topraklara ait bütün parametrelerin tanımlayıcı istatistik analizleri (ortalama, en düşük ve en yüksek değerler, standart sapma, varyasyon katsayısı, yatıklık, basıklık vb.) yapılmış ve toprak örneklerine ait

parametrelerin normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesi amacıyla her bir parametreye ait verilere normalite testi uygulanmıştır (Çizelge 1) (Liu ve ark. 2006). Tüm istatistik analizler için Windows uyumlu SPSS 22 istatistik paket programı kullanılmıştır.

Çizelge 1. Toprak özelliklerine ait normalite test sonuçları

Parametre	Kolmogorov-Smirnov		Shapiro-Wilk	
	İstatistik	p	İstatistik	*p
pH	0.106	0.200	0.963	0.138*
EC	0.202	0.000	0.749	0.000
Organik madde	0.097	0.200	0.981	0.637*
Kireç	0.170	0.002	0.904	0.001
Nem	0.162	0.003	0.920	0.003

* P > 0.05 normal dağılım gösteren veriler, *p < 0.05 normal dağılım göstermeyen veriler

Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

Verilerin modellenmesi ve haritalanması

Topraklar ile ilgili parametrelerin mekânsal dağılımının modellenmesinde, Jeostatistiksel yöntemler kullanılmıştır (Mulla ve McBratney, 2000). Jeostatistik analizler Windows uyumlu GS⁺ (sürüm 10) Jeostatistik paket programı ile yapılmıştır (Gamma design, 2008). Toprak özelliklerinin mekânsal dağılım haritalarının oluşturulmasında ise coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılmıştır. Bu kapsamda her bir toprak özelliğinin dağılım haritaları ArcGIS (sürüm 10.6.1) programı ile oluşturulmuştur. Bu programda herhangi bir toprak özelliğinin örneklenen noktadaki değerleri kullanılarak araştırma alanında örneklenmeyen noktalarda tahminler yapmak için ordinary kriging enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır.

Toprak özellikleri ile ilgili parametrelerinin uzaysal bağımlılıklarının değerlendirilmesinde nugget yarıvaryansın (C0) toplam varyansa (C0 + C) oranının yüzdesi kullanılmaktadır. Bu oran %25 veya daha düşük ise uzaysal bağımlılık kuvvetli, %25-75 arasında ise orta, %75'den büyük ise uzaysal bağımlılık zayıf olarak değerlendirilmektedir (Cambardella ve ark., 1994). Ayrıca parametrelerin varyasyon katsayılarının değerlendirilmesinde Zhou ve ark. (2011) kıstasları kullanılmıştır. Bu kıstaslara göre varyasyon katsayısı %10'dan düşük ise değişkenlik düzeyi düşük, %10-100 arasında ise değişkenlik düzeyi orta ve %100'den büyük ise değişkenlik düzeyi yüksektir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Araştırma konusu toprakların temel özellikleri

Çalışma alanı topraklarının temel özelliklerine ait analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Toprak örneklerine ait pH analiz değerleri 6.71 (32 nolu örnek) ile 8.46 (11 nolu örnek) arasında ve ortalama değeri ise 7.56 olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının pH değerleri Ülgen ve Yurtseven (1995)'e göre sınıflandırıldığında; %46.8'i nötr (6.5-7.5), %53.2'sinin ise bazik özellikte (7.5-8.5) olduğu belirlenmiştir.

Topraklarda elektriksel iletkenlik (EC) değerleri ise 117 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (11 nolu örnek) ile 1529 $\mu\text{S cm}^{-1}$

¹ (12 nolu örnek) arasında ve ortalama EC değeri 357.45 $\mu\text{S cm}^{-1}$ olduğu belirlenmiş olup; Richards (1954)'e göre tüm toprakların tuzsuz ($\text{EC} < 4000 \mu\text{S cm}^{-1}$) sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Benice ve Ağca (2022) tarafından Arsuz ovasında yapılan bir çalışmada, toprakların tuz içerikleri bu çalışmadaki toprakların tuz içeriklerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu durum büyük olasılıkla, çalışma alanlarının fizyografik yapılarının ve toprak bünyelerinin farklı olmasından kaynaklanmıştır. Ayrıca, Everest ve Özcan (2018)'nin Çanakkale'nin Ezine İlçesinde yaptıkları araştırmada, bütün arazilerde EC değerleri 4000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ değerinden daha düşük bulunmuştur. Yine, Erdal ve Doğan (2018)'nin Burdur'da yaptığı çalışmada EC değerlerinin tamamını 2000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ altında olduğu ve tuzluluk sorunu bulunmadığını saptamışlardır. Parlak ve ark. (2008) Eceabat (Çanakkale)'ta yaptıkları bir çalışmada; toprakların EC değerlerini 270 ile 980 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasında ve ortalama 490 $\mu\text{S cm}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir. Ayrıca, bu değerlerin topraklarda tuzluluk yönünden herhangi bir sorun oluşturmadığını belirtmişlerdir. Bayar ve ark. (2019), Kırşehir topraklarında tuz içeriğinin %0.007-0.047 arasında değiştiğini ve alanın tamamının tuzsuz olduğunu saptamışlardır. Buna karşın, Çetin ve Eraslan (2015) tarafından Afyonkarahisar'ın Dinar ilçesinin patates ekim alanlarında yapılan bir çalışmada, toprakların %30'unun tuzsuz, %67.15'inin az tuzlu ve %2.85'inin orta tuzlu olduğu belirlenmiştir.

Araştırma konusu toprakların kireç içerikleri %2.20 (33 nolu örnek) ile %15.10 (28 nolu örnek) arasında değişmiş olup, ortalama değer %6.28 olarak saptanmıştır. Çalışma alanı topraklarının kireç içerikleri, sınır değerlerine göre (Ülgen ve Yurtseven, 1995) değerlendirildiğinde; %38.29'unun kireçli, %59.57'sinin orta kireçli ve %2.1'inin fazla kireçli olduğu saptanmıştır. Yapılan başka bir çalışmada ise Bingöl ili Merkez topraklarının kireç içeriklerinin %0.7-9.2 arasında değiştiği saptanmıştır (Ateş ve Turan, 2015).

Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

Çizelge 2. Araştırma alanı topraklarının bazı özellikleri

İstatistik	pH	EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Kireç (%)	Org madde (%)	Nem (%)
EK	6.71	117.0	2.20	0.39	2.15
EY	8.46	1529.0	15.10	3.15	13.12
Ort.	7.56	357.45	6.27	1.67	5.85
SS	0.446	257.88	2.60	0.67	2.24
VK	5.89	72.14	41.40	40.11	38.29
Yat.	0.05	2.52	1.28	0.18	1.14
Bas.	-1.06	8.50	1.88	-0.67	1.38

EK: en küçük değer, EY: en yüksek değer, Ort.: Ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı, Yat.: Yatıklık katsayısı, Bas.: Basıklık katsayısı

Çalışma alanındaki toprakların organik madde içerikleri %0.39 (15 nolu örnek) ile %3.15 (16 nolu örnek) arasında değişmiş olup, ortalama değeri %1.67 olarak saptanmıştır. Sınır değerlerine göre (Ülgen ve Yurtseven, 1995) organik madde içerikleri incelendiğinde; toprakların %14.89'u çok az, %53.19'u az, %29.79'u orta ve %2.1'i iyi miktarda organik madde içerdiği görülmüştür. Everest ve Özcan (2018)'nin Ezine'de yaptıkları çalışmada ise organik madde içerikleri toprakların %5.41'inde çok az, % 43.24'ünde az, % 45.95'inde orta ve %5.41'inde ise iyi düzeyde saptanmıştır. İki çalışma arasındaki bu farklılıklar, büyük olasılıkla, çalışılan toprakların ovanın farklı bölgelerinde olmasından kaynaklanmıştır.

Aritmetik ortalama verilerin dağılımının değerlendirilmesinde tek başına bir ölçüt olarak yeterli değildir. Ortalama ile birlikte standart sapma, varyans, basıklık, yatıklık ve varyasyon katsayısının da hesaplanarak değerlendirmeye alınması gerekmektedir. Özden ve ark. (2020)'a göre yatıklık normal dağılım simetrikliğinin bozulma derecesi olarak bilinmektedir. Bunun yanı sıra araştırmalarda standart sapma ile varyasyon katsayısı değerleri aynı birim olduğundan genellikle standart sapma değerleri kullanılmaktadır. Standart sapma değeri ne kadar yüksek ise verilerin arasındaki değerlerinde yüksek

değişkenlikte olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, farklı özelliklere ilişkin değişkenliğin kıyaslanmasında standart sapmanın aritmetik ortalamaya oranlanması ile hesaplanan varyasyon katsayısının (VK) kullanılması daha mantıklı sonuçlar vermektedir (Gürel, 2020). Bu çalışmada toprakların temel özellikleri içerisinde varyasyon katsayısı (VK) değeri en düşük olanın pH (%5.89) en yüksek olanın ise EC miktarı (%72.14) olduğu belirlenmiştir. pH değerlerini %38.29 VK değeri ile nem değerlerinin izlediği görülmektedir. Parametrelerin VK değerleri ne kadar küçükse, o özelliğin araştırma alanındaki dağılımı da o kadar homojen; ne kadar büyükse, araştırılan özelliğin heterojen yapı göstererek üniform dağılım göstermediği ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada en düşük VK değerinin pH değerlerinde olması, çalışma alanının pH değerleri açısından homojen bir dağılım gösterdiğini belirtmektedir. Budak ve ark. (2018) ve Tagore ve ark. (2023) da bu konuda benzer sonuçlar bulmuşlardır.

Toprak özelliklerinin yersel dağılımının modellenmesi ve haritalanması

Toprakların özellikleri ve besin elementleri ile ilgili parametrelerin yersel dağılımının modellenmesinde Windows uyumlu GS⁺ (sürüm 10) Jeostatistik paket programı kullanılmıştır. Bu program ile her bir parametrenin yarıvaryogram grafiği oluşturulmuş ve bu

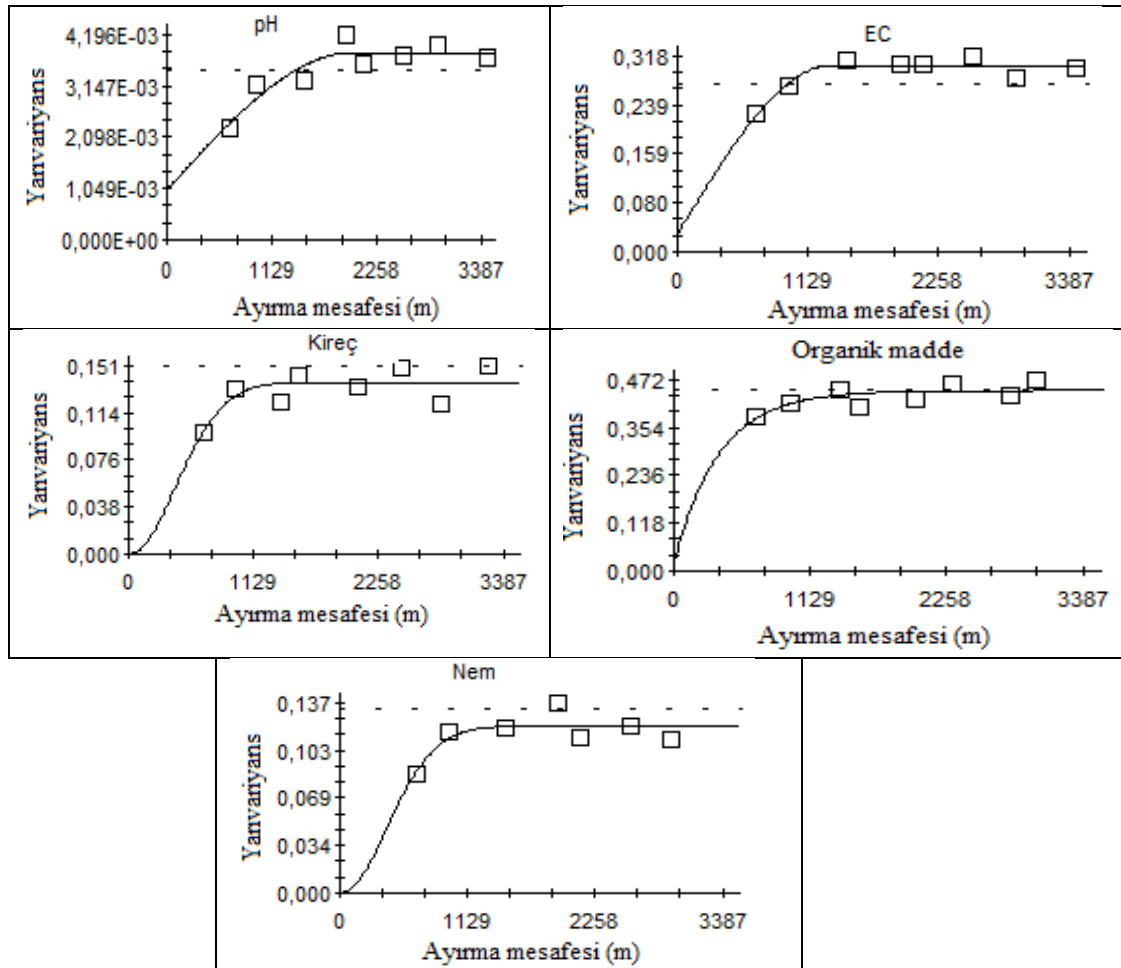
Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

grafığın parametreleri belirlenmiştir. Sonra oluşturulan bu yarıvariogramın parametreleri kullanarak bir CBS programı olan ArcGIS (sürüm 10.6.1) programı ile her bir toprak özelliğinin çalışma alanındaki dağılım haritaları oluşturulmuştur. Bu programda haritalar oluşturulurken ordinary kriging enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır. En uygun yarıvariogram modelini belirlemek amacıyla tüm parametreler için aktif ayırma uzaklıkları 3387 m olarak alınmıştır. Ayrıca, en uygun yarıvariogram modelini oluşturmak için, EC hariç, diğer parametrelerin tüm verileri değerlendirmeye dâhil edilmiştir. EC’de ise 12 nolu örneğin değerleri değerlendirmeye alınmamıştır.

Toprakların pH ve organik madde içeriklerinin, yatıklık değerlerinin düşük (Çizelge 2) olması ve

normalite testlerinde (Shapiro-Wilk testi) de normal dağılım göstermesi (Çizelge 1) nedenleriyle, jeoistatistiksel modellemelerden önce verilere herhangi bir dönüşüm uygulanmazken; kireç, EC ve hava kuru nem içeriklerine ait veri setlerine ise yatıklık değerlerinin yüksek olması (Çizelge 2) ve normalite testlerinde (Shapiro-Wilk testi) normal olmayan dağılım göstermemesi (Çizelge 1) nedenleriyle, veri setlerine logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Srinivasan ve ark. (2022) da yaptıkları çalışmada, EC değerleri için yatıklık değerlerini oldukça yüksek (4.47) olarak belirlemişlerdir.

En uygun yarıvariogram modeli, pH ve EC için küresel, OM için üstel, kireç ve nem içerikleri için ise Guassian olarak belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 3)



Şekil 2. Toprak özelliklerine ait yarıvariogram grafikleri

Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

Çizelge 3. Toprak özelliklerine ait yarıvaryogram parametreleri

Özellik	Model	A ₀ (m)	Nugget (C ₀)	Sill (C ₀ +C)	Nugget/Sill *100	R ²
pH	Küresel	2007	1.021x10 ⁻³	3.832 x10 ⁻³	26.64	0.838
EC	Küresel	1329	0.0291	0.3032	9.60	0.879
Kireç	Gaussian	606	0.0001	0.1382	0.07	0.585
OM	Üstel	375	0.023	0.446	5.16	0.579
Nem	Gaussian	595	0.0002	0.1204	0.17	0.668

pH

Toprakların pH değerleri için en uygun yarıvaryogram modelini belirlemek amacıyla ayırma mesafeleri eşit bir şekilde 398 m olarak alınmıştır. Toprak pH'sı için en uygun yarıvaryogram modeli Küresel (Spherical) olarak belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 3). Tagore ve ark. (2023) ise pH değeri için en uygun yarıvaryogram modelini Exponential olarak belirlemişlerdir. Toprakların pH değerleri için yersel otokorelasyon aralığı (A₀ değeri) 2007 m olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının pH değerlerinde, nugget/sill oranına göre, yersel bağımlığın orta düzeyde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Denton ve ark. (2017) ise pH değerleri için yersel bağımlılık düzeyini yüzey toprağı için orta, yüzey altı toprağı için ise kuvvetli düzeyde olduğunu belirlemişlerdir.

Toprakların pH değerlerinin dağılımı incelendiğinde reaksiyonlarının batı, güney ve kuzeydoğu bölgelerinde bazik, batı bölgesinin iç kısımlarından itibaren doğuya doğru nötr olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3).

Elektriksel iletkenlik (EC)

Toprakların EC değerleri için, en uygun yarıvaryogram modelini belirlemek amacıyla ayırma mesafeleri eşit bir şekilde 398 m olarak alınmıştır. EC değerleri için en uygun yarıvaryogram modeli Küresel (Spherical) olarak belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 3). Khan ve ark. (2021) tarafından da bu konuda benzer sonuçlar bulunmuştur. Toprakların EC değerleri için yersel otokorelasyon aralığı (A₀ değeri)

1329 m olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının EC değerlerinde, nugget/sill oranına göre, yersel bağımlığın orta kuvvetli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

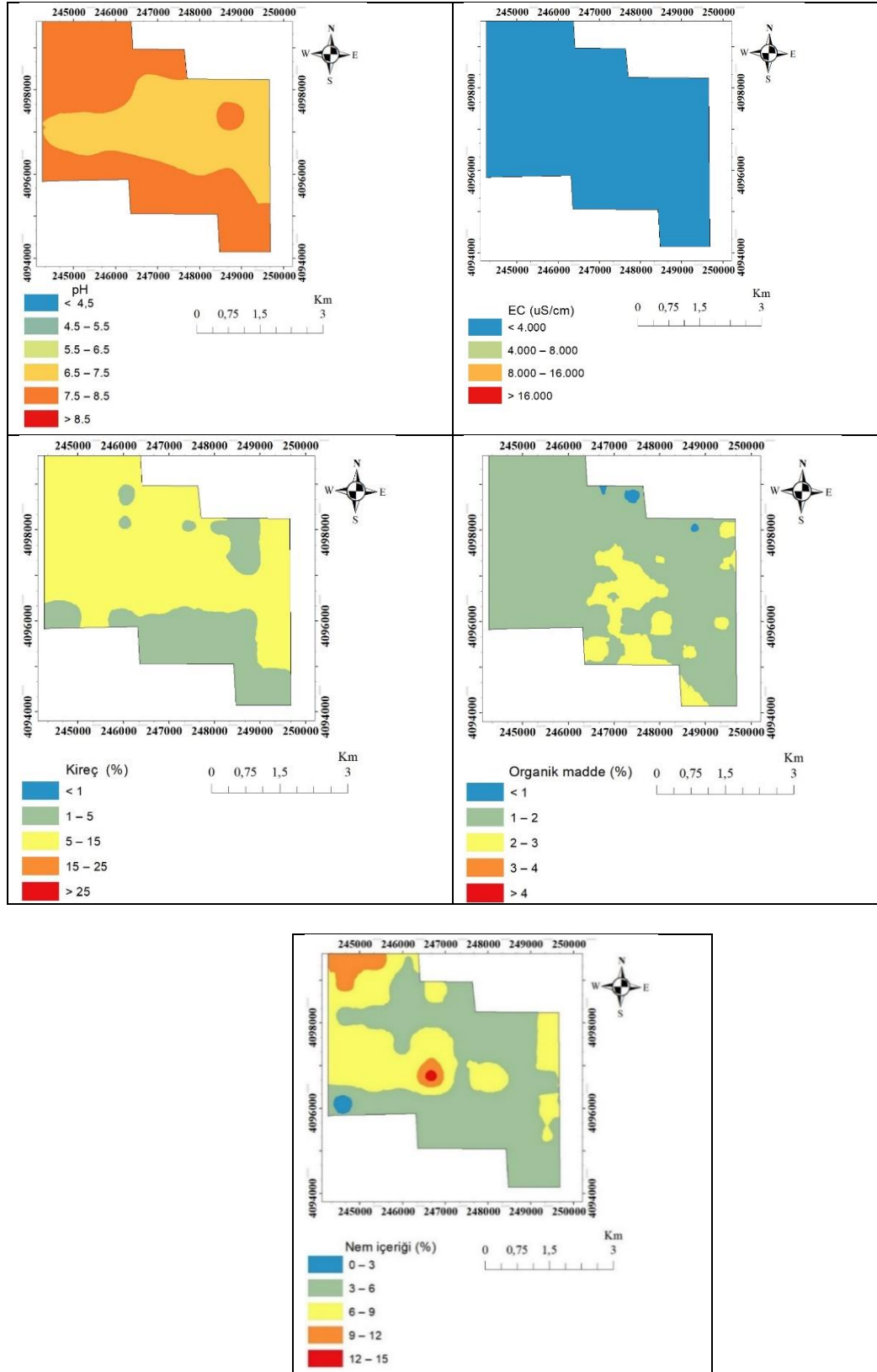
Toprakların EC değerlerinin dağılımına bakıldığında, alanın tamamında EC değerlerinin tuzluluk sınırının (4000 $\mu\text{S cm}^{-1}$) altında olduğu görülmektedir. Alanda en fazla rastlanan EC değerlerinin ise 0-600 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek EC değerleri ise çalışma alanının orta kesimlerindeki yerel bir alanda olduğu görülmüştür (Şekil 3).

Kireç

Toprakların kireç içerikleri için, en uygun yarıvaryogram modelini belirlemek amacıyla; ayırma mesafeleri eşit bir şekilde 382 m olarak alınmıştır. Kireç içerikleri için en uygun yarıvaryogram modeli ise Gaussian olarak belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 3). Toprakların kireç içerikleri için yersel otokorelasyon aralığı (A₀ değeri) 606 m olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının kireç değerlerinde, nugget/sill oranına göre, yersel bağımlığın orta kuvvetli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Çalışma alanının kuzey bölgesinde, batı bölgesinde, iç kesimlerde ve doğu kısmının büyük bir bölümünde kireç miktarı orta düzeydedir. Bölgede kireç miktarı güney kısımlarda daha yoğun olmak üzere, orta kısımlarda ve kuzey kısımlarının küçük bir bölümünde kireçli olarak görülmektedir (Şekil 3). Çalışma alanı topraklarında en fazla görülen kireç içeriği %5-15 arasında değişmiştir.

Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması



Şekil 3. Toprak özelliklerinin çalışma alanındaki dağılım haritaları

Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

Organik madde (OM)

Organik madde içerikleri için en uygun yarivariyogram modelini belirlemek amacıyla; ayırma mesafeleri eşit bir şekilde 359 m olarak alınmış ve en uygun yarivariyogram modeli Üstel (Exponential) olarak belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 3). Organik madde içerikleri için yersel otokorelasyon aralığı (A_0 değeri) 375 m olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının organik madde değerlerinde, nugget/sill oranına göre, yersel bağımlığın orta kuvvetli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Bölgede organik madde miktarı çoğunlukla düşük düzeydedir. Bölgenin kuzey kısmındaki birkaç yerel bölgede ise organik madde miktarı çok az düzeyde olduğu görülmektedir. Alanın güney ve iç kısımlarda ise organik madde miktarı orta düzeydedir (Şekil 3).

Hava kuru nem içeriği

Toprakların nem içerikleri için en uygun yarivariyogram modelini belirlemek için; ayırma mesafeleri eşit bir şekilde 403 m olarak alınmış ve en uygun yarivariyogram modeli Gaussian olarak belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 3). Toprakların nem içerikleri için yersel otokorelasyon aralığı (A_0 değeri) 595 m olarak belirlenmiştir. Nem içeriklerinin, nugget/sill oranına göre, yersel bağımlığın kuvvetli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Toprakların nem içeriği haritası incelendiğinde (Şekil 3), nem içeriğinin alanın kuzey batı ve orta kesimlerdeki belirli alanlarda yüksek, güney kesimindeki küçük bir alanda ise en düşük olduğu görülmektedir. Çalışma alanında en yaygın olarak görülen nem içeriği % 3-6 arasında olup, bunu % 6-9 arasındaki nem içerikleri izlemektedir.

Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, Erzin ovasının yoğun olarak turuncuğil yetiştiriciliği yapılan bir bölümünde toprakların temel özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca, toprakların belirlenen özelliklerinin çalışma alanındaki dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Çalışma alanındaki toprakların yarısı nötr, yarısı ise bazik karakterli olup, tamamında EC değerleri tuzlu topraklar için sınır değer olan $4000 \mu\text{S cm}^{-1}$ 'in altındadır. Bu sonuçlar

topraklarda tuzluluk ve alkalilik ile ilgili herhangi bir sorunun olmadığını göstermektedir.

Toprakların sadece %2'sinde organik madde içeriği yeterli düzeyde iken, çoğunda kireç içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar toprakların önemli bir kısmında organik madde yetersizliği sorunu olduğunu göstermektedir. Organik madde içeriği düşük olan alanlara organik gübreler uygulanmalıdır. Ancak bunların hangi oranlarda verileceği daha sonra yapılacak detaylı çalışmalarla belirlenmelidir. Ayrıca kireç içeriklerinin yüksek olması nedeniyle bu topraklara asit içerikli gübreler uygulanmalıdır.

Bu çalışmada toprakların temel özellikleri içerisinde varyasyon katsayısı (VK) değeri en düşük olanın pH (%5.89), en yüksek olanın ise EC değerlerinde (%72.14) olduğu belirlenmiştir. pH değerlerini %38.29 VK değeri ile nem değerlerinin izlediği görülmektedir. Parametrelerin VK değerleri ne kadar küçükse, o özelliğin araştırma alanındaki dağılımı da o kadar homojen; ne kadar büyükse, araştırılan özelliğin çalışma alanındaki dağılımı heterojen yapı göstererek, üniform dağılım göstermemektedir. Bu çalışmada en düşük VK değerinin pH değerlerinde olması, çalışma alanında pH değerlerinin çok homojen bir dağılım gösterdiğini belirtmektedir.

Parametreler için belirlenen etki aralığı (A_0) değerleri 375 ile 2007 m gibi çok geniş sınırlar içinde değişmiştir. Etki aralığı örnekleme noktaları arasındaki otokorelasyonun etkili olabildiği maksimum uzaklığı belirtmektedir. Etki aralığı değerleri aynı zamanda o özellik için alınması gereken maksimum örnekleme aralığını da göstermektedir. Örneğin organik madde içeriği için bu değer 375 m olarak hesaplanmıştır. Bu değer, organik madde analizi için yapılacak bir örneklemede maksimum örnekleme aralıklarının 375 m olabileceğini belirtmektedir. Kireç, OM ve nem içeriği için oldukça düşük (375-606 m) iken, diğer parametreler için daha yüksektir (1329 ve 2007 m). Burada maksimum örnekleme aralığını belirleyecek olan en düşük A_0 (375 m) değeridir. Bundan sonra bölgede yapılacak çalışmalarda, ya en düşük A_0 değerine göre, ya da iki farklı örnekleme aralığı belirlenerek örnek alınmalıdır.

Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

Teşekkür

Bu makale, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından 21.YL.048 nolu proje ile desteklenen Mehmet Selçuk COŞAR'ın Yüksek Lisans tezinden hazırlanmıştır. BAP koordinatörlüğüne maddi destekleri nedeniyle teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Allison, L.E. (1965). Organic carbon. (C.A. Black, Editör). Methods of Soil Analysis. Part 2. Amer. Soc. Agric. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Allison, L.E., Moode, C.D. (1965). Carbonate. (C.A. Black, Editör). Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy Series. No. 9, ASA. 1379-1396, Wisconsin.
- Anonim, (2004). Hatay ili tarımsal master planı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Araştırma Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı Hatay Tarım İl Müdürlüğü. 232 s. Hatay.
- Anonim, (2016). Rakamlarla Hatay tarım kimliği. Hatay Valiliği İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü.
- Anonim, (2023). Hatay ili iklim verileri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=HATAY> (Erişim tarihi: 14.01.2023).
- Ateş, K., Turan, V. (2015). Bingöl ili merkez ilçesi tarım topraklarının bazı özellikleri ve verimlilik düzeyleri. Turk J Agric Res, 2: 108-113.
- Benice A., Ağca N., (2022). Arsuz Ovası Topraklarının Tuzluluk ile İlgili Özelliklerinin İncelenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 5(3): 1419-1437.
- Bayar, A.A. A., Çınarlı, M., Güven, B.G. (2019). Kırşehir ilindeki bazı tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 6(4):636-647.
- Bhunja, G., S., Shit, P., K., Chattopadhyay, R., (2018). Assessment of spatial variability of soil properties using geostatistical approach of Lateritic soil (West Bengal, India). Annals of Agrarian Science, 16: 436-443.
- Budak, M., Günal, H., Çelik, İ., Acir, N., Sırrı, M. (2018). Dicle Havzası toprak özelliklerinin yersel değişimlerinin jeostatistik ve coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi ve haritalanması. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 5(2): 103-115. DOI: 10.19159/tutad.361237.
- Cambardella CA, Moorman TB, Parkin TB, Karlen DL, Novak JM, Turco RF, Konopka AE (1994). Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Sci Soc Am Jb. 58:1501-1511
- Çetin, E., Eraslan, F. (2015). Afyonkarahisar ili Dinar ilçesi patates ekim alanlarında toprakların verimliliği ve bitkilerin beslenme durumlarının belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10 (2):135-145.
- Delbari, M., Afrasian, P., Gharabaghi, B., Amiri, M., Salehian, A. (2019). Spatial variability analysis and mapping of soil physical and chemical attributes in a salt-affected soil. Arabian Journal of Geosciences, 12: 68. <https://doi.org/10.1007/s12517-018-4207-x>
- Demircioğlu, M., Ağca, N. (2022). Arsuz ovası topraklarının temel özelliklerinin yersel dağılımının jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(3): 1494-1513
- Denton, O.A., Aduramigba-Modupe, V.O., Ojo, A.O., Adeoyolanu, O.D., Are, K.S., Adelana, A.O., Oyedele, A.O., Adetayo, A.O., Oke, A.O. (2017). Assessment of spatial variability and mapping of soil properties for sustainable agricultural production using geographic information system techniques (GIS). Cogent Food & Agriculture, 3:1, 1279366, DOI:10.1080/23311932.2017.1279366
- Dinesh, Kumar, P., Bhardwaj, K. K., Gill, A. Anurag. (2022). Spatial distribution of nutrients in research farm, department of soil science, CCS HAU Hisar, Haryana.

Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

- International Journal of Plant & Soil Science, 34 (22): 1546-1554.
- Doyuran, V.(1982). Erzin ve Dörttyol ovalarının jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 25: 151 – 160.
- Erdal, İ., Doğan, A. (2018). Burdur ili tahıl yetiştirilen toprakların verimlilik durumlarının belirlenmesi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 6 (1): 39-45.
- Everest, T., Özcan, H. (2018). Toprak verimliliğinin değerlendirilmesinde pedo-jeolojik yaklaşım. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5 (4): 589-603.
- Gamma Design, (2008). Geostatistics for the Environmental Sciences. Plainwell,, Michigan, USA.
- Gürel, F. (2020). Uludağ göknarı ve uludağ göknarı-sarıçam meşcerelerinde bazı toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği. Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Çankırı.
- Isaaks, H.E., Srivastava, R.M. (1989). Applied geostatistics. Oxford University press, Inc. 561 p.
- Javed, A., Bhat, S.N., Yadav, R. and Wani, M.A. 2021. Spatial variability of physical and chemical properties in Northern Himalayas of Kashmir Province. International Journal of Plant & Soil Science, 33 (17): 193-202.
- Karakaya, Y., Ağca, N. (2022). Sarıseki-Dörttyol arasında yer alan tarım arazilerinde temel toprak özelliklerinin yersel dağılımının modellenmesi ve haritalanması. Proceedings of 5th International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences (November 23-25, 2022). S.1464-172. Ankara.
- Karaman, M.R., Susam, T., Turan, M., Tutar, A., Sahin, S. (2012). Çilek tarımı yapılan arazide uzaysal doğal organik madde değişimlerinin jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi, 1:197-205.
- Khan, Md. Z., Islam, Md. R., Salam, A.B.A., Ray, T. (2021). Spatial variability and geostatistical analysis of soil properties in the diversified cropping regions of bangladesh using geographic information system techniques. Applied and Environmental Soil Science. Article ID 6639180, 19 pages. <https://doi.org/10.1155/2021/6639180>
- Liu, D., Wang, Z., Zhang, B., Song, K., Li, X., Li, J., Li, F., Duan H. (2006). Spatial distribution of soil organic carbon and analysis of related factors in croplands of the black soil region. Northeast China. Agric.Ecosyst. Environ., 113: 73-81.
- Mardia, K.V., Marshall, R.J. (1984). Maximum likelihood estimation of models for residual covariance in spatial regression. Biometrika, 71(1):135-146.
- Mulla, D. J., McBratney, A.B. (2000). Soil spatial variability. In: handbook of soil science. (Malcom E. Summer, Editör) CRS Pres. A321-A351.
- Özden, N., Uslu, İ., Sökmen, Ö., Metinoğlu, F., (2020). İzmir ili tarım topraklarının verimlilik durumları ile mikroelement kapsamalarının belirlenerek haritalanması. Toprak Su Dergisi, Özel Sayı: 31- 40.
- Öztaş, T. (1995). Jeostatistiğin toprak bilimindeki önemi ve uygulanışı. İ. Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu Bildiriler kitabı. I:271-280, Ankara.
- Parlak, M., Fidan, A., Kızılcık, İ., Koparan, H. (2008). Eceabat ilçesi (Çanakkale) tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 14 (4): 394-400.
- Richards, L.A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agriculture Handbook. No: 60.
- Srinivasan, R., Shashi Kumar, B. N., Singh, S. K. (2022). Mapping of soil nutrient variability and delineating site-specific management zones using fuzzy clustering analysis in Eastern Coastal Region, India. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 50 (3):533–547. <https://doi.org/10.1007/s12524-021-01473-9>
- Tagore, G. S., Sethy, S. K., Kulhare, P., S. Sharma, G.D. (2023). Characterization of Spatial Variability of Micro Nutrients in

Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

- Soils: Classical Vs. Geo-Statistical Approach. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 54 (4): 472–487. <https://doi.org/10.1080/00103624.2022.2118292>.
- Taşova, H., Akın, A. (2013). Marmara bölgesi topraklarının bitki besin maddesi kapsamının belirlenmesi, veri tabanının oluşturulması ve haritalanması. *Topraksu Dergisi*, 2 (2): 83-95.
- Turgut, B., Öztaş, T. (2012). Bazı toprak özelliklerine ait yersel değişimin jeoistatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 7 (2):10-22.
- Uysal, E., Albayrak, B., Kayalı, F., Karakoç, A., Bıyıklı, M., Daş, Ö.B. (2016) Armutlu yöresinde yetiştirilen zeytinliklerde verim ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, TARGİD Özel Sayı: 19-31.
- Ülgen, N., Yurtsever, N. (1995). Türkiye gübre ve gübreleme rehberi (4. Baskı). TC Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, s. 209-230. Ankara.
- Zhou Z., Zhang, G., Yan, M., Wang, J. (2011) Spatial variability of the shallow groundwater level and its chemistry characteristics in the low plain around the Bohai Sea, North China. *Environ Monit Assess.* doi:10.1007/s10661-011-2217-1



Araştırma Makalesi

**Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının
Araştırılması**

Sündüz Sezer Kıralan¹, İsra Toptancı², Mustafa Kıralan¹

ÖZ

Türkiye’de satışa sunulan toplamda 35 mutfak ekipmanında sağlık açısından risk oluşturabilecek olan Primer Aromatik Amin (PAA)’lerden 6 tanesinin (anilin, 4,4'-metilendianilin, 2,4-toluendiamin, 2,6-toluendiamin, 3,3'-dimetilbenzidin ve 4,4'-diaminodifenil eter) varlığının belirlenmesi konusunda piyasa araştırması yapılması amaçlanmıştır. Materyal olarak 5 farklı firmanın 7 ürünü toplamda 35 örnek üzerinde çalışılmıştır. Örneklerde 6 adet PAA'nın varlığı HPLC/MS/MS sistemi ile belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan 35 örneğin 16'sında anilin tespit edilememiş, tespit edilen örneklerde ise anilin miktarı 0.004-0.29 mg/kg aralığında belirlenmiştir. 4,4'-metilendianilin örneklerin birçoğunda (27 adet) tespit edilememiş, tespit edilen örneklerde ise 0.003-0.09 mg/kg aralığında belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan mutfak ekipmanlarından 15 tanesinde toplam PAA miktarı yasal limitin (0.01 mg/kg) üzerinde belirlenmiştir. Satışa sunulan mutfak ekipmanlarının büyük bir kısmı sağlık açısından tehlike sergilemektedir.

Anahtar kelimeler: Mutfak ekipmanları, anilin, 4,4'-metilendianilin

Investigation of the Presence of Primary Aromatic Amine (PAA) in Kitchenware

ABSTRACT

This study aimed to determine the presence of six Polycyclic Aromatic Amines (PAAs) – aniline, 4,4'-Methylenedianiline, 2,6-Toluenediamine, 2,4-Toluenediamine, 3,3'-Dimethylbenzidine, and 4,4'-Diaminodiphenylether – that may pose health risks in 35 kitchenware products sold in Turkey. A total of 35 samples, comprising products from seven items sourced from five different companies, were examined. The presence of 6 PAAs in the samples was determined by HPLC/MS/MS system. Aniline was undetectable in 16 out of the 35 samples analyzed. In the samples where aniline was detected, its concentration ranged from 0.004 to 0.29 mg/kg. Similarly, 4,4'-Methylenedianiline was undetectable in the majority of the samples (27 out of 35), but its concentration in the detectable samples ranged from 0.003 to 0.09 mg/kg. The total amount of PAA in 15 of the kitchen equipment used in the study was determined above the legal limit (0.01 mg/kg). Most of the kitchen equipment offered for sale presents a health hazard.

Keywords: Kitchenware, aniline, 4,4'-Methylenedianiline

ORCID ID: 0000-0003-1522-064X, 0000-0002-7272-0168, : 0000-0001-7401-8025

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 21.06.2023

Kabul Tarihi: 01.09.2023

¹ Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Balıkesir Üniversitesi, BALIKESİR, TÜRKİYE

²Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, İstanbul Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, İSTANBUL, TÜRKİYE

* E-posta: mustafakıralan@balikesir.edu.tr

Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

Giriş

Gıda ile temas edenler; ambalajlar, gıda saklama konteynirleri, çatal-bıçak takımları, mutfak ekipmanları gibi geniş bir ürün yelpazesini kapsamaktadır. Gıda ile temas eden malzemeler, gıda güvenliği açısından son yıllarda üzerinde çok fazla durulan konulardan biridir. Bunun nedeni gıda ile temas eden malzemelerden gıdalara çeşitli kimyasalların migrasyonudur. Bu migrasyonda, sağlığı tehdit eden birçok kimyasal bileşene rastlamak mümkündür. Bu bileşenlerden bir grupta Primer aromatik aminlerdir (Sanchis ve ark. 2019, Pigłowski 2020, Szabó ve ark. 2022).

PAA'lar, aromatik bir halkaya bağlı bir primer amin grubu bulunması ile karakterize edilen kimyasal bileşik grubudur. PAA'lar, pestisitler, tekstil, boya, polimerleri eczacılık ve kozmetik sanayi gibi çok çeşitli üretim proseslerinde ham madde ve ara ürün olarak kullanılmaktadır (Pezo ve ark. 2012, Sanllorente ve ark. 2016).

PAA'ların birçoğu, genotoksik, kanserojen ve alerjenik etkilere sahip olduğu toksikolojik *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarla kanıtlanmıştır (Freudenthal ve ark. 1999, Trakoli 2012, Groh ve Muncke 2017, Mertens ve ark. 2017). En yaygın birincil aromatik aminler; anilin, 4,4'-metilendianilin (4,4'-MDA) ve 2,4-tolilendiamindir (2,4-TDA). Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) 2,4-TDA ve 4,4'-MDA bileşenlerini, "İnsanlara muhtemel kanserojen" olarak tanımlanan 2B grubunda, anilini ise "İnsanlara kanserojenliğine göre sınıflandırılmaz" 3 grubunda sınıflandırmışlardır (Sanllorente ve ark. 2016).

PAA bazlı ticari ürünlerin çoğu, gıda ile temas eden malzemelerin (FCM'ler) üretiminde kullanılabilir. Bunun yanında poliüretan yapıştırıcılar, gıda ambalajlarında çok katmanlı filmlerin yapıştırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Poliüretan yapıştırıcılar kalıntı aromatik isotiyosinatlar içerebilmekte ve bu bileşenler su ile temas ettiklerinde reaksiyona girerek PAA'ları oluşturabilmektedir. Üretim koşulları dikkatli bir şekilde izlenmezse, fazla

artık PAA'lar nihai üründe kalabilir ve FCM kullanımı sırasında potansiyel olarak gıdaya geçebilmektedir (Pezo ve ark. 2012, Campanella ve ark. 2015, Sanllorente ve ark. 2016, Perez ve ark. 2019). Diğer bir PAA'ların oluşum yolu ise termal gıda uygulamalarıdır. Bu uygulamalar sonucunda oluşan monomerlerin su ile teması sonucunda PAA'lar oluşabilmektedir (Campanella ve ark. 2015).

PAA'ların bir diğer kaynağı ise poliamid, polipropilen ve silikondan yapılmış çırpıcı, kaşık, maşa, spatula ve kepçe gibi mutfak gereçleridir. Poliamidler, çizilmezlik, yapışmama özelliği, düşük maliyet ve yüksek sıcaklık dayanımı nedeniyle kullanışlı ve tercih edilmektedir (Brede ve Skjevra 2004, Perez ve ark. 2019).

Uluslararası literatür incelendiğinde, mutfak gereçlerinde PAA'ların değerlendirildiği sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Özellikle Çin menşeli ürünlerde çeşitli çalışmalara (Trier ve Granby 2015, Perez ve ark. 2019)

rastlamak mümkündür. Uluslararası literatürde Türkiye'de paslanmaz tavalarda PAA'ların varlığı konusunda bir çalışmaya (Toptancı ve ark. 2022) rastlanmıştır. Bunun yanında, Perez ve ark. (2019) çalışmalarında 2 spatül örneğinde PAA'ları araştırmışlardır.

Çalışmanın amacı, Türkiye'de satışa sunulan çeşitli mutfak gereçlerinde insan sağlığı açısından risk oluşturabilecek 6 adet PAA'nın (anilin, 4,4'-metilendianilin, 2,4-tolilendiamin, 2,6-toluendiamin, 3,3'-dimetilbenzidin ve 4,4'-diaminodifenil eter) varlığını LC/MS/MS sistemi ile araştırmaktır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Piyasadan 2023 yılında 5 markaya (A, B, C, D, E) ait 7 farklı mutfak gereci satın alınmıştır. Bu örneklere ait kodlar aşağıda verilmiştir.

Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

Örnek kodu	Mutfak gereçleri
A1	Spatul
A2	Kepçe
A3	Kaşık
A4	Çırpıcı
A5	Makarna Servis Kaşığı
A6	Krep spatul
A7	Kevgir
B1	Spatul
B2	Kepçe
B3	Kaşık
B4	Çırpıcı
B5	Makarna Servis Kaşığı
B6	Krep spatul
B7	Kevgir
C1	Spatul
C2	Kepçe

Yöntem

Yapı tayini

Numuneler, FT-IR Spektrometrenin uygun aparatlar ile numune kompartımanına yerleştirilerek 4000nm-400nm dalga boyları arasında absorpsiyon spektrumları alınmış ve spektrumlar lisanslı polimer kütüphanesinde standart spektrumlarla karşılaştırılarak türü tespit edilmiştir (EUR 24815, 2011).

PAA analizi için Kalibrasyon noktalarının hazırlanması

Her bir PAA standardından (anilin, 4,4'-metilendianilin, 2,4-toluendiamin, 2,6-toluendiamin, 3,3'-dimetilbenzidin ve 4,4'-diaminodifenil eter) 10 mg alınarak 20 mL metanole tamamlanmıştır. Standartların ana stok konsantrasyonları 500 mg/kg'dır. Stok solüsyon 4°C'de 1 yıl buzdolabında depolanabilir. 500 mg/kg ana stok çözeltilerinden 1 mL alınarak 100 mL'lik ölçü balonuna aktarılıp her bir PAA bileşenini içeren 5 mg/kg'lık mix ara stok çözeltisi hazırlanmıştır. Kalibrasyon noktaları 5 mg/kg'ın %3 asetik asit ile seyreltilmesiyle 0.002, 0.005, 0.01, 0.02 ve 0.05 mg/kg olarak hazırlanmıştır.

C3	Kaşık
C4	Çırpıcı
C5	Makarna Servis Kaşığı
C6	Krep spatul
C7	Kevgir
D1	Spatul
D2	Kepçe
D3	Kaşık
D4	Çırpıcı
D5	Makarna Servis Kaşığı
D6	Krep spatul
D7	Kevgir
E1	Spatul
E2	Kepçe
E3	Kaşık
E4	Çırpıcı
E5	Makarna Servis Kaşığı
E6	Krep spatul
E7	Kevgir

PAA analizleri için Numune Hazırlama

Analizler, numunelerin etiket kullanım beyanlarına göre, 2 saat boyunca 70 °C veya 100 °C'de, PAA migrasyon analizi için en zorlayıcı koşul olan, %3 asetik asit ile daldırılarak gerçekleştirilmiştir (EUR 24815, 2011).

LC/MS/MS ile PAA belirlenmesi

PAA analizi, Agilent 6460 model sıvı kromatografisi (LC) sistemine bağlanmış olan tandem kütle spektrometresi (MS/MS) sistemi ve JetStream elektrosprey kaynağı ile aşağıda belirtilen cihaz şartlarında gerçekleştirilmiştir.

PAA analizleri için mobil faz A çözeltisi (metanol içinde 4.7 mM pentafloropropiyonik asit (PFPA)) ve B çözeltisi (Milli-Q su içinde 4.7 mM PFPA) hazırlanmış ve gradient programı: 0–3 dk arası, 0,2 mL/dk akışta %20 A; 3–7,5 dk arası, %20'den %80 A'ya ve 0,2'den 0,5 mL/dk'ya doğrusal bir artışla; 7,5–8 dk arası, 0,5 mL/dk'da %80 A; 8–11 dk arası, 0,5 mL/dk'da %5 A; 11–15 dk arası, 0,2 mL/dk'da %5 A oluşturulmuştur. Kolon, 35 °C'de çalıştırılan bir

Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

Zorbax SB-C3 (2,1 mm x 150 mm, 5 um) (Agilent Technologies, ABD) dir. Dedektör (MS) koşulları: pozitif mod da çalışan elektrosprey iyonizasyon kaynağı; source sıcaklığı: 130°C, capillary 4000 V, nebulizer basıncı: 45 psi, kuru gaz akış hızı: 11 L/dak'dır. PAA tespitinde her test iki paralelli olarak yapılmış ve elde edilen sonuçlar, Microsoft Excel programı kullanılarak ortalama ve standart sapma şeklinde verilmiştir.

PAA Metot Validasyon Çalışması

PAA metot validasyonu için tespit limiti (LOD), tayin limiti (LOQ), geri kazanım kesinlik (tekrarlanabilirlik ve tekrarüretilebilirlik) parametreleri çalışılmıştır. LOD ve LOQ değerleri sırasıyla 0.25-0.34 ile 1.02-1.15 µg/kg aralığındadır. PAA' ların ortalama geri kazanımlarının % 83-114 olduğu ve tüm konsantrasyon seviyeleri için relatif standart sapma (RSD) değerlerinin %15'in altında olduğu tespit edilmiştir.

Bulgular ve tartışma

Çalışmada, PAA' lardan anilin, 4,4'-metilendianilin, 2,4-toliendiamin, 2,6-toluendiamin, 3,3'-dimetilbenzidin ve 4,4'-diaminodifenil eter bileşenlerinin varlığı araştırılmıştır. PAA' lardan sadece anilin ve 4,4'-metilendianilin tespit edilirken diğer bileşenler belirlenmemiştir.

Trier ve Granby (2015), Norveç piyasasından temin ettikleri 25 mutfak gerecinde anilin, 4,4'-metilendianilin, 2,4-toliendiamin ve 2,4-dimetilanilin tespit etmişlerdir. McCall ve ark. (2012), mutfak gereçlerinde anilin, 4,4'-metilendianilin, 3,3'-dimetilbenzidin, 2,4-toliendiamin, 2,6-toluendiamin, o-toluidin, 4-kloroanilin, 4,4'-difeniletilamin, 4,4'-benzidin, 1,3-fenilendiamin, o-anisidin ve 2,4-dimetilamin varlığını araştırmışlardır. McCall ve ark. (2012) örneklerinde PAA' lardan anilin, 4,4'-metilendianilin, 3,3'-dimetilbenzidin, 2,4-toliendiamin, 2,6-toluendiamin, o-toluidini tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda tespit edilen PAA' lar açısından irdelendiğinde McCall ve ark (2012), Trier ve

Granby (2015)'nin çalışmalarında belirledikleri bileşenler ile benzerlik sergilemektedir.

Anilin varlığı belirlenirken 3 kez test yapılmakta ve yöntemine göre 3. testin sonuçları verilmektedir. Çizelge 1' de her 3 testin sonuçları verilmiştir. Araştırmada kullanılan 35 örneğin 16'sında anilin tespit edilememiştir. Anilin tespit edilen örnekler için grafiksel gösterim Şekil 1' de verilmiştir. Anilin en fazla E markasına ait krep spatülünde belirlenmiştir (0.29 mg/kg). Bunun yanında aynı markanın kaşık ve makarna servis kaşığı örneklerinde de anilin miktarı sırası ile 0.17 mg/kg ve 0.20 mg/kg olarak bildirilmektedir. Anilin, tüm A markasına ait mutfak gereçlerinde tespit edilmesine karşın miktarları 0.004-0.03 mg/kg aralığında yani düşük miktarlarda belirlenmiştir. D markasına ait mutfak gereçlerinde ise anilin tespit edilememiştir.

Perez ve ark. (2019), Brezilya, Çin ve Türkiye orijinli 36 mutfak gerecinde yapmış oldukları çalışmada anilin 667 µg/kg ile en yüksek miktarda belirlenmiştir. Szabo ve ark. (2021) 24 farklı PAA'nın varlığını Macaristan'dan temin ettikleri 5'i poliamid ve 5'i silikondan yapılmış spatüllerde araştırmışlardır. Tüm örneklerde anilin tespit edilmiş olup, en fazla miktarda anilin 25 µg/L'nin üzerinde belirlemişlerdir. Anilin yüksek olduğu örnekler poliamid yapıya sahip spatüllerdir. Norveç piyasasından temin edilen 25 mutfak gerecinde anilin 15 örnekte belirlenmiş olup, miktarı 0.5-2.3 µg/kg aralığında değişim sergilemiştir (Trier ve Granby 2015). McCall ve ark. (2012), anilini 84 mutfak gerecinin 37'sinde tespit etmişler ve miktarının 0.83-81.19 µg/L aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Sanchis ve ark. (2015), 10 mutfak gerecinde yapmış oldukları çalışmada anilin PAA' lar içerisinde en yüksek miktarda belirlenen PAA olup, 2.5-284 µg/kg aralığında değişim gösterdikleri bildirilmiştir.

Araştırma sonuçlarının bir kısmı McCall ve ark. (2012), Sanchis ve ark. (2015), Trier ve Granby (2015), Perez ve ark. (2019) ve Szabo ve ark. (2021)'un bildirdiği değerler ile örtüşmektedir. Bunun yanında, araştırma sonuçları, Sanchis ve ark. (2015)'un yaptıkları çalışma ile daha fazla

Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

benzerlik sergilemektedir. Çalışmamızda ve bahsi geçen literatürde anilin en fazla miktarda belirlenen PAA olmuştur. Çalışma ile literatür arasındaki farklılıklar; temin edilen örneklerin farklılığı, kullanılan yöntem farklılığı ve kromatografik yöntemler ile ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir.

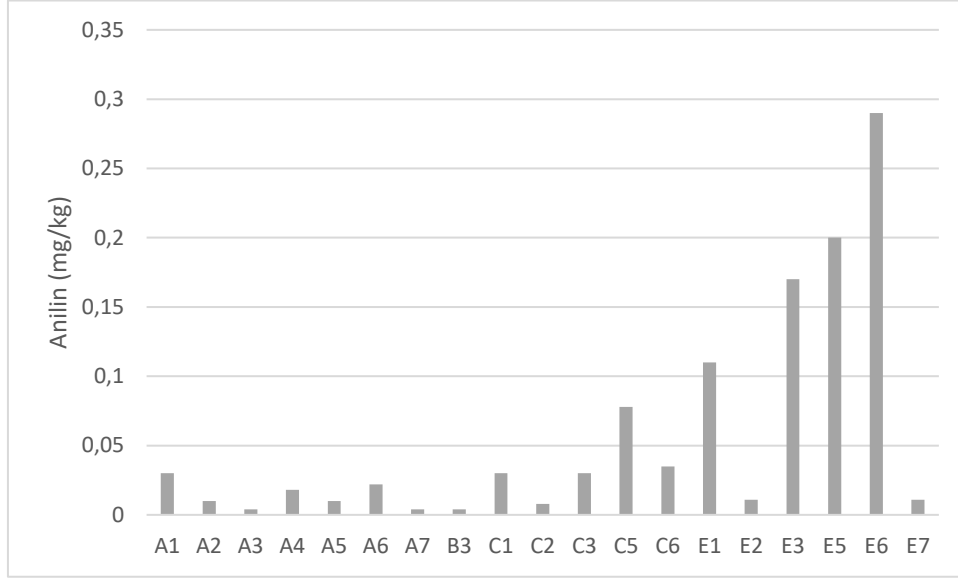
Çizelge 1. Mutfak gereçlerinde anilin miktarı (mg/kg)

Kodlar	Mutfak gereci	Anilin		
		1.test	2.test	3.test
A1	Spatul	0.036±0.001*	0.032±0.001	0.03±0.01
A2	Kepçe	0.015±0.004	0.012±0.003	0.01±0.001
A3	Kaşık	0.007±0.001	0.005±0.001	0.004±0.000
A4	Çırpıcı	0.02±0.000	0.023±0.003	0.018±0.001
A5	Makarna Servis Kaşığı	0.014±0.003	0.012±0.003	0.01±0.001
A6	Krep spatul	0.027±0.003	0.024±0.001	0.022±0.001
A7	Kevgir	0.007±0.001	0.005±0.00	0.004±0.000
B1	Spatul	TE**	TE	TE
B2	Kepçe	TE	TE	TE
B3	Kaşık	0.009±0.001	0.007±0.003	0.004±0.00
B4	Çırpıcı	TE	TE	TE
B5	Makarna Servis Kaşığı	0.008±0.00	TE	TE
B6	Krep spatul	TE	TE	TE
B7	Kevgir	TE	TE	TE
C1	Spatul	0.07±0.01	0.05±0.028	0.03±0.01
C2	Kepçe	0.012±0.001	0.01±0.00	0.008±0.001
C3	Kaşık	0.04±0.01	0.035±0.003	0.03±0.01
C4	Çırpıcı	0.005±0.00	TE	TE
C5	Makarna Servis Kaşığı	0.12±0.028	0.09±0.01	0.078±0.001
C6	Krep spatul	0.06±0.01	0.05±0.01	0.035±0.001
C7	Kevgir	0.01±0.00	0.007±0.001	TE
D1	Spatul	TE	TE	TE
D2	Kepçe	TE	TE	TE
D3	Kaşık	0.005±0.00	TE	TE
D4	Çırpıcı	TE	TE	TE
D5	Makarna Servis Kaşığı	0.007±0.00	TE	TE
D6	Krep spatul	TE	TE	TE
D7	Kevgir	TE	TE	TE
E1	Spatul	0.23±0.01	0.18±0.01	0.11±0.01
E2	Kepçe	0.023±0.003	0.015±0.001	0.011±0.001
E3	Kaşık	0.28±0.01	0.22±0.01	0.17±0.01
E4	Çırpıcı	0.012±0.00	0.007±0.001	TE
E5	Makarna Servis Kaşığı	0.35±0.028	0.28±0.01	0.2±0.1
E6	Krep spatul	0.46±0.01	0.38±0.01	0.29±0.028
E7	Kevgir	0.03±0.00	0.021±0.00	0.011±0.001

*Değerler ortalama ve standart sapma olarak verilmiştir.

**TE: tespit edilemeyen

Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması



Şekil 1. Anilin tespit edilen örneklerde anilin miktarı dağılımı

4,4'-metilendianilin belirlenmesinde yöntemlere göre 3 kez test yapılmakta ve 3. testin sonuçları analiz sonucu olarak verilmektedir. Çizelge 2'de her 3 testin sonuçları verilmiştir. Araştırmada kullanılan 35 örneğin 27'sinde 4,4'-metilendianilin tespit edilememiştir. Tespit edilen örneklerde 4,4'-metilendianilin dağılımı Şekil 2'de sunulmuştur. 4,4'-metilendianilin, en fazla E markasına ait mutfak gereçlerinde tespit edilmiştir. En fazla 4,4'-metilendianilin krep spatülü (0,09 mg/kg) ve makarna servis kaşığına (0,076 mg/kg) belirlenmiştir. En düşük 4,4'-metilendianilin, A markasına ait mutfak gereçlerinde tespit edilmiş olup, miktarı 0,003-0,006 mg/kg aralığındadır. B ve D markasına ait ürünlerde ise 4,4'-metilendianilin tespit edilememiştir. 5 farklı markaya ait toplam PAA miktarı Çizelge 3'de verilmiştir. 35 ürünün 15'i spesifik migrasyon (SML) limitinin (0,01 mg/kg) üzerinde tespit edilmiştir.

yöntem farklılığı ve kromatografik yöntemler ile ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir. Çizelge 3'de çalışılan örneklerdeki toplam PAA miktarları verilmiştir. Örneklerin 15'inde Türk

Norveç piyasasından temin edilen 25 adet mutfak gerecinde yapılan çalışmada 11 örneğin 4,4'-metilendianilin belirlenirken, miktarı ise 0,6-14 µg/kg aralığında değişim sergilemiştir (Trier ve Granby 2015). McCall ve ark. (2012), 84 mutfak gerecinde yapmış oldukları çalışmada 47 örnekte 4,4'-metilendianilin varlığını tespit etmişler ve miktarının 11,17-4168,27 µg/L aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. En yüksek miktar makarna servis kaşığına belirlenmiştir. Sanchis ve ark. (2015), 10 mutfak gerecinde yapmış oldukları çalışmada 6 örnekte 4,4'-metilendianilin belirlenmiş olup, 2-19,715 µg/kg aralığında değişim gösterdikleri bildirilmiştir.

Araştırma sonuçlarının bir kısmı McCall ve ark. (2012), Sanchis ve ark. (2015), Trier ve Granby (2015)'un bildirdiği değerler ile örtüşmektedir. Çalışma ile literatür arasındaki farklılıklar; temin edilen örneklerin farklılığı, kullanılan

Gıda Kodeksi Gıda ile Temas Eden Plastik Madde ve Malzemeler Tebliği (Tebliğ No: 2019/44)'ne göre izin verilen yasal limit olan 0,01 mg/kg'ın üzerine çıkmıştır

Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

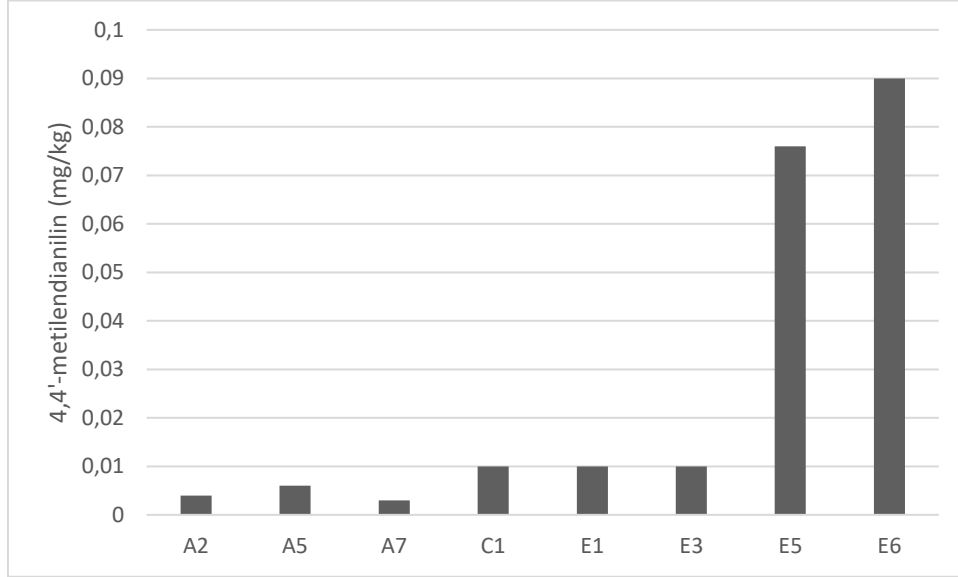
Çizelge 2. Mutfak gereçlerinde 4,4'-metilendianilin miktarı (mg/kg)

Kodlar	Mutfak gereci	4,4'-metilendianilin		
		1.test	2.test	3.test
A1	Spatul	TE**	TE	TE
A2	Kepçe	0.007±0.001*	0.005±0.001	0.004±0.001
A3	Kaşık	0.004±0.00	TE	TE
A4	Çırpıcı	TE	TE	TE
A5	Makarna Servis Kaşığı	0.003±0.001	0.004±0.001	0.006±0.001
A6	Krep spatul	TE	TE	TE
A7	Kevgir	0.004±0.001	0.003±0.001	0.003±0.001
B1	Spatul	TE	TE	TE
B2	Kepçe	TE	TE	TE
B3	Kaşık	TE	TE	TE
B4	Çırpıcı	TE	TE	TE
B5	Makarna Servis Kaşığı	0.002±0.001	TE	TE
B6	Krep spatul	TE	TE	TE
B7	Kevgir	TE	TE	TE
C1	Spatul	0.02±0.01	0.015±0.001	0.01±0.001
C2	Kepçe	TE	TE	TE
C3	Kaşık	0.01±0.002	0.006±0.001	TE
C4	Çırpıcı	0.002±0.001	TE	TE
C5	Makarna Servis Kaşığı	0.004±0.001	TE	TE
C6	Krep spatul	TE	TE	TE
C7	Kevgir	0.006±0.001	TE	TE
D1	Spatul	TE	TE	TE
D2	Kepçe	TE	TE	TE
D3	Kaşık	TE	TE	TE
D4	Çırpıcı	TE	TE	TE
D5	Makarna Servis Kaşığı	0.002±0.001	TE	TE
D6	Krep spatul	TE	TE	TE
D7	Kevgir	TE	TE	TE
E1	Spatul	0.04	0.02	0.01±0.001
E2	Kepçe	TE	TE	TE
E3	Kaşık	0.02±0.01	0.015±0.01	0.01±0.001
E4	Çırpıcı	0.005±0.001	TE	TE
E5	Makarna Servis Kaşığı	0.12±0.000	0.09±0.01	0.076±0.001
E6	Krep spatul	0.16±0.01	0.11±0.01	0.09±0.01
E7	Kevgir	TE	TE	TE

*Değerler ortalama ve standart sapma olarak verilmiştir.

**TE: tespit edilemeyen

Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması



Şekil 2. Örneklerde 4,4'-metilendianilin miktarı dağılımı

Çizelge 3. Mutfak gereçlerinde toplam PAA (mg/kg)

Kodlar	Mutfak gereci	Toplam PAA (mg/kg)		
		1.test	2.test	3.test
A1	Spatul	0.036±0.00*	0.032±0.00	0.03±0.00
A2	Kepçe	0.022±0.006	0.017±0.005	0.014±0.004
A3	Kaşık	0.011±0.002	0.005±0.00	0.004±0.00
A4	Çırpıcı	0.02±0.00	0.023±0.00	0.018±0.00
A5	Makarna Servis Kaşığı	0.017±0.008	0.016±0.006	0.016±0.003
A6	Krep spatul	0.027±0.00	0.024±0.00	0.022±0.00
A7	Kevgir	0.011±0.02	0.008±0.001	0.007±0.001
B1	Spatul	TE**	TE	TE
B2	Kepçe	TE	TE	TE
B3	Kaşık	0.009±0.00	0.007±0.00	0.004±0.00
B4	Çırpıcı	TE	TE	TE
B5	Makarna Servis Kaşığı	0.01±0.004	TE	TE
B6	Krep spatul	TE	TE	TE
B7	Kevgir	TE	TE	TE
C1	Spatul	0.09±0.03	0.065±0.025	0.04±0.01
C2	Kepçe	0.012	0.01±0.00	0.008±0.00
C3	Kaşık	0.05±0.021	0.041±0.00	0.03±0.00
C4	Çırpıcı	0.007±0.002	TE±	TE
C5	Makarna Servis Kaşığı	0.124±0.08	0.09±0.00	0.078±0.00
C6	Krep spatul	0.06	0.05±0.00	0.035±0.00
C7	Kevgir	0.016±0.003	0.007±0.00	TE

Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

D1	Spatul	TE	TE	TE
D2	Kepçe	TE	TE	TE
D3	Kaşık	0.005±0.00	TE	TE
D4	Çırpıcı	TE	TE	TE
D5	Makarna Servis Kaşığı	0.009±0.004	TE	TE
D6	Krep spatul	TE	TE	TE
D7	Kevgir	TE	TE	TE
E1	Spatul	0.27±0.013	0.2±0.11	0.12±0.02
E2	Kepçe	0.023±0.00	0.015±0.00	0.011±0.00
E3	Kaşık	0.3±0.018	0.235±0.14	0.18±0.02
E4	Çırpıcı	0.017±0.005	0.007±0.00	TE
E5	Makarna Servis Kaşığı	0.47±0.016	0.37±0.13	0.276±0.08
E6	Krep spatul	0.62±0.21	0.49±0.19	0.38±0.14
E7	Kevgir	0.03±0.00	0.021±0.00	0.011±0.00

*Değerler ortalama ve standart sapma olarak verilmiştir.

**TE: tespit edilemeyen

Sonuç

Türkiye’de satışa sunulan 35 örnekte PAA’lardan anilin, 4,4'-metilendianilin, 2,4-toliendiamin, 2,6-toluendiamin, 3,3'-dimetilbenzidin ve 4,4'-diaminodifenil eter bileşenlerinin varlığı araştırılmış ve sadece 2 PAA örneklerde tespit edilmiştir. Tespit edilen anilin, 4,4'-metilendianiline kıyasla daha fazla örnekte belirlenmiştir. Anilin miktarı en fazla 0.29 mg/kg iken 4,4'-metilendianilin ise 0.09 mg/kg’a kadar çıkmıştır. Türk Gıda Kodeksi Gıda İle Temas Eden Plastik Madde ve Malzemeler Tebliği (Tebliğ No: 2019/44)’ne göre toplam PAA miktarı 0.01 mg/kg’a kadar izin verilmiştir. Çalışmada kullanılan örneklerde bu yasal limitin üzerinde 15 adet örnek belirlenmiştir ve sağlık açısından risk teşkil etmektedir.

Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

Kaynaklar

- Anonim. (2019) Türk Gıda Kodeksi Gıda İle Temas Eden Plastik Madde ve Malzemeler Tebliği. Tebliğ No: 2019/44.
- Brede, C., Skjevrak, I. (2004) Migration of aniline from polyamide cooking utensils into food simulants. *Food additives and contaminants*, 21(11): 1115-1124.
- Campanella, G., Ghaani, M., Quetti, G., Farris, S. (2015) On the origin of primary aromatic amines in food packaging materials. *Trends in Food Science & Technology*, 46(1): 137-143.
- Freudenthal, R. I., Stephens, E., Anderson, D. P. (1999) Determining the potential of aromatic amines to induce cancer of the urinary bladder. *International journal of toxicology*, 18(5): 353-359.
- Groh, K. J., Muncke, J. (2017) In vitro toxicity testing of food contact materials: state-of-the-art and future challenges. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 16(5): 1123-1150.
- McCall, E., Keegan, J., Foley, B. (2012) Primary aromatic amine migration from polyamide kitchen utensils: method development and product testing. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 29(1): 149-160.
- Mertens, B., Van Bossuyt, M., Fraselle, S., Blaude, M. N., Vanhaecke, T., Rogiers, V., Verschaeve, L., Van Hoeck, E. (2017). Coatings in food contact materials: Potential source of genotoxic contaminants?. *Food and chemical toxicology*, 106: 496-505.
- Perez, M. Â. F., Padula, M., Moitinho, D., Bottoli, C. B. G. (2019) Primary aromatic amines in kitchenware: Determination by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1602: 217-227.
- Pezo, D., Fedeli, M., Bosetti, O., & Nerin, C. (2012) Aromatic amines from polyurethane adhesives in food packaging: The challenge of identification and pattern recognition using Quadrupole-Time of Flight-Mass Spectrometry. *Analytica chimica acta*, 756: 49-59.
- Pigłowski, M. (2020) Food hazards on the European Union market: The data analysis of the Rapid Alert System for Food and Feed. *Food science & nutrition*, 8(3): 1603-1627.
- Sanchis, Y., Coscollà, C., Roca, M., Yusà, V. (2015) Target analysis of primary aromatic amines combined with a comprehensive screening of migrating substances in kitchen utensils by liquid chromatography-high resolution mass spectrometry. *Talanta*, 138: 290-297.
- Sanchis, Y., Coscollà, C., Yusà, V. (2019) Comprehensive analysis of photoinitiators and primary aromatic amines in food contact materials using liquid chromatography high-resolution mass spectrometry. *Talanta*, 191: 109-118.
- Sanllorente, S., Sarabia, L. A., Ortiz, M. C. (2016) Migration kinetics of primary aromatic amines from polyamide kitchenware: Easy and fast screening procedure using fluorescence. *Talanta*, 160: 46-55.
- Szabo, B. S., Jakab, P. P., Hegedus, J., Kirchkeszner, C., Petrovics, N., Nyiri, Z., Bodai, Z., Rikker, T., Eke, Z. (2021) Determination of 24 primary aromatic amines in aqueous food simulants by combining solid phase extraction and salting-out assisted liquid-liquid extraction with liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Microchemical journal*, 164: 105927.
- Szabó, B. S., Petrovics, N., Kirchkeszner, C., Nyiri, Z., Bodai, Z., Eke, Z. (2022) Stability study of primary aromatic amines in aqueous food simulants under storage conditions of food contact material migration studies. *Food Packaging and Shelf Life*, 33: 100909.
- Toptancı, İ., Ketenoglu, O., Kiralan, M. (2022) Assessment of the migration of perfluorinated compounds and primary aromatic amines from PTFE-coated

Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

non-stick cookware marketed in Turkey. Environmental Science and Pollution Research, 29(25): 38535-38549.

Trakoli, A. (2012) IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 99: Some aromatic amines, organic dyes, and related exposures. International Agency for Research on Cancer.

Trier, X., Granby, K. (2015) Analysis of primary aromatic amines (PAA) in black nylon kitchenware 2014: selected samples from the Norwegian market. Analysis of primary aromatic amines (PAA) in black nylon kitchenware 2014: selected samples from the Norwegian market.



Araştırma Makalesi

Isıl İşlemin Enkapsüle Edilmiş ve Edilmemiş *Bifidobacterium Bifidum* BB-12 Üzerine Etkisi ve Model Gıdada Denemesi

Neslihan GÜLER¹, Özlem TURGAY^{1,2}

ÖZ

Bu çalışmada probiyotik *Bifidobacterium bifidum* bb-12 liyofilizasyon yöntemi kullanılarak enkapsüle edilmiştir. Kaplama materyali olarak 1:1 oranında gam arabik (GA):yağsız süt tozu (YST), 1:9 oranında GA:YST, %20 YST, %30 YST, %20 GA ve %30 GA kullanılmış ve model gıda olarak kakaolu puding seçilmiştir. Pudinglerden (50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85 ve 85°C'de 5dk) örnekler alınarak canlı mikroorganizma sayıları ve enkapsüle probiyotik mikroorganizmaların ısıl işleme karşı gösterdikleri direnç belirlenmiştir. Sıcaklığa karşı en iyi korumayı 2.58 logaritmik fazlık azalma ile 1:9 GA:YST kapsülünün sağladığı belirlenmiştir. Kapsüllerin depolama dayanımları ise 1 ay boyunca 5 ve 25°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta incelenmiştir ve 5°C'de tüm kapsüllenmiş mikroorganizmaların canlılıklarını ve probiyotik özelliklerini korudukları gözlemlenmiştir ($>10^6$ log kob g⁻¹). Ayrıca 25°C'de %20 GA ve %30 GA haricindeki kapsüllerin iyi bir koruma sağlayarak mikroorganizmaların probiyotik özelliklerini koruduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Liyofilizasyon, *Bifidobacterium bifidum*, Isıl işlem, Enkapsülasyon

Effect of Heat Treatment on Encapsulated and Unencapsulated *Bifidobacterium bifidum* BB-12 and Addition to Model Food

ABSTRACT

In this study, the probiotic bacteria *Bifidobacterium bifidum* was encapsulated using the lyophilization method. As a coating material in, 1:1 ratio of gum arabic (GA) and skim milk powder (RSM), a 1:9 ratio of GA: RSM, 20% RSM, 30% SKM, 20% GA, and 30% GA were used, and cocoa pudding was selected as the model food. Samples were taken from puddings (50, 55, 60, 65, 70, 70, 75, 80, 85 and 85°C for 5 min) and the number of viable microorganisms and the resistance of encapsulated probiotic microorganisms to heat treatment were determined. Among the coating materials we used, it was determined that the 1:9 GA: RSM capsule provided the best protection against temperature with a decrease of 2.58 logarithmic phases. The storage strength of the capsules for 1 month at two different temperatures, 5°C and 25 °C, was examined, and it was observed that all encapsulated microorganisms preserved their viability and probiotic properties at 5 °C ($>10^6$ log kob g⁻¹). In addition, it was determined that the capsules at 25°C, except for 20% GA and 30% GA, provided good protection and preserved the probiotic properties of the microorganisms.

Keywords: Lyophilization, *Bifidobacterium bifidum*, Heat Treatment, Encapsulation, Probiotic

Orcid ID (Yazar sırasına göre)

0000-0003-1438-2751, 0000-0003-2286-833X

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 12.04.2023

Kabul Tarihi: 18.10.2023

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş

*E-posta: nshanglr@gmail.com

Isıl İşlemin Enkapsüle Edilmiş ve Edilmemiş *Bifidobacterium Bifidum* BB-12 Üzerine Etkisi ve Model Gıdada Denemesi

GİRİŞ

Günümüzde sağlıklı beslenmeye karşı artan ilgiden dolayı fonksiyonel gıdalara olan talep artmaya başlamıştır. En önemli fonksiyonel gıda gruplarından birisi de probiyotik mikroorganizma içeren gıda ürünleridir (Tontul, 2017). Probiyotik mikroorganizmalar, yeterli miktarda vücuda alındığında sağlığa olumlu etkileri olan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır (Hayatoğlu, 2021). Probiyotik gıdalara olan talebin artmasıyla, probiyotik gıda üretimi üzerine yapılan çalışmalarda çoğalmıştır. Bir gıda ürününün probiyotik gıda olarak değerlendirilmesi ve faydalı etkisinin görülebilmesi için canlı mikroorganizmanın en az 10^8 - 10^9 kob ml⁻¹ olması gerektiği belirtilmiştir (Shori, 2017).

Bifidobacterium bifidum BB-12; katalaz negatif, çubuk şekilli bir bakteri olup yüksek stabiliteye sahip, aerotolerans, safra ve gastrik koşullara dayanımının iyi olduğu bildirilmektedir. Bifidobakterilerin bazı rahatsızlıkların doğrudan tedavisini sağladığı veya zararlı patojenik türleri baskılayarak dolaylı olarak iyileşmeyi teşvik ettiği bildirilmektedir (Ji ve ark., 2019). Bu bakteriler patojenik mikroorganizmalara, hipertansiyona, iltihaplanmaya, diyabete, oksidatif strese vb. karşı çeşitli sağlık yararlarının bulunduğu bildirilmektedir (Novik ve Savich, 2020).

Ayrıca eklendiği gıdada tat, görünüm ve gıdanın ağızda bıraktığı his üzerine olumsuz etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Camargo ve ark., 2021).

Bifidobacterium gibi probiyotik mikroorganizma içeren fonksiyonel gıdaların geliştirilmesini ve üretimini kısıtlayan bir takım engeller vardır. Probiyotik canlılığı, gıdaların üretimi ve depolaması esnasında olumsuz koşullara (bağıl nem, sıcaklık) karşı hassastır. Ayrıca gıda ürünleri ve gıda takviyelerinin nem içeriği, su aktivitesi, pH, sıcaklık gibi özelliklerinden de etkilenmektedirler (Barajas-Álvarez ve ark., 2021). Son yıllarda yapılan bazı araştırmalarda mikroenkapsülasyon tekniğinin probiyotiklerin teknolojik özelliklerinin artırılmasında kullanılabilecek yeni bir yöntem olduğu bildirilmiştir (Ünal Turhan ve ark., 2017).

Mikroenkapsülasyon teknolojisi katı, sıvı ve gaz fazdaki aktif maddelerin (aroma maddeleri, mikroorganizmalar, vitaminler ve mineraller vb.) kaplama materyalleri ile kaplanarak mikro boyutlarda kapsüller elde edilmesidir. Gıda endüstrisinde mikroenkapsülasyon işlemi, kaplanacak maddeyi sıcaklık, nem gibi dış etkenlerden korumak, aktif maddenin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek, raf ömrünü uzatmak, işlevselliğini korumak, istenmeyen tat ve aroma maddelerini maskeleyerek, aktif maddenin uygulama alanını artırmak ve optimal dozu sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.

Mikroenkapsülasyon işleminde uygun mikroenkapsülasyon yönteminin seçilebilmesi için aktif maddenin türüne, mikrokapsül tipine (matris veya rezervuar), mikrokapsülün büyüklüğüne, çekirdeğin ve duvar materyalinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine, salınım mekanizmalarına, üretim ölçeği ve maliyete dikkat edilmelidir. Gıda endüstrisinde aktif maddelerin kaplama materyali ile kaplanması için mikroenkapsülasyon yöntemlerinden genellikle liyofilizasyon (dondurarak kurutma), püskürterek kurutma, püskürterek soğutma ve ekstrüzyon gibi teknikler kullanılmaktadır (Kanat ve Gülel, 2020).

Dondurarak kurutma yöntemi enerji maliyetinden dolayı diğer yöntemlere göre daha pahalıdır. Buna karşılık diğer enkapsülasyon yöntemlerine göre avantajı son ürünün oldukça kaliteli olması ve ısıya karşı duyarlı probiyotikler, enzimler ve peptitler gibi bileşiklerin için uygun bir yöntem olmasıdır. Dondurarak kurutma işlemi diğer kurutma işlemleri sırasında oluşabilecek tat-koku ve aroma kaybını önleyen bir sistemdir (Karagül ve Altuntaş, 2018). Bu çalışmada mikroenkapsülasyon yöntemi olarak liyofilizasyon işlemi tercih edilmiştir.

Mikroenkapsülasyon işleminden beklenen başarının sağlanabilmesi için uygun kaplama materyalinin (kapsül) seçilmesi önemlidir. Kaplama materyali seçilirken özellikle toksik olmamasına dikkat edilmeli, GRAS (genel olarak güvenli kabul edilen) özellikte olmalıdır. Ayrıca kaplama materyali, enkapsülasyon işlemi sırasında kolay işlenebilen, ucuz, inert,

Isıl İşlemin Enkapsüle Edilmiş ve Edilmemiş *Bifidobacterium Bifidum* BB-12 Üzerine Etkisi ve Model Gıdada Denemesi

aktif materyalin stabilitesini arttıran ve çevresel etkilerden koruyabilen bir materyal olmalıdır. Organik veya inorganik kaplama materyallerinden başta karbonhidratlar (nişasta, maltodekstrin, sakkaroz ve maltoz) olmak üzere proteinler (jelatin, peynir altı suyu proteinleri, kazein ve kazeinatlar gibi proteinler) ve gamlar (gam arabik) tercih edilmektedir (Geniş ve Tuncer, 2019). Bu çalışmada kaplama materyali olarak bir adet protein ve bir adet karbonhidrat bazlı olması dikkate alınarak yağsız süt tozu ve gam arabik seçilmiştir.

Gam arabik çözündürüldüğünde renksiz ve tatsızdır ve kimyasal bileşiklerle kolayca etkileşime girmez (Musa ve ark., 2019). Silva ve ark., (2018) tarafından yapılan bir çalışmada gam arabik kapsüllerinin probiyotikleri stres faktörlerine karşı korudukları bildirilmektedir. Ayrıca Arslan-Tontul ve Erbas, (2017) ve Da Silva ve ark., (2018) tarafından yapılan çalışmalarda da gam arabik kapsüllerinin probiyotik özellikleri iyileştirdiği bildirilmektedir.

Türk Gıda Kodeksi'ne göre yağsız süt tozu, süt yağı miktarı ağırlıkça % 1.5'tan az ve nem miktarı ağırlıkça % 5'ten az olan Koyulaştırılmış Süt ve Süt Tozu Tebliği'ne uygun hazırlanan katı bir süt ürünüdür (Anonim, 2008). Süt proteinlerinin iyi bir immobilizasyon ajanı olduğu bildirilmektedir. Farklı enkapsülasyon çalışmalarında yağsız süt tozu başarıyla uygulanmıştır (Gul, 2017; Çevik, 2017).

Bu çalışmada kapsüllenen mikroorganizmaların ısıl işleme karşı direncini kontrol etmek için model gıda olarak her yaş grup aralığı tarafından sevildiği bilinen kakaolu puding seçilmiştir. Pudingler, yarı katı bir dokuya sahip süt proteini ve nişasta içeren tatlılardır (Gurmeric ve ark., 2013). Üretilen pudinglerin duysal ve yapısal özelliklerini geliştirme yönünde yapılan çalışmaların yanında günümüzde fonksiyonel gıdaların önemi hakkında bilinçlenen tüketicilerin talepleri doğrultusunda pudinglere de fonksiyonel özellik kazandırma yönünde üreticilerin çalışmalarında da artış olduğu gözlemlenmiştir (Derzashamsir, 2017).

Gul ve Atalar (2019), yaptıkları bir çalışmada, probiyotik *Lactobacillus casei* Shirota suşunu

sprey kurutucu ve liyofilizasyon yöntemlerini kullanarak enkapsüle etmişlerdir. Kapsül materyali olarak yağsız süt tozu, maltodekstrin, gam arabik ve bu materyallerin farklı oranlardaki karışımları kullanılmıştır. Tüm mikrokapsüller, mikrokapsülmeden sonra yüksek oranda canlılık ($7.91-9.37 \log \text{ kob } g^{-1}$) göstermiştir. Püskürterek kurutma yöntemi ile oluşturulan kapsüllerin düşük pH değerlerindeki dayanımının, dondurularak kurutma yöntemi ile oluşturulan mikrokapsüllere kıyasla daha iyi olduğu belirtilmektedir. Isısal dayanımda ise dondurularak kurutulan mikrokapsüllerin 85 ve 90°C'de daha yüksek koruyucu etki gösterdiği tespit gözlenmiştir. Sonuçlara göre bir kapsülleme maddesi olarak yağsız süt tozu:gam arabik karışımının kullanılmasının, yüksek sıcaklık, asidik pH ve safra tuzlarına karşı daha yüksek hücre koruması gösterdiği tespit edildiği bildirilmektedir.

Akgül (2018), yaptığı çalışmada, *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12 inülin içeren sinbiyotik süt ile zenginleştirilmiş sütlü çikolataların viskozite değerlerinin arttığı ve duysal beğeni puanlarını artırdığı gözlenmiştir.

Lactobacillus casei Shirota maltodekstrin (MD), yağsız süt tozu (RSM) ve arap zamkı (GA) ile püskürterek kurutma yöntemi ile kapsüllenmiştir. Kapsüllenmiş

mikroorganizmaların fiziksel yapılarının küre şeklinde gözlemlenmiştir. Puding örneklerinde mikrokapsüllenmiş hücre sayılarının 14. günde azaldığı tespit edilmiştir. RSM: GA kapsülleri içeren numunenin pH değeri daha stabil bulunmuştur. 4 ve 24°C'de depolama sırasında, RSM'nin probiyotik bakterilerin korunması için en iyi ortam olduğu bulunmuştur (Gul, 2017).

Yapılan bu çalışma ile *Bifidobacterium bifidum* oldukları ve yüzeylerinin pürüzsüz olduğu BB-12 (*Bifidobacterium animalis subsp. lactis*)'nin liyofilizasyon metodu ile enkapsüle edilerek mikroorganizmaların sıcaklık dayanımlarının artırılması amaçlanmaktadır. Oluşturulan kapsüllerin depolama dayanımları bir ay boyunca takip edilmiştir. Ayrıca üretilen kapsüllerin pudingin duysal özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Isıl İşlemin Enkapsüle Edilmiş ve Edilmemiş *Bifidobacterium Bifidum* BB-12 Üzerine Etkisi ve Model Gıdada Denemesi

MATERYAL ve METOD

Bu çalışmada, mikroorganizma olarak *Bifidobacterium bifidum* (Kwik - Stik), kaplama materyali olarak yağsız süt tozu ve gam arabik tercih edilmiştir. Enkapsülasyon yöntemi olarak liyofilizasyon (dondurarak kurutma) işlemi uygulanmıştır. Model gıda olarak kakaolu puding kullanılmıştır. Puding standart hammaddeleri ilave edilerek yapılmıştır.

Çalışma boyunca; süt, kakao, yağsız süt tozu ve şeker yerel firmalardan temin edilmiştir. Ksantan (Roth), agar (Molar kimya), MRS (Lab a neogen company), gam arabik (Roth), laktoz (Sigma aldrich), sistein (Merck) ve pepton (Merck) kullanılmıştır.

Probiyotik kültürlerin çoğaltılması ve hazırlanması

Probiyotik mikroorganizmaların çoğaltılması, Çelik ve Turgay (2021) tarafından kullanılan metot ile yapılmıştır. Liyofilize kültürler iki aşamada sistein ilaveli deMan Rogosa Sharpe (MRS) broth ortamında anaerobik olarak 37°C’de aktivite edilmişlerdir. İlk aktivasyonda mikroorganizmalar steril %0,1 peptonlu (Merck, Almanya) su ile yıkanmıştır. Ardından, kültür 5 ml MRS broth besiyerine 24 saat süreyle inoküle edilmiştir. Kültür MRS broth'a aktarılmış ve ardından 18 saat süreyle inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından, örnek 4500 rcf'de 10 dakika santrifüj edilmiş ve iki kez peptonlu su ile yıkanmıştır. Kültür, %0,1 peptonlu su ile ml başına 10¹⁰ koloni oluşturan birim (cfu/ml) konsantrasyonuna seyreltilmiştir.

Kaplama materyalinin hazırlanması ve probiyotik mikroorganizmaların enkapsülasyonu

Enkapsülasyon işleminde Gul (2017) tarafından geliştirilen metot kullanılmıştır. Kaplama materyallerine 80°C’de 30 dakika ısıl işlem uygulanarak sterilizasyonları sağlanmıştır. Gam arabik ve yağsız süt tozu kullanılarak hazırlanan kaplama materyalleri ve oranları Çizelge 1’de verilmiştir. Kültürler kaplama materyali ile karıştırılıp -80°C’de dondurulmuştur. Sonrasında kültürler kapsülasyonun gerçekleşmesi için bir gece liyofilizatörde (Christ Alpha 1-2 LD) bırakılmıştır.

Liyofilizatörden alınan örnekler analize kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Çizelge 1. Kaplama materyallerinin oranları
Table 1. Ratios of coating materials

Kaplama materyali / Coating materials	GA	GA	RSM	RSM	GA: RSM	GA: RSM
GA konsantrasyonu (w/v) / GA concentration	30%	20%	-	-	%7.5	3%
YST konsantrasyonu (w/v) / RSM concentration	-	-	30%	20%	%7.5	27%
Kültür miktarı: Kaplama materyali miktarı / Amount of culture: Amount of coating material (v/v)	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5

Enkapsülasyon verimlerinin hesaplanması

Enkapsüle edilen mikroorganizma enkapsülasyon prosesi esnasında bir miktar canlılık kaybına uğrayabilmektedir. Bu canlılık kaybının az olması enkapsülasyon işleminin başarı kriterlerinden birisidir. Enkapsülasyon verimi Petraityté ve Şipailiené (2019) tarafından kullanılan metot baz alınarak Eşitlik 1’deki gibi hesaplanmıştır.

$$\text{Enkapsülasyon verimi} = \frac{N_0}{N_1} \times 100 \text{ (Eşitlik 1)}$$

N₀: Enkapsülasyon öncesi canlı mikroorganizma sayısı (kob ml⁻¹)

N₁: Enkapsülasyon sonrası canlı mikroorganizma sayısı (kob ml⁻¹)

Kapsüllerin depolama dayanımı

Kapsüllenmiş bakteriler 5 ve 25°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta depolanmıştır. Bir aylık depolama boyunca haftalık olarak canlı kalan mikroorganizma sayısı MRS agar ortamına anaerobik koşullarda belirlenmiştir.

Kapsüllenmiş mikroorganizmaların model gıdaya ilavesi ve ısıl direncin hesaplanması

Model gıda olarak seçilen pudingi laboratuvar ortamında üretmek için Gurmeric ve ark.,

Isıl İşlemin Enkapsüle Edilmiş ve Edilmemiş *Bifidobacterium Bifidum* BB-12 Üzerine Etkisi ve Model Gıdada Denemesi

(2013) tarafından geliştirilen puding formülasyonu ve üretim prosesi kullanılmıştır. Kullanılan formülasyonun çalışmaya uyarlanmış hali Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Puding üretiminde kullanılan malzemeler ve miktarları

Table 2. Ingredients and quantities used in pudding production

Malzeme / r/ ingredients	Süt / milk	Şeker / sugar	Süt Tozu / skin milk	Kakao / cacao	Ksantan / xanthan	Niasta / starch
Miktar / quantity	300 ml	30 g	15 g	6 g	0.6 g	12.6 g

Puding; süt 40°C’ye kadar ısıtıldıktan sonra tüm malzemeler ile kapsüllenmiş bakteriler süte ilave edilip 85°C’ye kadar ısıtılmıştır. Bu sıcaklıkta 5 dk tutulan puding sonrasında soğumaya bırakılmıştır. Isıl işlem esnasında 50-55-60-65-70-75-80-85°C’de 5 g örnekleme yapılarak 45ml’lik peptonlu suya eklenmiştir. Ayrıca 85°C’de 5 dk ısıl işlem ile hazırlanan puding soğumadan önce bir örnekleme daha yapılmıştır. Kapsüllenmiş bakterilerin ısıya karşı göstermiş oldukları direnç yapılan mikrobiyal ekimler sonucunda belirlenmiştir.

Duyusal analiz

Duyusal analiz işlemi Kılınç (2021) tarafından kullanılan yöntem baz alınarak Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanları ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan 10 kişilik panelist ekibi (ürün ve duyusal analiz yöntemleri konusunda eğitilen) tarafından yapılmıştır.

Puding örnekleri şeffaf, derin, plastik kaplarda panelistlere rastgele numaralandırılarak sırasıyla sunulmuştur. Duyusal analiz testi Çalışkan (2021) tarafından hazırlanan duyusal analiz formu modifiye edilerek kullanılmıştır. Duyusal analiz için çoklu kıyaslama testi olan puanlama testi tercih edilmiştir. Kapsüllenmiş ve kapsüllenmemiş mikroorganizmaların pudingin duyusal özellikleri üzerindeki etkisi kontrol edilerek kıyaslanmıştır. Örnek duyusal analiz formu Ek-1’de verilmiştir.

SEM görüntüleme

Kapsüllenmiş hücrelerin morfolojileri hakkında bilgi sahibi olmak ve kapsül büyüklüklerini ölçmek amacıyla yapılmıştır. Çelik (2017) tarafından kullanılan metot baz alınarak SEM (Zeiss EVO LS10) ile görüntülenmiştir.

İstatistik analiz

Çalışmada üretim ve analizler en az üç paralel olacak şekilde çalışılmıştır. Sonuçlar, ortalama değerleri ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Veriler, SPSS 26v. Programı ile %95 anlamlılık düzeyinde test edilmiştir. Gruplar arasındaki önemli farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testini izleyen tek yönlü varyans analizi ANOVA kullanılarak belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kapsülasyon verimi

Enkapsülasyon verimi materyal ve metotta verilen Eşitlik 1’e göre hesaplanmıştır. Maksimum enkapsülasyon verimi %30’luk yağsız süt tozu kullanılan kapsüllerde, en düşük enkapsülasyon verimi ise %30’luk gam arabik kullanılan kapsüllerde tespit edilmiştir; sonuçlar sırasıyla %94.57 ve %86.33 olarak bulunmuştur. Tüm kapsül formülasyonlarının verimleri Çizelge 3’te verilmektedir. Çizelge 3’teki canlılık verimleri değerlendirildiğinde bileşiminde yağsız süt tozu bulunan kapsüllerin canlılığında anlamlı bir fark olduğu, yağsız süt tozunun canlılık üzerine olumlu bir etkisi olduğu görülmektedir. Bu durum yağsız süt tozunun kriyoprotektan etkisinden ileri geldiği düşünülmektedir.

Çizelge 3. Kapsüllerin canlılık verimleri

Table 3. Viability of yields in capsules

Kapsül çeşitleri / types of capsules		Canlılık verimi (%) / viability yields (%)
GA: RSM	1:1	93.39b
GA: RSM	1:9	93.76b
RSM	20%	93.96b
RSM	30%	94.57a
GA	20%	87.53c
GA	30%	86.33c

Harfler enkapsülasyon işleminde kullanılan kaplama materyalleri arasındaki farkı temsil etmektedir.

The letters represent the difference between the coating materials used in the encapsulation process.

Isıl İşlemin Enkapsüle Edilmiş ve Edilmemiş *Bifidobacterium Bifidum* BB-12 Üzerine Etkisi ve Model Gıdada Denemesi

B. bifidum BB-12'nin gam arabik ile püskürterek kurutuma tekniği uygulanarak ve palm yağı ile püskürterek dondurma tekniği kullanılarak enkapsüle edildiği bir çalışmada ise enkapsülasyon verimi sırası ile %82 ve %92 olarak bildirilmiştir (Arslan-Tontul ve Erbas, 2017). Ayrıca çalışmada püskürterek dondurma yöntemiyle yapılan enkapsülasyon işleminin liyofilizasyon ile yapılacak enkapsülasyon işlemine benzer verim sağlayacağı bildirilmektedir. Çalışma sonuçları bulgularımız ile paralellik arz etmektedir. Kapsülasyon verimimizin yüksek olması liyofilizasyon işleminde mikroorganizmaların yüksek oranda korunduğunu göstermektedir.

Isıl İşlem Dayanımı

Kapsüllenmiş probiyotik mikroorganizmanın ısısal direnci, MRS agar ortamına anerobik koşullarda belirlenmiştir. Enkapsülasyonla oluşturulan probiyotik kapsüllerin farklı sıcaklık değerlerinde göstermiş oldukları sıcaklık dayanımı Çizelge 4'te gösterilmiştir. Kapsüllenmemiş kontrol örneğinin canlılığı 60°C'den sonra hızlı bir şekilde azalmış ve 85°C'de ortamda canlı mikroorganizma tespit edilememiştir. Gam arabik ve yağsız süt tozunun 1:1 kullanıldığı örnek dışındaki tüm kapsüllerde 85°C'de 5 dakika ısı muamele sonucunda mikrobiyal canlılık tespit edilmiştir. Kapsüllenmiş mikroorganizmalarının ısısal direncini en iyi arttıran kapsül formülasyonu 1:9 oranında hazırlanan gam arabik: yağsız süt tozu kapsülü olarak belirlenmiştir. Bu kapsülde puding üretimi esnasında sadece 2.58 log kob g⁻¹ canlılık kaybı görülmüştür. Kapsüllerin koruyuculuk sıralaması çoktan aza doğru, 1:9, %30 GA; %30 RSM; %20 GA ve %20 RSM şeklindedir. İşlem sonunda canlı kalım oranları sırayla %68, %48, %41, %39 ve %32 olarak bulunmuştur.

Kapsüllenmiş mikroorganizmalar canlılıklarını, %20 GA kapsülü hariç, 75°C'de yaklaşık %70 oranında korumuştur. Kapsüllenmemiş mikroorganizma ise bu sıcaklıkta canlılığının %68'ini kaybetmiştir. Bu sıcaklıkta kaplama konsantrasyonu fazla olan mikroorganizmaların az olanlara kıyasla canlılıklarını daha iyi koruduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi konsantrasyonun fazla olmasına bağlı olarak ısı

iletimin daha yavaş meydana gelmesi şeklinde yorumlanabilir. Artan YST konsantrasyonuna bağlı olarak canlılık önemli ölçüde korunmuştur. YST ile GA'nın birlikte kullanılması yağsız süt tozunun yüksek konsantrasyonda kullanıldığı örneklerde sinerjik etki göstermiştir. Benzer şekilde Gul ve Atalar, (2019) yaptıkları çalışmada gam arabik ve yağsız süt tozunun kaplama materyali olarak kullanıldığı kapsüllerde ısısal direncin daha iyi korunduğunu bildirmektedir. Enkapsülasyonun sadece gam arabik ile yapıldığı örneklerde gam arabik konsantrasyonunun artması canlılığa olumlu etki etmiştir. 1:1 oranında kapsül materyalinin kullanıldığı örnekte canlılığın düşük olmasının sebebi; kaplamada kullanılan kapsül materyalinin düşük konsantrasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Fritzen-Freire ve ark., (2013) *Bifidobacterium* BB-12 bakterisini püskürterek kurutma yöntemi ile enkapsüle edip sıcaklık direnci üzerine çalışmışlardır. Yağsız süt tozu kullanılarak oluşturdukları kapsüllerin 55°C'de 10 dk ısısal işlem sonucunda 0.15 logaritmik faz azaldığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada 75 °C'de 10 dk ısısal işlem sonucunda kapsüllerin canlılıkları <6 log kob ml⁻¹ olarak bildirilmektedir. Çalışmamız sonuçlarında da 55°C'de alınan örneklerde önemli bir azalma görülmemiştir (p<0.05). Kapsüllerin 75°C'de dayanım sonuçlarında ise sadece %30'luk gam arabik probiyotik özellik gösterebilmiş, yağsız süt tozu ve yağsız süt tozu-gam arabik kombinasyonları 6 log kob ml⁻¹ sınırının altına düşmüşlerdir. Burada dikkat edilmesi gereken husus logaritmik azalma çok olmamasına rağmen başlangıç konsantrasyonundaki göreceli düşüklük nedeniyle 6 log kob g⁻¹ sınırının altına düşmüş olmasıdır. Ji ve ark., (2019) yaptıkları bir çalışmada kapsüllenmiş *B. longum*'un ısısal işleme toleransını ölçmek için 30 dakika boyunca 55, 60 ve 65°C ısıya maruz bırakmıştır. Çalışma sonucunda, alginat kapsülleri bu sıcaklıklarda sırasıyla 0.24, 0.53 ve 1.72 logaritmik azalma göstermiştir. Kitosan kapsülleri ise 0.20, 0.64 ve 1.14 log kob azalmıştır. Çalışılan sıcaklık aralığında sonuçlarımız paralellik göstermektedir.

Isıl İşlemin Enkapsüle Edilmiş ve Edilmemiş *Bifidobacterium Bifidum* BB-12 Üzerine Etkisi ve Model Gıdada Denemesi

Çizelge 5. Enkapsüle edilmiş mikroorganizmaların 5 °C ve 25°C’de depolama boyunca gösterdikleri canlılık oranları
Table 5. Viability of microorganisms with encapsulated during storage at 5 and 25 °C

Kapsül çeşitleri / types of capsules		Sıcaklık dereceleri (C) / temperature degrees								
		50	55	60	65	70	75	80	85 ilk / first	85 son/ last
Kontrol / control		7.01 ± 0.6 a ^a	6.32 ± 0 b ^a	6.18±0.42b ^a	3.15± 0.01c ^a	2.22 ±0.6d ^a	2.20 ± 0d ^a	2.06±0d ^a	1.49±0c ^a	0±0*f ^a
GA: RSM	1:1	8.23±0.02a ^b	7.80 ± 0 a ^b	7.75 ± 0 a ^b	7.70±0.82a ^b	6.21±0.03b ^b	5.99±0.01b ^b	5.15 ± 0.2c ^b	2 ± 0.1d ^b	0 ± 0*c ^a
GA: RSM	1:9	8 ± 0 a ^b	7.97 ± 0 a ^b	7.77 ± 0 a ^b	7.16±0.15a ^b	6.78±0.06b ^c	5.84±0.55c ^b	5.84±0c ^c	4.84±0.1d ^c	5.42±0.64c ^b
RSM	20%	8.13±0.55a ^b	8.66 ± 1 a ^c	8.67±0.35a ^c	6.77±0.09 b ^c	5.64±0.04c ^d	5.53±0.77c ^b	4.39±0.35d ^d	3.82±0.9e ^d	2.60±0f ^c
RSM	30%	8.47±0.47a ^b	8.4 ± 0.5 a ^c	7.61±0.97b ^d	6.68±0.02 c ^c	6.30 ± 0 c ^c	5.71±0.41d ^b	3.76±0e ^c	3.51±0e ^c	3.48± 0 e ^d
GA	20%	8.50±0.19a ^b	7.62 ± 0.37 a ^d	7.23±0.22a ^d	6.44 ± 0.4 b ^c	4.67±0.47c ^f	3.63±0.38d ^c	3.53±0.42d ^c	3.16±0.95d ^c	3.35±0.67d ^d
GA	30%	8.87±0.440a ^b	9.32 ± 0.42a ^c	9 ± 0.4 a ^c	7.68±0.18b ^d	7.90±0.4b ^g	7.94±0.73b ^d	7.15±0.82c ^f	5.52±0.41d ^f	4.32±0.42c ^c

*: 10⁻² ‘lik dilüsyon ekiminde canlı mikroorganizmaya rastlanılmadı.

*: No live microorganisms were found in the 10⁻² dilution sowing.

İlk harf sıcaklıklar arasındaki farkı, ikinci harf ise kapsüller arasındaki farkı temsil etmektedir.

The first letter represents the difference in temperatures, and the second letter represents the difference between the capsules.

Isıl İşlemin Enkapsüle Edilmiş ve Edilmemiş *Bifidobacterium Bifidum* BB-12 Üzerine Etkisi ve Model Gıdada Denemesi

Çizelge 5. Enkapsüle edilmiş mikroorganizmaların 5 °C ve 25°C’de depolama boyunca gösterdikleri canlılık oranları
Table 5. Viability of microorganisms with encapsulated during storage at 5 and 25 °

Kapsül / Sıcaklık / capsule / temperature	Başlangıç / beginning	Süre / time				Logaritmik azalma (1 ay) / Logarithmic reduction (1 month)
		1. Hafta / week	2. Hafta / week	3. hafta / week	4. Hafta / week	
1:1 / 5° C	9.89 ± 0 ^a a	9.89 ± 0 ^a a	9.59 ± 1.2 ^a a	9.5 ± 0.4 ^a a	9.1 ± 0.15 ^a a	0.79
1:1 / 25 °C		9.89 ± 0 ^a a	9.57 ± 0.31 ^a a	9.8 ± 0.51 ^a a	8.84 ± 0.70 ^a a	1.05
1:9 / 5 °C	9.33 ± 0.36 ^a a	9.69 ± 0 ^a a	9.87 ± 0 ^a a	10.32± 0.01 ^a a	8.74±0.12 ^a a	0.59
1:9 / 25 °C		8.97 ± 0 ^a b	8.89 ± 0 ^a b	8.95 ± 0.84 ^a b	8.96±0.34 ^b a	0.37
% 20 YST / 5 °C	10.3 ± 0.9 ^a a	10.15±0.38 ^a a	9.91±0.35 ^a a	9.21±0.53 ^a a	7.12±0.03 ^b a	3.18
% 20 YST /25 °C		9.95 ±0.52 ^a a	9.43 ±0.8 ^a a	8.69±0.27 ^a b	8.11± ,35 ^a b	2.19
% 30 YST / 5° C	10.51±0.23 ^a a	10.32±0.8 ^a a	9.28 ± 1.08 ^a a	8.97±0.54 ^a a	8.39±0.19 ^a a	2.12
% 30 YST /25 °C		10.2±0.42 ^a a	8.56 ± 0.04 ^b a	8.83±0.63 ^b a	7.86±0.55 ^c b	2.65
% 20 GA / 5 °C	9.91 ± 0.37 ^a a	9.3 ± 0.9 ^a a	8.71 ± 0.97 ^a a	8.82 ± 0.29 ^a a	7.33±0.01 ^b a	2.58
% 20 GA / 25°C		9.83±0.94 ^a a	5.6 ± 0.68 ^b b	4.94 ± 0.67 ^b b	3.99±0.72 ^b b	5.92
% 30 GA / 5 °C	9.53 ± 0.3 ^a a	9 ± 0.77 ^a a	8.94±0.86 ^a a	8.86±0.21 ^a a	7.37±0.01 ^b a	2.16
% 30 GA / 25° C		9 ± 0.3 ^a a	8.92±0.17 ^a a	6.41±1.23 ^b b	4.71 ± 0 ^c b	4.82

İlk harf haftalar arasındaki farkı, ikinci harf ise sıcaklıklar arasındaki farkı temsil etmektedir.

The first letter represents the difference between weeks, and the second letter represents the difference between temperatures

Harfler aynı orandaki kapsüller arasındaki farkı temsil etmektedir.

Letters represent the difference between capsules of the same proportion.

Isıl İşlemin Enkapsüle Edilmiş ve Edilmemiş *Bifidobacterium Bifidum* BB-12 Üzerine Etkisi ve Model Gıdada Denemesi

Kapsüllemiş mikroorganizmaların depolama stabilitesi

İşleme ve depolama sırasında probiyotik kapsüllerde hücre hasarı ve aktivite kaybı meydana gelebilir. Uygun bir kapsülasyon işlemi, depolama süresi boyunca canlı kalması gereken bakterilerin hayatta kalmasını sağlamalıdır. Bu sayede oluşturulan kapsüller ürüne eklenene kadar probiyotik özelliklerini kaybetmeden korunacakları süre ve/veya ürün içinde kapsülün canlılık kaybının ne derece olacağı öngörülebilir. Deney tasarımında hazırlanan kapsüller 5 ve 25°C'de 1 ay boyunca depolanmıştır. Depolama boyunca haftalık olarak kapsüllemiş bakterilerin canlılıkları kontrol edilmiştir. Kapsüllemiş mikroorganizmaların depolama dayanımları Çizelge 5' te verilmektedir.

GA:YST 1:1 oranında kullanıldığı kapsüllerde 5 ve 25°C'de canlılığın önemli ölçüde korunduğu tespit edilmiş olup canlılık kaybı sırayla 0.79 ve 1.05 log kob g⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Bir aylık depolama sonucunda mikroorganizma sayısında anlamlı bir azalma meydana gelmemiştir.

Hazırlanan kapsüllerden 1:9 GA:YST olanı, bir aylık depolama boyunca mikroorganizma canlılıklarının, 5 ve 25°C'de sırasıyla %93.6 ve %96'sını koruyarak diğer kapsüllere kıyasla en iyi korumayı sağladığı belirlenmiştir. 4 hafta boyunca her iki sıcaklıkta da depolanan kapsüllemiş mikroorganizmaların canlılıkları arasında azalmalar olsa da %90'dan fazlasının canlı kaldığı gözlenmiştir. İki kaplama materyalinin birlikte kullanılması sinerjik etki göstermiştir.

Bir ay boyunca 5 ve 25°C'de depolanan %20'lik yağsız süt tozu ile enkapsüle edilmiş mikroorganizmaların 1 aylık canlılık verimlilikleri sırasıyla %70.1 ve %79 olup 5°C'de anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. 25°C'de depolanan kapsüllemiş mikroorganizmaların başlangıç ve depolama sonundaki canlılıkları arasında anlamlı bir fark olsa da haftalık olarak bakıldığında önemli bir kayıp olmadığı tespit edilmiştir. % 20'lik yağsız süt tozu, bir ay boyunca depolanan *B. bifidum* BB-12 üzerinde en iyi korumayı 25°C'de sağlamıştır.

Probiyotik mikroorganizmaların %30 oranında YST ile enkapsüle edilmesi sonucu canlılık kayıpları 5 ve 25°C'de sırasıyla 2.12 ve 2.65 log kob g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonunda 5°C'de depolanan kapsüllerde anlamlı bir fark vardır. Ancak canlı mikroorganizma sayısında görülen haftalık azalmalar arasında anlamlı bir fark görülmemektedir. 25°C'de depolama sonunda mikroorganizmaların %75'inin canlı kaldığı gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar; kaplama materyali olarak %30'luk yağsız süt tozunun depolama üzerinde olumlu etkisi var olarak yorumlanmıştır.

Kaplama materyallerinden %20'lik gam arabik ile enkapsüle edilen mikroorganizmaların canlılık verimlilikleri 5 ve 25°C'de sırasıyla %74 ve %40.2 olarak belirlenmiştir. 5°C'de depolanan mikroorganizma canlılığında anlamlı bir fark olsa da mikroorganizmaların yaklaşık %75'inin canlı kalmasıyla olumlu bir sonuç elde edilmiştir. 25°C'de %20'lik gam arabik ile kapsüllemiş mikroorganizmalar canlılıklarının yaklaşık %60'ını kaybetmiştir. Kapsüller arasında en az korumayı 25°C'de %20 gam arabik göstermiştir.

Mikroorganizmalardan %30'luk gam arabik ile enkapsüle edilen probiyotik mikroorganizmalar, bir aylık depolamada canlılık kayıpları 5°C ve 25°C'de sırasıyla 2.16 ve 4.82 log kob g⁻¹ olarak hesaplanmıştır. İki farklı sıcaklıkta depolanan enkapsüle edilmiş mikroorganizmaların canlılıkları arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir.

Depolama sonuçları değerlendirildiğinde 5°C'de depolanan kapsüller canlılıklarını 25°C'de depolanan örneklere göre daha iyi korumuşlardır. Bu muhtemelen mikroorganizmaların 25°C'de hücre ölümü ve hücre canlılığının kaybı ile sonuçlanan metabolik aktivitesinden (Holkem ve ark., 2017) veya kapsülün yüzey yapısına bağlı olarak oksijen varlığı sebebiyle canlılığın yitirilmesinden kaynaklanıyor olabilir (Silva ve ark., 2018). Depolamada canlılığının en düşük değeri kapsül bileşimi ve depolama sıcaklığı %20 ve %30 oranında hazırlanan gam arabik kapsüllerinin 25°C'de depolandıklarında kaydedilmiştir. Bu kapsüller canlılıklarının %50'den fazlasını kaybetmektedir. Fakat düşük

Isıl İşlemin Enkapsüle Edilmiş ve Edilmemiş *Bifidobacterium Bifidum* BB-12 Üzerine Etkisi ve Model Gıdada Denemesi

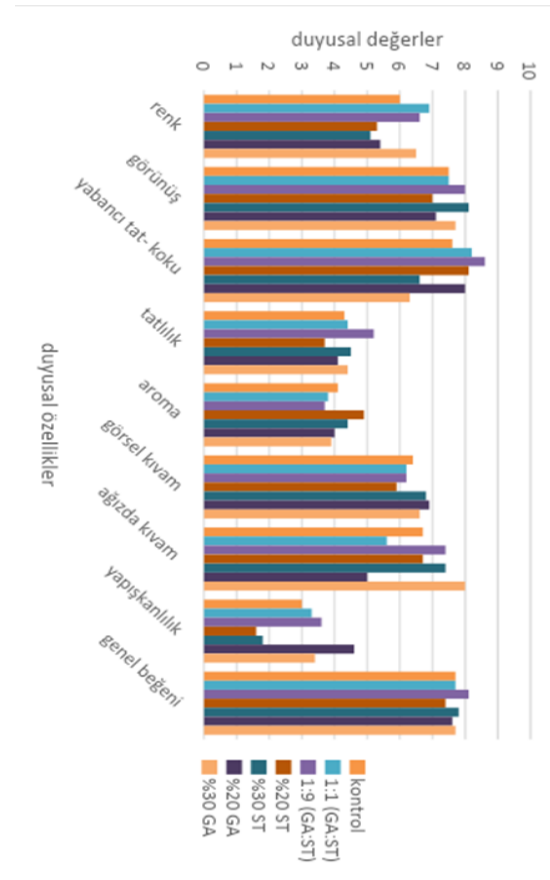
sıcaklıkta depolandıklarında sırasıyla sadece 2.58 ve 2.16 logaritmik azalma meydana gelmektedir. Literatür çalışmaları değerlendirildiğinde uygulanan metot ve kapsül bileşimine bağlı bazı farklılıklar bulunsa da düşük sıcaklıkta depolamanın canlılığı artırıcı etki gösterdiği ve enkapsülasyon işlemi ile mikroorganizmanın kurumaya karşı direncinin artırıldığı görülmektedir. Juárez-Trujillo ve ark., (2021) yapmış oldukları bir çalışmada *Bifidobacterium animalis* bakterisini farklı yöntemlerle enkapsüle ederek proses, depolama ve gastrointestinal ortamdaki dayanımını kontrol etmişlerdir. Liyofilizasyon yöntemi ile enkapsüle edilen *B. animalis* bakterisinin depolama sonuçlarına göre en iyi koruma 4°C'de muhafaza edildiğinde sağlanmıştır. Çalışmamızın sonuçlarına göre bu sıcaklıkta yapılan depolamada minimum 7.12 maksimum 9.1 logaritmik faz canlı kalım sağlanmıştır. Holkem ve ark., (2017) enkapsüle edilmiş *Bifidobacterium* BB 12 mikroorganizmalarını 120 gün boyunca -18, 7 ve 25°C'de canlılık kayıplarını gözlemlemiştir. İki hafta sonunda 7°C'de depolanan kapsüllerin 6 logaritmik fazın altına düştüğü belirlenmiş, 25°C'de ise 75 gün boyunca probiyotik özelliğın koruduğu bildirilmektedir. Ji ve ark., (2019), yaptıkları bir çalışmada *B. longum* mikroorganizmaları 180 gün 4°C ve 25°C'de depolanmıştır. Depolama sonucuna göre 4°C'de kapsüllerde ve kontrol örneğinde anlamlı bir azalma gözlemlenmemiştir. 25°C'de ise kapsüllenmemiş hücreler 3.43 logaritmik faz azalırken kapsüllerde 1.44-2.03 logaritmik fazlık bir azalma meydana gelmiş; kapsüllenmiş mikroorganizmanın depolama stabilitesinin daha iyi olduğu bildirilmiştir. Literatür çalışmaları çalışmamızın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğince yapılacak diğer bir çıkarım bileşimde yağsız süt tozu bulunan örneklerde canlılığın depolama boyunca daha iyi korunduğu yönündedir. Bu sebeple yağsız süt tozunun gam arabiğe kıyasla daha iyi bir kriyooptik ajan olduğu çıkarımı yapılabilir. Benzer şekilde Gul (2017) yapmış olduğu çalışmada, kaplama materyali olarak yağsız süt tozu kullanıldığında 4 ve 24°C'de probiyotiklerin canlılıklarını oldukça iyi bir

şekilde muhafaza ettiğini bildirmektedir. Kaplama materyali olarak kullanılan yağsız süt tozu tek başına olumlu bir koruma sağladığını bildirmektedir.

Kapsüllenmiş probiyotik ilaveli kakaolu pudungın duyuusal analizi

Kapsüllenmiş mikroorganizmalar kullanılarak üretilen pudungler panelistler tarafından beğenilmiştir. Kontrole kıyasla herhangi bir yabancı tat-koku ve aroma hissedilmemiştir. Duyusal analiz sonuçları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Duyusal analiz sonuçları
Figure 1. Sensory analysis results

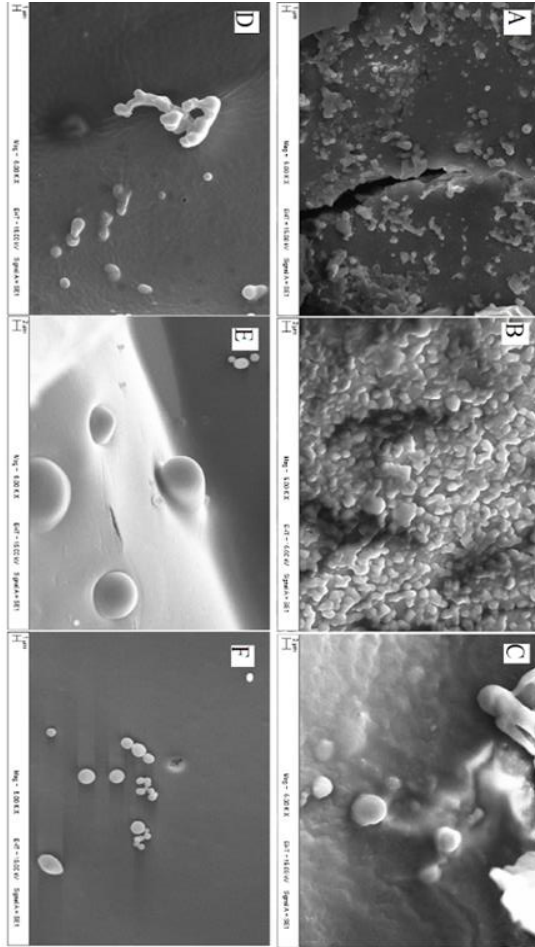
Üretilen pudungler renk olarak koyu, yapı ve kıvam olarak uygun bulunmuştur. Kapsüllerden kaynaklı herhangi bir pütürlü yapı hissedilmemiştir. Bunun sebebi oluşturulan kapsüllerin boyutlarının küçük olması ve oluşturulan kapsüllerin suda çözünür özelliğe sahip olmasıdır. Yağsız süt tozu ile

Isıl İşlemin Enkapsüle Edilmiş ve Edilmemiş *Bifidobacterium Bifidum* BB-12 Üzerine Etkisi ve Model Gıdada Denemesi

kapsüllenmiş mikroorganizmaların ilave pudding örneklerinin diğerlerine kıyasla yapışkanlığının daha az olduğu gözlemlenmiştir. Fakat genel beğeniye bakıldığında kullanılan kapsüllerin duyuşal özellikler üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

SEM görüntüleme sonuçları

Kapsüllerin SEM görüntüleri genel olarak değerlendirildiğinde polimorfik yapı göstermektedir. Yağsız süt tozu içeren kapsüllerin, diğer kapsüllere oranla daha yoğun bir matris oluşturduğu gözlemlenmiştir. Gam arabik içeren kapsüllerin az pürüzlü, ve küresele yakın bir yapıya sahip oldukları belirlenmiştir. Kapsüllerin SEM görüntülemeleri Şekil 2’de sırasıyla verilmiştir.



Şekil 2: Kapsüllerin SEM görüntülemeleri (A, B, C, D, E ve F harfleri sırasıyla 1:1 (GA:YST), 1:9 (GA: YST), %20 YST, %30 YST, %20 GA ve %30 GA kapsüllerini ifade etmektedir.)

Figure 2: SEM images of capsules (A, B, C, D, E and F letters respectively 1:1 (GA:RSM), 1:9 (GA:RSM), 20% RSM, 30% RSM, 20% GA and It refers to 30% GA capsules.)

SONUÇ ve ÖNERİLER

Probiyotikler olumsuz çevre koşullarında ve gıda işleme esnasında yapılan muameleler sonucu canlılıklarını kaybedebilmektedir. Bu koşullarda canlılığın artırılması için enkapsülasyon teknolojisi uygulamaları son yıllarda yaygınlaşmıştır. Bu yöntemlerin ana prensibi mikroorganizmanın fiziksel bir bariyer ile desteklenmesidir.

Bifidobacterium bifidum BB12 suşunun liyofilizasyon metodu ile enkapsüle edilmesi sonucu oluşturulan kapsüller mikroorganizmanın ısıl direncini artırıcı etki göstermiştir. Oluşturulan kapsüllerden %20 yağsız süt tozu ve %20 gam arabik kapsülü hariç diğer tüm kapsüller 70°C’de probiyotik özelliği korumuşlardır. Kapsüle edilmemiş mikroorganizmalarda ise 60°C’den sonra hızlı bir canlılık kaybı gözlemlenmiştir. Puding özelinde duruma bakıldığında son ürün probiyotik özellik göstermemektedir. Fakat daha ılımlı ısıl işlem uygulanan gıdalarda oluşturulan kapsüllerin başarı ile uygulanabileceği görülmektedir. Buna ilaveten başlangıç konsantrasyonunun yüksek tutulmasına bağlı olarak ısıl dayanımın daha iyi olup olmayacağı ileri vadede yapılacak çalışma konularımızdan birisi olacaktır. Kapsüllerin depolama dayanımlarına bakıldığında canlılığın çok yüksek oranda korunduğu ve depolama sıcaklığına bağlı olarak bu dayanımın değişkenlik gösterebileceği saptanmıştır. Tüm kapsüller +5°C’de 1 ay depolandığında probiyotik özelliklerini muhafaza etmişlerdir. Gam arabik bireysel olarak kullanıldığı kapsüllerde 25°C’de depolama dayanımının düşük olduğu diğer kapsüllerin ise probiyotik özelliğini koruduğu gözlemlenmiştir. Planlanan sonraki çalışmalarda depolama süresi uzatılarak probiyotik ürünün raf ömrü belirlenecektir. Çalışmanın diğer bir

Isıl İşlemin Enkapsüle Edilmiş ve Edilmemiş *Bifidobacterium Bifidum* BB-12 Üzerine Etkisi ve Model Gıdada Denemesi

katma değeri oluşturulan kapsüllerin son üründe duyusal anlamda olumsuz bir etkisinin olmamasıdır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma lisans tezi çalışması olup TÜBİTAK 2209 /A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programı kapsamında desteklenmiştir. Proje numarası: 1919B011902932.

KAYNAKLAR

Akgül, A. (2018). *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve İnülin İçeren Sinbiyotik Sütü Çikolataların Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi (Tez no: 520640). Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Anonim (2008): *Türk gıda kodeksi koyulaştırılmış süt ve süttozu tebliği (tebliğ no: 2005/18 2008/51)* 3 Eylül 2008 Tarih ve 26986 Sayılı Resmî Gazete, Ankara

Arslan-Tontul, S. & Erbas, M. (2017). Single and Double Layered Microencapsulation of Probiotics by Spray Drying and Spray Chilling. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie - Food Science and Technology*, 81, 160-169. <https://doi.org/10.1016/J.Lwt.2017.03.060>

Barajas-Álvarez, P., González-Ávila, M. & Espinosa-Andrews, H. (2021). Recent Advances in Probiotic Encapsulation to Improve Viability under Storage and Gastrointestinal Conditions and Their Impact on Functional Food Formulation. *Food Reviews International*, 1-22. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1928691>

Camargo, V. P., Catanio, N., de Marins, A. R., de Cássia Bergamasco, R., Gomes, R. G. & Feihmann, A. C. (2021). The Physicochemical and Sensory Characteristics of Coppa with *Bifidobacterium animalis ssp. lactis* (BB12) Probiotic. *Acta Scientiarum. Technology*, 43 (1), e55119.

<https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v43i1.55119>

Çalışkan, H. (2021). *Probiyotik Bakteri (Lactobacillus acidophilus) ve İğde (Elaeagnus angustifolia L.) Unu ile Üretilen Yoğurtların Probiyotik Raf Ömrü ve Kalite Özellikleri (Tez no: 654510)*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Çelik, E. (2017). *Emülsiyon Polimerizasyonu ile Lactobacillus reuteri Dsm 17938 Suşunun Enkapsülasyonu ve Gastrointestinal Dayanımı (Tez no: 473139)*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Çelik, E. ve Turgay, Ö. (2021). Encapsulation and gastrointestinal endurance of *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 strain with emulsion polymerization. *African Journal of Food Science*, 15(9), 322-328. <https://doi.org/10.5897/AJFS2021.2110>

Çevik, K. (2017). Palm Yağı ve Fraksiyonlarının Püskürtmeli Kurutucu ile Mikroenkapsülasyonu (Tez no: 476134). Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Derzashamshir, M. (2017). *Kazeinomakropeptid İçeren Puding Formülasyonunun Geliştirilmesi (Tez no: 486549)*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Fritzen-Freire, C. B., Prudêncio, E. S., Pinto, S. S., Muñoz, I. B. & Amboni, R. D. M. C. (2013). Effect of Microencapsulation on Survival of *Bifidobacterium* BB-12 Exposed to Simulated Gastrointestinal Conditions and Heat Treatments. *Lebensmittel - Wissenschaft and Technologie - Food*

Isıl İşlemin Enkapsüle Edilmiş ve Edilmemiş *Bifidobacterium Bifidum* BB-12 Üzerine Etkisi ve Model Gıdada Denemesi

- Science and Technology*, 50(1), 39-44. <https://doi.org/10.1016/J.Lwt.2012.07.037>
- Geniş, B. & Tuncer, Y. (2019). Probiyotik Kültürlerin Mikroenkapsülasyonunda Kullanılan Farklı Kaplama Materyalleri ve Yöntemler. *GIDA*, 44, (6), 1222-1236. <https://doi.org/10.15237/gida.GD19087>
- Gul, O. (2017). Microencapsulation of *Lactobacillus casei* Shirota by Spray Drying Using Different Combinations of Wall Materials and Application for Probiotic Dairy Dessert. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5). <https://doi.org/10.1111/Jfpp.13198>
- Gul, O. & Atalar, I. (2019). Different Stress Tolerance of Spray and Freeze Dried *Lactobacillus casei* Shirota Microcapsules with Different Encapsulating Agents. *Food Science and Biotechnology*, 28(3), 807–816. <https://doi.org/10.1007/S10068-018-0507-X>
- Gurmeric, V. E., Dogan, M., Toker, O. S., Senyigit, E. & Ersoz, N. B. (2013). Application of Different Multi-Criteria Decision Techniques to Determine Optimum Flavour of Prebiotic Pudding Based on Sensory Analyses. *Food and Bioprocess Technology*, 6(10), 2844-2859. <https://doi.org/10.1007/S11947-012-0972-9>
- Hayatoğlu, F. (2021). *Probiyotik Bakteri İlavesi ile Üretilen Ayrarların Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri (Tez no: 656515)*. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Holkem, A. T., Raddatz, G. C., Barin, J. S., Moraes Flores, É. M., Muller, E. I., Codevilla, C. F., Jacob-Lopes, E., Ferreira Grosso, C. R. & De Menezes, C. R. (2017). Production of Microcapsules Containing *Bifidobacterium* BB-12 by Emulsification/Internal Gelation. *Lebensmittel - Wissenschaft and Technologie - Food Science and Technology*, 76, 216-221. <https://doi.org/10.1016/J.Lwt.2016.07.013>
- Ji, R., Wu, J., Zhang, J., Wang, T., Zhang, X., Shao, L., Chen, D. & Wang, J. (2019). Extending Viability of *Bifidobacterium longumin* Chitosan-Coated Alginate Microcapsules Using Emulsification and Internal Gelation Encapsulation Technology. *Frontiers in Microbiology*, 10(Jun), 1-10. <https://doi.org/10.3389/Fmicb.2019.01389>
- Kanat, S. & Gülel, G. T. (2021). Mikroenkapsülasyon ve Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları. *Aydın Gastronomy*, 5(1), 81-89. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aydingas/issue/60049/773013>
- Karagül, M. S. & Altuntaş, B. (2018). Liyofilizasyon: Genel Proses Değerlendirmesi. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 29(1), 62-69. <https://doi.org/10.35864/Evmd.513002>
- Kılınç, M. (2021). *Mikroenkapsüle L. acidophilus ilave edilerek üretilen dondurmaların depolanması sırasında bazı fizikokimyasal tekstürel termal ve mikroyapısal özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi (Tez No:686215)*. Doktora Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Musa, H. H., Ahmed, A. A. & Musa, T. H. (2019). Chemistry, Biological, and Pharmacological Properties of Gum Arabic. *Reference Series in Phytochemistry*, 797-814. https://doi.org/10.1007/978-3-319-78030-6_11
- Novik, G. & Savich, V. (2020). Beneficial Microbiota. Probiotics and Pharmaceutical Products in Functional Nutrition and Medicine. *Microbes and Infection*, 22(1), 8-18. <https://doi.org/10.1016/J.Micinf.2019.06.004>
- Petraitytė, S. & Šipailienė, A. (2019). Enhancing Encapsulation Efficiency of Alginate Capsules Containing Lactic acid Bacteria by Using Different Divalent Cross-Linkers Sources. *Lebensmittel* -

Isıl İşlemin Enkapsüle Edilmiş ve Edilmemiş *Bifidobacterium Bifidum* BB-12 Üzerine Etkisi ve Model Gıdada Denemesi

- Wissenschaft and Technologie - Food Science and Technology*, 110, 307-315. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.065>
- Shori, A. B. (2017). Microencapsulation Improved Probiotics Survival During Gastric Transit. *HAYATI Journal of Biosciences*, 24(1), 1-5. <https://doi.org/10.1016/J.Hjb.2016.12.008>
- Silva, M. P., Tulini, F. L., Matos-Jr, F. E., Oliveira, M. G., Thomazini, M. & Fávaro-Trindade, C. S. (2018). Application of Spray Chilling and Electrostatic Interaction To Produce Lipid Microparticles Loaded with Probiotics as an Alternative to Improve Resistance Under Stress Conditions. *Food Hydrocolloids*, 83, 109-117. <https://doi.org/10.1016/J.Foodhyd.2018.05.001>
- da Silva, T. M., Lopes, E. J., Codevilla, C. F., Cichoski, A. J., de Moraes Flores, É. M., Motta, M. H. & de Menezes, C. R. (2018). Development and Characterization of Microcapsules Containing *Bifidobacterium* BB-12 Produced by Complex Coacervation Followed by Freeze Drying. *Lebensmittel - Wissenschaft and Technologie - Food Science and Technology*, 90, 412-417. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.057>
- SPSS, (2019). IBM SPSS Statistics v26 for Windows.
- Tontul, S. A. (2017). *Probiyotik Mikroorganizmaların Püskürterek Dondurma ve Kurutma Teknikleriyle Mikroenkapsüle Edilerek Probiyotik Kek Üretiminde Kullanım İmkanlarının Araştırılması (Tez no: 468029)*. Doktora Tez, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Juárez-Trujillo, N., Jiménez-Fernández, M., Franco-Robles, E., Beristain-Guevara, C. I., Chacón-López, M. A. & Ortiz-Basurto, R. I. (2021). Effect of three-stage encapsulation on survival of emulsified *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* during processing, storage and simulated gastrointestinal tests. *Lebensmittel - Wissenschaft and Technologie - Food Science and Technology*, 137. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110468>
- Ünal Turhan, E., Erginkaya, Z., Bozdoğan, A. & Aslan, Z. (2017). Farklı Kaplama Materyali ile Kaplanmış *Lactobacillus rhamnosus*'un Termal İnaktivasyon Kinetiği. *Gıda ve Yem Bilimi -Teknoloji Dergisi. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 0 (17), 12-20. <https://dergipark.org.tr/en/pub/bursagida/issue/40136/476223>



Araştırma Makalesi

Competitiveness and Self-Sufficiency of the Turkish Broiler Sector: A Comparative Analysis with Selected Countries
Deniz Sarıca^{1*}

ABSTRACT

This research aims to determine the competitiveness and self-sufficiency of Türkiye in international broiler trade and to compare it with Brazil, the United States of America (USA), China, and the European Union's 27-member (EU-27) countries that are prominent in world chicken meat exports and production. The research data was obtained from the Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) database (2061–2021). The competitiveness of countries was calculated using the Revealed Symmetric Comparative Advantage (RSCA) index, and their self-sufficiency was calculated using the Self-Sufficiency Ratio (SSR). According to the findings, Türkiye's RSCA index scores increased gradually, particularly in recent years, and reached 0.42 in 2021. Brazil and the USA have a significant comparative advantage in the broiler trade, whereas the EU-27 and China do not. Furthermore, Türkiye has been self-sufficient in the sector for many years, with the self-sufficiency index reaching a high of 132.24% in 2021. Except for China, all of the countries included in the study are self-sufficient in this sector. These statistics demonstrate that Türkiye, like its competitors, has benefited from a high level of self-sufficiency and a clear comparative advantage in the chicken meat sector.

Keywords: Broiler sector, Competitiveness, Revealed symmetric comparative advantage, Self-sufficiency, Türkiye

**Türk Etlik Piliç Sektörünün Rekabet Gücü ve Kendi Kendine Yeterliliği:
Seçilmiş Ülkelerle Karşılaştırmalı Bir Analiz**

ÖZ

Bu araştırma, Türkiye'nin uluslararası etlik piliç ticaretindeki rekabet gücünü ve kendine yeterliliğini belirlemek ve dünya piliç eti ihracatında ve üretiminde öne çıkan Brezilya, Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Çin ve Avrupa Birliği (AB-27) ülkeleri ile karşılaştırmayı amaçlamaktadır. Çalışmada kullanılan araştırma verileri, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) veri tabanından (2061-2021) elde edilmiştir. Ülkelerin rekabet gücü Açıklanmış Simetrik Karşılaştırmalı Üstünlük (RSCA) endeksi kullanılarak, kendi kendine yeterlilikleri ise Kendi Kendine Yeterlilik Oranı (SSR) kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, etlik piliç ticaretinde özellikle son yıllarda Türkiye'nin RSCA endeks skorları kademeli olarak artarak 2021 yılında 0.42'ye ulaşmıştır. Brezilya ve ABD ise önemli bir karşılaştırmalı üstünlüğe sahipken, AB-27 ve Çin bu üstünlüğe sahip değildir. Ayrıca Türkiye uzun yıllardır sektörde kendi kendine yeterli durumda olup, kendi kendine yeterlilik endeksi 2021'de %132.24 gibi yüksek bir seviyeye ulaşmıştır. Çin dışında araştırmaya dâhil edilen ülkelerin tamamı bu sektörde kendi kendine yeterlidir. Bu istatistiksel sonuçlar, rakipleri gibi Türkiye'nin de piliç eti sektöründe yüksek düzeyde kendi kendine yeterlilikten ve açık bir karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olma avantajından yararlandığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Etlik piliç sektörü, rekabet gücü, açıklanmış simetrik karşılaştırmalı üstünlük, kendi kendine yeterlilik, Türkiye

ORCID ID

0000-0001-8206-4718

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 19.08.2023

Kabul Tarihi: 20.09.2023

¹ Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Isparta University of Applied Sciences, Isparta, Türkiye.

*E-posta: denizsarica@isparta.edu.tr

Competitiveness and Self-Sufficiency of the Turkish Broiler Sector: A Comparative Analysis with Selected Countries

Introduction

Policy choices for achieving sustainable food supply systems to meet rising food demand without compromising future generations' resources include measures to promote production and delivery efficiency, as well as maximising the gains of international trade. Other policy regulations, in addition to ensuring food supply, include addressing poverty, vulnerability to food insecurity, and a country's population's ability to purchase adequate and nutritious food. In a liberal economy, countries would export goods for which they have a comparative advantage and import goods for which they have a comparative disadvantage. In other words, an international order based on free trade is considered mutually beneficial for trading partners (Rutten et al., 2013). Furthermore, it is suggested that comparative advantage aids international trade, and so higher levels of trade lead to greater food security, greater economic wealth, and lower destitution (Wegren and Elvestad, 2018).

The inverse of comparative advantage is self-sufficiency, which is often associated with economic nationalism and autarky (Kofman, 1997). However, countries may try to achieve self-sufficiency for several purposes. Clapp (2017) argued that developing countries with undiscovered natural resources may pursue more comprehensive self-sufficiency policies to address food insecurity issues, such as aspiring direct foreign investment from other countries for agricultural development and conceiving initiatives aimed at improving food security. Furthermore, according to Clapp (2017), there is no conflict between support for domestic production and openness to food trade, and that it should also be allowed for the pursuit of policies to increase domestic food production that makes political and economic sense.

Another important issue is the intense promotion of balanced and healthy nutrition in recent years. Thus, new trends in healthy food consumption have emerged (Leek et al., 2000). Chicken meat is an important source of animal protein that should be consumed for a healthy and balanced diet as well as physical and mental development because it contains sufficient and balanced amounts of all the amino acids required in human nutrition. It is an advantageous food item for a healthy diet in terms of some minerals, in addition to being rich in vitamins such as B2, B6, and B12 (Sarica et al., 2018).

Chicken meat consumption is increasing globally, and this trend is expected to continue in the coming years, regardless of region or income level. Türkiye's consumption of chicken meat is expected to rise to 1.7 million metric tonnes (MT) by 2023 (USDA, 2022). Broiler production is also increasing as the world's population grows, consumer preferences change, and technology advances in production (Tumer et al., 2018). In 2021, world broiler production increased by nearly 107% compared to 2000, reaching 121.5 million MT. Today, the United States of America (USA), China, and Brazil are the leading countries with a large share in the export and production of chicken meat. As of 2021, a total of 41.1% of the production was supplied by these three countries, of which 17% was in the USA, 12.09% was in China, and 12.01% was in Brazil. Regarding Türkiye, it ranked tenth in 2021 with 2.3 million MT of chicken meat production. Furthermore, with an 8.88% share, the European Union's 27 member countries (EU-27) were among the leading countries producing chicken meat in 2021 (FAO, 2023) (see Table I).

Competitiveness and Self-Sufficiency of the Turkish Broiler Sector: A Comparative Analysis with Selected Countries

Table I. Descriptive data on chicken meat for selected countries

Country	Year	Production (tonne)	Import (tonne)	Export (tonne)	Consumption (kg/capita/yr)
Türkiye	1961-1970	71 444	0	0	2.44
	1971-1980	168 373	0	0	4.403
	1981-1990	312 651	8	2 669	6.454
	1991-2000	464 321	318	6 658	8.369
	2001-2010	980 799	266	55 696	13.717
	2011-2021	1 963 148	12 755	399 167	20.047
	2018	2 156 671	5 869	455 336	20.84
	2019	2 138 451	44 003	480 968	20.65
	2020	2 138 451	44 420	522 322	19.99
	2021	2 245 770	40 699	588 227	-
USA	1961-1970	3 118 114	11	59 049	18.547
	1971-1980	4 395 083	0	118 551	23.099
	1981-1990	6 831 200	1 014	312 339	32.39
	1991-2000	11 733 118	2 724	1 685 990	44.432
	2001-2010	15 958 301	28 287	2 845 335	50.796
	2011-2021	18 768 830	59 078	3 384 281	54.235
	2018	19 568 042	63 960	3 305 143	56.92
	2019	20 197 091	60 508	3 342 729	58.60
	2020	20 514 869	66 141	3 546 799	58.69
	2021	20 652 971	69 962	3 616 604	-
China	1961-1970	507 400	0	6 015	1.00
	1971-1980	768 900	0	30 135	1.19
	1981-1990	1 416 800	15 484	29 560	1.84
	1991-2000	5 507 900	290 811	223 764	6.38
	2001-2010	9 687 680	563 059	175 236	10.5
	2011-2021	13 263 727	684 022	171 730	13.54
	2018	13 958 000	502 221	177 285	13.98
	2019	13 800 000	779 584	166 327	14.94
	2020	14 600 000	1 527 148	161 083	14.98
	2021	14 700 000	1 462 453	186 637	-
Brazil	1961-1970	224 776	52	0.2	2.687
	1971-1980	698 900	289	35 744	6.094
	1981-1990	1 732 400	139	265 196	10.899
	1991-2000	4 097 810	431	533 233	22.123
	2001-2010	8 555 226	567	2 554 493	32.393

Competitiveness and Self-Sufficiency of the Turkish Broiler Sector: A Comparative Analysis with Selected Countries

	2011-2021	12 988 108	3 603	3 818 013	45.169
	2018	13 511 750	3 396	3 822 702	47.79
	2019	13 516 525	5 030	3 951 372	46.94
	2020	13 787 480	5 156	3 899 503	48.39
	2021	14 636 478	5 282	4 201 040	-
	Year	Production (tonne)	Import (tonne)	Export (tonne)	Consumption (kg/capita/yr)
	1961-1970	2 215 313	209 492	272 903	6.924
	1971-1980	4 135 478	255 299	570 352	11.8
	1981-1990	5 315 614	324 506	916 673	14.645
EU	1991-2000	7 368 861	718 314	1 396 044	17.051
	2001-2010	7 514 516	1 332 461	2 040 244	19.837
	2011-2021	9 926 106	2 232 923	3 549 631	21.854
	2018	10 640 967	2 550 026	3 981 605	22.35
	2019	10 894 174	2 557 122	4 108 487	22.21
	2020	11 036 941	2 388 262	3 902 058	22.92
	2021	10 763 707	2 617 477	3 883 108	-

Source: Author's calculation with the data obtained from FAO (2023).

Chicken meat has an important place in international trade as well as its importance in nutrition. The global chicken meat trade increased from 6.9 million MT in 2000 to 14.9 million MT in 2021 (FAO, 2023). For many years, Brazil has been the world's leading exporter of chicken meat. Brazil's chicken meat exports increased from \$805 million in 2000 to \$6.8 billion in 2021. Other major exporters of chicken meat include the USA (\$4.2 billion), the Netherlands (\$2.6 billion), and Poland (\$1.9 billion). Türkiye ranked 7th in the world in terms of chicken meat exports in 2021, with approximately \$826 million (FAO, 2023). Regarding chicken meat import, 14.5 million MT of broiler chickens were imported around the world in 2021, an increase of 145% compared to 2000. As of the same year, China (10.1% of the world's imports) ranks first in the world's broiler imports with 1.5 million MT. When Türkiye's chicken meat imports are examined, it is seen that they are very low compared to exports. In 2021, Türkiye imported 40.7 thousand MT of chicken meat. In terms of value, China ranked first with \$3.5 billion, followed by Germany with \$1.2 billion, and Japan with \$1.1 billion. For Türkiye, the import value was \$54.2 million in 2021 (FAO, 2023).

The broiler sector is essential in animal production activities for the following reasons: it meets the animal protein deficit, allows for intensification, benefits from scientific advances in breeding and feeding, does not require large areas, and contributes to rural development (Demircan et al., 2013). In Türkiye, the fact that the broiler sector creates large amounts of workforce employment, is one of the best-organized food sub-sectors, and is determined to be one of the few sub-sectors that can compete with the EU-27 reveals the importance and value of the broiler sector for Türkiye (Keskin and Demirbaş, 2012).

Until the end of the 1960s, backyard poultry farming in Türkiye was only carried out to meet the needs of the family. However, today, chicken meat production has become a commercial sector and is done by commercial chicken farms. The proliferation of integrated facilities and the implementation of the contracted production model in the mid-1980s accelerated the development that began in the 1970s. Despite the fluctuations that have occurred over the years, the sector's development continues at the same rate today (Askan and Dagdemir, 2017). It should be taken into account that the broiler industry, where the return period of the investment is shorter, will

Competitiveness and Self-Sufficiency of the Turkish Broiler Sector: A Comparative Analysis with Selected Countries

be the cornerstone of the production of cheap and high-quality animal protein sources in our country as well as around the world in the future (Ozlu and Turkoglu, 2020).

Competitiveness and self-sufficiency have emerged as critical components of Türkiye's domestic and foreign food policies. Therefore, our goal is to evaluate Türkiye's competitiveness and self-sufficiency in the broiler industry, which is very influential for the food sector of Türkiye. In addition, these calculations will be made for Brazil, China, the USA, and the EU-27, which are Türkiye's competitors and the leaders in this sector, to make a comparison while making this evaluation. Thus, we will address two major subjects in this research.

Materials and method

Data

The data on broiler export value (\$), export quantity (tonnes), import value (\$), import quantity (tonnes), and production amount (tonnes) was collected to analyse the Revealed Symmetric Comparative Advantage (RSCA) index and the Self-Sufficiency Ratio (SSR) for a period of 61 years from 1961 to 2021 by FAO (2023). Broiler consumption (kg/per capita/yr) was also collected from the FAO (2023) database. Furthermore, academic studies were used from national and international scientific journals and books.

Revealed symmetric comparative advantage

The notion of comparative advantage was first pioneered by David Ricardo. According to this theory, some persons or countries are more productive than others. Also, a country gains from trade by exporting the goods and services for which it has the highest comparative advantage in terms of productivity and by importing the goods and services for which it has the lowest comparative advantage. Following that, using trade flows, Balassa (1965) developed a method for defining a country's relative advantage or disadvantage in a specific product group. This method, known as the Revealed Comparative Advantages (RCA) index, is the foundation for calculating comparative advantages. The RCA index is frequently used to assess a country's international competitiveness in specific

products or sectors. This index is commonly used in agricultural research (Mirzaei et al., 2012; Bashimov, 2015; Girik Allo et al., 2017; Leua et al., 2019; Tandra et al., 2022). The comparative advantage of a country specifies its productivity level and describes the country's pattern of specialisation in the international market (Rossato et al., 2018). As a result, it is critical to conduct an investigation.

The following equation represents Balassa's (1965) RCA index:

$$RCA_j^i = \frac{x_j^i / \sum x^i}{\sum x_j^w / \sum x^w} \quad (1)$$

where

RCA_j^i : The Revealed Comparative Advantage index of country i in product j ,

x_j^i : The export value of product j of country i ,

$\sum x^i$: Total agricultural export value of country i ,

$\sum x_j^w$: Total world export value of product j ,

$\sum x^w$: Total world agricultural export value.

When $RCA_j^i > 1$, the country is said to have a comparative advantage. However, if $RCA_j^i < 1$, the country is considered to be at a comparative disadvantage for the specific product. The problem with this index is its asymmetrical distribution of values. For this reason, Dalum et al. (1998) suggested the Revealed Symmetric Comparative Advantage (RSCA) index to reduce the consequences of this issue. As a result, the RSCA index was used to calculate the competitiveness of the broiler sector in Türkiye. The formula is:

$$RSCA_j^i = \frac{\left(\frac{x_j^i}{\sum x^i}\right) - 1}{\left(\frac{\sum x_j^w}{\sum x^w}\right) + 1} \quad (2)$$

The outcome ranges between -1 and +1. As a result, if the RSCA value is between 0 and 1, the country is a net exporter; otherwise, it is a net importer. According to Laursen (2015), RSCA should be employed in place of RCA. The RCA index varies from 0 to 1 if a country is not specialised in a specific sector and from 1 to infinity if a country is specialised. This results in an incorrect interpretation of the results. Hence, RSCA values were used in the study rather than RCA values.

Self-sufficiency index

Competitiveness and Self-Sufficiency of the Turkish Broiler Sector: A Comparative Analysis with Selected Countries

Food self-sufficiency appears to be a simple notion. A country is food self-sufficient if it can meet its own food needs through production. Food self-sufficiency became popular in the 1960s and was successful even in developed countries. The primary component of food self-sufficiency is self-production. Food self-sufficiency, on the other hand, is associated with both food supply and food source. In theory, a country's ability to become fully self-sufficient is dependent on its natural, financial, and economic resources for food production, as well as its effective governance, advanced infrastructure and logistics systems, technological development, and efficient agricultural plans and initiatives (Clapp, 2017, p. 89; Wegren and Elvestad, 2018).

Countries may seek food self-sufficiency for a variety of purposes, including boosting national pride, reducing vulnerability to international markets or particular nations, creating employment or reducing unemployment, or due to the upsurge of economic nationalism and patriotic rulers in a state. As can be seen, food self-sufficiency is quite important for many reasons. Therefore, it is important to analyse the self-sufficiency rate of the Turkish broiler industry in the study.

The calculation of the Self-Sufficiency Ratio (SSR) is defined as follows (Fathelrahman et al., 2021):

$$SSR = \frac{P * 100}{P + M - X} \quad (3)$$

where P is production, and M and X denote imports and exports, respectively.

It is concluded that a country is self-sufficient in broiler production when the SSR is 100 or above and insufficient when it is below 100.

Results and Discussion

Descriptive analysis of the Turkish broiler sector

It is natural for general economic conditions and trade policies to impact the food sector, including the chicken meat sector. In order to examine this sector more closely, descriptive data on chicken meat for Türkiye, Brazil, China, the USA, and the EU-27 are given in Table I. When Türkiye's chicken meat consumption data for the last three years were examined, it was discovered that the average annual consumption of chicken meat per person

was nearly 20.5 kg. Brazil (58.69 kg/per capita/yr) and the USA (48.96 kg/per capita/yr) had higher consumption in 2020 than Türkiye (19.99 kg/per capita/yr). Brazil consumed about three times more than Türkiye. However, China's consumption of 14.98 kg/per capita/yr of chicken meat remained below Türkiye's annual consumption. The EU-27 (22.9 kg/per capita/yr) consumed more than Türkiye, but it was close. In addition, the consumption of chicken meat in Türkiye has increased from 10.42 kg in 2000 to 19.99 kg in 2020.

As mentioned in the Introduction section, Türkiye ranked tenth in 2021 with 2.3 million MT of chicken meat production. The leading producer, the USA, produced 20.7 million MT of chicken meat in 2021, while the second- and third-most important countries, China and Brazil, produced 14.7 million MT and 14.6 million MT, respectively. The EU-27 produced 10.7 million MT in the same year. All of the countries mentioned above have increased their production significantly over the years.

Furthermore, Türkiye's exports accounted for 26.19% of total production in 2021. Its export quantity was 588 thousand MT in 2021, and in the 2000–2010 period, it increased from 55 thousand MT of exports to this level. Brazil has long been the world's leading exporter of chicken meat. Brazil's exports of chicken meat increased from 533 thousand MT in the 1991–2000 period to 3.8 million MT in the 2011–2021 period. Other major exporters of chicken meat included in the study are the EU-27 (3.8 million MT in 2021) and the USA (3.6 million MT in 2021). Regarding China (87 thousand MT in 2021), it was seen that it was not a leading exporter of chicken meat.

Finally, this section reveals that Türkiye's imports of chicken meat are extremely low in comparison to its exports. Türkiye imported 40.7 thousand MT of chicken meat in 2021. The EU-27 imported 2.5 million MT, followed by China, which imported 1.5 million MT. On the other hand, the USA imported 70 thousand MT and Brazil only 5 thousand MT in 2021.

These figures demonstrate that China and the EU-27 may be unable to meet domestic consumption due to their overpopulation, and they compensate for this shortfall through

Competitiveness and Self-Sufficiency of the Turkish Broiler Sector: A Comparative Analysis with Selected Countries

imports. Also, it is evident that Türkiye has begun to tap into its current export potential.

The competitiveness of the Turkish broiler sector

As mentioned in the Materials and Methods section, the RSCA index was employed to analyse the competitiveness of the Turkish

broiler industry. Türkiye (0.42), the USA (0.26), and Brazil (0.65) had a symmetric comparative advantage in broiler exports in 2021, according to the RSCA index results. However, China and the EU-27 had a comparative disadvantage of -0.26 and -0.03, respectively, in the same year (see Table II).

Table II. Revealed Symmetric Comparative Advantage indices of chicken meat for selected countries

Year	Türkiye	USA	China	Brazil	EU
1961-1970	-1	-0.005	-0.25	-0.99	0.52
1971-1980	-1	-0.27	0.32	-0.47	0.40
1981-1990	-0.72	-0.004	-0.08	0.55	0.20
1991-2000	-0.81	0.25	0.39	0.56	-0.02
2001-2010	-0.48	0.26	-0.13	0.70	-0.08
2011-2021	0.33	0.23	-0.28	0.67	-0.05
2018	0.36	0.18	-0.30	0.64	-0.02
2019	0.33	0.19	-0.30	0.67	-0.04
2020	0.31	0.23	-0.28	0.64	-0.04
2021	0.42	0.26	-0.26	0.65	-0.03

Source: Author's calculation with the data obtained from FAO (2023).

Brazil has the highest revealed symmetric comparative advantage over the observed period. According to Valdes et al. (2015), Brazil has evolved into the world's largest exporter of chicken meat and the world's third-largest producer of it over the past fifteen years. They stated that the reasons for this improvement were large-scale production, high technology usage, integration contracts, low labour costs, abundant feed availability, opportune foreign investment regulations, an extensive domestic market, and the government's provision of subsidised credits. Although the EU-27 is one of the world's four largest producers of chicken meat, it has had a comparative disadvantage since 1994. According to Horne (2018), EU-27 broiler meat producers must follow environmental, animal welfare, and food quality and safety legislation. This legislation has raised the cost of producing chicken meat. Furthermore, the EU-27 is one of the top broiler importers. These may affect the competitiveness of the broiler sector.

According to the findings of the study, Türkiye lacked competitiveness in the chicken meat trade until 2010. However, it gained a

comparative advantage in the following years. For instance, the RSCA index was -0.88 in 1981 and rose to 0.05 in 2010. The RSCA index reached its maximum level of 0.42 in 2021 (see Table I). Since the 1980s, Türkiye has pursued a trade-oriented growth strategy. Import restrictions were lifted, protectionist policies were reduced, and foreign exchange transactions were liberalised as a result of the economic reforms implemented. The volume and structure of foreign trade have changed significantly as a result of recent economic reforms (Daysal and Demirbas, 2017). These can be listed among the reasons for this observed increase in the RSCA index for the broiler sector during the studied period.

The self-sufficiency of the Turkish broiler sector

The self-sufficiency index was used to measure the extent of countries' self-sufficiency. Table III shows the results of the self-sufficiency indices for the broiler sector in Türkiye, the USA, China, Brazil, and the EU-27 for the years 1961–2021. As the table shows, all of the countries except China are self-sufficient in the broiler sector. Brazil was not self-sufficient

Competitiveness and Self-Sufficiency of the Turkish Broiler Sector: A Comparative Analysis with Selected Countries

until 1975; however, the country's self-sufficiency index has gradually increased over the years, and it reached 140.19% in 2021. Similarly, the self-sufficiency indices of the USA and the EU-27 have increased to 120.73% and 113.33% over time. On the other hand, China was self-sufficient in chicken meat until 1998, but after that, its self-sufficiency index dropped below 100, and it became non-self-

sufficient in chicken meat. Increasing pressure to supply chicken meat in China can be a factor in non-self-sufficiency. This is caused by the demand for chicken meat products growing day by day as a result of rising population, urbanization, and income in both urban and rural areas (Xin et al., 2016). In addition to this, inefficient use of input resources can be cited as another contributing factor to this situation.

Table III. Self-sufficiency indices of chicken meat for selected countries

Year	Türkiye	USA	China	Brazil	EU
1961-1970	100	102.06	101.16	99.98	102.49
1971-1980	100	102.63	104.04	103.68	108.11
1981-1990	100.91	104.69	101.57	118.97	112.56
1991-2000	101.39	116.30	99.21	114.98	110.09
2001-2010	105.47	121.47	96.26	142.07	110.38
2011-2021	124.32	121.73	96.29	141.73	115.31
2018	126.33	119.85	97.73	139.41	115.55
2019	125.68	119.41	95.75	141.24	116.61
2020	128.78	120.44	91.44	139.36	115.89
2021	132.24	120.73	92.01	140.19	113.33

Source: Author's calculation with the data obtained from FAO (2023).

When global broiler production amounts are examined, it is clear that these countries are the leading countries in global broiler production. Brazil is the leader in the world chicken meat market thanks to its natural resources, cheap labour, and raw material opportunities. The USA, on the other hand, is able to sell breast meat at a very good price in the country, so it gives away the remaining thigh meat cheaply and is one of the world's largest exporters of chicken meat (Tandogan, 2014).

While Türkiye was a self-sufficient country in chicken meat until 1991, this rate decreased slightly and was calculated at 99.98% and 99.73% in 1991 and 1992, respectively. In 1993, the rate increased and reached 100.23%, and by 2021, it had increased to 132.24%. These figures show that Türkiye, like its competitors, has had a high level of self-sufficiency in the chicken meat sector since 1961.

Conclusion

In the research, it has been revealed that Türkiye's export market share in the international chicken meat trade is gradually

increasing; it has a comparative advantage; and it is a net exporter in the international broiler sector. Furthermore, it has been demonstrated that it is a self-sufficient country in the sector.

In the last forty years, chicken meat production and consumption have shown a constant increasing trend in Türkiye as well as the rest of the world. The production reached 2.3 million MT, the per capita consumption amount increased from 2.31 kg/per capita/yr to more than 19 kg/per capita/yr and the population growth occurred more than three times. During this period, chicken meat exports increased year over year and reached 558 thousand MT. Imports have also increased over the years, reaching 40.7 thousand MT in 2021.

Türkiye trailed Brazil (0.65) as the world's leading exporter and producer of chicken meat in 2021 with an index of 0.42. However, China and the EU-27 had a comparative disadvantage of -0.26 and -0.03, respectively, in the same year. They have not had any competitiveness for twenty years. Furthermore, Türkiye has been self-sufficient in the sector for years, and the self-sufficiency index reached its highest

Competitiveness and Self-Sufficiency of the Turkish Broiler Sector: A Comparative Analysis with Selected Countries

level of 132.24% in 2021. Within the countries included in the study, all other countries except China are self-sufficient in this sector.

These results show that the broiler sector is one of the best-organized food sub-sectors, capable of competing with countries such as Brazil and the USA while also creating significant employment. These features demonstrate the importance of the broiler sector to Türkiye. However, the increase in costs and the shrinkage of the export market, especially the currency crisis, reduce Türkiye's competitiveness compared to other leading exporters. Therefore, there is a need to diversify target markets and implement special export incentive practices to meet the broiler export targets. Türkiye's proximity to a significant portion of potential export markets and positive developments in relations with neighbouring countries provide a great advantage to the sector. On the other hand, it is thought that adopting new approaches based on innovation, research and development, food safety, animal welfare, consumer preferences, and new marketing techniques in the sector rather than production-oriented and cost control will be beneficial in reaching a leading position in this sector.

As a result, Türkiye's self-sufficiency and competitiveness in the broiler sector can yield favourable outcomes, including economic growth, enhanced food security, increased exports, and job creation. Specifically, as the product's competitiveness, driven by self-sufficiency, grows along with increased production, the potential for greater international market demand also rises, thus leading to increased exports. Consequently, this is anticipated to contribute to economic growth by bolstering foreign exchange inflows into the country's economy. Nonetheless, to sustain these comparative advantages and self-sufficiency, it is imperative to take into account environmental and social responsibilities as well as international trade policies.

References

Askan, E., Dagdemir, V. (2017) *Türkiye broiler (etlik piliç) sektörünün durumu ve sektörün trend analizi*. III. IBANESS

Congress Series, Edirne, Türkiye, 1457-1465.

Balassa, B. (1965) Trade liberalization and "revealed" comparative advantage. *The Manchester School of Economic and Social Studies* 33(2):92-123.

Bashimov, G. (2015) Revealed comparative advantage of Turkish cotton sector. *International Research Journal of Social Sciences* 4(7):16-18.

Clapp, J. (2017) Food self-sufficiency: Making sense of it, and when it makes sense. *Food Policy* 66:88-96.

Daysal, H., Demirbas, N. (2017) *Türkiye'nin tavuk eti ihracat performansının Brezilya örneğinde değerlendirilmesi*. 4th International Poultry Meat Congress, Antalya, Türkiye, 636-640.

Demircan, V., Yilmaz, H., Ormeci Kart, C. (2013) *Türkiye'de kanatlı et sektörünün gelişimi sorunları ve çözüm önerileri*. 2nd Poultry Meat Congress, Antalya, Türkiye, 98-110.

Fathelrahman, E., Davies, S., Muhammad, S. (2021) Food trade openness and enhancement of food security-partial equilibrium model simulations for selected countries. *Sustainability* 13: 4107. <https://doi.org/10.3390/su13084107>

Food and Agriculture Organization (FAO), (2023) Food and Agriculture Organization, "Agricultural production data". <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TC> L, Accessed 03 November 2022.

Girik Allo, A., Sukartini, N. M., Widodo, T. (2017) Dynamic changes in comparative advantage of Indonesian agricultural products, MPRA Paper No. 80028. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/80028/>, Accessed 23 September 2022.

Horne, P. L. M. (2018) Competitiveness of the EU poultry meat sector, base year 2017: International comparison of production costs. Wageningen, Wageningen Economic Research, Report, 2018-116. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/465696>, Accessed 14 December 2022.

Competitiveness and Self-Sufficiency of the Turkish Broiler Sector: A Comparative Analysis with Selected Countries

- Keskin, B., Demirbas, N. (2012) Türkiye’de kanatlı eti sektöründe ortaya çıkan gelişmeler: Sorunlar ve öneriler. *Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University* 26(1):117-130.
- Kofman, J. (1997) Economic nationalism and development: Central and Eastern Europe between the two world wars. Westview Press, Boulder.
- Leek, S., Maddock, S., Foxall, G. (2000) Situational determinants of fish consumption. *British Food Journal* 102(1):18-39.
<https://doi.org/10.1108/00070700010310614>
- Leua, A., Gamit, P., Parmar, G., Sharma, S., Shukla, R. (2019) An Assessment of competitiveness of agricultural export products of India vs. world agricultural market: *Emerging Global Economic Situation: Impact on Trade and Agribusiness in India*. S. S. Kalamkar, H. Sharma (Eds.), 261-268, Allied Publishers, New Delhi.
- Mirzaei, F., Mostafavi, S. M., Yazdani, S. (2012) Export comparative advantage analysis of Iranian hen egg by RCA & RSCA and RC criteria. *Modern Economy* 3(5):553-556.
- Ozlu, S., Turkoglu, M. (2020) *Kanatlı hayvan sektöründe mevcut durum ve gelecek*. Türkiye Agricultural Engineering IX. Technique Congress, Ankara, Türkiye, 153-158.
- Ricardo, D. (1817) *On the Principles of Political Economy and Taxation*. John Murray, London.
- Rutten, M., Shutes, L., & Meijerink, G. (2013). Sit down at the ball game: How trade barriers make the world less food secure. *Food Policy* 38:1-10.
- Sarica, M., Turkoglu, M., Yamak, U. S. (2018) Tavukçuluktaki gelişmeler ve Türkiye tavukçuluğu: *Tavukçuluk Bilimi (Yetiştirme, Besleme ve Hastalıklar)*. M. Turkoglu, M. Sarica (Eds.), Bey Ofset Matbaacılık, Ankara.
- Tandra, H., Suroso, A. I., Syaukat, Y., Najib, M. (2022) The determinants of competitiveness in global palm oil trade. *Economies* 10(6):132.
- Tumer, E. I., Agir, H. B., Gurler, D. (2018) Broiler üretiminde üretici memnuniyetini etkileyen faktörler. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences* 5(4):545-550.
- U.S. Department of Agriculture (USDA), (2022) Foreign Agricultural Service, U.S. Department of Agriculture, “Poultry and products annual- Turkey”. https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Poultry%20and%20Products%20Annual_Ankara_Turkey_TU2022-0040.pdf, Accessed 08 November 2022.
- Valdesa, C., Hallahan, C., Harvey, D. (2015) Brazil’s broiler industry: Increasing efficiency and trade. *International Food and Agribusiness Management Review* 18A:263-275.
- Wegren, S. K., Elvestad, C. (2018) Russia’s food selfsufficiency and food security: an assessment. *Post-Communist Economies* 30(5):565-587.
- Xin, X., Zhang, Y., Wang, J., Nuetah, J. A. (2016) Effects of farm size on technical efficiency in China’s broiler sector: A stochastic meta-frontier approach. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 64:493-516.



Araştırma Makalesi

Determination The Damage Rate of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Different Tomato Varieties Grown in The Open Field in Diyarbakır Province

Ozan AKAT^{1*}, Selime ÖLMEZ BAYHAN¹

ABSTRACT

Tomato ranks first among tradable agricultural products in terms of production-consumption amounts in the world. Tomato is one of the most important vegetables in the world and in our country due to its importance in human nutrition and its wide range of uses in the food industry such as frozen, canned, tomato paste, ketchup, tomato pickle, tomato juice. *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) is the main pest in tomatoes. In 2022, a study was carried out on 3 tomato varieties (Alaturka F1, Falcon, Eastern H-2274) and Lice tomato and Karacadağ tomato genotypes specific to the region in order to determine the damage rate of different tomato varieties cultivated in open field in Diyarbakır province. The fruits and leaves of at least 20 random plants of each tomato variety and genotype were checked and the damage rate was determined. In the fruits of tomato varieties that are commercially grown in Diyarbakır Province; The damage rate was 29.09% in Falcon variety, 32.55% in H-2274 variety and 27.14% in Alaturka F1 variety. Among genotypes; It was 37.83% in Lice tomatoes and 33.33% in Karacadağ tomatoes. In the leaves of tomato varieties that are commercially grown in Diyarbakır Province; The damage rate was 49.26% in Falcon variety, 58.68% in H-2274 variety and 45.45% in Alaturka F1 variety. Among genotypes; It was 47,52% in Lice tomatoes and 54.06% in Karacadağ tomatoes. It is known that the rate of damage varies depending on many factors. The damage rate data obtained at the end of our study were also compared with the characteristic features of the varieties and genotypes. The hardness of the flesh of Alaturka F1 variety was the hardest and Falcon, H-2274, Karacadağ and Lice were ranked respectively. It was determined that the flesh thickness of the fruits of Lice genotype was softer than the fruits of other varieties and genotypes. For this reason, it is thought that the damage to the fruits of Lice genotype is higher. According to the findings, hairiness was the highest in Lice genotype, followed by Karacadağ, Falcon, H-2274, Alaturka F1. In this context, when the leaf damage rate and hairiness structure were evaluated, it was determined that Lice genotype was the most resistant species after Alaturka F1 variety. The fact that Alaturka F1 variety is more resistant than Lice genotype can be explained by the fact that this variety is a hybrid variety.

Keywords: Damage rate, Diyarbakır, Tomato, *Tuta absoluta*

ORCID ID (yazar sırasına göre)

0000-0002-1280-2321, 0000-0002-2285-6518

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 18.04.2023

Kabul Tarihi: 02.10.2023

¹ Diyarbakır Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, Plant Production and Plant Health Branch Directorate, Diyarbakır-Turkey.

*E-posta: akatozan21@gmail.com

Determination The Damage Rate of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Different Tomato Varieties Grown in The Open Field in Diyarbakır Province

Diyarbakır ilinde, Açık Alanda Yetiştiriciliği Yapılan Farklı Domates Çeşitlerinde *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın Zarar Oranının Belirlenmesi

ÖZ

Domates, dünyada üretim-tüketim miktarı, ticarete konu olan tarım ürünleri arasında ilk sırada yer almaktadır. İnsan beslenmesinde önemi ve gıda sanayinde; dondurulmuş, konserve, salça, ketçap, domates turşusu, domates suyu gibi çok çeşitli kullanım alanlarına sahip olması nedeniyle dünyada ve ülkemizde önemli sebzelerin başında gelmektedir. *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) domateste ana zararlı konumundadır. 2022 yılında, Diyarbakır ilinde açık alanda yetiştiriciliği yapılan farklı domates çeşitlerinde zarar oranını belirlemek amacıyla, 3 domates çeşidi (Alaturka, Falcon, Eastern H-2274) ve bölgeye özgü Lice domatesi, Karacadağ domatesi genotipleri üzerinde çalışma yapılmıştır. Her domates çeşidi ve genotipinden rastgele en az 20 bitkinin meyve ve yaprakları kontrol edilerek zarar oranı belirlenmiştir. Diyarbakır ilinde ticari olarak yetiştirilen domates çeşitlerinin meyvelerinde; Falcon çeşidinde %29,09, H-2274 çeşidinde %32,55 ve Alaturka F1 çeşidinde %27,14 oranında zarar tespit edilmiştir. Genotipler arasında ise; Lice domatesinde %37,83 ve Karacadağ domatesinde %33,33 olmuştur. Diyarbakır ilinde ticari olarak yetiştirilen domates çeşitlerinin yapraklarında; Falcon çeşidinde %49,26, H-2274 çeşidinde %58,68 ve Alaturka F1 çeşidinde %45,45 oranında zarar tespit edilmiştir. Genotipler arasında ise; Lice domatesinde %47,52 ve Karacadağ domatesinde %54,06 olarak tespit edilmiştir. Zarar oranının birçok faktöre bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Çalışmamız sonunda elde edilen zarar oranı verileri çeşit ve genotiplerin karakteristik özellikleri ile de karşılaştırılmıştır. Alaturka F1 çeşidinin meyve eti sertliğinin en sert olduğu ve sırasıyla Falcon, H-2274, Karacadağ ve Lice'nin sıralandığı görülmüştür. Lice genotipine ait meyvelerin et kalınlığının diğer çeşit ve genotiplere ait meyvelere göre daha yumuşak olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle Lice genotipinin meyvelerindeki zararın daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Elde edilen bulgulara göre tüylülük Lice genotipinde en yüksek olurken, bunu Karacadağ, Falcon, H-2274, Alaturka F1 takip etmiştir. Bu bağlamda yaprak zarar oranı ve tüylülük yapısı değerlendirildiğinde Lice genotipinin Alaturka F1 çeşidinden sonra en dayanıklı tür olduğu tespit edilmiştir. Alaturka F1 çeşidinin Lice genotipine göre daha dayanıklı olması, bu çeşidin melez bir çeşit olması ile açıklanabilir.

Anahtar Kelimeler: Hasar oranı, Diyarbakır, Domataes, *Tuta absoluta*

Determination The Damage Rate of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Different Tomato Varieties Grown in The Open Field in Diyarbakır Province

Introduction

Tomato ranks first among tradable agricultural products in terms of production-consumption amounts in the world. Tomato is one of the most important vegetables in the world and in our country due to its importance in human nutrition and its wide range of uses in the food industry such as frozen, canned, tomato paste, ketchup, tomato pickle, tomato juice. Worldwide tomato production exceeded 186 million tonnes in 2020. China ranked first in production and cultivation areas in 2020. In general, tomato imports and exports decreased in 2020 due to the COVID-19 outbreak. In 2021, Mexico was the largest exporter, while the USA was the largest importer (Anonymous 2021).

Tomato production in Turkey was 13.2 million tons in 2020 and 13.095 million tons in 2021. In 2021, Antalya, Bursa and Manisa took the first place in production. Turkey ranked fifth in exports with a 7% share in 2020. The countries with the largest share in Turkey's tomato exports were Syria, Romania and Russia. In the first four months of 2022, Turkey's tomato exports amounted to approximately 205 thousand tons. According to the estimates of Turkish Statistical Institute; tomato production in Turkey is estimated to decrease to 12.8 million tonnes in 2022 (Anonymous 2022a).

In 2021, 90,151 tons of tomatoes were produced in Diyarbakır. The share of production in Turkey was 0.68%. It is estimated that irrigation opportunities will increase significantly with the finalisation of the dam projects under construction in our region. With the meeting of agricultural land with water, it is expected that there will be changes in production pattern and that many producers will grow vegetables. In this context; an increase is expected in tomato production areas due to its high market value and width. (Anonymous 2022b).

The origin of the tomato moth *Tuta absoluta*, which has an important place in our country in terms of production area and production amount, causes yield and quality losses of tomato and is the main pest of tomato, is South America. Since the 1960s, it has been the main pest of tomatoes in South American countries. In the tomato production areas on the Mediterranean coast, the

population has increased rapidly and reached the level of economic damage (Desneux et al. 2010). For an economical agricultural production, it is necessary to implement a conscious agricultural struggle program as well as the use of modern techniques. For this reason, selection the appropriate method and time of control against the pest to be controlled is only possible by knowing that pest well and correctly.

In this study, the damage rate of Tomato Moth (*T. absoluta*), which is a pest that causes low quality and yield loss in tomato, one of the most widely grown vegetables in Turkey, and directly affects our domestic consumption and exports, was determined in tomato varieties and genotypes commonly grown in Diyarbakır province. Thus, it was ensured that the producers were directed to more resistant varieties or genotypes and production was ensured with less struggle costs.

In addition, by including Lice and Karacadağ tomato genotypes, which are called Diyarbakır local tomatoes, in the study; it was aimed to contribute to the registration process of these genotypes as tomato varieties. In addition, by comparing the damage rate of these genotypes against *T. absoluta* and other commercial varieties, it was aimed to help them to be promoted as a variety and to be used in large areas.

Materials and Menhods

In order to determine the damage rate; In 2021, 3 tomato varieties (Alaturka F1, Falcon, Eastern H-2274) used in Diyarbakır determined as a result of the preliminary study conducted in tomato production areas and Lice tomato, Karacadağ tomato genotypes specific to the region were tested under field conditions.

In March 2022, seed sowing was carried out in 90-mesh viols using a suitable mixture of peat, perlite and soil. When the seedlings were ready for planting, they were planted in the field on 14.05.2022, taking into account the weather conditions.

Tomato varieties trial was established in Çınar district of Diyarbakır with 5 characters and 4 replications according to coincidence blocks experimental design. Each trial plot was 50 m² and the total trial area was 1000 m². Each variety

Determination The Damage Rate of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Different Tomato Varieties Grown in The Open Field in Diyarbakır Province

was planted according to the inter-row and over-row planting distances suitable for their characteristics.

Chemical fertilizers are necessary for efficient and economical tomato cultivation, but organic fertilizers should also be used to improve tomato fruit quality (Turhan and Özmen 2021).

In the period from sowing to harvest; humic, fulvic acid rooting practices were applied. In addition, a mixture of nutrients rich in trace elements with Nitrogen, Phosphorus Pentoxide (P₂O₅) and Potassium Oxide (K₂O) was used. Thus, the strengthening of the root system, increased development of branches, leaves and shoots is ensured and stunted development is prevented. Growth and development is supported by trace elements (zinc, iron, copper, manganese) contained in the composition of the fertilizer used.

Among plant protection products, 25 g l-1 Fludioxonil + 10 g l-1 Metalaxyl-M was used as a preservative against Root Rot (*Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp.) when seedlings were surprised at the trial area. In addition, during the plant development period, 250 g l-1 Difenconazole + 250 g L-1Mandipropamide

was applied against Early Leaf Blight (*Alternaria solani*).

Before harvesting, the fruits were checked in at least 20 plants randomly taken from each variety taken into the trial on 20.08.2022 and the damage rate was determined according to the following formula. (Harizanova et al. 2009; Cetiner 2009; Cocco et al. 2013; Aksoy 2014).

$$(\%) \text{ Loss Rate} = \frac{\text{Amount of Contaminated Fruit/Leaf}}{\text{Total Number of Fruit/Leaf Checked}} \times 100$$

Results and Discussion

The fruits of at least 20 plants randomly taken from each variety were checked and the damage rate was determined. The rate of damage caused by *T. absoluta* on fruits in tomato varieties and genotypes that were the subject of our study is presented in Table 1.

Table 1. Damage Rate on Tomato Varieties (Fruits)

Variety/Genotype	Total Number of Fruits Checked (pcs)	Amount of Contaminated Fruits (pcs)	(%) Loss Rate
Falcon	110	32	29,09
H-2274	86	28	32,55
Alaturka F1	140	38	27,14
Lice	89	31	34,83
Karacadağ	84	28	33,33

In our study, unlike many other studies, the varieties were determined by preliminary study and tested in the next production period. Thus, the effects arising from the differences in ecological conditions between the regions have been prevented. In addition, since all varieties and genotypes were planted in the same area, all cultural processes such as irrigation, hoeing, fertilization, etc. were applied to all varieties with the same method. Plant protection practices were applied to the entire trial area where

necessary. Insecticide group plant protection products were not applied because they would affect the population development of *T. absoluta*.

The rate of damage caused by *T. absoluta* on leaves in tomato varieties and genotypes that were the subject of our study is presented in Table 2.

Determination The Damage Rate of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Different Tomato Varieties Grown in The Open Field in Diyarbakır Province

Table 2. Damage Rate on Tomato Varieties (Leaves)

Variety/Genotype	Total Number of Leaves Checked (pcs)	Amount of Contaminated Leaves (pcs)	(%)Loss Rate
Falcon	186	92	49,26
H-2274	167	98	58,68
Alaturka F1	198	90	45,45
Lice	202	96	47,52
Karacadağ	172	93	54,06

It is known that the rate of damage varies depending on many factors. The character of tomato varieties is one of these factors. Fruit peel thickness and plant hairiness can be given as examples. In the selection of varieties, at least according to the hairiness of the leaves which is reported as resistance character, paying attention to the selection of varieties that are thought to be resistant may contribute to the reduction damage.

In the fruits of tomato varieties that are commercially grown in Diyarbakır Province; The damage rate was 29.09% in Falcon variety, 32.55% in H-2274 variety and 27.14% in Alaturka F1 variety. Among genotypes; It was 34.83% in Lice tomatoes and 33.33% in Karacadağ tomatoes.

As a result of the survey field studies; the hardness of the flesh of Alaturka F1 variety was the hardest and Falcon, H-2274, Karacadağ and Lice were ranked respectively. It was determined that the flesh thickness of the fruits of Lice genotype was softer than the fruits of other varieties and genotypes. For this reason, it is thought that the damage to the fruits of Lice genotype is higher. In addition, when the fragmentation (cracking) of the fruit was examined, it was determined that this situation was more in Lice and Karacadağ genotypes. Fragmentation (cracking) status and damage rate in the fruit can be related between the two genotypes.

In other studies on fruit damage, different results were obtained according to the method of the study and the regions. In a study conducted in Karataş (Adana), Portakaldalı et al. (2013) reported that the first fruits were seen in the trial area on 12.05.2011 and the highest number of fruit dishes in weekly fruit counts was detected on 06.07.2011 with 4.4 pieces / plant. In the studies conducted in tomato greenhouses in

Mersin province, it was stated that the percentage of infested plants, which was low in the first weeks of May, increased by the end of May and the beginning of June in both the autumn season (September-January) of 2009 and the spring season (February-June) of 2010. Furthermore, it was found that the fruit damage caused by *T. absoluta* larvae was highest at 38.4% per plant (Karut et al. 2011).

Erdoğan et al. (2014) reported that *T. absoluta* had an 18% contamination of fruits in Central Anatolia. As can be seen from these results, loss ratios show a highly variable situation. Depending on the plant variety, the ecological conditions of the region where the production is made, the cultural processes applied, the methods of struggle and the effectiveness, it varies in terms of places and years. Polat, E., Özgökçe, M. S., & Gözel, U. (2015). Determination of Potential Hosts of Tomato Leaf Miner [*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)] in Çanakkale Province in 2012-2013. In the study conducted by examining cultivated plants at 10-day intervals and weeds in non-cultivated areas at 10-15 day intervals, *T. absoluta* was detected in all the examined tomato fields, with an infestation rate of 88% involving different life stages of the pest (Polat et al. 2015).

In the leaves of tomato varieties that are commercially grown in Diyarbakır Province; The damage rate was 49.26% in Falcon variety, 58.68% in H-2274 variety and 45.45% in Alaturka F1 variety. Among genotypes; It was 47,52% in Lice tomatoes and 54.06% in Karacadağ tomatoes.

Physiological structures of the plants were evaluated during the study. According to the findings, hairiness was the highest in Lice genotype, followed by Karacadağ, Falcon, H-2274, Alaturka F1. In this context, when the leaf

Determination The Damage Rate of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Different Tomato Varieties Grown in The Open Field in Diyarbakır Province

damage rate and hairiness structure were evaluated, it was determined that Lice genotype was the most resistant species after Alaturka F1 variety. The fact that Alaturka F1 variety is more resistant than Lice genotype can be explained by the fact that this variety is a hybrid variety. In a study, Sohrabi et al. (2016) reported that pest resistance emerged in tomatoes depending on the density of trichome (downiness) in the leaf. It was determined that as the trichome density increased, the resistance also increased. In the study conducted in Kale village of Mezitli district in Mersin province, it was reported that *T. absoluta* caused the highest damage on tomato leaves in the Elibol variety in 2015, while the least damage was observed in the No:14397 variety. It was also stated that the damage on the stem was higher in the No:14397 variety compared to the Elibol and Süper Lapçin varieties. It was emphasized that including varieties with smaller leaflet size in tomato cultivation is important for the control of *T. absoluta* (Aygel and Aslan, 2023). The study conducted by Çaylak (2021) aimed to determine the population dynamics, damage, and natural enemies of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in potato and tomato fields during the first and second crop seasons in Tire and Ödemiş districts of Izmir province in 2019-2020. The highest damage was found to be 4.50 galleries/compound leaf in tomatoes. In addition, the infestation rate in tomato fruits ranged from 19.4% to 24.4% (Çaylak, 2021). Azadi et al. (2018) reported that varieties with trichome density in leaves were more resistant to the pest. In addition, Vursavuş (2017) reported that tomato hardness can be determined without damage using tomato color values with a high prediction percentage.

The pest resistance of the grown varieties can be considered an important factor. As a matter of fact, Çekin and Yaşar (2014) prepared the life charts of *T. absoluta* on four tomato varieties in the laboratory and determined that the pest laid fewer eggs, the egg opening time was longer and the opening rates were lower on the Şimşek tomato variety compared to other varieties. Therefore, it was reported that this variety had unfavourable characteristics for the reproduction and survival of the pest and it was stated that this

variety could be preferred as a cultural measure in the control of *T. absoluta* in tomato agriculture. In another study, Sohrabi et al. (2016) reported that pest resistance appeared in tomatoes depending on the density of trichome (feathers) in the leaf. It has been found that as the density of trichome increases, the endurance also increases. Azadi et al. (2018) reported in their study that varieties with trichome density in their leaves are more resistant to pests.

Conclusions

There is no comprehensive study in our country on the resistance of tomatoes grown in greenhouse and field conditions to *T. absoluta*. The fact that the production capacities of commercial varieties change from years to years and this situation causes frequent changes in the production plans of tomato producers seems to be a constraint for the studies to be carried out in this regard.

With the increase in the number of studies, it can be recommended to determine the varieties resistant to *T. absoluta* damage and to direct the producers to these varieties so that they can produce more with less agricultural control cost.

Acknowledgment

We would like to thank Dicle University Scientific Research Projects Coordinatorship for supporting this study (Project No: Ziraat.22.005).

Kaynaklar

- Aksoy, E. (2014). The spread of tomato leaf gallery moth [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)] in the Karacabey district of Bursa province in the open tomato growing areas, population change and the fight against mass trapping. Uludağ University Institute of Natural and Applied Sciences. Mohsenin, N.N. (1970). Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York
- Anonymous 2021, Ministry of Agriculture and Forestry, Institute Of Agricultural Economy And Policy Development

Determination The Damage Rate of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Different Tomato Varieties Grown in The Open Field in Diyarbakır Province

- <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge> (Accessed date: 28.11.2022).
- Anonymous 2022a, Ministry of Agriculture and Forestry, Institute Of Agricultural Economy And Policy Development <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge> (Accessed date: 28.11.2022).
- Anonymous 2022b, Ministry of Agriculture and Forestry, Institute Of Agricultural Economy And Policy Development <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge> (Accessed date: 30.09.2022).
- Aygel, G., & Aslan, M. M. (2023). Population Density and Infestation Rate of Tomato Leaf Miner *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Different Tomato Varieties Grown under Field Conditions in Mersin Province. Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Agriculture and Nature, 26(1), 27-37.
DOI: 10.18016/ksutarimdogan.vi.1058984.
- Çaylak, B. (2021). Determination of population changes damage, and natural enemies of tomato leafminer [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)] in Tire and Odemis districts in tomato, early and late season product potato areas. Master's thesis.
- Cetiner, K. (2019). Control of tomato leaf gallery moth, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) by mass trapping and determination of the damage rate in Çanakkale province. Master's Thesis, Hatay Mustafa Kemal University Institute of Natural and Applied Sciences, Hatay.
- Cocco, A., Deliperi, S., Delrio, G., 2013. Control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato crops using the mating disruption technique. J. Appl. Entomol. 137 (1–2), 16– 28. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2012.01735>.
- Çekin, D., Yaşar, B. (2014). Life chart of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) on different tomato varieties. Journal of Agricultural Sciences, 21, 199-206.
- Desneux, N., E. Wajnberg, K. A. G. Wyckhuys, G. Burgio, S. Arpaia, C. A. N. Vasques, J. G. Cabrera, D. C. Ruescas, E. Tabone, J. Frandon, J. Pizzol, C. Poncet, T. Cabello and A. Urbaneja, 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: Ecology, geographic expansion and prospects for biological control. Journal of Pest Science, 83:1 97-215.
- Erdogan, P., Baris, A., Alpkent, Y.N. (2014). Population monitoring of the harmful tomato moth [*Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)] in tomatoes in the Central Anatolian region by surveillance. Crop Protection Bulletin, 54(3), 255-265..
- Harizanova, Vili & Stoeva, Atanaska & Mohamedova, M.. (2009). Tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) – first record in Bulgaria. Agricultural Science And Technology. 1. 95-95.
- Jackson, M.L. (1960) Soil Chemical Analysis, Prentice-Hall, Inc. Englewood, Cliffs NJ.
- Karut, K., Kazak, C., Döker, İ., & Ulusoy, M. R. (2011). Prevalence and Damage Status of Tomato Leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Tomato Greenhouses in Mersin Province. Turkish Journal of Entomology, 35(2), 339-347. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/entotod/issue/64049/969244>.
- Polat, B., Özpınar, A. & Şahin, A. K. (2015). Determination of the hosts and infestation rate of tomato leafminer [*Tuta absoluta* (Meyrick 1917), (Lepidoptera: Gelechiidae)] in Çanakkale province. Plant Protection Bulletin, 55 (4), 0-0. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bitkorb/issue/45102/563693>
- Portakaldalı, M., Öztemiz, S., Kütük, H. (2013). *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) and Population Monitoring of Natural Enemies in Open Field Tomato Cultivation in Adana. Uludag University

Determination The Damage Rate of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Different Tomato Varieties Grown in The Open Field in Diyarbakır Province

- Journal of Faculty of Agriculture, 27(2), 45-54.
- Sohrabi, F., Nooryazdan, H., Gharati, B., Saeidi, Z. (2016). Evaluation of ten tomato cultivars for resistance against tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under field infestation conditions. Entomological Generalis, 36(2), 163-175.
- Turhan, A. & Özmen, N. (2021). Effects of Chemical and Organic Fertilizer Treatments on Yield and Quality Traits of Industrial Tomato Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 18 (2) , 213-221 . DOI: 10.33462/jotaf.741367.
- Vursavuş, K. (2017). Modeling of Color Values for Nondestructive Prediction of Tomato Firmness. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 14 (3) , 1-8. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jotaf/issue/31352/342103>.



Araştırma Makalesi

Investigation of The Effects of Yellow Sticky Traps Placed at Different Heights, on Catching Predatory Insects in Cotton Field

Ekrem ATAKAN^{1*}

ABSTRACT

This study was carried out to determine the efficacy of yellow-colored traps with different heights on capturing of predatory insect species in cotton field in Adana Province, Türkiye during 2010-2011. Traps were placed at vertically positions of 60, 80, 100, and 120 cm heights. Plant phenology was classified as vegetative, boll forming, and boll maturation. Traps were kept in the cotton field for one day and then, replaced with new ones. Nine predatory insect species were identified on the traps. Most numbers of *Orius niger* Wolff (Hemiptera: Anthocoridae) were captured, accounting for 77.62% of the total adults. This species was followed by the *Deraeocoris pallens* Reut. (Hemiptera: Miridae) constituting 11.03% of total adults on yellow-colored traps. Numbers of *D. pallens* captured were significantly higher on traps placed at 60 cm height than numbers captured on other trap heights when plant phenology was at the vegetative, and fruit forming stages. While *Orius* numbers were similar on traps with 60, 80, and 100 cm heights but significantly greater than that number found at 120 cm height ($P<0.05$). Numbers of the predatory thrips *Aeolothrips collaris* Priesner (Thysanoptera: Aeolothripidae) were similar on all trap heights when plants were at vegetative stage. Less numbers of beneficial insects were captured as the trap level exceed the upper level of plants. With respect to the results obtained, this study suggests that 60 cm or less trap heights at the early stage of plants and 60 or 80 cm trap height as plant phenology developed (June-August period) may be deployed to estimate more accurately beneficial insect population densities in cotton.

Keywords: Predatory insects, cotton, height, yellow sticky trap

Pamuk Tarlasında Farklı Yüksekliklerde Yerleştirilen Sarı Renkli Yapışkan Tuzakların Avcı Böcekleri Yakalamadaki Etkilerinin Araştırılması

ÖZ

Bu çalışma 2010 ve 2011 yıllarında Adana İli'nde pamuk tarlasında farklı yükseklikteki sarı yapışkan tuzakların avcı böcekleri yakalamadaki etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Tuzaklar pamuk tarlalarına dikey konumda olmak üzere 60, 80, 100 ve 120 cm yüksekliklerde yerleştirilmiştir. Bitki fenolojisi vejetative, koz oluşturma ve olgunlaştırma şeklinde sınıflandırılmıştır. Tuzaklar bir gün süreyle pamuk tarlasında bırakılmış olup, sonra yenileriyle değiştirilmiştir. Tuzaklarda 9 predatör böcek türü saptanmıştır. Toplam ergin bireylerde en yüksek sayıda *Orius niger* Wolff (Hemiptera: Anthocoridae) saptanmış olup, toplam erginlerin % 77.62'sini oluşturmuştur. Bu türü % 11.03 ile *Deraeocoris pallens* Reut. (Hemiptera: Miridae) Reuter izlemiştir. Bitki yükseklikleri 60-80 ve 81-100 olduğunda en fazla sayıda *D. pallens* 60 cm tuzak yüksekliğinde yakalanırken, *O. niger* 60, 80 ve 100 cm tuzak yüksekliklerinde benzer, ancak, 120 cm tuzak yüksekliğine göre önemli sayıda kaydedilmiştir ($P<0.05$). Bitkiler vejetative dönemde olduğunda görülen avcı thrips *Aeolothrips collaris* Priesner (Thysanoptera: Aeolothripidae) tüm yüksekliklerde benzer sayılarda kaydedilmiştir. Tuzak seviyesi bitki seviyesinin üzerinde olduğunda daha az sayıda predatör böcek toplanmıştır. Bu sonuçlara dayanarak, bitkinin erken gelişme döneminde 60 cm ve daha düşük tuzak yükseklikleri, bitki fenolojisinin geliştiği dönemde (haziran-ağustos dönemi) 60 cm veya 80 cm tuzak yüksekliklerinin, avcı böceklerin popülasyon yoğunluklarını daha doğru bir şekilde tahmin etmek için kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Predatör böcekler, pamuk, yükseklik, sarı yapışkan tuzak

ORCID ID

0000-0001-7352-4815

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 23.01.23

Kabul Tarihi:31.10.23

¹University of Çukurova, Faculty of Agriculture, Plant Protection Department, Adana, Türkiye

*E-posta: eatakan@mail.cu.edu.tr

Investigation of The Effects of Yellow Sticky Traps Placed at Different Heights, on Catching Predatory Insects In Cotton Field

Introduction

Various sampling methods are used for sampling harmful and beneficial insects in cotton fields. Many products also use sticky traps to monitor insect populations. According to the response of insects to color, sticky traps are widely used in integrated control programs in various products (Gerling and Horowitz, 1984; Hill and Hooper, 1984; Chandler, 1985; Meyerdirk and Oldfield, 1985; Heizen et al., 1992). Yellow sticky traps capture more fruit flies (Bateman, 1976; Cyrtrynowicz et al., 1982), aphids (Broadbent, 1948), whiteflies (Webb ve Smith, 1980; Hart et al., 1978; Melamed-Madjar et al., 1979), and leafhoppers (Welch and Kondratieff, 1993; Mensah, 1996; Chancellor et al., 1997). Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) were mostly caught in white (Moffit, 1964; Baevers et al., 1971; Roditakis et al., 2001) and acrylic blue (Brodsgaard, 1989) colored traps. In addition to the color factor, the trap height is also important in the mass capture and follow-up of populations of some insects (Ladd et al., 1984; Meyerdirk and Moreno, 1984, Chander, 1985, Byrne and ark., 1986). In a study conducted on cotton in Çukurova, it was reported that the number of whiteflies caught in yellow sticky traps at 60 cm height was higher than at 20 cm height and similar at other 40, 80, 100 cm heights in only one sampling date (Göçmen et al., 1988). Gerling ve Horowitz (1984) reported that whitefly was caught more effectively in yellow sticky traps placed at ground level (0 cm height) in cotton fields, while trapping effects were similar in traps above 2 m. In a previous study (Atakan and Bayram, 2011), the trapping effects of different colored traps placed were investigated for *F. occidentalis* and predatory bugs, *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae) in cotton.

There are different factors that affect the population dynamics of pests such as pest thrips in cotton (Atakan and Özgür, 2000). One of them is natural enemies. In the study of harmful and beneficial insects in cotton fields, mostly plant and sweep-net sampling are used. In the cotton fields in Adana Province, the populations of the beneficial insects were followed up with the

flower thrips in yellow sticky traps, and the relationships between the populations of the harmful and beneficial insects were investigated (Atakan and Özgür, 2001). Difficulties may be encountered in estimating populations of motile pests (eg leafhoppers) and hemipterian predatory insects (species belonging to families, Anthocoridae and Miridae) during the plant samplings. Plant sampling takes more time during the developmental phenology of cotton plants in late season. The use of sweep-net is difficult in the advanced phenological period of the plant, and effective insect sampling can not be done well.

In this study, the effects of yellow sticky traps placed at different heights in different phenological periods of plants on catching beneficial insects were investigated. The results obtained may be evaluated in more accurate estimation of populations of beneficial insects as well as pest populations.

Materials and Methods

Establishing the Field Trials

Experiments were carried out at the Cotton Research and Application Centre (CRAC) (378 000 N, 358 210 E) of the Faculty of Agriculture, University of Çukurova located in Adana Province, Türkiye, during 2010 and 2011. In the preparation of yellow sticky traps, 15 × 20 × 0.3 cm sized yellow-colored plexiglass sheets were used. A special adhesive (stickem special, tanglefood) with the trade name Heller Raupenleim was applied on these plates. Traps are placed vertically in cotton fields at 60, 80, 100, and 120 cm heights. In the placement of the traps, “T” shaped laths with a 3 mm thick channel on the horizontal edge were used. On the same row, the traps were placed 3 meters apart from each other. The direction of the traps was in the east-west direction. The experiment was carried out for 4 repetitions according to the randomized blocks design. The plot sizes were determined as 120 m² (0.80 m row spacing × 15 rows × 10 m row length). The blocks are separated by 20 meters. No pesticides were used to control pest insects, mites, disease agents, or weeds during the trial.

Investigation of The Effects of Yellow Sticky Traps Placed at Different Heights, on Catching Predatory Insects In Cotton Field

Sampling of Predatory Insects

Sampling was started on 10 July 2010 and 25 July 2011, and was completed in mid-August. Field experiments were repeated twice a week, 10 times in 2010 and 10 times in 2011. Sampling was carried out between 10 July and 20 August in 2010 and between 18 July and 14 August in 2011. The traps were left in the experimental field for 24 hours. Traps were replaced with new ones at hours 9:00-10:00. Traps were counted in the laboratory under a stereo-binocular microscope. For the identification of insects on the traps, the sticky liquid was dissolved with the kerosene when necessary, and the samples were kept in different alcohol degrees for a while to remove the glue.

Plant Phenology

The heights of 15 plants selected randomly were measured and their generative organs (square, flower and bolls) were counted and recorded in all trials, which traps were placed at different heights according to the plant phenology. Plant phenology was classified as vegetative, boll forming, and boll maturation.

Evaluation of Data

Adult insect species and numbers caught in yellow sticky traps at different heights are given in Tables (Table 1). *Orius niger* and *Deraeocoris pallens* as common predators, as well as the predator thrips *Aeolothrips collaris* were taken into consideration because they were caught in relatively large numbers. Individuals of *D. pallens* and predatory thrips were not included in the evaluation, because they were caught in very low numbers in 2011. Adult Individuals of coccinellids were not included in the evaluation because they were caught in small numbers on

traps in both experimental years. However, the species list of Coccinellidae is shown in Table 1.

Obtained data were evaluated at $P < 0.05$ significance level using a two-way analysis of variance (ANOVA-Univariate). Thus, the effects of trap height, plant phenology, and interactions between them on insect densities captured on the traps were investigated. In order to determine the effects of different altitudes on catching insects, the data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and the comparison of the averages was done in the Tukey test at the $P < 0.05$ level. Logarithmic transformation [$\ln(x + 1)$] was applied to the data to reduce the variance between the means. Data using logarithmic transformation were used to compare the means (Table 3). All analyzes were made in SPSS (SPSS, 2006) Software Package Program.

Identification of Predatory Insects

Önder (1982) was used to identify Anthocoridae species. The identification key published by Çakır and Önder, (1990) was used for the identification of Lygaeidae, Geocorinea species (*Geocoris* and *Piocoris* genera). Coccinellidae species were identified by Prof. Dr. Nedim Uygun (Adana), Identifications of other insect species captured were done by comparison with samples previously identified by the experts and stored in the entomology laboratory. Predatory thrips were identified by the author.

Results and Discussion

List of Predatory Insect Species

In this study, 10 predatory insect species were detected in the traps (Table 1). *Orius niger* was the most common species in total adult individuals and it constituted 77.62% of total adult individuals.

Investigation of The Effects of Yellow Sticky Traps Placed at Different Heights, on Catching Predatory Insects In Cotton Field

Table 1. Numbers of predatory insects species and their total numbers caught on yellow sticky traps with various heights, during 2010-2011

Order	Family	Predatory insects	No of insects				Total	%
			Trap height (cm)					
			60	80	100	120		
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adonia variegata</i> Goeze	1	3	2	0	6	0.16
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Symnus levillanti</i> Mulsant	22	6	6	3	37	1.03
		<i>Stethorus</i> sp.	16	2	6	9	33	0.89
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Orius niger</i> Wolff	753	794	726	596	2869	77.62
Hemiptera	Miridae	<i>Deraeocoris pallens</i> Reut.	142	231	31	4	408	11.03
Hemiptera	Lygaeidae	<i>Geocoris arenarius</i> (Jakovlev)	1	1	0	0	2	0.05
Hemiptera	Lygaeidae	<i>Piocoris erythrocephalus</i> (Lep & Serv.)	3	0	2	1	6	0.16
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)	36	29	16	13	94	2.54
Thysanoptera	Aeolothripidae	<i>Aeolothrips collaris</i> Priesner	73	72	55	71	241	6.52

Deraeocoris pallens ranks second in this species (11.03%). *Chrysoperla carnea* a common predator in cotton fields, was caught only at a rate of 2.54%. While the number of *O. niger* was similar at 60, 80, and 100 cm heights, lower numbers were collected at 120 cm heights (Table 1). *Deraeocoris pallens* was mostly caught in traps with 80 cm high. *Chrysoperla carnea* was recorded in relatively higher numbers at heights of 60 and 80 cm. Predatory thrips, numbers of *Aeolothrips collaris* were relatively higher in traps at 60, 80 and 120 cm heights than at 100 cm trap height. In this study, *O. niger* was the most common species and was recorded in higher numbers. In previous studies conducted in the cotton field, *O. niger* has found to be the most common species and it feeds on thrips, inhabiting in cotton flowers, and also on nectars and pollens in the absence of its preys (Atakan, 2000). *Orius niger* is one of the most common predator species in vegetables, ornamental plants and weeds. The fact that this species is widespread and in high numbers may be related to the high prey sequence in different cultivated plants, its ability to spend the winter as an adult, even its ability to reproduce in mild winters and the absence of reproductive diapause (Riudavets,

1995). Other species of the family Coccinellidae, except for the species belonging to genus *Scymnus*, were captured in low numbers at all trap heights. Hossain et al. (2020) revealed that the chilli thrips (Thysanoptera: Thripidae) were more frequently caught in blue traps placed at ground level, while species of Coccinellidae were primarily attracted to yellow sticky traps.

Average Number of Predatory Insects in Traps

While trap height and plant phenology were found to be important factors in catching insects, the interaction between trap height × plant phenology was not significant (Table 2). *Aeolothrips collaris* individuals were caught in traps when the plants were at vegetative stage during the early development period of the plants (Table 3). Although the low-level population density of *A. collaris* was slightly higher than the others at 60 cm height, numerical differences were not found to be significant among the trap heights ($P > 0.05$). There was no significant effect of trap heights on the capture of *A. collaris* population, which was mostly detected with the acaries and thrips in the cotton fields.

Investigation of The Effects of Yellow Sticky Traps Placed at Different Heights, on Catching Predatory Insects In Cotton Field

Table 2. Results of two-way variance analysis (Anova-Univariate)

Year	Variation of sources	Degree of freedom	F	P
2010	<i>Aeolothrips collaris</i>			
	Trap height	3	4.622	0.004
	Plant phenology	2	52.232	0.0001
	Trap height × plant phenology	6	1.052	0.396
	Error	108		
	<i>Deraeocoris pallens</i>			
	Trap height	3	22.860	0.0001
	Plant phenology	2	44.380	0.0001
	Trap height × plant phenology	6	13.800	0.0001
	Error	108		
	<i>Orius niger</i>			
	Trap height	3	1.079	0.361
Plant phenology	2	118.515	0.0001	
Trap height × plant phenology	6	1.079	0.380	
Error	108			
2011	<i>Orius niger</i>			
	Trap height	3	1.381	0.254
	Plant phenology	2	7.963	0.006
	Trap height × plant phenology	6	0.643	0.589
	Error	84		

Deraeocoris pallens was caught more at 60 cm trap height in 2010 when the plant phenology was at vegetative and boll forming stages ($F_{3,56}=4.219$, $P=0.010$ and $F_{3,56}=22.751$, $P<0.0001$ respectively; Table 3). *Deraeocoris pallens* was recorded in very few numbers on all traps in 2011.

Mean numbers of *O. niger* was significantly higher on traps with height of 60 cm at the vegetative and boll forming stages in 2010 ($F_{3,56}=4.893$, $P=0.0015$; $F_{3,56}=3.879$, $P=0.04$, respectively; Table 3). Fewer *Orius* individuals were caught in the traps when the plant height was above 100 cm i.e. boll maturation stage, and the differences in mean numbers between heights were insignificant ($P>0.05$). In 2011, when the plant phenology was at vegetative, mean numbers of *O. niger* were similar at 60, 80 and 100 cm heights, but significant compared to

120 cm height ($F_{3,56}=2.715$, $P=0.047$; Table 3). Although *Orius*'s mean numbers at 60 and 80 cm trap heights were slightly higher than numbers found in other trap heights, the differences were not significant ($P>0.05$) at the fruiting stage of plants.

When all plant phenology are considered together, the total average numbers of predatory insects are shown in Table 4. There was no significant difference among the trap heights in 2010 ($P>0.05$) for mean numbers of *A. collaris*. A significant number of *D. pallens* was caught at a trap height of 60 cm in 2010 ($F_{3,56}=11.065$, $P<0.0001$). In 2010, the number of *O. niger* was similar in traps with 60 and 80 cm heights, but a significant, compared to 120 cm trap height ($F_{3,56}=4.323$, $P=0.037$). In 2011, mean numbers *O. niger* were similar in all traps ($P>0.05$).

Investigation of The Effects of Yellow Sticky Traps Placed at Different Heights, on Catching Predatory Insects In Cotton Field

Table 3. Mean numbers of insects caught on yellow stick traps with various heights placed at different phenological stage of plants during 2010-2011

Yıl	Plant phenology (cm)	Trap Height (cm)	Average number of insects (number/trap) at different trap heights*		
			<i>Aeolothrips collaris</i>	<i>Deraeocoris pallens</i>	<i>Orius niger</i>
2010	Vegetative stage	60	1.2±0.21a**	0.6±0.83a	3.2±0.09a
		80	1.1±0.13a	0.11±0.07b	2.9±0.15ab
		100	1.3±0.28a	0±0b	2.6±0.18b
		120	0.8±0.19a	0±0b	2.5±0.15b
	Boll forming	60	-***	2.7±0.25a	2.7±0.20a
		80	-	1.1±0.38b	2.4±0.32ab
		100	-	0.3±0.15c	2.0±0.26ab
		120	-	0.1±0.11c	1.7±0.21b
	Boll maturation	60	-	-	1.2±0.21a
		80	-	-	1.5±0.21a
		100	-	-	1.4±0.25a
		120	-	-	1.0±0.21a
2011	Vegetative stage	60	-	-	2.9±0.18a
		80	-	-	2.5±0.29a
		100	-	-	2.4±0.27a
		120	-	-	1.3±0.23b
	Boll forming	60	-	-	2,26±0.14a
		80	-	-	2.24±0.14a
		100	-	-	1,96±0.16a
		120	-	-	1.98±0.22a

(*) Means (\pm SEM) with the same letter in the columns are not significant at the $P < 0.05$ significance level according to the Tukey test.

(**) Logarithmic transformations [$\ln(x+1)$] were applied to data.

(***) Insects were not evaluated because they were collected in very low numbers caught in all traps at boll forming or maturatin stage of cotton in 2011.

Table 4. Total mean numbers of predatory insects caught on yellow stick traps with various heights, during 2010-2011

Year	Predatory insect	Average number of insects (number/trap) at different trap heights*			
		Trap height			
		60	80	100	120
2010	<i>Aeolothrips collaris</i>	0.4±0.12a	0.3±0.09a	0.4±0.14a	0.2±0.21a
	<i>Deraeocoris pallens</i>	1.1±0.23a	0.4±0.15b	0.2±0.05bc	0.1±0.01c
	<i>Orius niger</i>	2.4±0.17a	2.3±0.17a	2.0±0.15ab	1.8±0.50b
2011	<i>Orius niger</i>	2.5±0.13a	2.23±0.18a	2.15±0.15a	2.28±0.13a

(*) Means (\pm SEM) with the same letter in the rows are not significant at the $P < 0.05$ significance level according to the Tukey test.

Investigation of The Effects of Yellow Sticky Traps Placed at Different Heights, on Catching Predatory Insects In Cotton Field

In this study, predatory insects occurred mainly during the boll forming and boll maturation periods of the plants (July-August period). During periods when *D. pallens* and *O. niger* individuals were caught in relatively high numbers on the traps, dense populations of the cotton aphids and flower thrips were recorded on the plants (Atakan and Canhilal, 2004). *Aeolothrips collaris* individuals appeared earlier in association with red spider mites (vegetative developmental period). When the three predatory insect species are evaluated together; In general, high numbers of predatory insects were caught on traps placed at 60 and 80 cm heights. The trap heights of 60 and 80 cm represent the middle zone of the plants; thus, it could be said that common predators are mostly found in the middle part of the plants. In other words, when the plant heights increase, i.e. above 80 cm height, the number of the predatory insects caught at the traps decreases, and the differences among the mean numbers were insignificant (Table 3). Their occurrence at lower trap heights (60 and 80 cm) may be associated with higher humidity and lower temperature in the middle sections of the plants. Furthermore, another reason may be due to protection from their natural enemies such as larger hemipteran generalist predatory insects, *Nabis*, *Piocoris*, and *Geocoris* which can prey on *Orius* species i.e. intraguild predation (Rosenheim, 2005). In addition, the vertical distribution of predators at different trap heights may be related to their preys. In the previous study, with the plant samplings, *D. pallens* and *O. niger* were found mostly in the middle parts of the plants. In that study, it was interpreted that the higher prevalence of *D. palles* in the lower parts of the plant may be related to the settlement of their prey cotton aphid in this region (Atakan, 2000). Although *Orius* numbers caught were slightly higher in 60 and 80 cm trap heights in 2011, there was no significant difference with other trap heights (100 and 120 cm) (Table 4). The fact that similar numbers of *Orius* individuals were caught at all trap heights in the 2011 trial may be related to the high abundance of flower thrips, their specific prey throughout the cotton season (Riudavets, 1995; Atakan and Bayram, 2011), compared to the previous year.

Conclusion

Finally, based on these results, traps placed at 60 or 80 cm during period of June-August may be used to predict more accurately population densities of predatory insects. In other words, fewer predators were caught when the trap height was higher than the plant heights.

References

- Atakan, E. (2000) Avcı böcek *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae), *Deraeocoris pallens* Reut. (Heteroptera: Miridae) ve *Orius niger* Wolff (Heteroptera: Anthocoridae)'nin pamuk bitkisinde dağılımı, *Türk Entomol Derg* 24(4): 243-248.
- Atakan, E., Bayram, A. (2011) Distributions of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) and its predatory bug *Orius niger* (Hemiptera: Anthocoridae) assessed by coloured sticky traps and plant samplings in cotton. *Arch Phytopathol Plant Prot* 44 (16): 1595-1608.
- Atakan, E., Canhilal, R. (2004). Evaluation of yellow sticky traps at various heights for monitoring cotton insect pests. *J. Agric. Urban Entomol.* 21(1): 15–24.
- Atakan, E., Özgür, A. F. (2000) Population fluctuations of *Frankliniella intonsa* (Trybom), *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and their predators in cotton fields. The Inter-Regional Cooperative Research Network on Cotton, 20-24 September 2000, Adana/Turkey, pp. 181-185.
- Atakan, E., Özgür, A. F. (2001) Preliminary investigation on damage of *Frankliniella intonsa* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) to cotton plant in Cukurova region of Turkey. Seventy International symposium on Thysanoptera, Reggio Calabria, Italy, 2-7 June 2001, pp. 221-224.
- Bateman, M. A. (1976). Fruit flies, Studies in Biological Control. (ed) . Delucchi, V. L. Cambridge University Press, England.
- Beavers, J. B., Shaw, A. G., Hampton, R. B. (1971) Color and height preference of the citrus thrips in a navel orange grove. *J Econ Entomol* 64:1112-1113.

Investigation of The Effects of Yellow Sticky Traps Placed at Different Heights, on Catching Predatory Insects In Cotton Field

- Broadbent, L. (1948) Aphis migration and efficiency of the trapping method. *App Biol* 35:379-394.
- Brodsgaard, H. F. (1989) Clored sticky traps for *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in glasshouses. *Zeitschrift für Angew Entomol* 107:136-140.
- Bryne, D. N., Von Bretzel, P. K., Hoffman, C. J. (1986) Impact of trap design and placement when monitoring for the sweet potato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *Environ Entomol* 15:300-304.
- Chancellor, T. C. B., Cook, A. G., Heong, K. L., Villareal, S. (1997) The flight activity and infectivity of the major leafhopper vectors (Hemiptera: Cicadellidae) of rice tungro viruses in an irrigated rice area in the Philippines. *Bull entomol Res* 87(3):247-258.
- Chandler, L. D. (1985) Flight activity of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in relationship to placement of yellow traps in bell pepper. *J Econ Entomol* 78:825-828.
- Cyrtrynowicz, M., Morgente, J. S., De Souza, H. M. L. (1982) Visual responses of South American Fruit flies *Anastrepha praterulus* and Mediterranean fruit flies *Ceratitis capitata* to colored rectangles and spheres. *Environ Entomol* 11:1202-1210.
- Çakır, S., Önder, F. (1990) Türkiye Geocorinae (Het.:Lygaeidae) altfamilyası üzerinde sistematik ve faunistik araştırmalar. *Türk Entomol Derg* 14 (1): 37-52.
- Gerling, D., Horowitz, A. R. (1984) Yellow traps for evaluating the population levels and dispersal patterns of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Ann Entomol Soc of Am* 77:753-759.
- Göçmen, H., Şekeroğlu, E., Özgür, A. F. (1987) Değişik yükseklik ve durumlarda yerleştirilmiş sarı yapışkan tuzakların pamuk beyazsineği (*Bemisia tabaci* Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae)'ni yaklamadaki etkinliği. Türkiye I. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 13-16 Ekim 1987, İzmir, 367-376.
- Hart, W., Meyerdirk, D., Sanchez, M. W., Rhode, R. (1978) Development a trap for the citrus blackfly, *Aeurcanthus woglumi* Ashby. *Southwest Entomol* 3:219-225.
- Heinz, K. M., Parrella, M. P., Newman, J. P. (1992) Time –efficient use of yellow sticky traps in monitoring insect populations. *J Econ Entomol* 85(6):2263-2269.
- Hill, A. R., Hooper, G. H. S. (1984) Attractiveness of various colors to Australian thephritid fruit flies in the field. *Entomol Exp et App* 35:119-128.
- Hossain, M., Khalequzzaman, K. M., Alam, M. S., Mondal, M. T. R., Islam, M. M. (2020). Efficacy of different coloured sticky traps against thrips of chilli. *Int J App Sci Biotechnol* 8(2):187-190.
- Ladd, T. L., Stinner, B. R., Krueger, H. R. (1984) Influence of color and height of eugenol baited sticky traps on attractiveness to northern corn root worm beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). *J Econ Entomol* 77:652-654.
- Melamed-Madjar, V., Cohen, S. Chen, M., Tam, S., Rosilio, D. (1979) Observations on populations of *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton adjacent to sunflower and potato in Israel. *Israel J Entomol* 13:71-78.
- Mensah, R. K. (1996) Evaluation coloured sticky traps for monitoring populations of *Austroasca vividigrisea* (Paoli) (Hemiptera: Cicadellidae) on cotton farms. *Australian Entomol* 35 (4):349-353
- Meyerdirk, D. E., Moren D. S. 1984. Flight behavior and color-trap preference of *Parabemisia myricae* (Kuwana) (Homoptera: Aleyrodidae) in a citrus orchard. *Environ Entomol* 13:167-170.
- Meyerdirk, D. E., Oldfield G. N. (1985) Evaluation of trap color and height placement for monitoring *Circulifer tenellus* (Baker) (Homoptera: Cicadellidae). *Canadian Entomol* 117:505-511.
- Moffitt, H. R. (1964) A color preference of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *J Econ Entomol* 57:604-605.
- Önder, F., 1982. Türkiye Anthocoridae (Heteroptera) Faunası Üzerinde Taksonomik ve Faunistik Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No 459, İzmir, 159 s.
- Riudavets, J., (1995) Predators of *Frankliniella occidentalis* (Perg.) and *Thrips tabaci* Lind.: a

Investigation of The Effects of Yellow Sticky Traps Placed at Different Heights, on Catching Predatory Insects In Cotton Field

- review, Biological control of thrips pests, (eds.), Loomans, A. J. M., Van Lenteren J. C., Tommasini, M. G. Maini S., Riudavets J. Wageningen Agricultural University Papers, 95.I, Wageningen, the Netherlands, pp. 49–87.
- Roditakis, N. E., Lykouressis, D. P., Golfopoulou N. G. (2001) Color preference, sticky trap catches and distribution of western flower thrips in cucumber, sweet pepper and eggplant crops. *Southwestern Entomol* 26 (3):227-237.
- Rosenheim, J. A. (2005) Intraguild predation of *Orius tricolor* by *Geocoris* spp. and the paradox of irruptive spider mite dynamics in California cotton. *Bio Cont* 32:172-179.
- SPSS 2006. SigmaPlot user's guide. SPSS Inc., Chiago.
- Webb, R. E., Smith, F. F. (1980) Greenhouse whitefly control of an integrated regimen based on adult trapping and nymphal parasitism. *Int Un Bio Sci* 3(3):235-246.
- Welch, J. L., Konratieff, B. C. (1993) Leafhopper (Homoptera, Cicadellidae) species composition of western colorado commercial peach orchards. *Southwestern Entomol* 18(3):203-211.



Araştırma Makalesi

Mardin İli Artuklu İlçesinde Tüketicilerin Kırmızı Et Tüketim Tercih ve Alışkanlıkları

Veysi ACIBUCA^{1*} Aybüke KAYA²

ÖZ

Bu çalışma yemek kültürü bakımından kırmızı et tüketiminin yoğun olduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki Mardin ili, Artuklu ilçesinde, kentsel alanlarda yaşayan tüketicilerin kırmızı et tüketimi ve tüketim miktarlarına etki eden faktörlerin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırmada, ana kitle oranlarına dayalı basit tesadüfi olasılık örnekleme yöntemi kullanılmış olup toplam 421 tüketicisiyle anket yapılmıştır. Tüketicilerin kırmızı et tüketimi ile bazı sosyo-demografik özellikleri arasındaki ilişkinin tespit edilebilmesi için Ki-Kare testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda araştırma bölgesindeki hane halklarının aylık ortalama kırmızı et tüketimi 4.69±2.73 kg olarak, yıllık kişi başı kırmızı et tüketimi 12.9±7.47 kg olarak tespit edilmiştir. Hane halkının kırmızı et tüketimi ile gelir, ailedeki birey sayısı ve kuyruk yağı tüketimi arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin %92.2'si Türkiye'de kırmızı et fiyatlarının yüksek olduğunu düşünmektedir. Sonuç olarak et fiyatlarının yükselmesine neden olan başta yem piyasalarındaki istikrarsızlıklar olmak üzere hayvancılık sektöründeki sorunlara bütüncül bir yaklaşımla çözüm aranması gerektiği belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kırmızı et, tüketim, tercih, alışkanlık, Mardin

Red Meat Preference and Habits of Consumers in Artuklu District of Mardin Province

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the factors influencing red meat consumption and quantity among urban consumers in Mardin province, where red meat consumption is high in terms of food culture. A total of 421 consumers were surveyed using simple random probability sampling method. Chi-square analysis was used to determine the relationship between consumers' red meat consumption and several socio-demographic characteristics. According to the results, the average monthly consumption of red meat by households in the study area was 4.69 ± 2.73 kg, and the annual per capita consumption of red meat was 12.9 ± 7.47 kg. It was found that there was a significant relationship between household red meat consumption and income, number of persons in the family, age of consumers, consumption of tail lard and age. 92.2% of consumers are of the opinion that the prices of red meat in Turkey are expensive. As a result, it was stated that a holistic approach should be sought to solve the problems in the livestock sector, particularly the instability of the feed markets, which is causing the increase in meat prices.

Keywords: Red meat, consumption, preference, habit, Mardin

ORCID ID(Yazar sıralamasına göre)

0000-0002-8478-7300, 0000-0002-6866-1951

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 17.08.2023

Kabul Tarihi: 31.10.2023

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Mardin

² Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

*E-posta: veysiaticibuca@artuklu.edu.tr

Mardin İli Artuklu İlçesinde Tüketicilerin Kırmızı Et Tüketim Tercih ve Alışkanlıkları

Giriş

Gıda tüketimi insanların temel ihtiyaçlarının ilk basamağında yer almakta olup (Maslow, 1943) gıdaların bulunabilirliği kadar yeterli derecede tüketilmesi de son derece önemlidir. İnsan beslenmesinde protein ihtiyacının karşılanmasında hayvansal ürünler önemli bir yer tutmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre sağlıklı bir insanın vücut ağırlığının her bir kilogramı için günde 1 gr protein tüketmesi ve tükettiği proteinin %40-50'sinin hayvansal kökenli olması gerekmektedir (Karlı ve ark., 2017; Anonim, 2020). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) verilerine göre Dünya'da kişi başına günlük ortalama protein tüketimi 82 gr olup bunun 32 gramı (%39) hayvansal kaynaklı proteinlerden oluşmaktadır (Anonim, 2023). Hayvansal kaynaklı protein tüketiminde en yüksek oran ABD (%64) ve AB (%58) ülkelerinde olup en düşük oran ise Afrika ülkelerinde (%23) tespit edilmiştir. Türkiye'de ise günlük tüketilen protein miktarı 101 gr olup %36'sı hayvansal kaynaklıdır (Anonim, 2022). Dünya genelinde kırmızı et tüketiminde, ülkelerin gelişmişlik düzeyi ve kişi başına et tüketimi ile bölgesel tüketim alışkanlıkları önemli bir ölçüt olarak kabul edilmektedir (Morrison ve ark., 2003). Et ve et ürünleri yüksek ve kaliteli protein kaynakları olup tüketim açısından dünyadaki önemli gıda gruplarından bir tanesidir (Delgado, 2003; McAfee ve ark., 2010). Diğer et çeşitleri ile karşılaştırıldığında kırmızı etin yüksek üretim maliyeti ve dolayısıyla daha yüksek satış fiyatına sahip olduğu bilinmektedir. Nüfus ve nüfusun yapısı, gelir miktarı, yaşam standartları, beslenme şekli, dini inanç, hayvan refahı ile ilgili endişeler, ikame ürün fiyatları ile zevk ve tercihler kırmızı et talebine etki eden faktörler arasındadır (Saygın ve Demirbaş, 2018; OECD, 2020). OECD'nin 2021 yılı verilerine göre dünyada yıllık kişi başı sığır eti tüketim ortalaması 6.4 kg, domuz eti 10.8 kg ve koyun eti 1.8 kg'dır. Kişi başı sığır eti tüketiminde birinci sırada Arjantin (36.9 kg), koyun eti tüketiminde ise Kazakistan (8.3 kg) yer almaktadır (OECD, 2022). Türkiye'de yıllık kişi başı sığır eti tüketimi 9.8 kg, koyun eti tüketimi ise 4.2 kg'dır. Türkiye, dünya genelinde sığır eti

tüketiminde on sekizinci sırada, koyun eti tüketiminde ise beşinci sırada yer almaktadır (OECD, 2022). Yine OECD verilerine göre hayvansal ürün fiyatlarının nispeten düşük ve sosyo-ekonomik yapısı gelişmiş olan ülkelerde kırmızı et tüketiminin daha yüksek miktarda olduğu görülmektedir.

FAO verilerine göre 2020 yılı dünya sığır eti üretimi 67.9 milyon ton, koyun/keçi eti üretimi ise 16.1 milyon ton olup sığır eti üretiminde birinci sırada ABD (12.3 milyon ton), koyun/keçi eti üretiminde ise Çin (5.1 milyon ton) yer almaktadır (FAO, 2020). TÜİK verilerine göre Türkiye'nin 2022 yılı sığır eti üretimi 1.57 milyon ton, koyun eti üretimi 489 bin ton ve keçi eti üretimi ise 115 bin ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2022).

Kırmızı et tüketimine etki eden faktörlerden birisi de yemek kültürü ve alışkanlıklarıdır. Bu bakımdan kırmızı et tüketiminin bölgelere göre farklılık gösterdiği (Ekinci, 2018) göz önüne alındığında yemek kültürünün önemli bir kısmının ete dayalı olduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki illerde kırmızı et tüketimini etkileyen faktörlerin incelenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Mardin ilinde kırmızı et tüketimi ve tüketime etki eden faktörler araştırılmıştır. Mardin ilinde 2021 yılı verilerine göre 1.120.000 küçükbaş ve 101.000 kayıtlı büyükbaş hayvan bulunmaktadır (TÜİK, 2021). Türkiye'de hane halklarının kırmızı et tüketimine ilişkin birçok çalışma yapılmış olup bunlardan bazıları aşağıda sunulmuştur. Akçay ve Vatansever (2013) Kocaeli ilinde tüketicilerin kırmızı et tercihi ve tüketimde etkili olan faktörleri araştırdıkları çalışmada kırmızı et tüketimi ile gelir, cinsiyet, toplam harcamalar ve gıda harcamaları arasında anlamlı ilişki bulunduğunu belirtmişlerdir. Yaylak ve ark., (2010), İzmir ili Ödemiş ilçesinde tüketicilerin sığır, koyun ve keçi eti tüketimlerine etki eden faktörler ile eğitim ve gelir düzeylerine göre kırmızı et tüketim davranışlarını araştırmıştır. Uzundumlu ve ark., (2011) İstanbul ili Küçükçekmece İlçesinde yaptıkları araştırmada bireylerin beyaz ve kırmızı et tüketimine etkili olan demografik faktörleri araştırmış ve regresyon analizi neticesinde hanelerin geliri arttıkça hem kırmızı hem de beyaz et

Mardin İli Artuklu İlçesinde Tüketicilerin Kırmızı Et Tüketim Tercih ve Alışkanlıkları

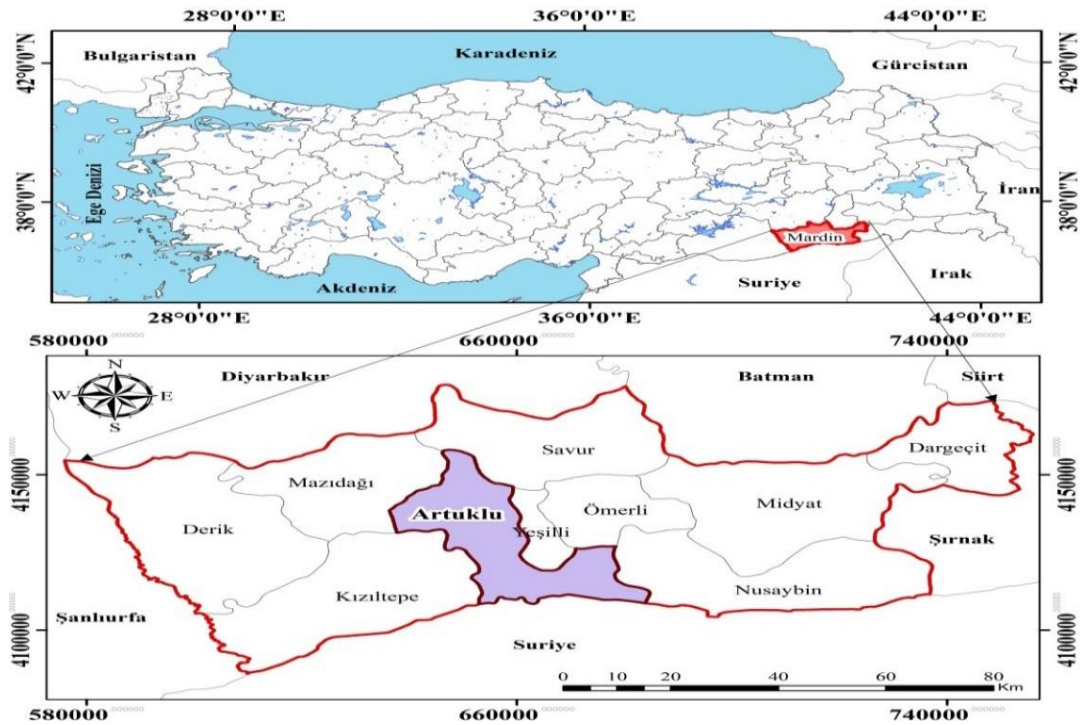
tüketimlerinin arttığı ayrıca kadınların erkeklere göre et tüketiminde daha etkili olduğunu belirlemiştir. Elazığ ili merkezinde hane halklarının kırmızı et tüketim alışkanlıklarının incelendiği çalışmada sığır eti tüketiminin en çok tercih edilen et türü olduğu ve tüketicilerin en fazla kasapları tercih ettiği belirlenmiştir (Şeker ve ark., 2011). Erzinan ilinde yapılan çalışmada tüketicilerin kırmızı et tüketim davranışları ile ithal ete bakış açılarını incelenmiş, kırmızı et tüketme sıklığı üzerinde aylık gelir istatistiki olarak önemli etkiye sahipken, tüketicilerin yaşadığı yer önemsiz bulunmuştur (Özyürek ve ark., 2019).

Bu araştırma Mardin ilinin merkez ilçesi olan Artuklu 'da yapılmış olup Mardin ilinde daha önce benzer çalışma yapılmamıştır. Araştırma tüketicilerin kırmızı et tüketimi ve tüketim miktarına etki eden faktörlerin belirlenmesi yoluyla kırmızı et tüketimiyle ilgili yapılacak çalışmalara ve tüketim miktarını arttırmaya/belirlemeye yönelik projelere

yardımcı olması ve konu ile ilgili literatüre katkı sağlaması hedeflenmektedir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın ana materyalini Mardin ili Artuklu ilçesinde kentsel alanlarda yaşayan tüketiciler ile yüz yüze yapılan anket çalışmasından elde edilen veriler oluşturmaktadır. Anketler 2019 yılı Ocak-Mayıs ayları arasında yapılmış olup iki bölüm ve toplam yirmi yedi sorudan oluşmaktadır. Birinci bölümde katılımcıların demografik özellikleri ile ilgili sorular, ikinci bölümde ise kırmızı et tüketimine ilişkin bilgiler bulunmaktadır. Araştırmada tüketicilerin kırmızı et tüketimi ve sağlık endişelerine ilişkin düşünceleri 3'lü likert ölçek kullanılarak ölçülmüştür. Kullanılan ölçeğin kabul edilebilirliği ve güvenilirliği Cronbachs' Alpha katsayısı ile test edilmiş yapılan analiz neticesinde Cronbachs' Alpha 0.737 olarak tespit edilerek ölçeğin güvenilir olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1. Araştırmanın yapıldığı ilçenin lokasyon haritası (Kaynak: ArcGIS Çizim)

Mardin İli Artuklu İlçesinde Tüketicilerin Kırmızı Et Tüketim Tercihi ve Alışkanlıkları

Araştırmanın örnek hacminin belirlenmesinde tüketicilere yönelik çalışmalarda sıkça kullanılan ana kitle oranlarına dayalı basit tesadüfi olasılık örnekleme yöntemi kullanılmış olup aşağıdaki yöntemle hesaplama yapılmıştır (Collins, 1986). Örnek hacminin belirlenmesinde araştırma bölgesindeki tüketicilerin kırmızı et tüketme olasılıkları 0.5 alınarak örnek hacmi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$n = z^2 \left(\frac{p \cdot q}{d^2} \right) \quad (1)$$

n: Örnek hacmi

z: 1,96 (%95 güven düzeyine karşılık gelen standart z değeri)

p: İlgili özelliğe sahip olanların varsayılan oranı (Çalışmada kırmızı et tüketenlerin varsayılan oranı olarak ele alınmış olup maksimum örnek hacmi için 0.5 olarak alınmıştır)

q: (1-p) İlgili özelliğe sahip olmayan ana kitle oranı

d: Kabul edilen hata tolerans düzeyi ($\pm\%5$ olarak kabul edilmiştir)

$$n = 1,96^2 \left(\frac{0,50 \cdot 0,50}{0,05^2} \right) = 384$$

olarak hesaplanmış olup veri analiz aşamasında herhangi bir sorunla karşılaşılması için toplam 445 kişi ile anket yapılmıştır. Ancak veri girişi ve analiz aşamasında eksik ve/veya hatalı olduğu tespit edilen 24 anket iptal edilerek 421 anket değerlendirilmeye alınmıştır. Anketler, Artuklu ilçesinin merkez mahallelerinde rasgele seçilen 18 yaşından büyük bireylere gönüllülük esasına göre uygulanmıştır.

Anket çalışması neticesinde elde edilen veriler SPSS paket programına yüklenerek tüketicilerle ilgili tanımlayıcı analizler yapılmış, değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesinde ise Ki- Kare analizi uygulanmıştır. Ki-kare testi iki ya da daha fazla grup arasında fark olup olmadığı test etmek için kullanılmakta olup temel amaç gözlenen ve beklenen frekanslar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını tespit edilmesidir.

Bulgular ve Tartışma

Ankete katılanların %31.8'i kadın, %68.2'si ise erkek olup %60.8'ini ise 41 yaş ve altındaki bireyler oluşturmaktadır. Evli bireylerin oranı %76.7 ve ortalama hane halkı büyüklüğü 4.7 ± 1.97 kişi olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Katılımcıların bazı demografik özellikleri

		N	%
Cinsiyet	Kadın	134	31.8
	Erkek	287	68.2
Yaş	18-25	39	9.3
	26-33	100	23.8
	34-41	117	27.7
	42-49	78	18.5
	50-57	44	10.5
	58 ve üzeri	43	10.2
Medeni durum	Evli	323	76.7
	Bekâr	98	23.3
Eğitim	İlkokul	65	15.4
	Ortaokul	59	14.1
	Lise	120	28.5
	Ön lisans	72	17.1
Hane halkı sayısı	Lisans ve üstü	105	24.9
	3 kişiden az	52	12.4
	3-6 kişi	294	69.8
Çalışan sayısı	6 kişiden fazla	75	17.8
	1 kişi	252	59.9
	2 kişi	140	33.3
	2<	29	6.8

Mardin İli Artuklu İlçesinde Tüketicilerin Kırmızı Et Tüketim Tercih ve Alışkanlıkları

Karakaya ve İnci (2014)'nin Bingöl ilinde yaptıkları benzer çalışmada da ortalama hane halkı büyüklüğü 5.05 kişi olarak belirlenmiştir. Ankete katılanların %30.2'si kamu çalışanı, %17.3'ü özel sektör çalışanı, %16.4'ü esnaf, %12.6'sı ev hanımı, %12.1'i işsiz, %9.0'u emekli ve %2.4'ü diğer (öğrenci vb.) olduğunu belirtmiştir. Katılımcıların %58.0'si lise ve altı eğitim seviyesine sahipken %42.0'si ön lisans ve üstü eğitim seviyesine sahip olduğunu ifade etmiştir. Ankete katılan bireylerin gelir grupları açısından birbirine yakın oldukları belirlenmiştir. Buna göre birinci gruptakilerin (aylık geliri 2500 TL ve altı) oranı %34.2, ikinci gruptakiler (aylık geliri 2501-5000 TL) %31.1 ve üçüncü gruptakiler (aylık geliri 5001 TL ve üstü) %34.7 olarak bulunmuştur. Ankete katılanların %6.7'si kırmızı eti her gün tükettiğini ifade ederken, %42.3'ü haftada 1-3 defa, %14.5'i haftada 4-5 defa, %5.0'i ayda bir defa %29.4'ü ayda 2-4 defa ve %2.1'i ise yılda birkaç defa kırmızı et tükettiğini belirtmiştir. Ki-kare analizi neticesinde kırmızı et tüketme sıklığı ile gelir durumu arasında anlamlı ilişki olduğu ($\chi^2_{(0,05;8)}=15.51$; $\chi^2=114.46$ ve $p=0.000$) belirlenmiştir. Bu durum tüketicilerin gelir durumunun kırmızı et tüketim sıklığı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

İncelenen hane halklarında aylık ortalama kırmızı et tüketimi 4.69 ± 2.73 kg olarak, yıllık kişi başı kırmızı et tüketimi ise 12.9 ± 7.47 kg olarak tespit edilmiştir. Yüzbaşıoğlu ve ark., (2018)'nin Sivas ilinde yaptıkları çalışmada tüketicilerin aylık kırmızı et tüketimi ortalaması kentsel alanlarda 2.54 kg, kırsal alanlarda 3.06 kg olarak bulunmuştur. Lorcu ve Bolat (2012) ise Edirne ilinde yaptıkları çalışmada hane halkı aylık ortalama kırmızı et tüketim miktarını 2.27 kg olarak bildirmiştir. Anket yapılan tüketicilerin %53.9'u önceki yıla göre kırmızı et tüketimlerinin azaldığını, %42.8'i değişmediğini ve %3.3'ü arttığını ifade etmiştir. Tunaz ve ark., (2022)'nin Mersin ilinde yaptığı çalışmada tüketicilerin %53.0'ünün önceki yıla göre kırmızı et tüketiminin değişmediği, %39.0'unun ise tüketim miktarının azaldığı belirlenmiştir. Tüketicilerin %32.1'i sadece dana eti, %28.5'i sadece kuzu eti tükettiğini belirtirken %39.4'ü

ise hem dana eti hem kuzu eti tükettiğini ifade etmiştir. Tüketicilerin birden fazla et türü tercih etmelerinin en önemli nedeninin yemek kültürü ile ilişkili olduğu tahmin edilmektedir. Zira araştırma alanında tüketilen yöresel yemeklerin önemli bir kısmı küçükbaş hayvan etinden yapılırken kıyma ve kuşbaşı gibi kemiksiz et tüketiminin ise dana etinden yapıldığı gözlemlenmiştir. Düşük gelir grubundakilerin %39.6'sı sadece dana eti, %33.3'ü sadece kuzu eti ve %27.1'i hem dana eti hem kuzu eti tüketirken bu oran orta gelir grubundakilerde sırasıyla %29.8, %26.7 ve %43.5, üst gelir grubundakilerde ise %26.7, %25.3 ve %48.0 olarak tespit edilmiştir. Gelir durumu ile hane halklarının kırmızı et tercihi arasında anlamlı ilişki olmadığı ($\chi^2_{(0,05;5)}=11.07$; $\chi^2=2.56$ ve $p=0.277$) belirlenmiştir. Kadınların %30.6'sı sadece dana eti, %35.1'i sadece kuzu eti ve %34.3'ü hem dana eti hem kuzu eti tüketirken, bu oran erkeklerde sırasıyla %32.7, %25.4 ve %41.9 olarak tespit edilmiştir. Ki-kare analizi neticesinde cinsiyet ve kırmızı et tercihi arasında da istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmadığı ($\chi^2_{(0,05;4)}=9.49$; $\chi^2=5.34$ ve $p=0.254$) belirlenmiştir. Anket yapılan tüketicilerin %47.7'si "kırmızı et satın alırken neye dikkat edersiniz" sorusuna satın alınan yerin hijyenik ve güvenilir olması cevabını verirken, %17.1'i etin taze olması, %11.1'i etin ucuz olması, %4.8'i yağsız olması ve %19.5'i hem satın alınan yerin hijyeni hem de etin taze olması cevabını vermiştir. Dolayısıyla araştırma bölgesindeki tüketiciler açısından kırmızı et satın alırken satın alınan yer ve etin tazeliğinin en önemli hususlar olduğu ifade edilebilir. Kırmızı etin satın alındığı yerler ile ilgili soruya ise katılımcıların %72.4'ü kasaptan, %17.6'sı marketlerden ve %10.0'u ise fark etmez cevabını vermiştir. Tüketicilerin %4.5'i yağlı, %39.0'u orta yağlı, %45.4'ü az yağlı ve %11.1'i tam yağsız et tercih ettiğini belirtmiştir (Çizelge 2). Gelir durumu ile tüketicilerin kırmızı et satın alma yerleri arasında 0.05 ($p=0.026$) düzeyinde anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Denli ve ark., (2016)'nin Şırnak ilinde yaptıkları çalışmada da tüketicilerin en fazla kasaplardan alışveriş yaptığı bildirilmiştir.

Mardin İli Artuklu İlçesinde Tüketicilerin Kırmızı Et Tüketim Tercihleri ve Alışkanlıkları

Çizelge 2. Tüketicilerin kırmızı et satın alma yeri ve yağ oranı tercihleri (%)

Gelir düzeyi	Kırmızı et satın alınan yer**			Yağ oranı			
	Kasap	Market	Fark etmez	Yağlı	Orta yağlı	Az yağlı	Tam yağsız
2500 ₺ altı	73.6	15.3	11.1	5.6	40.3	38.9	15.2
2500-5000 ₺	74.0	13.0	13.0	7.6	40.5	43.5	8.4
5000 ₺ üstü	69.8	24.0	6.2	0.7	36.3	53.4	9.6
Ortalama	72.4	17.6	10.0	4.5	39.0	45.4	11.1

**p<0.05

Başta Güneydoğu Anadolu Bölgesi olmak üzere Türkiye'nin tüm bölgelerinde gerek lezzet gerekse yağ kaynağı olarak kullanılan kuyruk yağı tüketimine ilişkin soruya katılımcıların %59.6'sı evet cevabını verirken %40.4'ü ise kuyruk yağı tüketmediklerini ifade etmiştir. Kuyruk yağı tüketen kadınların oranı %39.1, erkeklerin oranı ise %70.0 olarak tespit edilmiştir. Düşük gelir grubundakilerin %55.6'sı, orta gelir grubundakilerin %64.9'u ve üst gelir grubundakilerin %58.9'u kuyruk yağı tükettiğini ifade etmiş olup gelir durumu ile kuyruk yağı tüketimi arasında anlamlı farklılık olmadığı ($\chi^2_{(0.05;4)}=9.49$; $\chi^2=2.53$ ve $p=0.283$) ancak cinsiyet ve kuyruk yağı tüketimi arasında ($\chi^2_{(0.05;3)}=7.81$; $\chi^2=19.85$ ve $p=0.000$) anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Araştırmaya katılan tüketicilerin %34.2'si kuyruk yağı tüketiminin sağlık açısından zararlı olduğunu ifade etmiş olup bu oran kadınlarda %50.7, erkeklerde ise %26.4 olarak saptanmıştır. Kuyruk yağının zararlı olduğunu düşünenlerin oranı sadece dana eti tüketen bireylerde (%36.5), sadece kuzu eti tüketen kişilere göre (%28.3) daha yüksek olduğu bulunmuş ve kuyruk yağı tüketimiyle kırmızı et tercihi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir ($p>0.05$). İncelenen hane halklarının %2.9'u kırmızı et alırken sadece kıyma şeklinde aldığını, %7.4'ü sadece kuşbaşı, %10.9'u sadece kemikli olarak, %16.9'u kıyma ve kemikli, %10.9'u kuşbaşı ve kemikli

şeklinde, %51.8'i ise kıyma, kuşbaşı ve kemikli olarak tükettiklerini ifade etmiştir.

Araştırmanın son bölümünde tüketicilerin kırmızı et fiyatları ve tüketimi ile kırmızı et tüketiminin sağlık algılarına ilişkin düşüncelerini tespit etmek amacıyla 3'lü likert ölçek (katılıyorum, kararsızım, katılmıyorum) kullanılarak bazı sorulara cevap vermeleri istenmiştir. Buna göre Araştırma alanında kırmızı et fiyatlarının yüksek olduğunu düşünenlerin oranı %92.2 olarak tespit edilmiştir. Türkiye'de kırmızı et fiyatlarındaki dalgalanma ve yukarı yönlü seyrin temel nedenleri arasında üretim yetersizliği, piyasalarda görülen spekülasyon ve pazarlama kanallarındaki kar maksimizasyonu davranışları (Saçlı, 2020) ile başta yem fiyatları olmak üzere girdi fiyatlarındaki artışlar olarak bildirilmiştir (Fidan ve Bayramoğlu, 2019). "Kırmızı et fiyatlarının düşürülmesi için ithalat yapılmalıdır" diyenlerin oranı %41.6, "kırmızı etin kolesterol oranı yüksektir" diyenlerin oranı %41.3, yeterli beslenme için mutlaka kırmızı et tüketilmesi gerektiğini düşünenlerin oranı %70.8, kırmızı etin çok fazla tüketilmesinin sağlık açısından zararlı olduğunu düşünenler %38.7 ve beyaz etin kırmızı etten daha sağlıklı olduğunu düşünenlerin oranı ise %20.7 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Mardin İli Artuklu İlçesinde Tüketicilerin Kırmızı Et Tüketim Tercih ve Alışkanlıkları

Çizelge 3. Tüketicilerin kırmızı et tüketimi ve sağlık algısına ilişkin düşünceleri

	Ortalama*	%
Kırmızı et pahalıdır	1.11±0.41	92.2
Fiyatların düşürülmesi için ithalat yapılmalıdır	1.93±0.87	41.6
Kırmızı etin kolesterol oranı yüksektir	1.83±0.79	41.3
Yeterli beslenme için mutlaka kırmızı et tüketilmelidir	1.42±0.71	70.8
Kırmızı etin çok fazla tüketilmesi sağlığa zararlıdır	1.92±0.83	38.7
Beyaz et kırmızı etten daha sağlıklıdır	2.36±0.80	20.7

*1: Katılıyorum, 2: Kararsızım, 3: Katılmıyorum

İncelenen hane halklarının kırmızı et tüketimi ile sosyo-ekonomik özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için Ki-Kare analizi yapılmıştır. Bu amaçla tüketiciler aylık kırmızı et tüketim miktarlarına göre 3 kg'dan az tüketenler düşük, 3-6 kg tüketenler orta ve 6 kg'ın üstünde tüketenler yüksek olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Düşük tüketim grubunda 158, orta tüketim grubunda 170 ve yüksek tüketim grubunda 93 tüketici yer almıştır. Yapılan analiz

neticesinde tüketicilerin kırmızı et tüketim düzeyi ile satın alma yeri arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmadığı ancak beklendiği üzere gelir durumu ile tüketim miktarı arasında 0.01 düzeyinde bir anlamlı ilişki olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Alev (2014)'in Van ilinde kırmızı et tüketimini etkileyen faktörleri araştırdığı araştırmada da gelir ile kırmızı et tüketim miktarı arasında anlamlı ilişki olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4. Tüketicilerin kırmızı et tüketimi ile satın alma yeri ve gelir arasındaki ilişkisi

Kırmızı et tüketimi	Satın alma yeri			χ^2	P
	Fark etmez	Kasaptan	Marketten		
Düşük	21	157	44	4.711	0.318
Orta	17	111	27		
Yüksek	4	37	3		
Toplam	42	305	74		
Kırmızı et tüketimi	Gelir			χ^2	P
	Düşük	Orta	Yüksek		
Düşük	127	52	43	122.102	0.000**
Orta	17	66	72		
Yüksek	0	13	31		
Toplam	144	131	146		

**p<0.01

Çizelge 5 incelendiğinde kuyruk yağı tüketimi ile kırmızı et tüketimi arasında 0.01 düzeyinde, yaş ve kırmızı et tüketimi arasında 0.05 düzeyinde, medeni durum ve kırmızı et tüketimi

arasında da 0.01 düzeyinde istatistiksel bir ilişkinin olduğu, eğitim ve kırmızı et tüketimi arasında ise anlamlı bir ilişki bulunmadığı belirlenmiştir.

Mardin İli Artuklu İlçesinde Tüketicilerin Kırmızı Et Tüketim Tercih ve Alışkanlıkları

Çizelge 5. Tüketicilerin kırmızı et tüketiminin bazı değişkenler ile arasındaki ilişkisi

Kırmızı et tüketimi	Kuyruk yağı tüketimi		χ^2	P
	Hayır	Evet		
Düşük	114	108	30.087	0.000**
Orta	51	104		
Yüksek	5	39		
Toplam	170	251		
Kırmızı et tüketimi	Yaş		χ^2	P
	40 yaş altı	40 yaş üstü		
Düşük	148	74	7.198	0.028*
Orta	86	69		
Yüksek	22	22		
Toplam	256	165		
Kırmızı et tüketimi	Eğitim		χ^2	P
	Lise ve altı	Lise üstü		
Düşük	139	83	4.558	0.102
Orta	80	75		
Yüksek	25	19		
Toplam	244	177		
Kırmızı et tüketimi	Medeni durum		χ^2	P
	Bekar	Evli		
Düşük	65	153	13.711	0.001**
Orta	29	126		
Yüksek	3	41		
Toplam	97	320		

**p<0.01

*p<0.05

Sonuçlar

Bu çalışmada Mardin ili Artuklu ilçesi kentsel alanlarda tüketicilerin kırmızı et tüketim miktarı ve kırmızı et tüketimine etki eden faktörler araştırılmış olup elde edilen sonuçlar neticesinde araştırma bölgesindeki hane halklarında aylık ortalama kırmızı et tüketimi 4.69±2.73 kg olarak, yıllık kişi başı kırmızı et tüketimi ise 12.9±7.47 kg olarak tespit edilmiştir. Tüketiciler, kırmızı et satın alırken en fazla satın alınan yerin hijyeni ve etin tazeliğine önem vermekte olup %72.4'ü sadece kasaplardan alışveriş yapmaktadır.

Kırmızı et tüketimine etki eden birçok faktör olmasına rağmen (nüfus, gelir seviyesi, ikame ürünlerin fiyatı vb.) Türkiye'de tüketimini sınırlayan etkenlerin başında kırmızı et tüketici fiyatlarının yüksek olması gelmektedir. Araştırma alanındaki tüketicilerin %92.2'si kırmızı et fiyatlarının yüksek olduğunu ifade etmiş olup bireylerin yeterli ve dengeli beslenmesi bakımından kırmızı et tüketiminin önemi göz önüne alındığında öncelikli olarak besi hayvanlarının arzının artırılması ve

sürdürülebilirliğinin sağlanması, kısa vadeli etkisi bulunan ithalat düzenlemeleri yerine üretime katkısı olacak uzun vadeli plan ve programların uygulanması ile hayvancılık sektöründeki sorunlara bütüncül bir yaklaşımla çözüm aranması gerekmektedir.

Tüketicilerin kırmızı et tüketim miktarına etki eden faktörlerden birey sayısı ve hane halkı geliri yapılan birçok çalışmada da elde edilen sonuçlar arasındadır. Ancak araştırma bölgesinde kuyruk yağı tüketimi yüksek olan bireylerin kırmızı et tüketiminin daha yüksek olduğu belirlenmiş olup bu faktörün bölgenin yemek kültüründe kuyruk yağının önemli bir damak tadı olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Açıklama

Bu çalışmanın özeti 5. Uluslararası Çukurova Tarım ve Veteriner Bilimleri Kongresi'nde (21-23 Temmuz 2023, Adana) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Mardin İli Artuklu İlçesinde Tüketicilerin Kırmızı Et Tüketim Tercih ve Alışkanlıkları

Kaynaklar

- Akçay, Y., Vatanserver, Ö. (2013) Kırmızı et tüketimi üzerine bir araştırma: Kocaeli ili kentsel alan örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(1): 43-60.
- Alev, N. (2014) Kırmızı et tüketimini etkileyen faktörlerin analizi: Van ili örneği. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(5): 478-496.
- Anonim (2020) Yeditepe Üniversitesi. (<http://www.yeditepehastanesi.com.tr/p/rotein-fazlasi-yaga-donusuyor#:~:text>) (Erişim tarihi: 13.07.2022).
- Anonim (2022) Our World in data. (<https://ourworldindata.org/>)(Erişim Tarihi: 10.07.2022).
- Anonim (2023) World Health Organization. <https://www.who.int/health-topics/nutrition>, (Erişim Tarihi: 01.06.2023).
- Collins, M. (1986) Sampling Consumer Market Research Handbook. (Editör: R. Worcester ve ark.1986).
- Delgado, C. L. (2003) Rising consumption of meat and milk in developing countries has created a new food revolution. *The Journal of Nutrition*, 133(11): 3907-3910.
- Denli, E., Şehribanoğlu, S., Boran, G. (2016) Şırnak'ta kırmızı et tüketim alışkanlıkları üzerine bir araştırma. *Gıda*, 41(3): 141-148.
- Ekinci, D. M. G. (2018) Kırmızı et tüketimi. *Ayrıntı Dergisi*, 6(61).
- FAO (2020) Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL> (Erişim Tarihi: 17.07.2022).
- Fidan, N., Bayramoğlu, Z. (2019) Temel bitkisel yemler ve yem katkı maddelerinin kırmızı et ve süt piyasasına etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(10): 1722-1729.
- Karakaya, E., İnci, H. (2014) Bingöl ili merkez ilçesi hane halkının kanatlı eti tüketim tercihleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1): 53-64.
- Karlı, B., Ertatış, F., Yüksel, F., Tekin, A., Gül, M.(2017) Determination of red meat consumption and meat consumption habits. The case of Isparta province. Scientific papers series management. *Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 17(2): 197-206.
- Lorcu, F., Bolat, B. A. (2012) Edirne ilinde kırmızı et tüketim tercihlerinin incelenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1): 71-85.
- Maslow, A. H. (1943) A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50(4): 370.
- McAfee, A. J., McSorley, E. M., Cuskelly, G. J., Moss, B. W., Wallace, J. M., Bonham, M. P., Fearon, A. M. (2010) Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science*, 84(1): 1-13.
- Morrison, J.A, Balcombe, K., Bailey, A., Klonaris, S., Rapsomanikis, G. (2003) Expenditure on Different Categories of Meat in Greece: the influence of changes *Agricultural Economics*, 28: 139-150.
- OECD (2020) OECD and Food and Agriculture Organization of the United Nations <https://doi.org/10.1787/1112c23b-en> (Accessed on 14 July 2022).
- OECD (2022) Meat consumption (indicator). doi: 10.1787/fa290fd0-en (Accessed on 14 July 2022).
- Özyürek, S., Çebi, K., Türkyılmaz, D., Esenbuğa, N., Dağdelen, Ü., Yaprak, M. (2019) Erzincan ilinde kırmızı et tüketim alışkanlıkları ve tüketicilerin ithal kırmızı ete bakış açılarının değerlendirilmesi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 12(1): 263-273.
- Saçlı, Y. (2020) Türkiye 'de sığır eti üretici fiyatı oluşumunda etkili olan faktörler. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(3): 759-767.
- Saygın, Ö., Demirbaş, N. (2018) Türkiye'de kırmızı et tüketimi: sorunlar ve öneriler. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 32(3): 567-574.

Mardin İli Artuklu İlçesinde Tüketicilerin Kırmızı Et Tüketim Tercih ve Alışkanlıkları

- Seker, I., Ozen, A., Guler, H., Seker, P., Ozden, I. (2011) Elazığ'da kırmızı et tüketim alışkanlıkları ve tüketicilerin hayvan refahı konusundaki görüşleri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(4).
- Tunaz, A. T., Kaygısız, A., Arslan, O. (2022) Tüketicilerin kırmızı et tüketimi ve hayvan refahı konusundaki bilinç düzeylerinin araştırılması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1): 24-30.
- TÜİK (2021) <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr> (Erişim Tarihi: 14.07.2022)
- TÜİK (2022) <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kirmizi-Et-Uretim-Istatistikleri-2020-202145671#:~:text=Bu%20kapsamda%20bir%20%C3%B6nceki%20y%C4%B1la,10%20bin%20831%20ton%20oldu.> (Erişim Tarihi: 14.07.2023)
- Uzundumlu, A.S., Işık, H.B., Kırılı, M.H. (2011) İstanbul İli Küçük Çekmece İlçesinde Kırmızı ve Beyaz Et Tüketiminde Etkili Faktörlerin Analizi. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 21(2): 20-31.
- Yaylak, E., Taşkın, T., Koyubenbe, N., Konca, Y. (2010) İzmir ili Ödemiş ilçesinde kırmızı et tüketim davranışlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim*, 51(1).
- Yüzbaşıoğlu, R., Kızılaslan, H., Kızılaslan, N., Kurt, E. (2018) Gıda güvenilirliği açısından tüketici davranışlarının incelenmesi: Sivas kentsel ve kırsal kesimde kırmızı et tüketimi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 7(3): 4.



Araştırma Makalesi

Hayvancılık İşletmelerinde Günlük İş Rutinleri ve Yönetimi

Serap GÖNCÜ^{1*}

ÖZ

Çalışmanın konusunu hayvancılık işletmelerinde iş yönetimi oluşturmuş olup bu amaçla 100 ila 400 baş kapasiteye sahip entansif işletmelerde çalışan 67 kişi ile yüz yüze anket yapılmıştır. Anket soruları arasında çalışanların demografik bilgileri, görevleri, görev tanımları ve iş yönetimine ait bilgileri içerecek şekilde hazırlanan sorular yer almıştır. Araştırma sonucunda çalışanların %52.24'ünün 6 ile 10 yıl arasında tecrübeye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Çalışırken yardıma ihtiyaç duyanların oranı %43.00, yalnız iş yapmayı sevenlerin oranı ise %40.00 düzeyinde belirlenmiştir. Acil durumlar konusunda bilgi sahibiyim diyebilenlerin oranı %43.28 olmuştur. Sonuç olarak işletmelerde verimliliğin, çalışanların başarılı ve verimli çalışması ile mümkün olduğu anlaşılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Hayvancılık, iş yönetimi, çalışan, ilişkiler, karlılık

Daily Work Routines and Management in Livestock Farms

ABSTRACT

The study's focus was livestock enterprise business management. In order to achieve this, 67 employees of intensive businesses with a capacity of 100 to 400 heads participated in a face-to-face survey. The survey consisted of questions intended to collect information on job descriptions, duties, demographics, and specifics of business management from the employees. The study found that 52.24% of the staff members have six to ten years of experience. While 40.00% of workers prefer to work alone, 43.00% of workers report needing assistance while at work. Of those questioned, 43.28% said they knew what to do in an emergency. As a result, it is acknowledged that employee success and productivity enable business productivity.

Keywords: Livestock, business management, employee, relations, profitability

ORCID ID
0000-0002-0360-2723

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 12.05.2023

Kabul Tarihi: 01.11.2023

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Adana, Türkiye

*Email: serapgoncu66@gmail.com

Hayvancılık İşletmelerinde Günlük İş Rutinleri ve Yönetimi

Giriş

Hayvancılık işletmeleri çalışma koşulları ile çalışanlar, iş ve işletme verimliliği açısından çok önemli iki faktördür. Bu koşulların çalışan ihtiyaçlarını dikkate alacak şekilde düzenlenmesi 1) daha istekli çalışma ve 2) işletmeye bağlılığın temini noktasında önemlidir. Göncü ve Koluman (2023a) özel sektör hayvancılık işletmelerinde çalışan işletme sorumluları ile anket çalışması sonucunda %59.09'unun 1 ile 3 kez iş değiştirdiklerini ve iş değiştirmeyi düşünüyor musunuz? sorusuna sadece %13.64 hayır düşünmüyorum şeklinde cevap verdiklerini bildirmektedirler. Özel sektör hayvancılık işletmelerinde çalışan işletme sorumlularının iş değiştirme sebepleri olarak yetersiz ücret, görev tanımı karmaşası, sorumluluk ve yetkilerde sıkıntı yaşama, sosyal hayatın olmaması, iş saatleri düzensizliği ve ulaşım gibi nedenler araştırma sonuçlarında yer almaktadır. Göncü ve Koluman (2023a) işletmelerde maliyeti oluşturan masraf unsurları arasında, % 47.82 ile yem ilk sırayı almakta, bunu % 26.97 ile işçilik, % 7.84 ile amortisman, % 7.28 ile diğer giderler (enerji+akaryakıt+yabancı sermaye faizi+diğer cari giderler), % 4.25 ile sağlık, % 3.25 ile bakım-onarım ve % 2.59 ile genel idare giderlerinin izlediği bilinmektedir. Hayvancılık işletmelerinde işçilik diğer bir deyişle çalışan giderinin %15.00-%45.00 değerleri arasında çok geniş varyasyon, işletmelerin işçiliğe ayırdığı bütçe ve elde ettikleri ürünü değerlendirebilme şeklinin büyük önem arz ettiği bildirilmektedir (Göncü ve ark. 2010). Hayvancılık önemli bir istihdam alanı olmasına rağmen halen talep edilen meslekler arasında değildir (Akın ve ark. 2020). Birçok çalışan bu işi mecbur olmasa yapmayacağını ifade etmektedir (Göncü ve Koluman 2023a). Türkiye'de hane halkı İşgücü Araştırması sonuçlarına göre; 15 ve daha yukarı yaştaki kişilerde işsiz sayısı 2022 yılı Kasım ayında bir önceki aya göre 23 bin kişi artarak 3 milyon 576 bin kişi oldu. İşsizlik oranı erkeklerde %8,80 iken kadınlarda %12.90 olarak tahmin edilmektedir (TUİK 2023). 15-24 yaş grubunu kapsayan genç nüfusta işsizlik oranı erkeklerde %14.40, kadınlarda ise %23,90 olarak

bildirilmektedir. Bir yanda iş arayan gençler bir yanda ise kalifiye eleman sıkıntısı yaşayan hayvancılık sektörü olması bu konuda yapılması gerekenler olduğunu göstermektedir. İş ortamı ve koşullarında rahat eden ve işini severek çalışan insanlar etkenlik ve verimliliğe önemli katkıda bulunurlar. İşini severek çalışan insanlar iş ortamında diğer çalışanlar ile işbirliği ve yardımlaşma ile sonuç başarıya olumlu katkıda bulunurlar. İş hayatında çalışanların kendini şirkete bağlı hissetmesi ve iş ortamını sahiplenmesi "çalışan bağlılığı" olarak tanımlanır. Bir çalışan iş yeri için özel olduğunu, önemsendiğini, değer verildiğini hissettiren şekilde etkileşim ve iletişim içinde olması çalışanın bağlılığını artırmaktadır. Çalışan bağlılığının güçlü olması iş yerinde uzun süre çalışarak potansiyellerinin tamamını işine vermesine ve dolayısı ile iş verimliliğini de etkilemektedir. Harter, (2023) çalışan bağlılığının üretkenliği %21.00, şirket karını da %22.00 artırdığını bildirmektedir. Ancak iş hayatında yapılan tüm çabalara, çalışmalara rağmen iş yeri bağlılığı %35.00'lerin altındadır. Hayvancılık işletmelerinde ise iş yeri bağlılığı çok düşük düzeylerde (Göncü ve ark. 2010). Çünkü hayvancılık işletmelerinde yılın her günü ve her saat işler devam etmek zorundadır. Entansif işletmelere teknik bilgiyi temin ederek üretimi iyileştirecek olan kalifiye eleman konusunda sıkıntılar söz konusudur. Hayvancılık işletmelerinde farklı çalışma alanları farklı özellikler gerektirmektedir. Hayvancılıkta çalışma alanları konulu çalışmasında Gürgen, (1995), çalışanların %34.80'i (55 kişi) büro ve benzeri iş ortamında, %27.80'i (44 kişi) atölye ortamında, %34.80'i (55 kişi) açık hava ve zor şartlarda (tarla işleri vb.), %2.50'i (4 kişi) ise laboratuvar ortamında çalıştıklarını bildirmektedir. İşletme sorumluları genel olarak, işletmede karar, uygulama, denetleme, kontrol ve takip işlerini yürüterek maksimum kâr elde etmeye çabalarlar. Ayrıca teknik bilgileri ile görevlerin planlanması, takibi, problem tespiti ve çözümler üretmek üzere becerilerini kullanırlar. Hayvancılıkta günün her saati farklı faaliyetler devam eder. Bu nedenle

Hayvancılık İşletmelerinde Günlük İş Rutinleri ve Yönetimi

hayvancılık işletme çalışanları ve sorumlularında sadece fiziksel dayanıklılık ve uzun saat çalışma değil zihinsel olarak da hızlı ve doğru karar alabilme becerisi gerekir. Bu anlamda hayvancılık işletme yöneticilerinden personel denetleme, üretim planlama ve hayvan takibi ve çeşitli idari görevler beklenmektedir. Ayrıca bütçeler hazırlaması, malzeme satın alması, satıcılar ve müşterilerle ilişkilerini başarılı bir şekilde yürütmesi de karlılığı etkiler.

Günlük yapılan sağım, yemleme gibi rutin işler yanı sıra buzağılama, ayak bakım boynuz köreltme veya hasta hayvan bakımı gibi uygulamalar da yapılması gereken işler arasında yer almaktadır. Bu nedenle, hayvancılık işletmelerinde çalışanların kendi işinden sorumlu olması ama diğer işler konusunda da çalışabilecek kadar bilgiye sahip olması istenir. Mesela sağımçıların, hasta hayvan bakımı veya aşı, ilaç gibi uygulamalarda çalışması gereken durumlar olabilmektedir. Bu nedenle iş idaresi ve sürü uygulamalarından sorumluların hayvancılık uygulamaları konularında teknik bilgi ve donanıma sahip olması gerekir. Ancak farklı alanlardan mezun kişiler işletme sorumlusu olarak çalışabilmektedir (Göncü ve Koluman 2023a; Göncü ve Koluman 2023b). Hayvancılıkta konuda yetkin olmayan personelin kendine veya hayvana zarar verme riski artar. Bu nedenle hayvancılık işletmelerinde iş tanımı ve sorumluluk sınırlarının belirlenmiş ve hizmet içi eğitim ile alt yapı bilgilerinin verilmiş olduğundan emin olunması gerekir. Ancak genel olarak ülkemiz hayvancılık işletmelerinde çalışacak kişilerle çalışma şartları, koşulları ve görev tanımı gibi konular yazılı olarak yapma alışkanlığı yoktur. Böyle bir yazılı anlaşmanın olmaması yönetim problemlerini sebep olabilmektedir. Genel olarak iş yerlerinde günlük yapılacak işler tanımlanmış ve sorumluluk sınırları çizilmiş olması istenir. Ancak Göncü ve Koluman (2023a) hayvancılık işletmelerinde işletme sorumlularının %77.30 işyerlerinde görev tanımını olduğunu, %45.45'i iş

tanımına uyulduğunu belirtmişlerdir. Hayvancılık işletmelerinde işletme sorumlularının sürü yönetimi, rasyon hazırlama, yemleme takibi, personel idaresi, üretimin planlanması, işletme üretimi maliyet hesaplarının yapılması, tüm resmi yazışmaların ve takiplerinin yapılması ve işletme içerisinde gerekli olabilecek her türlü ekipman ve malzemelerin tedariki takibi ve kontrolünü yapması beklenmektedir. Bu çalışmada hayvancılık işletmelerinde yapılacak işler, çalışanlar ve iş yönetim konuları anket çalışması ile incelenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada 2015-2017 yılları arasında Adana, Konya, Niğde, Mersin il sınırlarında bulunan entansif süt sığırcılığı işletme sorumluları ile görüşme sonucu elde edilen anket sonuçları kullanılmıştır. Saha çalışması sırasında hayvancılık işletme sorumlularından ankete katılmak isteyenlerle çalışma yürütülmüştür. Anket soruları arasında çalışanların demografik bilgileri, görevleri, görev tanımları ve iş yönetimine ait bilgileri içerecek şekilde hazırlanan sorular yer almıştır. Bu çalışmada işletme sorumluları ile randevu alınarak çalışanların müsait oldukları zamanlarda anket, gözlem ve tespitler yapılmıştır. Hazırlanan sorular, önce anket uygulama süresi, anlaşılabilirliği test edilmiş ve gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra saha uygulamasına geçilmiştir. Türkvat'te 2022 yılında 1.164.469 büyükbaş ((Sığır ve Manda) 384.292 küçükbaş (koyun, keçi) hayvancılık işletmesi kayıtlıdır (TB, 2023). Her ilden hayvan sayıları da dikkate alınarak en fazla sayıda işletmeye ulaşılmaya çalışılmıştır. Çalışmada kapasiteleri 100 ila 400 baş arasında değişen halen bir işletme sorumlusu ile çalışan entansif işletmelerden ankete katılmayı kabul eden 67 işletme sorumlusunun konu ile ilgili olan cevapları değerlendirmeye alınmıştır.

Hayvancılık İşletmelerinde Günlük İş Rutinleri ve Yönetimi



Şekil 1. Çalışmanın yürütüldüğü iller

Bu kapsamda yüz yüze anket ve yerinde gözlem ile elde edilen yanıtlar, tespit ve gözlemler çalışmanın temel verilerini oluşturmuştur. Araştırmada elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Microsoft Excel ve IBM SPSS STATİSTİC 20 istatistik programları kullanılmıştır.

Bulgular ve tartışma

Hayvancılık işletme çalışanları eğitim, yaş, deneyim durumları dağılımı Tablo 1.'de verilmiştir. Araştırma sonucunda çalışanlarının %70.00 İlköğretim ve lise mezunu, %46,27'İ, 31-40 yaş aralığında ve %52.24'ü 6 ile 10 yıl arası tecrübeye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca %52.24 hayvancılık tecrübesine sahip oldukları

anlaşılmaktadır. Tugay ve Bakır, (2004) hayvancılık işletmelerinde çalışanların %54.00'ü ilköğretim ve %19.30'u herhangi bir diploması olmadığını ifade etmektedir. Soyak ve ark. (2007) çalışanların %59.00'nun ilköğretim mezunu olduğunu bildirmektedir. Hayvanla temas halinde çalışanların yaşadıkları tecrübelerin iş hayatı boyunca hayvana yaklaşım tarzını etkiler. Yaşanan olumsuz tecrübeler hem hayvan hem de çalışan için daha sonra yapılacak uygulamalarda süre uzaması veya iş kazalarında yüksek riske ortam oluşturacaktır. Bu nedenle hayvancılık işletmelerinde çalışanların teknik bilgi ve hayvana yaklaşım bilgi düzeyleri büyük önem kazanmaktadır. Hayvancılık işletmelerinde çalışanların konuyla ilgili herhangi bir eğitim almamış olması hem işe bakış açısı, iş kolaylığı ve işe sahiplenmeyi olumsuz etkilemektedir. Çünkü hayvana doğru yaklaşımı bilmeyen çalışan, hem kendi hem iş arkadaşı hem de hayvan açısından stres ve verim kayıpları nedeni olabilmektedir (Uslucan ve Göncü, 2007).

Tablo 1. Hayvancılık işletme çalışanları eğitim, yaş, deneyim bilgileri

Eğitim düzeyi	Oran (%)	Yaş (yıl)	Oran (%)	İş deneyimi (yıl)	Oran (%)	Hayvancılık tecrübesi	Oran (%)
Okuryazar	26,87	20- 30	17,91	1 ile 5	29,85	Cevapsız	29,85
İlkokul-Ortaokul	37,31	31-40	46,27	6 ile 10	52,24	Var	52,24
Lise	32,84	41-50	25,37	11 ile 20	10,45	Yok	17,91
On Lisans	2,99	51+	10,45	20+	7,46		

Çalışanların hayvancılıkla özel bir eğitim almadıkları genel olarak önceki işletme çalışanlarından edindikleri yaklaşım ve tecrübelerle iş gördükleri anlaşılmaktadır. Hayvancılıkta teknik uygulamayı, bilgileri üretime yansıtmak olanlar yine çalışanlardır. Hayvancılık işletmesi çalışan yaş ortalamasını Küçükgül ve ark. (2021) çoğunluğun 32-37, Şahin ve ark. (2001) ise ortalama yaşı 48.4 ve Koyubenbe, (2005) ise yine ortalama yaşı 46.83 olarak

bildirmektedir. Yaşların değişken olması iş değişikliğinin fazla olması ile açıklanabilir (Göncü ve Koluman 2023b). Hayvancılık işletme çalışanları teknik uygulamalar ile verim düzeyi ve kalitesi ile sürdürülebilirliği etkilemektedir. Bir konuda uzman kişilerin görev alması işletme kuruluş ve üretim süreçleri etkinliği ve karlılığında büyük önem arz eder. Entansif hayvancılık işletmesi yönetimi, her biri konusunda uzman meslek gruplarının işbirliği içerisinde ekip

Hayvancılık İşletmelerinde Günlük İş Rutinleri ve Yönetimi

anlayışı ile çalışmasını zorunlu kılmaktadır. Her iş yeri kendi üretim materyali, amacı ve koşullarına uygun bir iş planı ve iş yönetimi içerir (Harter, 2017; Harter, 2023). İş yerinin üretim amacı iş planını oluşturur. Burada iş yönetimi başlı başına bir konu olup her sektör kendi alanına özel detaylar içerir. Bu nedenle her sektörde detay bilgisine, tecrübesine ve birikimine sahip yöneticiler başarıyı elde edebilmektedir (Can ve ark. 2013). Ancak yöneticinin başarısı da çalışanlarla olan iletişim becerilerine bağlıdır. Bilindiği üzere çalışanları, işletmenin başarısının ardındaki itici güçtür. Çalışanlarda iş yönetimine harcanan zaman ve çaba çalışma ortamı koşulları ile verimliğe yansımaktadır. Burada işletme

sorumlusunun yaklaşımı sahiplenmesi ve iyi niyeti kadar yapılacak işleri bilmesi ve kolaylaştırıcılar sağlanması da iş etkinliğinde önemlidir. İşletmelerin organizasyonlarını devamlı izlemesi ve ihtiyaçlara göre düzenlemeleri herkesçe kabul edilen bir olgudur. İşletmenin verimli ve etkin olması, işletmeye ve göreve en uygun nitelikli elemanın seçilmesini sağlayacak etkin bir seçim sistemi ile sağlanır. İyi bir seçim sisteminde ise gerçekleşmesi gereken ön çalışmalar arasında iş analizi, personel planlanması ve personel kaynaklarının belirlenmesi gibi çalışmalar yer almaktadır. Katılımcıların yaptıkları işe bakışları ile ilgili soruların cevapların dağılımı Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2. Katılımcıların yaptıkları işe bakışları ile ilgili soruların cevapların dağılımı

Sorular	Cevapların dağılımı (%)			
	Cevapsız	Bazen	Evet	Hayır
Görev tanımınız var	22,39	32,84	40,30	4,48
Yalnız iş yapmayı severim	7,46	37,31	40,30	14,93
Çalışırken yardıma ihtiyaç var	11,94	43,28	7,46	37,31
Yardım istediğinde destek var	11,94	43,28	37,31	7,46
Acil durumlar hakkında bilgi sahibiyim	29,85	16,42	43,28	10,45
Çalışırken konuşmayı severim	22,39	14,93	7,46	55,22
Sosyal aktiviteler gereklidir	22,39	40,30	32,84	4,48
Görev dışı işlerde bilgi sahibiyim	11,94	7,46	43,28	37,31
Görev dışı iş verilir	17,91	14,93	40,3	26,87
Değişiklikler yapmak iyidir	11,94	43,28	7,46	37,31
Toplantı yapılıyor?	29,85	16,42	43,28	10,45
Bayanlar koşullar mevcut	29,85	16,42	10,45	43,28
İş ortamında sorun yaşadım	22,39	44,78	20,9	11,94
Sorunlara önerim olur	22,39	28,36	16,42	32,84

Tablo 2’de iş ortamında çalışırken işlerine bakış açıları ve diğer kişilerle ilişkiler konusunda görüşlerine dair cevaplar özetlenmiştir. Çalışmada görev tanımı olan ve yalnız iş yapmayı seven çalışan oranı %40.00’dir. Çalışırken yardıma ihtiyaç duyan %43.00, yardım istediğinde destek bulan oranı %43.28. Acil durumlar konusunda

bilgi sahibiyim diyebilen %43.28’dür. Çalışırken konuşmayı sevmem diyenlerin oranı ise %55.22’dir. Sosyal aktiviteler bazen gerekli diyen %40.30; değişikliklere olumlu bakan çalışan oranı ise %43,28’dur. Bu durum Uslucan ve Göncü, (2007)’nün bildirişleri ile benzerdir. Çalışanların %44.78 bazen iş yerinde sorun yaşadığı ve

Hayvancılık İşletmelerinde Günlük İş Rutinleri ve Yönetimi

sorunlara çözüm önerisinin olmadığını ifade etmeleri ilginç bir bulgudur. Peki, sorun olduğunda ne yaparsınız diye sorulduğunda üstlerimle konuşur, durumu anlatarak onların çözmesini beklerim diyerek yanıt vermişlerdir. Eğer sorun çözülemez ise ortamlardan bir süre uzak durarak kendi işine odaklanmaya çalıştığını ifade etmişlerdir. İş ortamlarında görev dışı işlerin %40.30 verilebildiği ve çalışanların %43.28 görev dışı işlerde de bilgi sahibi olduğu cevapların incelenmesi ile anlaşılmaktadır. Görev dışı işler çok fazla yük ve stres yaparsa ne yaparsınız dediğimizde yine üstlerime söyler ve görev tanımımı yapacak zamanımın kalmadığını işlerin aksadığını söyleyerek kendi işime dönmeye çalışırım yanıtını vermişlerdir. Problem devam ettiği durumlarda görev yeri değişikliği ihtimalinin onları rahatlattığını ifade etmişlerdir.

Hayvancılık işletmelerinde rasyon hesaplama, yemleme, kuruya çıkarma, sağım, buzağı bakım, boynuz köreltme tırnak kesim, tohumlama, kızgın inek takibi, kontrol edilecek hayvan listelerinin hazırlanması, işletme içi ve dışı organizasyon işlerini tam ve zamanında yürüterek işletme bütünlüğü ve sürekliliğini sağlamak amacıyla birçok iş kolundan insan bir arada çalışmaktadır. Zooteknist, ziraat mühendisi, veteriner, tekniker, kâhya, sağımçı, buzağıcı, yemlemeci, şoför, bekçi ve yedek elemanlar bulunmaktadır. Personel sayısı hayvan sayısı ve otomasyon sistemine bağlı olarak değişir. Ayrıca, izin, acil durum, vardiya konularının da dikkate alınarak yapacağı işte bilgili, tecrübeli veya en iyisi eğitilmiş olması istenmelidir. Bu konuda çalışanların uzmanlıklar hariç dönüşümlü çalıştırılması ve belirli dönemler de eğitime tabi tutulması faydalı bir uygulamadır. Entansif süt sığırcılığı işletmelerinde bu

çalışanların ne işi nasıl yapacakları ve ne zaman ne yapacakları acil durum gibi özel durumda yapılacaklar iş tanımı ile işletmenin planlaması aşamasında belirlenmiş olmalıdır. Yapılan anketlerde görev tanımınız var mı sorusuna, %22.39 cevapsız bırakırken %40.00'ı evet var diyerek yanıt vermiştir. Ancak görev dışı iş veriliyor mu? Sorusuna %40.30'u evet yanıtı vermiştir. Ayrıca hayvancılık işletmeleri bugün için gelişmiş koşullarda değildir, erkek bayan çalışan konusunu dikkate alarak soyunma giyinme odaları, tuvaletler, planlanması ve günün farkı saatlerinde çalışanların bir araya gelerek yapılan iş hakkında ve günlük sohbet amaçlı görüş alışverişinde bulunabilecekleri dinlenme salonları bulunması gerekir. Ancak bu ankette bayan çalışanlar için uygun koşullar mevcut mu sorusuna %10.45'i evet yanıtını vermiştir. Ülkemiz hayvancılık işletmelerinin çoğunda sosyal tesislerin eksikliği çalışan memnuniyetsizliğinin temel nedenleri arasında yer almaktadır. İşletmede çalışan personelin sosyal aktivite yapması, iş verimliliğini artmasına neden olmaktadır (Bumin, 1989). İşletmelerde sosyal aktivite sağlanan personeller daha uzun süreli çalışmaktadır. Bu da işletme çalışma koşullarının iyileştirilmesi işletme karlılığı ve koordinesini olumlu yönde etkilemektedir. Hayvancılık işletmeleri de diğer sektörlerde olduğu gibi, insanın en verimli çalışabileceği şekilde tasarlanmış olmalıdır. Aksi takdirde ortamdaki olumsuz koşullar iş verimi ve sürekliliği sektöre uğratmaktadır. Ayrıca çalışma ortamında rahatsızlık, huzursuzluk ve stres iş verimini sektöre uğratmaktadır (Harter, 2017). Hayvancılık çalışanları işletme koşulları değerlendirme anket cevapları dağılımları Tablo 3.'de verilmiştir.

Hayvancılık İşletmelerinde Günlük İş Rutinleri ve Yönetimi

Tablo 3. Katılımcıların yaptıkları iş ortamı ile ilgili soruların cevapların dağılımı

Sorular	Cevapların dağılımı (%)		
	Cevapsız	Evet	Hayır
Toplantı odası var	25	10	65
Eğitim toplantısı	10	15	75
Açık alanda çalışma oluyor	45	10	45
İş kıyafetleri mevcut	25	10	65
İş kıyafetlerini temizleme olanağı var	10	30	60
Acil durumlar hakkında bilgi sahibiyim	25	10	65
Acil durum planı mevcut	45	10	45
Toza karşı maskeler mevcut	65	10	25
Gürültüye karşı önleme alınıyor	25	10	65
Uyarı levhaları kullanılıyor	45	20	35
Kimyasal ilaç vb. atık imha alanı mevcut	10	30	60

Gelen ziyaretçilerin işletme içine girmeden bilgi alabilecekleri kabul toplantı odası formatında odaların işletme girişinde hazırlanması gerekir. Ayrıca çalışanların sadece işletme içinde kullanabilecekleri iş kıyafetleri ve bu kıyafetlerin işletme içinde temizliği ve dezenfeksiyonun yapılması kolaylıkları da önemli avantajlar sağlayacaktır. Bu konular işletme iş güvenliği, sağlık koruma ve iş güvenliği açılarından çalışanı ve işverene avantaj sağlayacak uygulamalardır. Hayvancılık işletmelerinin büyük çoğunluğu kalifiye eleman sıkıntısı olduğunu, üniversite mezunlarının uygulama bilgisi yetersizliğini ifade etmektedirler. Çalışanlara eğitim temini konusu ise farklı açılar içermektedir. İşletme sahipleri her ortamda kalifiye, yetişmiş eleman talep etmekte ancak işletmelerde herhangi bir eğitim yapıyor musunuz? Sorusuna hayır cevabı vermektedir. Neden eleman eğitimine ağırlık vermiyorsunuz diye sorulduğunda ise eğitim veriyoruz sonra üç kuruş fazla maaş önerisinde çekip gidiyor diyerek şikâyet etmektedirler. Aynı işletmelerdeki çalışanlara hayvancılık konusunda bilgi ihtiyacını en çok nereden karşılıyorsunuz? Sorusuna

internet, tecrübeli çalışan, yem fabrikası çalışanları, girdi temin eden şirketlerin zaman zaman düzenlediği toplantılar diyerek yanıt vermişlerdir. Bingöl ve ark., (2014) da yaptıkları çalışmada yetiştiricilerin hayvancılıkla ilgili herhangi bir eğitim almadıkları, bu konuda büyüklerinden gördükleri şekilde geleneksel hayvan bakımı uyguladıkları tespit edilmiştir. Oysa mesleki eğitimin, karlılık ve verimlilikteki etkisi ile rekabet gücünü geliştirmesindeki önemi büyüktür. Hayvansal üretim alanındaki çalışanların iş başında ve kurslarla mesleki eğitim faaliyetleri olmadığı gözlemlerle sabittir. Çalışan yönetimi, bir işyerinde personelin bilgilerine ait verileri kayıt altına alan ve gerektiğinde işletme başarısı için bunu iş başarısının artışı ve verimlilik için kullanan eylemler bütünüdür. İşletmelerde iş ve çalışan yönetimini etkin bir şekilde gerçekleştiren işletmelerde firmaların iş yeri memnuniyeti, bağlılığı ve verimliliği yükselmektedir. Çalışanların iş yönetimi ilgili sorulara verilen cevapları dağılımı Tablo 4.'de özetlenmiştir.

Hayvancılık İşletmelerinde Günlük İş Rutinleri ve Yönetimi

Tablo 4. Çalışanların iş yönetimi ilgili sorulara verilen cevapları dağılımı

Sorular	Cevapların dağılımı (%)		
	Cevapsız	Evet	Hayır
Amaç ve hedefler açık ve net	10	40	50
Ekip elemanları güçlü ve zayıf yönleri biliniyor	15	20	65
Etkili iletişim mevcut	25	40	35
İş akışları belirli açık ve net	55	20	25
Görüş alma	25	10	65
Geri bildirimler yapma	20	20	60

Her işletme kendi kurumsal kimliğini oluşturmaya çalışsa da özellikle çalışan sayısının fazla olduğu yerlerde farklı karakterdeki ekip üyelerinin varlığı ekibin uyum içinde çalışması ve istenen verimli sonuçları almasını zorlaştırabilmektedir. İşletmelerde verimlilik, çalışanların başarılı ve verimli çalışması ile mümkündür. Buda işletmelerin insan sermayesini oluşturmaktadır. Amaç ve hedeflerin açık ve net olması, ekibin hedeflerinin farkında olması ve kendi rolleri ile işletmeye sağladığı katkı ve hedef ortaya koyarak daha verimli çalışması mümkün olur. İşletme çalışanlarının güçlü ve zayıf yönlerinin bilinmesi insan kaynaklarında geliştirilmesi gereken yönlerle zor zamanlarda daha az problem yaşamaya katkısı ile fayda sağlayacaktır. İşletme içinde çalışanlarla açık net ve etkili iletişim olması iş planı iş akışını düzenlemedeki katkısı ile işletmeye avantaj sağlayacaktır. İşletmede belirli zamanlarda veya zorlu süreçlerden önce, işleri planlamak ve yapılacak işleri önceden bildirmek, ekibinizin işleri düzenlemesinde yardımcı olması ile avantajlıdır. Bu toplantılarda sadece anlatan değil görüş alan dinleyen ve planlamayı birlikte yapacak şekilde olması toplantılardan istenen sonucun alınmasını sağlar. Aksi takdirde beklenen sonuç alınmaz. O nedenle işletme içinde çalışanların görüşlerinin alınması ve planı tartışmalarına olanak veren ortam temini daha gerçekçi iş planı çıkarmaya yardımcı olacaktır.

İşletmede çalışanların yanına yapılacak ziyaretler yeterli gözlem fırsatı ve görüş alma ile görüş alma probleme tespiti ve hızlı çözüm bulma ile uzun vadede iş akışı ve planlamaya çok olumlu katkıda bulunacak uygulamalardır. Çalışanların yönetimi için en önemli esaslardan olan sorulara verilen yanıtların dağılımına bakıldığında hayvancılık işletmelerinde amaç ve hedefler açık ve net mi sorusuna %50.00'si hayır diyerek yanıtlamış, %10.00' da cevapsız bırakmıştır. İşletmelerde etkili iletişim mevcut mu sorusuna %40.00 evet, %25.00 oranında da soru cevapsız bırakılmıştır. İş akışları belirli açık ve net mi? Sorusuna ise %20.00 evet derken %55.00 soruyu cevapsız bırakmıştır. İşletmelerde görüş alınıyor mu? Sorusuna %65.00 hayır, %25.00 de soruyu cevapsız bırakmıştır. İşletmelerde Geri bildirimler yapılıyor mu? Sorusuna %60 hayır, %20 de soruyu cevapsız bırakmıştır. Hayvancılık işletmelerinde işleri yönetecek kişilerin saatlik, günlük, haftalık, aylık, mevsimlik ve yıllık aralıklarla yapılması gereken işleri (Tablo 5) bilmesi ve planlaması gerekir.

Hayvancılık işletmelerinde yapılacak işler, işletmenin türüne, kapasitesine, genişliğine, koşullarına, mekanizasyon, otomasyon ve yönetim şekline göre değişir. Bir işletmede hayvanların beslenmesi, sağımı ve temizliği, sağlık kontrolü ve gerekli tedavilerin yapılması, kızgınlık takibi, tohumlama, kayıt tutma, kayıt değerlendirme, verimliliklerinin takibi, gübre toplama, depolama

Hayvancılık İşletmelerinde Günlük İş Rutinleri ve Yönetimi

ve değerlendirme, yem hazırlama, depolama ve dağıtım, süt sağımı, depolama, taşıma ve pazarlama gibi işler yapılır (Tablo 5). Tüm bu işler belirli bir düzen içinde çalışanlar tarafından yapılır. Hayvancılık işletmelerinde günlük işlerin verimli ve karlı bir şekilde yapılabilmesi için teknik bilgilere ihtiyaç vardır.

Otomasyon sistemleri iş gücünü azaltarak iş güvenliğini sağlarken çevreye duyarlı tüketici taleplerini dikkate alan üretim sistemi ile daha karlı ve sürdürülebilir üretime olanak sağlar. Otomasyon düzeyi, hayvancılığın verimliliğini, kalitesini ve rekabet gücünü artırmaktadır. Son yıllarda gelişen teknolojiler ile besleme, sağımı ve temizliği, kızgınlık tespiti ve sağlık takibi, hayvan tanıma, kayıt tutma ve değerlendirme ve verimlilik

takibi, yem hazırlama, dağıtım ve yemleme otomasyonu ile gübre toplanması, depolanması ve değerlendirilme sistemleri otomasyonu kullanılabilir. Otomasyonu kullanılabilmektedir.

Hayvancılık işletme yöneticilerinin düzenli aralıklarla yapılması gereken işleri kimin, ne zaman, nasıl yapacağına dair soruları açık ve net olarak cevaplamış olması gerekir. İşletmede yapılacak işleri kimin, ne zaman, nasıl yapacağı ise toplantılarda herkes tarafından açık, net, detaylı ve anlaşılır bir şekilde tanımlanmalıdır.

Bu konuda bilgilendirmenin yazılı yapılarak ve gerekirse eğitim temini konusu da dikkate alınarak iş tanım yapılmalıdır (Bumin, 1989).

Tablo 5. Hayvancılık işletmelerinde düzenli aralıklarla yapılması gereken işler

Yapılması gereken işler	Zamanlar
Rasyon hesaplama	Yem değişikliği ve piyasa durumuna göre
Kesif yem satın alma	Depo kapasitesine göre
Kaba yem satın alma	Hasat mevsiminde
Tırnak bakımı	6 aylık aralıklar
Sağım	Günde 2-3 kez
Yemleme	Günde 2-3 kez
Buzağı bakımı	Günde 2-3 kez
Mastitis kontrol	Haftalık, günlük veya aylık aralıklarla
Kızgınlık takibi	Günde 3-4 kez
Tohumlatma işleri	Kızgınlık tespitine göre her zaman
Kayıt tutma	Günlük,
Rapor hazırlama	Günlük, haftalık, aylık, yıllık

Hayvancılık işletmelerinde herkes kendi işini iyi yaparken her işin kim tarafından en iyi yapılacağını, nasıl yapılması gerektiğini bilen, doğru yapılıp yapılmadığını kontrol edebilecek noktaları bilen kişi işletme sorumlusudur. Bu nedenle her işletmede iş tanımı, iş akışı ve iş planı

(Tablo 6) yapılmış olmalıdır. Ancak burada verilen örnek genel olup her işletmenin kendi koşullarına eleman durumuna göre bu düzenlemeyi yaparak herkesin göreceği şekilde bulundurulması gerekir.

Hayvancılık İşletmelerinde Günlük İş Rutinleri ve Yönetimi

Tablo 6. Hayvancılık işletmelerinde düzenli aralıklarla yapılması gereken işler

Yapılması gereken işler	Zamanlar	Sorumlu kişiler	Saatler
Günlük işletme kontrolü,	Her gün	İşletme sorumlusu, kahya, veteriner	Sabah ve akşam
Rasyon hesaplama	Her değişiklik te	İşletme sorumlusu, danışman,	Değişikliklerde
Kesif ve kaba yem temin	Stok durumu	İşletme sorumlusu	Mevsim ve stok durumu
Tırnak bakımı	6 aylık aralıklar	Vet. sağ. tkn., Vet.	Günlük iş yoğunluğuna göre
Sağım	Günde 2-3 kez	Sağımcular	Sabah, akşam
Yemleme	Günde 2-3 kez	Yemlemeci	Sabah, akşam
Buzağı bakımı	Günde 2-3 kez	Buzağıcı	Sabah, akşam
Sağlık kontrol	Günlük aralıklarla	Sağımıcı, Vet. sağ. tkn.	Sabah, akşam
Kızgınlık takibi	Günde 3-4 kez	Görevli, Vet. sağ. tkn.	Sabah, öğlen, akşam
Tohumlatma işleri	Kızgınlık tespiti	Vet. sağ. tkn., Vet.	Sabah, akşam
Kayıt tutma, sisteme girişi ve değerlendirme	Günlük	İşletme sorumlusu, Vet. sağ. tkn., Vet.	Akşam iş bitişi, yapılan işler kayıt altına alınmalı
Rapor hazırlama	Gün, hafta, ay, yıl	İşletme sorumlusu,	İş yoğunluğuna göre düzenli

Türkiye’de hayvancılık işletme sorumlularına yönelik çalışma sonuçları mevcut değildir. Ancak, Phillip ve ark (2018) hayvancılık çiftliklerinin bazılarında diğerlerine göre çok daha yüksek çalışan devri ve daha kısa işveren görev süresi olduğunu bildirmektedir. Holub (2002) Hem ortalama çalışan devir hızı (%59), aralığı ise (%8-144) %52’lik ortalama çalışan devir hızına ve %0-212 aralığı olarak bildirmektedir. Rosenberg ve Cowen (1990), sürü üretiminin üreme performansı üzerindeki etkileri konulu çalışmada 87 süt sığırcılığı işletmesinde (ortalama büyüklük: 594 inek) göz önünde bulundurulmuş tüm süt üretimi ve sürü üremesi değişkenlerinin sistematik olarak kurumsal yönetime bağlı olduğunu bildirmektedirler. Ayrıca "Yağlı düzeltilmiş süt, yönetimin işçi motivasyonu ve çalışanlara performans hakkında verilen geri bildirim miktarı hakkındaki varsayımlarıyla çok güçlü şekilde ilişkili olduğunu ifade etmektedirler. Araştırmacı çalışan algılarına bağlı olarak, yönetim hakkındaki

değerlendirmelerin arasında farklılıklar olduğunu ifade etmektedir.

Sonuçlar

Hayvancılık işletmelerinde işletmenin verimli, karlı ve sürdürülebilir bir şekilde faaliyet göstermesini sağlamak için gerekli olan karar alma, planlama, uygulama, kontrol ve değerlendirme süreçlerini kapsayacak şekilde iş yönetimi yapabilmek teknik bilgi ile mümkündür. Çalışanların hayvancılıkla özel bir eğitim almadıkları genel olarak önceki işletme çalışanlarından edindikleri yaklaşım ve tecrübelerle iş gördükleri anlaşılmaktadır. Bu nedenle, çalışan bağlılığı seviyelerindeki farklılıklar, %70 işletme sorumlularına bağlanır. Bağlılığı daha yüksek, stressiz, sosyal barış içindeki iş gücü daha verimli üretim demektir. Çalışanlarının çalışma ortamları ve iş yeri bağlılığını sağlayacak uygulamalar yapan işletme sorumluları mevcut çalışanlarını korurken, yeni yetenekleri de kendi alanına çekerek başarısının sağlayabilir.

Hayvancılık İşletmelerinde Günlük İş Rutinleri ve Yönetimi

Her işletme kendi kurumsal kimliğini oluşturmaya çalışsa da özellikle çalışan sayısının fazla olduğu yerlerde farklı karakterdeki ekip üyelerinin varlığı istenen sonuçların almasını zorlaştırabilmektedir. İşletmelerde verimlilik, çalışanların uyumlu, etkili, istekli, ilgili ve verimli çalışması ile mümkündür. Buda işletmelerin insan sermayesini oluşturur. Amaç ve hedeflerin açık ve net olması, ekibin hedeflerinin farkında olması ve kendi rolleri ile işletmeye sağladığı katkı ve hedef ortaya koyarak daha verimli çalışması mümkün olur. İşletme çalışanlarının güçlü ve zayıf yönlerinin bilinmesi insan kaynaklarında geliştirilmesi gereken yönlerle zor zamanlarda daha az problem yaşamaya katkısı ile fayda sağlayacaktır. İşletme içinde çalışanlarla açık net ve etkili iletişim olması iş planı iş akışını düzenlemedeki katkısı ile işletmeye avantaj sağlayacaktır. İşletmede belirli zamanlarda veya zorlu süreçlerden önce, işleri planlamak ve yapılacak işleri önceden bildirmek, ekibin işleri düzenlemesinde yardımcı olması ile avantajlıdır. Kurum içi toplantılarda sadece anlatan değil görüş alan dinleyen ve birlikte planlama yapmak üzere düzenlenmesi, istenen sonucu sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Akın, A.C., Sipahi, C., Çevrimli, M.B., Mat, B., Günlü, A., 2020. Büyükbaş hayvancılık işletmelerinde yöneticilerin işgücü memnuniyet düzeyleri. MAE Vet Fak Derg. 2020; 5(2) 48-57
- Bingöl, S., Kara, A.M., Göncü, S., 2014. Kadınların Hayvancılıktaki Önemi. X. Ulusal Zootečni Öğrenci Kongresi, Mayıs, 2014, Kayseri (Poster sunum)
- Bumin, B., 1989. İşletme Organizasyonlarının Yönetimi, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 165s.
- Can, S., Meral, H., Göncü, S., Görgülü, M., 2013. Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Sürü Yönetim Kontrolü. IX. Ulusal Zootečni Öğrenci Kongresi, Mayıs, 2013, Erzurum.
- Göncü, S., Bayram, A., Uslucan, B., Yapça, İ., 2010. Hayvancılık İşletmelerinde Çalışan Faktörü ve Üretime Etkileri. Hasad Dergisi, Ocak-Şubat, 2010 Yıl 25 sayı 297, 44-49.
- Göncü, S., Koluman, N., 2023a. Hayvancılık işletme yöneticileri çalışma ortam ve koşulları değerlendirmeleri ve iyileştirme önerileri. Uluslararası Çankaya Bilimsel Çalışmalar Kongresi, 10-12 Nisan 2023 Ankara, www.izdas.org/cankaya
- Göncü, S., Koluman, N., 2023b. Entansif süt sığırcılığı işletme sorumlularının çalışanlara yaklaşımı ve iş yeri bağlılığı. Uluslararası Çankaya Bilimsel Çalışmalar Kongresi, 10-12 Nisan 2023 Ankara, www.izdas.org/cankaya
- Gürgen, Y., 1995. İşletme Yönetimi, Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:111, Ders Kitapları Yayın No: 30, Adana, 149s.
- Harter, J., 2017. Failed Performance Management: The Fix. <https://www.gallup.com/workplace/236396/failed-performance-management-fix.aspx>
- Harter, J., 2023. U.S. Employee Engagement Data Hold Steady in First Half of 2021. <https://www.gallup.com/workplace/352949/employee-engagement-holds-steady-first-half-2021.aspx#:~:text=Globally,%2020%25%20of%20employees%20are,and%20are%20generally%20poorly%20managed>
- Koyubenbe, N., 2005. İzmir ili ödemiş ilçesinde süt sığırcılığının geliştirilmesi olanakları üzerine bir araştırma. Hayvansal Üretim Derg., 46(1): 8-13.
- Şahin, K., Gül, A., Koç, B., Dağıstanlı, E., 2001. Adana ilinde entansif süt sığırcılığı üretim ekonomisi. YYÜ, Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Derg., 11(2): 19-28
- Küçükgül B., Göncü S., Bozkurt S., 2021. Sığır Besi İşletmecilerinin Eğitim Düzeyleri ile Sürü Yönetim Kararları Arası ilişkiler. Uluslararası Siirt Bilimsel Araştırmalar Kongresi. KONGRE TARİHİ 05 Kasım - 07 Kasım 2021. KONGRE ŞEHRİ. Siirt, Türkiye.
- Phillip T. Durst, Stanley J. Moore, Caroline Ritter, Herman W. Barkema, 2018. Evaluation by

Hayvancılık İşletmelerinde Günlük İş Rutinleri ve Yönetimi

- employees of employee management on large US dairy farms. *Journal of Dairy Science*, Volume 101, Issue 8, 2018, Pages 7450-7462.
- Rosenberg, H.R., Cowen, P., 1990. Management differences and dairy results. *Agribusiness*, 6 (1990), pp. 267-279
- Soyak, A., Soysal, M.İ., Gürkan, E.K., 2007. Tekirdağ ili süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri ve bu işletmelerin siyah alaca süt sığırı populasyonunun çeşitli morfolojik özellikleri üzerine bir araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(3) : 297-305.
- Şahin, K., Gül, A., Koç, B., Dağistanlı, E. (2001) Adana ilinde entansif süt sığırcılığı üretim ekonomisi. *Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Derg* 11(2): 19-28
- TB,2023. Gıda Ve Kontrol Genel Müdürlüğü <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/GKGM.pdf>
- Tugay, A., Bakır, G., 2004. Giresun yöresindeki süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi. 01-03 Eylül 2004. Isparta. 370-380.
- TUİK 2023. İşgücü istatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-Kasim-2022-49384#:~:text=%C4%B0%C5%9Fsizlik%20oran%C4%B1%20ise%20de%C4%9Fi%C5%9Fim%20g%C3%B6stermeyerek,12%2C9%20olarak%20tahmin%20edildi.&text=%C4%B0stihdam%20edilenlerin%20say%C4%B1s%C4%B1%202022%20y%C4%B1%C4%B1,ile%20%48%2C6%20oldu.>
- Uslucan, B., Göncü Karakök, S., 2007. Türkiye Hayvancılığında Zootekni Mesleğinin Yeri. 3. Ulusal Zootekni Öğrenci Kongresi. 17-18 Mayıs, 2007, Maraş.



Araştırma Makalesi

Kurağa Dayanıklı Badem ve Kayısı Genotiplerin Belirlenmesi ve Çoğaltması

**Ayzin B. KÜDEN^{1*}, Songül ÇÖMLEKÇİOĞLU¹, Burhanettin İMRAK¹, Aydın MIZRAK¹,
Sevim GÖK¹, Ali KÜDEN¹**

ÖZ

Tarımsal üretimde kullanılan bitkilerin, küresel iklim değişikliğine bağlı olarak beklenen kuraklık koşullarında da yetiştirilebilmesi büyük önem taşımaktadır. Kurak ortamda yetiştirilen bitkiler bu koşullara uyum sağlamak için bazı fizyolojik ve morfolojik değişimler yaparlar. Bu değişimleri yapabilen ve kurak dönem süresince kayıplarını en aza indiren genotipler kuraklık zararından en az şekilde etkilenmekte ve bu genotipler kurağa dayanıklı olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışma, Adana, Hatay, Niğde, Mersin ve Nevşehir illerinde kurak ve doğal koşullarda yetişen ve kurağa dayanıklı olduğu düşünülen badem ve kayısı genotiplerinin belirlenmesi ve çoğaltılması amacıyla yürütülmüştür. Genotipler yamaç, taşlık ve kurak alanlarda susuz koşullarda doğal olarak yetişen ağaçlardan seçilmiştir. Ağaçların kurak koşullarda ve doğal ortamlarda yetişmiş olması en önemli belirleme kriteri olarak ele alınmıştır. Kurak koşullarda yetişen badem ve kayısı genotiplerinin belirlenmesi çalışmaları sonucunda 42'si yabancı karakterli olmak üzere toplam 85 badem genotipi ve 29 kayısı genotipi seçilmiştir. Badem genotiplerinden 43 tanesi GF-677 anacına ve kaysıların tamamı Myrobolan 29 C anacına aşılansak çoğaltılmışlardır. Aşı ile çoğaltılamayan 42 badem genotipi doku kültürü yöntemi ile çoğaltılmış ancak köklenme aşamasında başarı sağlanamamıştır.

Anahtar Kelimeler: Badem, kayısı, kuraklığa dayanıklılık, seleksiyon

Determination and Propagation of Drought Resistant Almond and Apricot Genotypes

ABSTRACT

It is of great importance that the plants used in agricultural production can be grown in drought conditions expected due to global climate change. Plants grown in arid environments make some physiological and morphological changes to adapt to these conditions. Genotypes that can make these changes and minimize their losses during the dry period are least affected by drought damage and these genotypes are considered drought resistant. This study was carried out to determine and propagate drought-resistant almond and apricot genotypes from Adana, Hatay, Niğde, Mersin and Nevşehir provinces. Plants were selected from the trees grown in the slopes, stony and arid areas without irrigation. The most important selection criteria of the genotypes were to be grown under drought and natural conditions. As a result of the selection studies, a total of 85 almond genotypes and 29 apricot genotypes were determined, 42 of which were wild. 43 of the almond genotypes were propagated to GF-677 rootstock and all of the apricots were propagated to Myrobolan 29 C rootstock. Forty-two almond genotypes that could not be propagated by grafting were propagated by tissue culture method, but no success was achieved in the rooting stage.

Keywords: Almond, apricot, drought resistance, selection

ORCID ID (Yazar Sırasına Göre)

0000-0002-0811-6695, 0000-0003-1275-4574, 0000-0002-8685-1265, 0000-0002-0049-582X,
0000-0003-4947-3979, 0000-0002-7457-2429

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 07.04.2023

Kabul Tarihi: 02.11.2023

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana

*E-posta: abkuden@gmail.com

Kurağa Dayanıklı Badem ve Kayısı Genotiplerin Belirlenmesi ve Çoğaltması

Giriş

Badem (*Prunus dulcis* Mill. = *Prunus amygdalus* Batsch) dünya genelinde üretilen ve tüketilen en önemli sert kabuklu meyvedir (Statistical Yearbook, 2021). Badem ekim alanı ve üretimi her yıl oldukça istikrarlı bir şekilde artarak son yıllarda +%196'ya ulaşmıştır (FAOSTAT, 2021). 2017 yılında 3,0 milyon ton (Mt) olan dünya badem üretimi 2021 yılında 4,0 Mt'a çıkarılmıştır. ABD (2,19 Mt), İspanya (0,36 Mt), Avustralya (0,29 Mt), Türkiye (0,18 Mt), Fas (0,17 Mt) ve İran (0,16 Mt) önde gelen badem üreticisi ülkelerdir. 2021 yılında dünyadaki toplam badem üretiminin %54,81'ini ABD üretirken, İspanya %9'unu, Avustralya %7'sini ve diğerleri sadece %4'ünü üretmektedir. ABD 2.283.414 ha alanda badem üretimi yapmaktadır (FAOSTAT, 2022).

Dünyanın en büyük badem ihracatçısı 275.592 ton badem ihracatı ile ABD'dir, ABD dünya badem ihracatının neredeyse yarısından fazlasını (408.813 ton) gerçekleştirmektedir. Onu 51.150 tonla Avustralya ve 11.366 tonla İspanya izlemektedir. Dünya badem ihracatında diğer badem üreticisi ülkelerin payı çok azdır (FAOSTAT, 2022).

2018'de dünya kayısı üretimi yaklaşık 4,4 Mt olup, ana üreticiler Türkiye (0,75), Özbekistan (0,50) ve İran (0,35) olup, onu 0,2 Mt ile Cezayir, İtalya, İspanya, Pakistan ve Fransa izlemektedir (FAOSTAT, 2019). 2007-2018'de toplam hacimler yılda ortalama %2,8 oranında büyümüştür. Üretici ülkelerdeki yıllık üretim iklim değişikliğinden etkilense de Türkiye ve Özbekistan artık yirmi yılı aşkın bir süredir istikrarlı bir şekilde ilk iki sırayı işgal etmektedir. AB ülkelerinde, son on yılda yaklaşık 10.000 hektarlık bir artışla, çoğu İspanya (%32), İtalya (%25) ve Fransa (%18) olmak üzere yaklaşık 76.000 hektar kayısı dikili alan bulunmaktadır (EUSTAT, 2017).

Dünya çapında kayısı, esas olarak ulusal pazarlarda taze tüketime yöneliktir ve sadece küçük bir kısmı (yaklaşık %10) ihraç edilmektedir. 2018 yılında dünya ihracat hacmi yaklaşık 0,36

Mt, olarak iç tüketime yönelik üretimlere yöneliktir. 2018'de İspanya (0,1 Mt) dünyanın en büyük taze kayısı ihracatçısı olmuştur (%28), ardından Özbekistan, Fransa ve Türkiye (tümü yaklaşık 0,04 Mt) gelmektedir. Kayısı ihracatı, 2007'den 2018'e kadar yıllık ortalama +%6,2 oranında büyüyerek özellikle İspanya (%+11,9), Özbekistan (%+21,5), Afganistan (%+20,6), İtalya (+9,4) % ve Türkiye'de (%+8,3) genişlemektedir. İtalya, Avrupa'nın önde gelen kayısı üreticisi olmasına rağmen, ağırlıklı olarak Avusturya ve Almanya'ya yapılan ihracatı (27.000 ton) önem taşımaktadır. Taze tüketimin yanı sıra, Türkiye'nin 2016 yılında 0,1 Mt'luk hacmiyle dünya birincisi olduğu ve %90-95'ini ihraç ettiği (dünya pazarının yaklaşık %60'ını kapsayan) kuru kayısı üretimi de ayrı bir önem taşımaktadır. Kuru kayısı üretimi, başta 'Hacıhaliloğlu' olmak üzere birkaç yerel çeşitle karşılanmaktadır.

Bu önemli iki ürün de her ne kadar kuraklığa dayanıklı türler olsa da dünyadaki iklim değişikliğinden etkilenmektedir. Küden (2020), iklim değişikliklerinin başta tarla ve bahçe bitkileri olmak üzere tüm tarım sektörünü olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Türkiye yedi farklı coğrafi ve iklimsel bölgeye sahiptir ve özellikle Akdeniz ve Orta Anadolu bölgeleri iklim değişikliğinden etkilenecektir (Giorgi ve Lionello, 2008; Kapluhan, 2013). Sıcaklıklar artacak, yağışlar ve tarımsal üretim azalacak, deniz seviyesi yükselecek (Varol ve Ayaz, 2012). Meyve ağaçları çok yıllık bitkilerdir ve bu değişimlerden en çok etkilenenlerdir.

Subtropik iklim koşullarında yetersiz soğuklama sorunlarının yanı sıra ilkbahar ve yaz aylarında günlük sıcaklıkların 35-45°C'ye kadar çıkması çift meyve oluşumunu artırmakta, meyve verimini ve kalitesini düşürmektedir (Küden, 2004). Çift meyve oluşumunun ilk belirtileri 'Victoria' erik çeşidinde gözlenmiştir (Saunders, 1927). Çift meyve oluşumu şeftali, erik, kiraz ve kayısı gibi meyvelerde birçok sıcak bölgede bir sorundur (Kudela ve Krejzar, 2005). Çift meyve oluşumu su stresi ile oluşur ve tomurcukların farklılaşma

Kurağa Dayanıklı Badem ve Kayısı Genotiplerinin Belirlenmesi ve Çoğaltması

döneminde yüksek sıcaklıklar ile artar. Bu faktörler çoklu meyve oluşumunu artırır. Bu kritik dönem özellikle Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ortaya çıkmaktadır (Naor, 2006; İmrak, 2010; İmrak ve ark., 2014; Küden ve ark., 2013). Küden ve ark. (2012) iklim değişikliği nedeniyle sıcaklıkların arttığını, mevsimlerin geciktiğini, beklenmeyen kuraklık ve sellerin ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Bu seleksiyon çalışması, TÜBİTAK tarafından desteklenen Prima Freeclimb 1180855 No.lu “Akdeniz Bölgesindeki Bazı Meyve Türlerinin İklim Değişikliğine Adaptasyonları” başlıklı proje kapsamında kurağa dayanıklı badem ve kayısı genotiplerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Bu seleksiyon çalışması Adana, Mersin, Nevşehir, Niğde ve Hatay illerinde yürütülmüştür. Seleksiyon çalışmaları, denemeye alınan iller ve çevrelerinde tohumdan yetişmiş badem ve kayısı popülasyonlarının doğal olarak bulunduğu alanlarda 2019, 2020 ve 2021 yıllarında yürütülmüştür. Bitkiler yamaç, kurak ve taşlık alanlardan selekte edilmişlerdir. Adana ilinde bu amaca yönelik ümitvar badem ve kayısı genotipleri bulunamamış ancak, diğer deneme bölgelerinde bademlerde 85, kayısılarda 29 genotip tespit edilmiştir. Seçilen bitkilerin çoğaltma çalışmaları, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü deneme alanlarında ve laboratuvarlarında yürütülmüştür.

Bulgular ve Tartışma

Bu seleksiyon çalışmalarında, 42’si yabancı karakterde tohumdan çıkmış, anaçlık ve stres

koşullarına dayanıklılık özelliklerinin olduğu düşünülen bu badem genotiplerinin yanısıra seleksiyon bölgelerinden seçilen, TAGEM Alata Meyvecilik Araştırma Enstitüsü bahçelerinde mevcut badem ağaçlarından aşılansarak çoğaltılmış 43, toplam 85 badem genotip ve çeşidi ile çalışılmıştır.

Kayısılarda 2019 ve 2020 yıllarında Mersin, Hatay, Nevşehir ve Niğde illerinden toplam 29 kayısı genotipi seçilmiştir.

Seçilen bu genotipler aşılama ve doku kültürü yoluyla çoğaltılmaya çalışılmıştır. Mersin-Mut bölgesinden seçilen anaçlık özelliği olan tohumdan çıkmış yabancı karakterdeki badem genotipleri iyi sürgün vermedikleri için bu genotipler doku kültürü ile çoğaltılmaya alınmış olup, başarılı bir şekilde çoğaltılmış ancak, köklenmede bazı sıkıntılar olmuştur. Bu genotipler, küresel iklim değişikliğinin yaşandığı dünyamızda ileride anaç ıslahı çalışmalarında kullanılabilecek ümitvar materyaller olarak saptanmıştır.

Bu çalışmada, kurak ve doğal ortamlarda yetiştirilen ve kurağa dayanıklı olabileceği sübjektif olarak belirlenerek denemeye alınan badem ve kayısı genotiplerinin çoğaltılması ve seçilen genotiplerin ağaçlarındaki bazı fenotipik özellikleri verilmiştir.

Belirlenen Badem Genotipleri

Niğde’de 14, Nevşehir’de ise 9 badem genotipi işaretlenmiştir. Nevşehir’den selekte edilen badem genotiplerine ait bir görünüm Şekil 1’de verilmiştir.

Selekte edilen badem genotiplerine ait bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir



Şekil 1. Nevşehir’den Selekte Edilen Badem Genotiplerinin Genel Görünümü

Kurağa Dayanıklı Badem ve Kayısı Genotiplerinin Belirlenmesi ve Çoğaltması

Çizelge 1. Badem genotiplerinin kodu ve lokasyon bilgileri

No	Genotip kodu	Seçildiği İl	No	Genotip kodu	Seçildiği İl
1	33-B-01	Mersin	35	33-B-58	Mersin
2	33-B-02	Mersin	36	33-B-59	Mersin
3	33-B-03	Mersin	37	33-B-60	Mersin
4	33-B-04	Mersin	38	33-B-61	Mersin
5	33-B-09	Mersin	39	33-B-62	Mersin
6	33-B-11	Mersin	40	33-B-63	Mersin
7	33-B-15	Mersin	41	33-B-64	Mersin
8	33-B-16	Mersin	42	33-B-65	Mersin
9	33-B-18	Mersin	43	33-B-66	Mersin
10	33-B-19	Mersin	44	33-B-67	Mersin
11	33-B-21	Mersin	45	33-B-68	Mersin
12	33-B-22	Mersin	46	50-B-01	Nevşehir
13	33-B-23	Mersin	47	50-B-03	Nevşehir
14	33-B-25	Mersin	48	50-B-04	Nevşehir
15	33-B-26	Mersin	49	50-B-05	Nevşehir
16	33-B-27	Mersin	50	50-B-06	Nevşehir
17	33-B-28	Mersin	51	50-B-07	Nevşehir
18	33-B-31	Mersin	52	50-B-08	Nevşehir
19	33-B-32	Mersin	53	50-B-09	Nevşehir
20	33-B-35	Mersin	54	50-B-10	Nevşehir
21	33-B-39	Mersin	55	51-B-01	Niğde
22	33-B-40	Mersin	56	51-B-02	Niğde
23	33-B-42	Mersin	57	51-B-03	Niğde
24	33-B-44	Mersin	58	51-B-04	Niğde
25	33-B-45	Mersin	59	51-B-05	Niğde
26	33-B-46	Mersin	60	51-B-06	Niğde
27	33-B-48	Mersin	61	51-B-07	Niğde
28	33-B-49	Mersin	62	51-B-08	Niğde
29	33-B-50	Mersin	63	51-B-09	Niğde
30	33-B-53	Mersin	64	51-B-11	Niğde
31	33-B-54	Mersin	65	51-B-12	Niğde
32	33-B-55	Mersin	66	51-B-14	Niğde
33	33-B-56	Mersin	67	51-B-15	Niğde
34	33-B-57	Mersin	68	51-B-16	Niğde

Not: Mersin'den seçilen 3 badem genotipi kurumuştur.

Ayrıca, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü bahçelerinde bulunan ve daha önceden Dokuzoğuz ve Gülcan (1973) tarafından seçilmiş olan bazı yerli genotipler

de stres koşullarına dayanıklılıklarının belirlenmesi amacıyla projeye dahil edilmiştir (Çizelge 2).

Kurağa Dayanlı Badem ve Kayısı Genotiplerinin Belirlenmesi ve çoğaltması

Çizelge 2. Proje kapsamında denemeye alınan yerel badem çeşit ve genotipleri

No	Yerel Badem Genotipleri	No	Yerel Badem Genotipleri	No	Yerel Badem Genotipleri	No	Yerel Badem Genotipleri
1	5-1	6	42-14	11	48-4	16	101-13
2	6-12	7	47-2	12	48-5	17	Gülcan-2
3	7-21	8	47-5	13	48-6	18	Dokuzoğuz
4	17-4	9	48-1	14	48-9	19	Pabuç
5	21-9	10	48-2	15	50-09	20	Şekerci

Badem ve Kayısı Genotiplerinde Fenolojik Gözlemler

Seleksiyon alışmaları sonucunda belirlenmiş ve denemeye alınmış olan badem ve kayısı genotiplerinde seçilen ağaçlar üzerinde fenolojik gözlemler yapılmak üzere şubat ayı sonunda Mersin'in Erdemli-Alata ve Mut ilçeleri ile Hatay-İskenderun bölgelerine gidilmiştir. Badem ve kayısı genotiplerinde yapılan fenolojik gözlem sonuçlarına göre, tüm bölgelerde fenoloji şubat başından Nisan sonuna kadar devam etmektedir. Alata'da şubat başında, Mut'ta Mart başında, İskenderun-Sakit'ta ve Kurtbağında Nisan'ın ikinci haftasında, Nevşehir ve Niğde'de de Nisan'ın ikinci haftasından itibaren çiçeklenme durumları görölmeye başlamıştır. Çizelge 3'de

sunulan fenolojik gözlemler ile Şekil 2'de verilen resimler 24 şubat ve 9 Mart'taki durum tespitleridir.

Yapılan gözlemler sonucunda badem genotiplerinin tam çiçeklenme dönemine geldiğii ancak kayısılarda ieklenmelerin henüz başlamadığı veya kabarma ya da pembe tomurcuk safhalarında olduğu tespit edilmiştir. Bademlerin ieklenmelerine ilişkin sonuçlar izelge 3'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 48-5, 7-21, 42-27 ve 21-9 en erkenci badem eşitleri olup, 24 şubat 2021 tarihinde küçük meyve aşamasına gelmiştir. 48-6, Şekerci, 5-1, 101-13 ve Gülcan-2 çeşit ve genotipleri aynı tarihte henüz dinlenme veya tomurcuk aşamasında olduklarından en geci çeşitler olarak belirlenmiştir. Badem ve kayısı çeşit ve genotiplerine ait çiçeklenme durumları Şekil 2'de verilmiştir.

Çizelge 3. Denemeye alınan bazı badem genotip ve çeşitlerinde 24/02/2021 tarihinde yapılan fenolojik gözlem sonuçları

No	Genotipler	Fenolojik Dönem
1	101-13	Dinlenme
2	48-6	Tomurcuk Kabarma
3	Şekerci	Tomurcuk Kabarma
4	5-1	Tomurcuk Kabarma
5	Gülcan 2	Tomurcuk Kabarma
6	17-4	Yeşil Uç
7	47-2	Pembe Tomurcuk
8	47-5	Pembe Tomurcuk
9	06-12	Pembe Tomurcuk
10	Pabuç	İlk ieklenme
11	Dokuzoğuz	İlk ieklenme
12	48-1	Tam ieklenme
13	50-09	Tam ieklenme
14	42-14	Tam ieklenme
15	48-4	ieklenme Sonu
16	48-2(Ak Badem)	ieklenme Sonu
17	48-9	ieklenme Sonu
18	7-21	Küçük Meyve
19	48-5	Küçük Meyve

Kurağa Dayanıklı Badem ve Kayısı Genotiplerinin Belirlenmesi ve Çoğaltması

20	21-9	Küçük Meyve
----	------	-------------



48-1
(Tam çiçeklenme)

Papuç
(İlk çiçeklenme)

48-4
(Çiçeklenme sonu)

Şekil 2. Bazı Badem Çeşit ve Genotiplerinin 24 Şubat 2021 Tarihinde Mersin-Erdemli'deki Çiçeklenme Durumları

Genotip	Fenolojik Durum
Karacabey	Kabarma
Sakit 2	Kabarma
Alata Yıldızı	Pembe tomurcuk
Aldeniz	Pembe tomurcuk
Alyanak	Pembe tomurcuk
Çağataybey	Pembe tomurcuk
İtalyan Tokaloğlu	Pembe tomurcuk
Septik	Pembe tomurcuk
Yerli Tokaloğlu	Pembe tomurcuk

Mersin-Mut bölgesinden tohumdan çıkmış bademlerden seçilen genotiplerde de fenolojik gözlemler yapılmış olup, tohumdan çoğaltılıp, saksılanmış olan bu oldukça yabani karakterdeki badem genotiplerinin 33-B-01 ve 33-B-40 genotiplerinin yaprak tomurcukları 8 Mart 2021 tarihinde patlamaya başlamıştır. Diğer genotiplerin ise 24 Şubat 2021 tarihinde yaprak tomurcukları oluşturmaya başladığı gözlemlenmiştir.

Mersin-Mut bölgesinde 9 Mart 2021 tarihi itibarıyla kayısılarından alınan gözlem sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Buna göre, Karacabey ve Sakit 2 kayısı çeşitleri kabarma durumunda iken diğerleri pembe tomurcuk safhasına gelmiştir. Aynı tarihte Hatay-İskenderun'daki kayısı genotipleri hala kabarma safhasındadır.

Çizelge 4. Denemeye alınan bazı kayısı genotip ve çeşitlerinde 09/03/2021 tarihindeki fenolojik gözlem sonuçları

Kurak koşullarda ve doğal ortamlarda yetiştirilen badem ve kayısı genotip ve çeşitleri Mersin-Mut, Mersin-Erdemli, Hatay-İskenderun, Nevşehir ve Niğde bölgelerinden seçilmiş ve aşılama ile çoğaltılmıştır. Seçilen toplam 85 badem ve 29 kayısı genotip ve çeşitleri stres denemelerinde kullanılmıştır (Şekil 3).

Kurağa Dayanıklı Badem ve Kayısı Genotiplerinin Belirlenmesi ve Çoğaltması



Şekil 3. Kurak koşullara dayanıklı badem ve kayısı



Şekil 4. Badem gen parseli bahçesi fidan dikimi genotiplerinin genel görünümü

No	Genotip kodu	Seçildiği İl	No	Genotip kodu	Seçildiği İl	No	Genotip kodu	Seçildiği İl
1	31-K-01	Hatay	10	Tokaloğlu	Mersin	20	50-K-57	Nevşehir
2	31-K-02	Hatay	11	Karacabey	Mersin	21	50-K-60	Nevşehir
3	31-K-03	Hatay	12	Tokaloğlu (Yerli)	Mersin	22	50-K-92	Nevşehir
4	31-K-04	Hatay	13	Sakit 2	Mersin	23	50-K-93	Nevşehir
5	31-K-05	Hatay	14	Alyanak	Mersin	24	50-K-95	Nevşehir
6	31-K-06	Hatay	15	Septik	Mersin	25	50-K-96	Nevşehir
7	31-K-07	Hatay	16	Albeniz	Mersin	26	50-K-97	Nevşehir
8	31-K-08	Hatay	17	Alata Yıldızı	Mersin	27	50-K-98	Nevşehir
9	31-K-09	Hatay	18	Çağataybey	Mersin	28	50-K-99	Nevşehir
			19	51-K-01	Niğde	29	50-K-130	Nevşehir

Çizelge 5. Kayısı genotiplerinin kodu ve lokasyon

Çok yabancı karakterde olduğu ve aşı kalemi vermediği için çoğaltılmayan Mut bademleri dışında diğer badem çeşitleri 4'er fidan şeklinde çoğaltılmış ve bir badem referans parseli Çukurova Üniversitesi bünyesinde kurulmuştur (Şekil 4).

Belirlenen Kayısı Genotipleri

Niğde'den 1, Nevşehir'den 10, Mersin'in Mut ilçesinden ve Hatay'dan 9'ar kayısı genotipi olmak üzere toplam 29 kayısı genotip ve çeşidi denemeye alınmıştır. Tüm seleksiyon bölgelerinden alınan kayısı genotiplerine ait aşı kalemleri 2019 yılında ekim ve kasım aylarında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü araştırma ve üretim parselinde Myrobolan 29 C anacı üzerine aşılanmış, tutmayan aşilar 2020 yılında yinelenmiştir. Selekte edilen kayısı genotiplerine ait bilgiler Çizelge 5'de verilmiştir.

Badem ve kayısılardaki bu seleksiyon çalışmaları Akdeniz ülkelerinde küresel iklim değişikliğine uyumlu ve kurak koşullara tolerant genotiplerin bulunması amacıyla yürütülmüştür. İlk yıl seleksiyon çalışmaları daha önceki çalışmalarımızda badem ve kayısı bölgeleri olarak belirlenen alanlarda ümitvar genotiplerin kurak koşullarda tohumdan çıkmış bitkileri arasından ağaç sağlığı, meyve tutumu, yaprak gelişimi ve meyve iriliği dikkate alınarak yapılmıştır. Ayrıca, bu genotipler yamaç ve kurak arazilerden, su birikme imkanı bulunmayan alanlardan seçilmiştir. Bunun yanısıra, daha önce başka araştırmacılar tarafından seleksiyon veya ıslah yoluyla bulunmuş ve bu amaçlara uygun badem ve kayısı çeşitleri de hedefe ulaşmak amacıyla denemeye dahil edilmiştir.

İlk yıl yürütülen seleksiyon çalışmalarında Adana ilinde doğal ortamda kendiliğinden tohumdan çıkmış ağaçlara pek rastlanmadığından Alata

Kurağa Dayanıklı Badem ve Kayısı Genotiplerin Belirlenmesi ve Çoğaltması

Bahçe Bitkileri Araştırma Enstitüsü bahçelerinde bulunan ve daha önce Gülcan ve Dokuzoğuz (1973) tarafından seçilmiş olup, kuraklığa dayanıklılık gösteren 20 badem genotip ve çeşidi denemeye eklenmiş olup, bunlar da aşılama programına alınmıştır.

Badem ve Kayısı Genotiplerinde Aşılama Çalışmaları

Aşılama çalışmalarında belirlenen her genotip doğal koşullarda susuz ortamda yetiştiğinden sağlıklı ve iyi gelişmiş aşı kalemi verememesi nedeniyle bazı genotiplerden tekrar tekrar aşı kalemi alarak aşılama gerekmıştır. Tüm kayısı ve badem genotipleri ilk aşılama dönemi olan Ekim-Kasım 2019 tarihlerinde aşılanmıştır. Ancak, özellikle bazı bitkiler çok susuz koşullarda yetiştiği için sağlıklı aşı kalemleri alınamamış ve yapılan aşılar tutmamıştır. Adana'da 12 Mayıs 2020'de ortalama 28°C olan sıcaklıklar 14 Mayıs'ta 36°C ilerleyen günlerde de 38°C, 40°C, 40°C, 39°C, 40°C, 38°C ve 37°C olmuştur. Bu şekilde 8 gün mevsim normalleri üstünde bitkilerde olumsuz etki yapmıştır. Ayrıca, Covid 19 pandemisi nedeniyle 8 Mayıs'ta başlayan sokağa çıkma yasağı 16, 17, 18 ve 19 Mayıs'ta daha uzun süreli uygulanmıştır. Bu da bu yüksek sıcaklıklarda bitkilere bakım işlerini kısıtlamıştır. Arkasından 22-26 Mayıs tarihlerinde 4 günlük sokağa çıkma yasağı uygulanmıştır.

İkinci aşılama Haziran ayına kadar yapılamamış, Pandemi Kurulu'nun 1 Haziran'da seyahat onayı vermesinden sonra yine tüm bireylerde Haziran 2020'de aşılamalara devam edilmiştir. Bu seleksiyon çalışmasından elde edilen kuraklığa dayanıklı olduğu saptanan genotipler biyotik ve abiyotik stres çalışmalarında kullanılmak amacıyla çoğaltılmıştır. Denemede kullanılan bitkisel materyalin aşılama süresi "Haziran Sürgün göz aşısı" döneminde sınırlıdır.

Haziran sürgün göz aşısında aşıya başlama zamanını aşı kalemlerinin olgunlaşması tayin etmektedir. Bu dönemde aşıda kullanılan kalemler o yılın sürgünlerinden alınır. Dolayısıyla aşı kalemlerinin ve gözlerin olgunlaşması beklenir. Çukurova koşullarında yapılan "Haziran Sürgün Göz aşısı" denemelerine göre bu süre yaklaşık 20 Haziran'da başlamaktadır. Değişik yükseltilerdeki meyve ağaçlarının tamamının aynı zamanda aynı olgunluğa erişmesi zordur.

"Haziran Sürgün Göz aşısı" döneminin bitiş tarihini de gözlerin yaz dinlenmesine girmesi belirlemektedir. Bu da yükseltilere göre değişmektedir. Bu aşı yönteminde aşıdan 8-10 gün sonra aşılama gözlerin hemen sürebilmesi için tepe kesimi yapılır. Kullanılan aşı kalemlerinde gözler dinlenmeye girdiği takdirde aşılar durgun aşı haline gelmektedir.

Bütün bu zorluklara rağmen bu dönemde aşılama çalışmaları yapılmıştır. Bugüne kadar bitkisel materyalin çoğaltılması amacıyla;

1-Ekim-Kasım 2019 tarihlerinde "Sonbahar geç durgun" aşı döneminde mikro aşılama yapılmıştır,

2-Haziran 2020'de de "Haziran sürgün aşısı" uygulamaları yapılmıştır.

3-Ekim 2020'de "Sonbahar Geç Durgun aşı" döneminde ilk kez İngiliz kalem aşısı yöntemi kullanılarak masabaşı aşılama yapılmıştır.

Böylece, bu çalışmayla tüm zorluklara rağmen farklı bölgelerden seleksiyon yoluyla elde edilen kuraklığa dayanıklı badem ve kayısı genetik materyalinin çoğaltılması başarıyla tamamlanmıştır.

Sonuç olarak, doğal kurak yetiştirme ortamlarından seçilen ümitvar anaç veya çeşit aday 85 badem ve 29 kayısı genotipi projenin stres çalışmaları aşamalarında kullanılmak üzere çoğaltılmış ve ayrıca bir badem referans parseli tesis edilmiştir.

Kurağa Dayanıklı Badem ve Kayısı Genotiplerinin Belirlenmesi ve Çoğaltması

Kaynaklar

- Dokuzoğuz, M., R. Gülcan, 1973. Ege Bölgesi Bademlerinin Seleksiyon Yoluyla Islahı ve Seçilmiş Tiplerin Adaptasyonu Üzerine Araştırmalar. TOAG Yayınları. No:22, Ankara.
- FAOSTAT, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAOSTAT. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- FAOSTAT, 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAOSTAT. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- FAOSTAT, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAOSTAT. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- Giorgi, F., and Lionello, P. (2008). Climate Change Projections for the Mediterranean Region (Elsevier), 63, 2–3, 90–104.
- İmrak, B. (2010). Subtropik bölgelerde kiraz yetiştiriciliği ve çoklu meyve oluşumunun çözümüne ilişkin araştırmalar. Ph.D. thesis (Çukurova Univ. Fen Bilimleri Enst.), pp.193.
- İmrak, B., Sarier, A., Kuden, A., Kuden, A.B., Comlekcioglu, S., and Tutuncu, M. (2014). Studies on shading system in sweet cherries (*Prunus avium* L.) to prevent double fruit formation under subtropical climatic conditions. *Acta Hort.* 1059, 171–176 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1059.21>.
- Kapluhan, E., (2013). Türkiye’de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. *DergiPark*, Cilt 0, sayı 27, 487–510.
- Kudela, V., and Krejzar, V. (2005). Occurrence of fruit doubles in the 2004 season associated with heat and drought stress in previous year. *Plant Prot. Sci.* 41 (1), 27–32 <https://doi.org/10.17221/2734-PPS>.
- Kuden, A.B., Bayazit, S., Yildirim, B., and İmrak, B. (2013). Studies on the chilling requirements of pecan nut (*Carya illionensis* Koch) cultivars. *Afr. J. Agric. Res.* 8 (24), 3159–3165.
- Kuden, A.B., İmrak, B., Bayazit, S., Comlekcioglu, S., and Kuden, A. (2012). Chilling requirements of cherries grown under subtropical conditions of Adana. *Middle East J. Sci. Res.* 12 (11), 1497–1501.
- Küden, A.B. (2004). Global overview of temperate zone fruits in the tropics and subtropics. *Acta Hort.* 662, 37–38 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.662.1>.
- Küden, A.B. (2020). Climate change affects fruit crops. *Acta Hort.* 1281. ISHS 2020. DOI 10.17660/ActaHortic.2020.1281.57 XXX. IHC-Proc.Int.Symp. on Evaluation of Cultivars, Rootstocks and Management Systems for Sustainable Production of Deciduous Fruit Crops. Eds.: G.L. Reighard et al. p. 437-440.
- Naor, A. (2006). Irrigation scheduling and evaluation of tree water status in deciduous orchards. *Hortic. Rev. (Am. Soc. Hortic. Sci.)* 32, 111–165 <https://doi.org/10.1002/9780470767986.ch3>.
- Saunders, E.R. (1927). On carpel polymorphism, II. *Ann. Bot.* 41 (4), 569–628 <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a090093>.
- Varol, N., and Ayaz, M. (2012). Küresel iklim değişikliği ve zeytincilik. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi.* 5 (1), 11–13.



Araştırma Makalesi

Adana'da Domatesten İzole Edilen *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* İzolatlarının Bazı Bakırlı Pestisitlere Duyarlılıklarının Araştırılması

Mehmet Ali GÜL¹, Raziye ÇETİNKAYA YILDIZ², Yeşim AYSAN^{1*}

ÖZ

Domates bitkisinde *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (*Pst*)'nun neden olduğu Bakteriyel Benek Hastalığı önemli bakteriyel bir hastalıktır. Bu çalışma kapsamında Adana ili, Karataş ilçesinde farklı tarlalardan elde edilen *Pst* izolatların bakır içerikli preparatlara duyarlılık düzeyi *in vitro* ve *in vivo* koşullarda incelenmiştir. Yapılan *in vitro* etkinlik çalışmalarında izolatlar 30, 60 ve 90 µg/ml dozlarında bakır sülfat eklenen besi yerlerinde gelişim göstermiş ancak 120 ve 150 µg/ml doz bakır sülfat içeren besi yerlerinde gelişme göstermemiştir. Bu durum Karataş izolatlarının bakırlı preparatlara direnç geliştirmediğini göstermektedir. Ayrıca cam serada yapılan *in vivo* saksı denemelerinde bazı bakırlı bileşikler (Bakır+Mancozeb, Bakır hidroksit, Bakır sülfat, Bakır oksiklorür) ve %1 Harpin proteini içeren ticari preparat uygulamalarının Bakteriyel Benek Hastalığının çıkışını %53.3 ile %86.9 arasında değişen oranlarda engellediği belirlenmiştir. Elde edilen *in vitro* ve *in vivo* çalışma sonuçları, incelenen tarlalarda patojenin çalışmada kullanılan bakırlı bileşikler ile %1 Harpin proteinine karşı direnç geliştirmediğini, hastalığın görülme nedeninin üreticilerin tavsiye edilen ilaçları uygun dozda ve doğru zamanda uygulayamamasından kaynaklanabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Domates, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, bakırlı pestisit, duyarlılık, direnç

***Pseudomonas syringae* pv. *tomato* Isolated from Tomato in Adana. Investigation of the Susceptibility of *tomato* Isolates to Some Copper Pesticides**

ABSTRACT

The Bacterial Speck Disease, caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (*Pst*), represents a significant bacterial ailment with a notable impact on tomato plants. This study aimed to ascertain the susceptibility levels of *Pst* isolates obtained from various fields in the Karataş district of Adana province, Turkey, when exposed to copper-containing pesticides under both *in vitro* and *in vivo* conditions. The results from *in vitro* efficacy experiments revealed that all isolates exhibited growth on nutrient media supplemented with 30, 60, and 90 µg/ml doses of copper sulphate. However, they failed to grow on media containing 120 and 150 µg/ml doses of copper sulphate, indicating the absence of resistance in the Karataş *Pst* isolates towards copper-based preparations. Furthermore, greenhouse-based *in vivo* pot trials revealed that the application of specific copper-based formulations (Copper+Mancozeb, Copper hydroxide, Copper sulfate, Copper oxychloride), as well as a commercial preparation containing 1% Harpin protein, resulted in varied degrees of inhibition in the incidence of Bacterial Speck Disease, with inhibition percentages ranging from 53.3% to 86.9%. The combined results of both *in vitro* and *in vivo* studies suggest that the pathogen did not develop resistance to the pesticides tested in the examined fields. The occurrence of the disease appears to be related to challenges faced by farmers in adhering to the recommended chemical dosage and application timing.

Keywords: Tomato, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, copper pesticide, susceptibility, resistance

ORCID ID: (Yazar Sırasına Göre)

0009-0009-8203-3722; 0000-0002-1967-8829; 0000-0003-2647-5111

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 04.04.2023

Kabul Tarihi: 16.11.2023

1 Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sarıçam, Adana 2 Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yüreğir, Adana

*E-posta: aysanys@gmail.com

Adana'da Domatesten İzole Edilen *Pseudomonas syringae* pv. tomato İzolatlarının Bazı Bakırlı Pestisitlere Duyarlılıklarının Araştırılması

Giriş

Domates (*Solanum lycopersicum*) *Solanaceae* familyasından meyvesi yenilebilen otsu bir bitki olup, içermiş olduğu vitamin, protein, kalsiyum, yağ ve demir ile tercih edilen besleyici bir besin kaynağıdır. Ülkemizde ve dünyada en çok üretilen, tüketilen ürünlerden biri olan domates, taze olarak tüketilmesinin yanı sıra, dondurulmuş ve işlenmiş olarak da birçok alanda kullanılabilir. Domates uygun iklimsel ve ekolojik koşullar sayesinde ülkemizde örtü altında ve açık alanda yıl boyunca yetiştirilebilmektedir. Dünyada 2020 yılında üretilen 186.821.216 ton domatesin yaklaşık %35'lik kısmı Çin (64.768.158 ton) tarafından karşılamakta olup Çin'i Hindistan, Türkiye, Amerika Birleşik Devletleri ve Mısır takip etmektedir (Anonymous, 2022).

Birçok biyotik ve abiyotik etmen domates yetiştiriciliğinde verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır. Biyotik faktörlerden biri olan bakteriyel hastalıklar bitkilerde solgunluk, yaprak, meyve ve dallarda lekeler, yanıklık, yaş çürüklük, iletim demetlerinde kahverengileşme ve doku anormallığı oluşturan yaklaşık 400 adet bakteri türünü içermektedir. *Pseudomonas syringae*'nin 55 farklı pathovarinin kültür bitkilerinde hastalığa neden olduğu rapor edilmiştir. Bitkilerde hastalık oluşturan ve büyük ekonomik kayıplara neden olan patojen bakteri türleri içerisinde *Pseudomonas syringae*'nin en üst sıraya yerleştiği bildirilmiştir (Mansfield ve ark., 2012). Bu patojenik türe ait pathovarlardan biri olan *Pst* domateste Bakteriyel Benek Hastalığına neden olmaktadır. Bu patojenik tür ürettiği fitotoksinler ile farklı kültür bitkilerinde toprak üstü aksamda yanıklıklar oluşturmaktadır. (Gaignard ve Luisetti, 1993). Bu hastalık ilk kez Tayvan ve Amerika Birleşik Devletleri'nde 1933 yılında rapor edilmiş, domates üretimi yapan ülkelere ise bulaşık tohumlarla yayılmıştır (Aysan ve ark., 2005, Miller ve Jones, 2014). Bakteriyel Benek Hastalığı ülkemizde ilk defa Akdeniz kıyı şeridinde örtü altı domates yetiştiriciliğinde saptanmıştır (Saygılı, 1975; Çınar, 1977). Daha sonra Doğu Anadolu bölgesinde (Şahin, 2001) ve ticari fideliklerde varlığı bildirilmiştir (Aysan ve ark., 2004; Basım ve ark., 2004). Bu hastalık ile

mücadelede yapılması gereken ilk işlem hastaliksız tohum ve fide kullanmaktır (Horuz ve ark., 2018). Domates yetiştirilen alanlara bu patojenin girişini önlemek için gerekli kültürel önlemler alınmalı, hijyen kurallarına dikkat edilmelidir. Bakırlı preparatlar doğru zamanda ve doğru dozlarda bitkiye püskürtülmelidir.

Bitkide bakteriyel hastalıklar ile kimyasal mücadeleye alternatif mücadelede dayanıklılığı teşvik eden bitki aktivatörleri, antibakteriyel etkinliğe sahip tıbbi ve aromatik bitki uçucu yağ ve ekstraktları (Soylu ve ark., 2003; Mengüllüoğlu ve Soylu, 2012; Karabuyuk ve Aysan, 2015; Bozkurt ve ark., 2020), çinko, bakır ve gümüş nanopartiküllerin kullanımı (Şahin ve ark., 2021; Soylu ve ark., 2022) ve faydalı bakteriyel antagonist ve bitki gelişimini teşvik eden (PGPB) bakteriler (Aysan ve Çınar, 2002; Bozkurt ve Soylu, 2019; Duman ve Soylu, 2019) ile bakteriyofajlar (Cemen ve ark., 2018) yer almaktadır. Domates bakteriyel hastalıklarıyla başarılı bir şekilde mücadele sağlayabilmek için hastalık belirtileri ortaya çıktığında bakır içerikli kimyasallar ile ilaçlamalara başlanması (Goode ve Sasser, 1980), ilaçlamaların 7-14 gün aralıklarla devam ettirilmesi, özellikle yağmur ve dolu yağışlarının ardından bakır içerikli kimyasalların yeniden püskürtülmesi (Jardine ve Stephens, 1987) önerilmektedir.

Bakırlı preparatların yüksek dozda ve yanlış kullanımı sonucu bakteriyel etmenler, bitki koruma ürünlerine karşı direnç geliştirebilmekte ve bakterilerde bakıra duyarlılık azalışları görülmektedir. Amerika Birleşik Devletlerinin Kaliforniya eyaletinde Cooksey (1990) tarafından yapılan bir çalışmada, domates üretim alanlarında *Pst*'nin bakırlı preparatlara direnç kazanmış popülasyonları saptanmış ve bu hastalığın mücadelesinde bakır içerikli kimyasalların etkinliğinin azaldığı bildirilmiştir. Farklı bir çalışmada ise *Pst* popülasyonlarında bakıra direncin kaynağının plasmid olduğu rapor edilmiştir (Bender ve Cooksey, 1987).

Bitki patojeni bu mikroorganizmalar bakırlı preparatların yanlış dozda uygulanması sonucunda adaptasyon şeklinde bakırlı preparatlara direnç geliştirmiş ise bu olay mikroorganizmanın genlerinden

Adana'da Domatesten İzole Edilen *Pseudomonas syringae* pv. tomato İzolatlarının Bazı Bakırlı Pestisitlere Duyarlılıklarının Araştırılması

kaynaklanmadığı için uygun dozda bakır kullanımı ile zamanla bakteri tekrar bakıra duyarlılık kazanabilmektedir. Ancak yanlış dozlarda ve yoğun olarak yapılan kimyasal uygulaması patojenik mikroorganizmanın genlerinde değişime neden olmuşsa, bakterinin yeniden bakırlı preparatlara duyarlı hale gelmesi söz konusu değildir. *Pst*'de bakırlı preparatlara duyarlılık azalışının plazmidlerde bulunan genlerle kontrol edildiği farklı yıllarda yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir (Bender ve Cooksey, 1987; Bondarczuk ve Piotrowska-Seget, 2013; Lamichhane ve ark., 2018).

Adana ili, Karataş ilçesinde açık alanda gerçekleştirilen domates yetiştiriciliğinde bu hastalığın yakın zamanda üreticinin temel problemlerinden biri olduğu saptanmıştır. Yetiştiriciler kimyasal olarak bakır içerikli bitki koruma ürünlerini püskürttüklerinde hastalığın istenilen şekilde baskılanmadığını bildirmektedirler. Bu durumda iki olasılık değerlendirilebilir. (1) yetiştiriciler bu etmen ile mücadelede bakırlı bitki koruma ürünlerini doğru zamanda püskürtmemiştir veya (2) bu üretim alanlarında *Pst* bakırlı preparatlara karşı direnç oluşturmuştur.

Bu çalışmada Adana ili, Karataş ilçesinde kimyasal ilaçlamalardan beklenen etkinlikleri alamadıkları beyanında bulunan üreticilerin tarlalarından izole edilen *Pst* izolatlarıyla yapılan denemelerde bitki gelişim düzenleyici Harpin proteini ile bakır sülfat, bakır oksiklorür bakır hidroksit ve bakır+Mancozeb içerikli kimyasalların patojeni baskılama yeteneği *in vitro* ve *in vivo* şartlarda incelenmiştir. Ayrıca, çalışma sonucunda elde edilen veriler kullanılarak hastalık yönetiminde etkin olarak kullanılacak mücadele stratejilerini ortaya koymak hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Adana ili, Karataş ilçesinde hasta domates tarlalarından elde edilen *Pst* izolatları, Gentar tohumculuğa (Seyhan, Adana) ait 2115 çeşidi domates fideleri, %1 harpin proteini içeren Messenger (Plant Healty Care) isimli ticari preparat, Bakır Sülfat, Bakır Oksiklorür, Bakır Hidroksit ve Bakır+Mancozeb içeren Bitki Koruma Ürünleri ile *Pseudomonas* Agar F besi yeri (10 gr Protose Pepton, 10 gr Tryptone, 10 ml Gliserin, 1.5 gr K₂HPO₄, 1.5 gr MgSO₄

7H₂O, 15 gr Agar 1000 ml distile su) çalışmada kullanılmıştır.

Hasta Bitkilerden Patojenik Mikroorganizmanın Eldesi

Çalışma alanı Adana iline bağlı Karataş ilçesinde bulunan hasta domates üretim alanlarıdır. Her yıl bakırlı preparatlarla ilaçlama yapmalarına rağmen Bakteriyel Benek Hastalığı ile etkili bir şekilde mücadele edemediğini bildiren dört adet üreticiye ait tarlalardan Mayıs ayında hasta bitki örnekleri toplanmıştır. Hasta bitki örnekleri gazete kâğıdına sarıldıktan sonra Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü, Bakteriyoloji laboratuvarına ulaştırılmıştır. Laboratuvara getirilen örneklerden hastalıklı ve sağlıklı doku parçalarını içerecek şekilde 1-2 cm'lik izolasyon örnekleri alınmıştır. Örnekler alkol (%70) ile yüzeyden dezenfekte edilmiş, ardından temiz bir havanda ezilmiş ve steril su eklenerek homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenat 15 dakika bekletildikten sonra, steril kabinde *Pseudomonas* Agar F besi yeri üç çizgi ekim metodu kullanılarak izolasyon yapılmıştır. Petriler bakteri kolonilerinin gelişimini sağlamak için 25°C'de 48 saat inkübatörde tutulmuştur. *Pseudomonas* Agar F besi yeri dominant olarak gelişim gösteren ve fluoressan pigmentasyona sahip bakteri kolonileri seçilip saflaştırılmıştır (Lelliot ve Stead, 1987; Schaad, 2001; Saygılı ve ark., 2006).

Patojenite Testi

Patojenite testlerinde kullanılmak üzere saf *Pst* izolatları *Pseudomonas* Agar F besi yeri de taze olarak geliştirilmiş ve saf suyla süspansiyonlar (A₆₀₀: 0.2 yaklaşık 10⁸ hücre/ml) hazırlanmıştır. İnokulasyon için süspansiyonlar plastik el pülverizatörü yardımı ile her izolat için iki adet domates bitkisinin alt yapraklarına püskürtülmüş ve domates fidelerine patojen bulaştırılmıştır. İklim odasında tutulan inokule edilmiş bitkiler günlük olarak incelenmiştir. Patojenite işleminden yaklaşık 10 gün sonra, domates yeşil aksamında tipik hastalık belirtisi olan kloroz ve nekroz belirtisi gösteren bitkilerden geriye izolasyonlar gerçekleştirilmiştir. Ayrıca izolatların patojenite özellikleri fasulye ve limon meyvelerinde de testlenmiştir (Lelliot ve Stead, 1987; Schaad, 2001; Saygılı ve ark., 2006).

Adana'da Domatesten İzole Edilen *Pseudomonas syringae* pv. tomato İzolatlarının Bazı Bakırlı Pestisitlere Duyarlılıklarının Araştırılması

Bakteri İzolatlarının Biyokimyasal Testlerle Tanınması

Patojenite testleri tamamlanan *Pst* popülasyonlarının LOPAT karakterleri Lelliot ve Stead (1987)'e göre yapılmıştır. Survey yapılan tarlalardan elde edilen izolatlardan birer adet seçilmiş ve çalışmada dört adet patojenik bakteri izolatuvarı kullanılmıştır.

Bakırlı Preparatların *In vitro* Koşullarda *Pst*'ye Antibakteriyel Etkisinin Belirlenmesi

İzolatların bakırlı preparatlara karşı duyarlılık düzeylerinin belirlenmesinde Mirik ve ark., (2007)'nin önerdiği metot kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan Harpin proteini ve bakırlı preparatlar 0.22 µm çaplı filtreden geçirilerek soğuk sterilizasyon yöntemi ile steril edilmiştir. *Pseudomonas* Agar F besi yeri 100'er ml olarak taze hazırlanmış ve 50°C'ye ayarlanmış su banyosunda 2 saat bekletilmiştir. Ardından beş farklı bakır sülfat (cupric sulfate, Merck) dozu (30, 60, 90, 120 ve 150 µg/ml) besi yerlerine ilave edilmiştir. Farklı dozlarda bakır sülfat içeren petrilere 48 saat geliştirilen 10⁸ hücre/ml yoğunluktaki *Pst* süspansiyonlarından 100'er µl yayılmıştır. Kontrol uygulaması olarak bakır sülfat içermeyen, *Pseudomonas* Agar F besi yerine yayılan *Pst* kültürü kullanılmıştır (Öztürk ve Soylu, 2022). Çalışmada farklı bakır dozları için 10 tekrar olacak şekilde besi yeri kullanılmıştır. Petrilere 25°C'de inkübe edilmiş, kontrol uygulamasında bakteri kolonilerinin gelişimi gözlemlendiğinde uygulama yapılan petrilere incelenerek değerlendirme *Pst* popülasyonunun besi yerinde gelişip gelişmemesine göre yapılmıştır. Ayrıca ticari olarak üretilen Harpin proteini (15 gr/da), Bakır sülfat (150 ml/100 l su), Bakır oksiklorür (300 g/100 l su), Bakır hidroksit (250 g/da) ve Bakır+Mancozeb (300 g/100 l su)'in önerilen dozlarının yukarıda detaylı olarak açıklanan yöntem kullanılarak laboratuvar şartlarında patojen gelişimine olan etkisi araştırılmıştır. Bu yolla ticari preparatların laboratuvar koşullarında patojen gelişimine olan etkisi ortaya konulmuştur.

Bakırlı Preparatların *In vivo* Koşullarda *Pst*'ye Etkisinin Belirlenmesi

Çalışmanın bu kısmında bakır içeren ticari bitki koruma ürünlerinin domates Bakteriyel Benek Hastalığını engelleme oranlarının belirlenmesi

hedeflenmiştir. Kullanılan Harpin proteini (15 gr/da), Bakır sülfat (150 ml/100 l su), Bakır oksiklorür (300 g/100 l su), Bakır hidroksit (250 g/da) ve Bakır+Mancozeb (300 g/100 l su)'in önerilen dozları domates fidelerine püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Uygulamadan bir gün sonra *Pst*'nin bölge izolatuvarı kullanılarak hazırlanan 10⁸ hücre/ml yoğunluktaki süspansiyon, uygulama yapılmış yapraklara püskürtülmüştür. Pozitif kontrol amacıyla bitkilere sadece patojenik mikroorganizma, negatif kontrol olarak ise steril su püskürtülmüştür. Her uygulama iki domates fidesi içeren 5 tekerrürlü olarak yapılmış, toplamda 70 adet domates fidesi ile çalışılmıştır. Denemeler Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümüne ait ısıtmasız cam serada yürütülmüştür. Pozitif kontrol uygulamasında tipik hastalık belirtileri olan yaprakta kloroz ve nekrozlar gözlemlendiğinde Karabüyük (2018) tarafından geliştirilen 0-5 skalası (0: hastalık belirtisi yok; 1: yaprak alanının %1-15 lekeli; 2: yaprak alanının %16-30 lekeli; 3: yaprak alanının %31-45 lekeli; 4: yaprak alanının %46-60 lekeli; 5: yaprak alanının %61'den fazlası lekeli) kullanılarak bitkiler değerlendirilmiştir. Abbott formülü kullanılarak uygulamaların etkinliği, pozitif kontrol ile karşılaştırılarak hesaplanmıştır. Skala değerlerinin hastalık şiddetine dönüştürülmesinde Tawsend-Heuberger formülünden faydalanılmıştır (Karman, 1971). İstatistiksel analizlerde, uygulamalar arasındaki farkların hesaplanmasında Anova istatistik programında, LSD çoklu karşılaştırma testi P<0.05 önem düzeyinde kullanılmıştır. Aynı istatistiksel grupta yer alan uygulamalar aynı harfle işaretlenerek sonuçlar yorumlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Hasta Bitkilerden Patojenik Mikroorganizmanın Eldesi

Adana ili, Karataş ilçesinde tarla domatesi yetiştiriciliği yapılan alanlarda yürütülen surveylerde, yetiştiriciler her yıl bu hastalığın tarlalarında ortaya çıktığını, belirtileri gördüklerini, fide dikiminden hasata kadar olan dönemde en az üç kere bakırlı bitki koruma ürünlerini yeşil aksama püskürtmelerine rağmen kimyasalların mücadelede yetersiz olduğunu

Adana'da Domatesten İzole Edilen *Pseudomonas syringae* pv. tomato İzolatlarının Bazı Bakırlı Pestisitlere Duyarlılıklarının Araştırılması

ifade etmişlerdir. Üreticiler, fidelerini kendileri yetiştirmediklerini, ticari fideliklerden satın aldıklarını bildirmişlerdir. Bu yörede yaygın domates çeşidi olarak 5656'yı tercih ettiklerini, fideleri tarlaya aktarmadan önce hastalık belirtilerini yönünden herhangi bir inceleme yapmadıklarını beyan etmişlerdir. Tercih ettikleri bakırlı bitki koruma ürünlerini ilaç bayilerinden satın aldıklarını ve genellikle ucuz olan ürünü tercih ettiklerini belirtmişlerdir. İnceleme yapılan tarlalarda hastalığın düzenli olarak sıra boyunca ilerlemediği, üretim alanının değişik noktalarında ortaya çıktığı gözlenmiştir. Etkilenmiş domateslerin yaprak uçlarında şerit halinde yanıklık belirtileri, yeşil aksamda kloroz ve nekroz şeklinde lekeler gözlenmiş, bazı bitkilerde ise nekrotik alanların bir araya gelerek geniş nekrozlara sebep olduğu belirlenmiştir. Domates bitkilerinde sözü edilen bu hastalık belirtilerini gözlenen ve bakırlı kimyasalların yetersiz olduğu belirtilen dört tarladan toplanan hasta bitki örneklerinden 12 adet *Pst* izolatı elde edilmiştir.

Patojenite Testi

Domates fidelerinde gerçekleştirilen patojenite işlemlerinde bulaştırmadan 10 gün sonra tüm izolatlar, domates yeşil aksamında kloroz ile birlikte nekroz belirtisi oluşturmuş ve patojen oldukları saptanmıştır. Gerçekleştirilen re-izolasyonlar sonucunda 24 adet *Pst* re-izolatı elde edilmiştir. Limon ve fasulye meyvelerinde yapılan patojenite testlerinde ise hiçbir izolatın hastalık belirtisi oluşturmadığı gözlenmiş ve izolatların *Pst* olduğu teyit edilmiştir.

Bakteri İzolatlarının Biyokimyasal Testlerle Tanınması

Hastalık belirtisi gözlenen dört domates tarlasından elde edilen virülensliği yüksek, birer adet re-izolat tanı çalışmalarında kullanılmıştır. Re-izolatların tamamı *Pseudomonas* Agar F besi yerinde fluoresan tipte koloniler üretmiştir. Re-izolatların oksidaz reaksiyonu, patatete pektolitik aktivite ve arginin dehidrolaz testlerinin negatif, levan oluşumu ile tütünde aşırı duyarlılık reaksiyonu testlerinin pozitif sonuç verdiği belirlenmiştir. İzolatların LOPAT özelliklerinin *Pst* ile uyumlu olduğu saptanmıştır.

Bakırlı Preparatların *In vitro* Koşullarda *Pst*'ye Etkisinin Belirlenmesi

Beş farklı (30, 60, 90, 120 ve 150 µg/ml) bakır sülfat dozunun, dört farklı üretim alanından izole edilen *Pst* popülasyonuna etkisi belirlenmiştir. Yapılan çalışmada 30, 60 ve 90 µg/ml dozlarda bakır sülfat eklenen besi yerlerinde tüm izolatların geliştiği gözlenmiştir. Buna karşın 120 ve 150 µg/ml dozlarında bakır sülfat içeren besi yerlerinde ise hiçbir izolatın gelişmediği saptanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı bakır sülfat dozlarının *in vitro* koşullarda *Pst* gelişimine etkisi

Bakır sülfat Dozları	Bakteri İzolatları			
	1-Tarla	2-Tarla	3-Tarla	4-Tarla
30 µg/ml	+	+	+	+
60 µg/ml	+	+	+	+
90 µg/ml	+	+	+	+
120 µg/m	-	-	-	-
150 µg/m	-	-	-	-

-: bakteriyel gelişim yok +: bakteriyel gelişim var

Çizelge 2'de görüldüğü gibi %1 Harpin proteini ve ticari olarak kullanılan bakırlı bitki koruma ürünlerinin (Bakır sülfat, Bakır oksiklorür, Bakır hidroksit ve Bakır + Mancozeb) önerilen dozlarını içeren besi yerinde *Pst*'nin gelişme potansiyeli incelendiğinde patojenik mikroorganizma gelişimi sadece harpin proteini içeren petrilere gözlenmiştir.

Çizelge 2. Farklı kimyasalların *in vitro* koşullarda *Pst* gelişimine etkisi

Bakırlı Preparatlar	Bakteri İzolatları			
	1-Tarla	2-Tarla	3-Tarla	4-Tarla
Harpin Proteini	+	+	+	+
Bakır Sülfat	-	-	-	-
Bakır Oksiklorür	-	-	-	-
Bakır Hidroksit	-	-	-	-
Bakır + Mancozeb	-	-	-	-

-: bakteriyel gelişim yok +: bakteriyel gelişim var

Bakır sülfat içeren besi yerinde *Pst* popülasyonu birkaç koloni de olsa zayıf olarak gelişirken, Harpin proteini içeren besi yerinde patojen popülasyonunun gelişimi, kontrol petrilere kadar yoğun olarak saptanmıştır.

Bakırlı Preparatların *In vivo* Koşullarda *Pst*'ye Etkisinin Belirlenmesi

Adana ili, Karataş ilçesinde üreticiler tarafından bakırlı bitki koruma ürünlerinin etkisiz olduğu

Adana'da Domatesten İzole Edilen *Pseudomonas syringae* pv. tomato İzolatlarının Bazı Bakırlı Pestisitlere Duyarlılıklarının Araştırılması

beyan edilen domates alanından elde edilen *Pst* izolatı kullanılarak cam serada saksı çalışmaları yürütülmüştür. Yapılan çalışmada ticari olarak kullanılan bakırlı bitki koruma ürünleri (Bakır sülfat, Bakır oksiklorür, Bakır hidroksit ve Bakır+Mancozeb) Harpin proteini içeren preparatlar tavsiye edilen dozlarda sera koşullarında hastalık çıkışı %53.3 ile %86.9 arasında değişen oranlarda baskıladığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda uygulamaların pozitif kontrolden farklı olduğu saptanmış ve etkili uygulamalar olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 3. Bakteriyel Benek Hastalığının çıkışı üzerine farklı kimyasalların tavsiye dozlarında antibakteriyel etkisi

Uygulamalar ve Dozları	Skala Değeri Ortalaması	Etki (%)
Harpin Proteini (15 gr/da)	1.9 ^{d*}	53.3
Bakır Sülfat (150 ml/100 l su)	0.5 ^a	86.9
Bakır Oksiklorür (300 g/100 l su)	0.7 ^a	83.6
Bakır Hidroksit (250 g/da)	1.2 ^c	71.3
Bakır + Mancozeb (300 g/100 l su)	0.8 ^b	81.1
Pozitif Kontrol	4.1 ^e	-

*LSD (0.05) testine göre sütun içerisinde farklı harfi içeren ortalamalar birbirinden farklı bulunmuştur.

Pozitif kontrol olarak kullanılan domates bitkilerinde ortalama skala değerinin 4.1 olduğu tespit edilmiş ve istatistiksel değerlendirmede bu uygulama tek bir grup olarak yer almıştır. Bakır sülfat uygulaması en başarılı uygulama olarak saptanmış ve hastalık %86.9 düzeyinde engellemiştir. İkinci en etkili preparat olan Bakır Oksiklorür %83.6 oranında başarı göstermiştir. Bu iki uygulama istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almıştır. Bakır+Mancozeb uygulaması hastalık gelişimini %81.1 oranında engelleyen başarılı bir diğer uygulama olup istatistiksel olarak ayrı bir grup oluşturmuştur. Bakır hidroksit uygulamasında ise hastalık gelişiminin %71.3 düzeyinde engellendiği gözlenmiş, bu kimyasal da farklı bir istatistiksel grup içerisinde yer almıştır. Harpin Proteini uygulaması en düşük etki gösteren uygulama

olup sadece %53.3 oranında hastalık gelişimini baskılamıştır.

Amerika Birleşik Devletlerinin Kaliforniya eyaletinde domates yetiştiriciliğinde problem olan Bakteriyel Benek Hastalığı etmeni *Pst*'nin bakıra dirençli izolatları saptanmıştır (Cooksey 1990). Farklı bir araştırmada ise Pernezny ve ark., (1995) yaptıkları çalışmada, hastalık belirtisi gösteren domates bitkilerinden elde edilen 28 adet *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* ve 89 adet *Pst* izolatının bakıra direnç geliştirdiğini ortaya koymuşlardır. Bu direnç problemi nedeniyle Florida'da bir domates üretim sezonunda ortalama 15 kez bakırlı bitki koruma ürünleri ile püskürtme yapılırken bu sayının direnç problemi olmayan Doğu Avrupa Ülkelerinde (Slovakya ve Çek Cumhuriyeti) sadece iki veya üç olduğu bildirilmiştir.

Sonuç

Tarımsal üretimde en önemli sorunlardan biri olan bitki koruma problemleri tarımsal ürünlerin kalitesinde ve miktarında azalmaya neden olan olmaktadır. Açık alanda ve serada yapılan domates yetiştiriciliğinde en önemli bitki koruma sorunlarından biri olan bakteriyel hastalıklar ile mücadelede, hastalık etmeni mikroorganizma yetiştiriciliğinin yapıldığı yerlere gelmeden önce gerekli tedbirler alınmalıdır. Bunlar arasında devlet eliyle gerçekleştirilen karantina işlemlerinin uygulanması, sağlıklı tohum/fide kullanımı kültürel işlemler yapılırken bitkiyi daha az yaralamak, genel hijyen kurallarının doğru bir şekilde uygulamasını sağlamak önemli kriterlerden bazılarıdır. Hastalık oluşturan patojenik mikroorganizmalar yetiştiricilik alanına bulaşmış ve bitkide sistemik olarak yayılmayan bir etmen ise bakırlı bitki koruma ürünleri başarıyla uygulanabilmektedir. Domateste *Pst*'nin sebep Bakteriyel Benek Hastalığının mücadelesinde yetiştiriciler, bakır içerikli bitki koruma ürünlerini etkili bir şekilde kullanmaktadırlar. Bakırlı bitki koruma ürünlerinin yüksek dozlarda ve hatalı uygulanması sonucu bakteriyel etmenlerin bu preparatlara direnç oluşturabildiği ve buna bağlı olarak bakırlı kimyasallara duyarlılıkta azalışlar saptandığı ülkemizde (Benlioğlu ve Benlioğlu,

Adana'da Domatesten İzole Edilen *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* İzolatlarının Bazı Bakırlı Pestisitlere Duyarlılıklarının Araştırılması

1998) ve dünyada (Cooksey, 1990; McLeod ve ark., 2017; Pernezny ve ark., 1995) farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Son yıllarda domates Bakteriyel Benek Hastalığının Adana iline bağlı Karataş ilçesinde açık alanda yetiştirilen domateslerde büyük sorun oluşturduğuna dair şikâyetler tarafımıza ulaşmıştır. Üreticiler farklı bakırlı bitki koruma ürünleri kullansalar bile bu hastalığı etkili şekilde engelleyemediklerini bildirmektedirler. Üreticilerin bu hastalık ile mücadelede bakır içerikli kimyasalları gerektiği zamanda püskürtüp püskürtmedikleri veya bu yetiştiricilik alanında patojen bakterinin bakırlı kimyasallara karşı direnç oluşturma durumu bu çalışmada ortaya konulmuştur. Adana iline bağlı Karataş ilçesindeki domates tarlalarından elde edilen patojen bakteriyle gerçekleştirilen çalışmada Harpin proteini, Bakır sülfat, Bakır oksiklorür, Bakır hidroksit ve Bakır+Mancozeb'in Bakteriyel Benek Hastalığının mücadelesinde başarıyla kullanılabilceği saptanmıştır. Yapılan çalışma çerçevesinde bu yörede bakırlı preparatlara karşı *Pst*'nin direnç geliştirmesi ile ilgili herhangi bir bulgu tespit edilmemiştir. Domates yetiştiricilerinin Bakteriyel Benek Hastalığı ile mücadelede, muhtemel optimum kimyasal püskürtme zamanını doğru ayarlayamadığı düşünülmektedir. Yapılan farklı bir araştırmada ise bizim bulgularımızın aksine 33 adet *Pst* izolatının tamamının 4.8 gr/l bakıra dirençli olduğu saptanmıştır. Aynı çalışmada izolatların bakır içerikli kimyasalların daha yüksek dozlarına da farklı düzeylerde dayanıklılık geliştirdiği rapor edilmiştir (Benlioğlu ve Benlioğlu, 1998). Çalışmamızın üretici şikâyetleri olan domates tarlalarından elde edilen izolatlarla yapılmış olması nedeni ile farklı bulgular elde edilmiş olabileceği göz önünde tutulmalıdır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, çok daha fazla sayıda tarladan izole edilecek bakteriler kullanılarak bu konu daha detaylı araştırılabilir.

Kaynaklar

- Anonymous, (2022) Food Balances <https://www.fao.org/faostat/en>. Erişim tarihi: 12.01.2023
- Aysan, Y., Çınar, Ö. (2002) Tohum kökenli *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'ya karşı antagonistlerin etkisi. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi. 4-7 Eylül, Erzurum.
- Aysan, Y., Mirik, M., Sahin, F., Çetinkaya-Yıldız, R. (2004) Outbreak of Bacterial Speck Disease in a Nursery in The Eastern Mediterranean Region of Turkey. 3 rd Balkan Symposium on Vegetables & Potatoes, 6-10 September, 2004, Bursa Turkey. Acta Horticulturae 729: 441-443.
- Aysan, Y., Saygılı, H., Şahin F. Çetinkaya-Yıldız, R. (2005) Present status of Bacterial Stem Rot on tomato in Turkey. Acta Hort. (ISHS) 695: 97-100.
- Basim H., Basim E., Yılmaz S., Dickstein E.R., Jones J.B. (2004) An outbreak of bacterial speck caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* on tomato transplants grown in commercial seedling companies located in the Western Mediterranean Region of Turkey. Plant Disease, 88 (9):1050.
- Bender, C.L., Cooksey, D.A. (1987) Molecular Cloning Of Copper Resistance Genes from *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Journal of. Bacteriology. 169:470-474.
- Benlioğlu, K., Benlioğlu, S. (1998) *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'ya karşı bakır dayanıklılığı üzerinde araştırmalar. 8. Türkiye Fitopatoloji Kongresi.21-25 Eylül, Ankara.
- Bondarczuk, K., Piotrowska-Seget, Z. (2013) Molecular basis of active copper resistance mechanisms in Gram-negative bacteria. Cell Biology Toxicology (2013) 29:397-405.
- Bozkurt, İ.A., Soylu S. (2019) Elma kök uru hastalığı etmeni *Rhizobium radiobacter*'e karşı epifit ve endofit bakteri izolatlarının antagonistik potansiyellerinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 16: 348-361.
- Bozkurt, İ.A., Soylu, S., Kara, M., Soylu, E.M. (2020) Chemical Composition and

Adana'da Domatesten İzole Edilen *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* İzolatlarının Bazı Bakırlı Pestisitlere Duyarlılıklarının Araştırılması

- Antibacterial Activity of Essential Oils Isolated from Medicinal Plants against Gall Forming Plant Pathogenic Bacterial Disease Agents. KSU Tarım ve Doğa Dergisi, 23: 1474-1482.
- Cemen, A., Saygili, H., Horuz, S., Aysan, Y. (2018) Potential of bacteriophages to control bacterial speck of tomato (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*). Fresenius Environmental Bulletin 27 (12A): 9366-9373.
- Cooksey, D.A. (1990) Genetics of bactericide resistance in plant pathogenic bacteria. Annual Review of Phytopathol. 1990. 28:201-209
- Çınar, Ö. (1977) Doğu Akdeniz Bölgesi domateslerinde görülen bakteriyel kara leke hastalığı etmeni (*Pseudomonas tomato* Okabe)'nin biyokimyasal yöntemlerle tanımı. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yıllığı 8 (4) 288-296.
- Duman, K., Soylu, S. (2019). Characterization of plant growth-promoting traits and antagonistic potentials of endophytic bacteria from bean plants against *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. Bitki Koruma Bülteni, 59: 59-69.
- Gaignard, J.L., Luisetti, J. (1993) *Pseudomonas syringae*, bactérie épiphyte, glaçogène et pathogène. Agronomie 13: 333-370. DOI: 10.1051/agro:19930501
- Goode, D.J., Sasser, M. (1980) Prevention the key to controlling bacterial spot and bacterial speck of tomato. Plant Dis. 64:831-834
- Horuz, S., Ocal, A., Aysan, Y. (2018) Efficacy of hot water and chemical seed treatments on bacterial speck of tomato in Turkey. FEB-Fresenius Environmental Bulletin 27 (5) 3185-3190.
- Jardine, D.J., Stephens, C.T. (1987) A predictive system for timing applications of chemical by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Phytopathology 77:823-827.
- Karabüyük, F. (2018) Bitki Ekstraktlarının Domates Bakteriyel Hastalık Etmenlerine Antimikrobiyal Etkilerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı.
- Karabuyuk, F., Aysan, Y. (2015) Antibacterial Effects of Plant Extracts on Tomato Bacterial Diseases (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Xanthomonas vesicatoria* and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*). 1st International Congress On Applied Biological Sciences, 16-20 September 2015 Üsküp (Makedonya). Abstracts Book page 81.
- Karman, M. (1971) Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler, Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. Bölge Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü, İzmir-Bornova, 279.
- Lamichhane, J.R., Osdaghi, E., Behlau, F., Köhl, J., Jones, J.B., Aubertot, J.N. (2018) Thirteen decades of antimicrobial copper compounds applied in agriculture. Agronomy for Sustainable Development (2018) 38: 28 <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0503-9>.
- Lelliot, R.A., Stead, D.E., (1987) Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. Blackwell Scientific Publications, Oxford. Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. 1987 pp. 216.
- Mansfield, J., Genin, S., Magori, S., Citovsky, V., Sriariyanum, M., Ronald, P., Dow, M., Verdier, V., Beer, S.V., Machado, M.A, Toth, I., Salmond, G., Foster, G.D. (2012) Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology 2012 Aug;13(6):614-29. doi: 10.1111/j.1364-3703.2012.00804.x.
- McLeod, A., Masimba, T., Jensen, T., Serfontein, K., Coertze, S. (2017) Evaluating spray programs for managing copper resistant *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* populations on tomato in the Limpopo region of South Africa. Pages 32-42.
- Mengulluoglu, M., Soylu S. (2012). Antibacterial activities of essential oils from several medicinal plants against the seed-borne bacterial disease agent *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Research on Crops, 13: 641-646.

Adana'da Domatesten İzole Edilen *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* İzolatlarının Bazı Bakırlı Pestisitlere Duyarlılıklarının Araştırılması

- Miller, S.A., and Jones, J.B. (2014) Bacterial Speck. (J.B Jones, T.A Zitter, T.M. Momol and S.A. Miller, Edition) In: Compendium of Tomato Diseases and Pests, Second Edition, The American Phytopathological Society, 54-55p.
- Mirik, M., Aysan, Y., Özden, Ç., 2007. Copper Resistant Strains of *Xanthomonas axonopodis* pv *vesicatoria* Doidge Dye in Eastern Mediterranean Region in Turkey, Journal of Plant pathology, vol. 89, pp. 153-154.
- Öztürk, M., Soylu, S. (2022) A new disease of strawberry, bacterial blight caused by *Erwinia amylovora* in Turkey. Journal of Plant Pathology, 104: 269-280.
- Pernezny, K., Kúdela, V., Kokošková, B., Hládká, I. (1995) Bacterial diseases of tomato in the Czech and Slovak Republics and lack of streptomycin resistance among copper-tolerant bacterial strains. Crop Prot., 14(4), 267-270. doi:10.1016/0261-2194(94)00010-6.
- Sahin, F., (2001) Severe outbreak of bacterial speck caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, on field-grown tomatoes in eastern Anatolia region of Turkey, Plant Pathology, 50 (6), 799.
- Saygılı, H., (1975) Investigation on new bacterial disease of tomatoes in Ege, The Journal of Turkish Phytopathology, 4: 83-88.
- Saygılı, H., Şahin, F., Aysan Y. (2006) Fitobakteriyoloji. Meta Basım Matbaacılık, İzmir, 530s.
- Schaad, N.W., Jones, J.B., Chun. W. (2001). Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. Third Edition. Pg. 373.
- Soylu, S., Baysal, Ö., Soylu, E.M. (2003) Induction of disease resistance by the plant activator, acibenzolar-s-methyl (ASM), against bacterial canker (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) in tomato seedlings. Plant Science 165, 1069-1075.
- Soylu, S., Kara, M., Türkmen, M., Şahin, B. (2022) Synergistic effect of *Foeniculum vulgare* essential oil on the antibacterial activities of Ag- and Cu-substituted ZnO nanorods (ZnO-NRs) against food, human and plant pathogenic bacterial disease agents. Inorganic Chemistry Communications, 146, 110103.
- Şahin, B., Soylu, S., Kara, M., Türkmen, M., Aydın, R., Çetin, H. (2021) Superior antibacterial activity against seed-borne plant bacterial disease agents and enhanced physical properties of novel green synthesized nanostructured ZnO using *Thymbra spicata* plant extract. Ceramics International, 47, 341-350.



Araştırma Makalesi

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı

Ali ENDES^{1*}

ÖZ

Bu çalışma, Yozgat, Kırıkkale ve Kırşehir illerinde nohut üretim alanlarında kök çürüklük ve solgunluk hastalığının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Toplam 139 farklı tarladan yapılan örnekleme her üç il için, hastalık bulunma (Yozgat %22.9; Kırıkkale %19.6; Kırşehir %10.5) ve şiddet (Yozgat %19.0; Kırıkkale %15.5; Kırşehir %12.8) oranlarının birbirleriyle uyumlu olduğu saptanmıştır. Hastalıklı nohutlardan *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Rhizoctonia bataticola* (*Macrophomina phaseolina*) ve *R. solani* izole edilmiştir. *F. oxysporum* en yaygın izole edilen fungal tür olarak tespit edilmiştir. Yozgat'tan elde edilen *F. oxysporum* izolatları Kırşehir izolatları ile genetiksel olarak daha benzer ve *F. oxysporum*'un Yozgat izolatlarının Kırıkkale ve Kırşehir izolatlarına göre daha virulent olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Fusarium oxysporum*, Hastalık şiddeti, Filogeni, Morfoloji, Patojenisite

Occurrence and Distribution of Chickpea Root Rot and Wilt Disease in Yozgat Kırşehir and Kırıkkale Provinces

ABSTRACT

A total of 139 different fields were sampled to determine root rot and wilt disease parameters in chickpea production areas in Yozgat, Kırıkkale and Kırşehir. For all three provinces, disease incidence (Yozgat 22.9%; Kırıkkale 19.6%; Kırşehir 10.5%) and severity (Yozgat 19.0%; Kırıkkale 15.5%; Kırşehir 12.8%) rates were consistent with each other. *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Rhizoctonia bataticola* (*Macrophomina phaseolina*) and *R. solani* were isolated from diseased chickpeas. *F. oxysporum* was the most commonly isolated fungal species. *F. oxysporum* isolates obtained from Yozgat were genetically more similar to Kırşehir isolates and Yozgat isolates of *F. oxysporum* were more virulent than Kırıkkale and Kırşehir isolates.

Keywords: *Fusarium. oxysporum*, Disease severity, Phylogeny, Morphology, Pathogenicity

ORCID ID

0000-0003-4815-5864

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 13.09.2023

Kabul Tarihi: 16.11.2023

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Erdoğan Akdağ Kampüsü, 66900, Yozgat, Türkiye

* E-posta: ali.endes@yobu.edu.tr

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı

Giriş

Nohut (*Cicer arietinum* L.) Leguminosae (Fabaceae) familyasının Faboideae alt familyasına ait bir baklagildir. Nohut baklagiller içerisinde iyi bir protein kaynağı olarak insanoglunun sağlıklı beslenmesi, yoksulluğu ve açlığı azaltma ve ekosistem dengesini koruma gibi özellikleri nedeniyle dünya ekonomisinde büyük bir öneme sahiptir (Pande ve ark., 2005). Dünyada 2021 yılı verilerine göre nohudun ekiliş alanı 15.004.885 ha, üretim miktarı ise 15.871.845 ton olup üretimin çoğunluğu gelişmekte olan ülkelere aittir (Faostat, 2021). 481.667 ha nohut ekim alanı ve 475.000 ton nohut üretim miktarı ile Türkiye, Hindistan, Avustralya ve Etiyopya'dan sonra dördüncü sırada yer almaktadır (Faostat, 2021).

Nohut ekim alanlarında verim kayıplarına yol açan biyotik ve abiyotik stres faktörleri bulunmaktadır (Yimer ve ark., 2018). Nohut verimini etkileyen stres faktörlerini; hastalıklar (%45), kuraklık (%30), yüksek sıcaklık (%6.25), don (%6.25), böcek zararı (%6.25) ve diğer (%6.25) stres faktörleri olarak sıralamak mümkündür (Singh ve ark., 1998; Arıcı ve Seven, 2018). Biyotik stres faktörlerinden kaynaklanan kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığı, uygun iklim koşullarında, nohutta %10 ile %100 arasında ürün kayıplarına neden olabilmektedir (Yıldırım ve Güldür, 2019). Bu hastalıktan etkilenen bitkiler, kök ve kök boğazı çürüklüklerinden dolayı öbek öbek sararmakta ve ilerleyen süreçte bu bitkilerde kurumalara bağlı olarak bitki ölümleri gerçekleşmektedir (Haware ve ark., 1992). Hastalığa hassas çeşitlerde, ekimden sonra 25 gün içerisinde erken solgunluk başlar ve yapraklarda solma, mat yeşil renk oluşumu ve kuruma görülür. Daha ileriki evrelerde bitki tamamen çöker. (Landa ve ark., 2004). Geç solgunluk belirtileri ise tohum ekimden 6 – 8 hafta sonra, çiçeklenme döneminin başlangıcında, genelde daha çok göze çarpmaktadır (Azevedo ve ark., 2017; Yimer ve ark., 2018). Geç solgunluk görülen bitkilerde, köklerin kabuk ve odun dokusunda ıslak ya da kuru siyahımsı ya da kahverengi renkli lezyonlar, yaprak ve yaprak saplarında sararma ve ilerleyen süreçte nekrotikleşme ve bitkinin tüm üst aksamında

tamamen çökme gözlenmektedir (Jiménez-Díaz ve ark., 2015; Jendoubi ve ark., 2017).

Nohutta kök çürüklüğüne ve solgunluğa neden olan en yaygın fungal patojenler arasında *Fusarium* türleri: *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. solani*, *F. avenaceum*, *F. equiseti*, *F. eumartii*, *F. proliferatum*, *F. semitectum*, *F. acuminatum*, *F. sambucinum* ve *F. redolens* bulunmaktadır. (Dolar, 1996; Mazur ve ark., 2002; Landa ve ark., 2004; Jendoubi ve ark., 2017; Armstrong-Cho ve ark., 2023). Bunlar arasında nohutta kök çürüklük/solgunluk hastalığına neden olan en yaygın türün *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (FUSACI) olduğu daha önceki çalışmalarda bildirilmiş (Jendoubi ve ark., 2017; Achari ve ark., 2023; Ozturk ve Endes, 2023) olup ilk olarak 1918 yılında Hindistan'da rapor edilmiştir (Patil ve ark., 2015).

Diğer taraftan, toprak kökenli *Rhizoctonia solani* ve *R. bataticola* etmenlerinin neden olduğu nohut kök çürüklüğü Polonya, Hindistan, Pakistan, Etiyopya ve Türkiye'de gözlenmiştir (Mazur ve ark., 2002; Bayraktar ve Dolar, 2009; Dubey ve ark., 2014; Shahjahan ve ark., 2016; Yimer ve ark., 2018). Türkiye'de *R. solani* ve *R. bataticola*'nın nohutlarda kök boğazında koyu kahverengi kök çürüklüğüne ve üst kısımlarında sararma ve solgunluğa neden olduğu Dolar (1996) ve Demirci ve ark., (1999) tarafından bildirilmiştir. Literatürde, nohutta, nadiren de olsa kök ve gövde çürümesine neden olan etmenler arasında *Verticillium dahliae*, *Sclerotinia sclerotiorum* ve *S. rolfsii*'nin de bulunabileceği belirtilmektedir (Mazur ve ark., 2002; Shahjahan ve ark., 2016; Mandal ve Dubey, 2011). *S. rolfsii*'ye karşı, nohut bitkilerinin fide döneminin daha hassas olduğu (Mandal ve Dubey, 2011), ileriki dönemlerde ise *S. sclerotiorum*'un daha önemli hale geldiği bilinmektedir (Lindbeck ve ark., 2009).

Nohutta, kök çürüklüğüne bağlı olarak solgunluk hastalığının oldukça kompleks bir yapıya sahip olduğu daha önceki çalışmalarda ortaya konulmuştur. (Yimer ve ark., 2018; Armstrong-Cho ve ark., 2023; Chilakala ve ark., 2023). Bu nedenle, nohut kök çürüklüğü ya da solgunluğu mücadelesi zor ve önemli miktarda verim kaybına neden olan en önemli hastalıklardan biridir (Haware ve ark., 1992;

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı

Landa ve ark., 2004; Jiménez-Díaz ve ark., 2015; Jendoubi ve ark., 2017). Bu hastalık ile etkili mücadele stratejilerinin geliştirilmesi ve hastalıktan kaynaklı verim kaybını en aza indirmek için, bu kompleks hastalığın erken teşhisinin yanı sıra hastalığın coğrafik dağılımı, bulunma oranı ve şiddeti hakkındaki ayrıntılı bilgiler, farklı tarımsal ekolojilerde rasyonel, entegre ve sürdürülebilir hastalık yönetimi uygulamalarını formüle etmek için bir ön koşuldur (Agris, 1997).

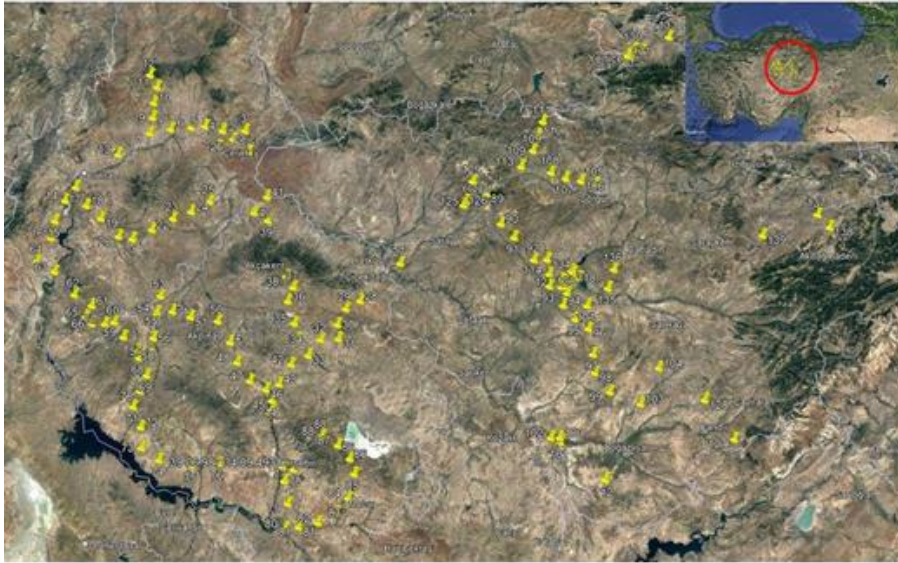
Nohut kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığının gelişimi için uygun agro – iklimsel koşullara sahip olan Türkiye’de, bu hastalığın coğrafik dağılımı, bulunma oranı ve şiddeti hakkında sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Maden, 1987; Özer ve Soran, 1991; Yücel ve Güncü, 1991; Bayraktar, 2006). Ancak bu çalışmalar, yürütülmesinden bu yana çok zaman geçtiği için bu konu ile ilgili güncel çalışmalara ihtiyaç vardır. Bununla beraber, bazı çalışmalar sadece tek bir il (bölge) düzeyinde gerçekleştirilmiştir (Dolar, 1996; Güllü, 2003). Ayrıca, Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale illerindeki nohut tarlalarında bu hastalığın epidemiyolojisi ve etiyolojisi üzerine güncel ve detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenlerden dolayı bu çalışmanın amacı; i) Türkiye nohut üretim miktarının %27’sinden daha fazlasının gerçekleştirildiği Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale

illerini kapsayan çalışma bölgesinde, nohut kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığının coğrafik dağılımını, bulunma oranını ve şiddetini belirlemek, ii) en yaygın patojenik fungal türü morfolojik ve moleküler olarak karakterize etmek, iii) bu türe ait izolatların virülenslik düzeyini tespit etmektir.

Materyal ve Metod

Survey ve Örneklem Yöntemi

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale illerinin nohut ekim alanlarında kök çürüklük ve solgunluk hastalığının yaygınlığını ve şiddetini belirlemek amacıyla 2019 yılında yapılan survey, hastalık belirtilerinin yoğun olarak görüldüğü, tohum ekiminden yaklaşık altı hafta sonra gerçekleştirilmiştir (Azevedo ve ark., 2017; Yimer ve ark., 2018). Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale illerinde nohut ekiminin yapıldığı 139 farklı tarladan örneklem yapılmıştır (Şekil 1). İncelenen ilk nohut üretim alanından sonra ana yol boyunca yaklaşık 5-10 km’de bir durularak yolun sağ ya da solundaki nohut tarlalarından örnekler alınmıştır. Duraklama noktasında seçilen tarlanın köşegenleri doğrultusunda ya da kenarından zikzaklar çizerek tarlanın ortasına doğru yürünmüş ve 1 m²’lik çerçeve rastgele olmak üzere en az üç (3) farklı noktaya atılmıştır (Ghosh ve ark., 2013; Kadam ve ark., 2018).



Şekil 1. Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale illerinde surveylerin yürütüldüğü noktaları gösteren Google Earth haritası

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı

Her 1 m²'lik çerçeve içerisinde kök çürüklüğü, yapraklarda sarılık ve bitkilerde solgunluk gibi hastalık belirtileri gösteren hasta bitkiler, çerçeve içindeki toplam bitki sayısına oranlanarak, hastalıklı bitki yüzdesi tespit edilmiştir. Her tarla için bulunan hastalık yüzdesi, o tarlanın alanı ile çarpılarak elde edilen çarpımlar toplanmıştır. Bu toplam maksimum hastalık olasılığına (incelenen toplam alan×100) bölünerek, sonuç 100 ile çarpılıp illerin ortalama hastalık yüzdesi bulunmuştur (Bora ve Karaca, 1970).

Survey yapılan her nohut tarlası için toplam bitki sayısı ve hastalıklı bitki sayısı not edilmiş; dolayısıyla her tarlanın hastalık oranı (%) tespit edilmiştir. İllerdeki survey yapılan tüm tarlalardaki hastalık yüzdesinin ortalaması alınarak hastalığın illere göre yaygınlığı bulunmuştur.

Hastalık şiddeti (HŞ)'nin hesaplanmasında, nohut tarlalarından elde edilen her bir bitki, Yimer ve ark. (2018)'nin çalışmalarında kullandıkları 1-9 hastalık skalasına göre değerlendirilmiştir. Hastalık skalasında 1=infekteli bitkinin 0 - %10'unun, 3 = %11 - %20'sinin, 5 = %21 - %30'unun, 7 = %31 - %50'sinin, 9 = %50'sinden fazlasının hastalık tarafından etkilendiğini gösteren değerlerdir. Elde edilen skala değerleri ile aşağıda belirtilen Townsend ve Heuberger (1943) formülü kullanılarak hastalık şiddeti yüzdesi hesaplanmıştır.

$$HŞ (\%) = [\sum i(n_i \times v_i) / (V \times N)] \times 100$$

Formülde: n_i = skala değerindeki bitki sayısı, v_i = skala değeri, V = En yüksek skala değeri, N = gözlem yapılan toplam bitki sayısı, i = sınıf sayısını göstermektedir.

Fungal İzolasyon

Her tarladan alınan karakteristik kök çürüklüğü ve solgunluk hastalık belirtileri gösteren 5 bitkinin köklerinden ve/veya kök boğazlarından 1-5 cm uzunluğunda elde edilen enfekteli bitki doku parçaları önce çeşme suyunda yıkanarak kaba artıkları temizlenmiştir. Sonra, bu büyük bitki parçalarından enfekteli ve sağlıklı kısımlar bir arada olacak şekilde 5-10 mm uzunluğunda daha küçük parçalar elde edilmiştir. Bu parçalar ilk olarak %70'lik etil alkolde 10-15 saniye bekletilerek iki kez steril sudan geçirilmiştir. Daha sonra, %1'lik NaOCl'de 5 dakika yüzey

dezenfeksiyonu için bekletilen enfekteli dokular, 3 kez steril sudan tekrardan geçirilmiş ve filtre kağıtları üzerinde steril kabinde kurulanmıştır. Bunu takiben enfekteli 5 bitki dokusu %0.01 tetracycline (Sigma-Aldrich) içeren Patates Dekstroz Agar (PDA, Merck; 1.10130) ortamı üzerine yerleştirilmiştir. Petriker karanlıkta 25±1 °C sıcaklıkta 4-7 gün süre ile inkübe edilmiş ve fungal gelişim gözlenmiştir.

Fungal İzolatların Morfolojik Tanınması

Fungal izolatların tamamı kültürel ve morfolojik özelliklerine göre tanınmıştır. *Fusarium* izolatlarının tür düzeyindeki tanıması, daha önceki teşhis anahtarlarına göre yapılmıştır (Leslie ve Summerell, 2006). *Rhizoctonia* izolatları, Sneh ve ark. (1991) ve Ajayi-Oyetunde ve Bradley (2018)'e göre tanımlanırken, *Ascochyta* izolatları, Aveskamp ve ark. (2010)'na göre tanınmıştır.

Survey yapılan nohut tarlalarında bitkilerin kök ve kök boğazlarından en yaygın izole edilen tür *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (FUSACI)'dir. Bu nedenden dolayı FUSACI'in kültürel ve morfolojik karakterizasyon çalışmaları üzerine odaklanılmıştır. FUSACI'in 30 izolatının, kültürel ve morfolojik karakterizasyon çalışmaları için PDA kültür ortamı kullanılmıştır. Koloni çapı, kültüre alındıktan 5 gün sonra birbirine dik iki eksen boyunca milimetrik bir cetvel ile ölçülmüş ve iki ölçümün ortalaması alınmıştır. Her izolat için 4 tekrar (her tekrar bir petri) kullanılmıştır. Petriker inkübatörde 25±1 °C'de 12 saat floresan ışık ve 12 saat karanlık koşullar altında inkübe edilmiştir. Çalışma, tesadüf parselleri deneme deseni kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir (Gomez ve Gomez, 1984). Daha sonra izolatların PDA'da oluşturduğu koloni desenlerini ve rengini belirlemek için petriker günlük olarak kontrol edilmiştir. İzolatların, PDA üzerinde 20 gün inkübasyon periyodu sonunda oluşturduğu koloni deseni, rengi ve havai misellerin görünümü dijital bir fotoğraf makinesi ile kayıt edilmiştir. Bu süre içerisinde mikroskopik preparasyon çalışmaları yürütülmüştür. Her izolat için 50 konidinin uzunluğu ve genişliği ışık mikroskobu (Leica DM750) ile ölçülmüştür. Konidi uzunlukları ve

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı

genişlikleri (minimum, maksimum, ortalama) hesaplanmıştır.

Moleküler Tanılama

FUSACI'nin genomik DNA izolasyonu Cenis (1992) tarafından açıklanan protokole göre yapılmıştır. Jawad ve ark. (2020)'nin belirttiği protokole göre yapılan PCR çalışmalarında ITS1/ITS4 primer çifti kullanılmıştır (White ve ark., 1990). Elde edilen PCR ürünleri 1×TAE (Tris-Asetik Asit-EDTA) tampon çözeltisinde hazırlanan %1 agaroz jelde 90 voltta 1.5 saat elektroforez yapılmıştır. Jeller 0.5 µg mL⁻¹ etidyum bromidle boyanarak UV transillimünatör üzerinde görülebilir duruma getirilerek görsel olarak kontrol edilmiştir.

FUSACI izolatları arasındaki filogenetik ilişkiyi incelemek için PCR ile elde edilen ITS geninin baz dizilimleri çift yönlü (5'-3' ve 3'-5') olmak üzere Molgentek (Adana, Türkiye) firmasına sentez ettirilmiştir. Baz dizileri, NCBI (National Center of Biotechnology Information) sitesindeki gen verileri ile Blast programı kullanılarak dünyadaki diğer *F. oxysporum* izolatlarının, ITS genine ait baz dizileri ile karşılaştırılmıştır ve böylece izolatlar tür düzeyinde tanımlanmıştır. Ayrıca *F. oxysporum* izolatları arasındaki filogenetik ilişkiyi belirlemek için MEGA 11 filogenetik analiz programı kullanılmıştır. Baz dizileri, ClustalW programı kullanılarak hizalandırılmış ve ITS geni için maksimum parsimoniye göre izolatların genetik soy ağaçları oluşturulmuştur.

Patojenisite Testi

Patojenisite testi *F. oxysporum* izolatlarının yanı sıra FUSACI'ya hassas olduğu bilinen ILC – 482 (Güney sarısı) nohut çeşidi kullanılarak, Bayraktar ve Dolar (2009)'un bildirdiğine göre Nene ve Haware (1980)'nin toprak inokulasyon yöntemi esas alınarak yapılmıştır. İnokulum için %10 nohut unu içeren 240 g'lık steril tarla toprak harcı (tarla toprağı: torf; 1: 1; v/v), 2'L'lik şeffaf plastik torbalara aktarılmış ve torbaların içerisine, her izolat için, PDA'da geliştirilen 10 günlük fungus kültürlerinden 10 mm çapında 5 adet disk bırakılmıştır. Bu şekilde hazırlanan plastik torbalar 12 saatlik floresan ışık (aydınlık/karanlık) periyodunda ve 23±1 °C sıcaklık içeren kontrollü koşullara sahip iklim odalarında 14 gün süre ile inkube edilmiştir. Bu süre sonunda fungus kültürleri,

steril toprak harcı içeren 5 cm çaplı, 10 cm derinliğe sahip ve 24 gözlü siyah plastik viyollerin her bir gözüne 5 g steril %10 nohut unu içeren tarla toprak harcı eklenmiş ve hafifçe sulandıktan sonra viyoller yukarıda belirtilen koşullara sahip iklim odasına yerleştirilmiştir. İnokulumun toprağı sarması için 10 gün beklenmiştir. Bu süre sonunda hastalık belirtisi göstermeyen nohut tohumları %1'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisinde 5 dakika çalkalandıktan sonra 10'ar dk. olmak üzere 3 kez steril su ile durulanmıştır. Daha sonra çimlenmeyi teşvik etmek için, tohumlar, +4 °C'de steril su ile nemlendirilmiş kurutma kağıtlarında 5 gün bekletilmiştir. Kontrol viyollerine ise inokulum içermeyen 5 g steril %10 nohut unu içeren tarla toprak harcı konulmuştur.

Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her bir izolat için, 24 gözlü bir adet viyol (bir viyol=bir tekerrür: Başka bir ifade ile, her tekerrür içerisinde 24 nohut bulunmakta olup hastalık şiddeti bu bitkiler üzerinden elde edilmiştir.) kullanılmıştır. Patojenisite testlerinin değerlendirmesi tohum ekiminden 8 hafta sonra, survey çalışmalarında kullanılan 1-9 hastalık skalası kullanılarak yapılmıştır. Hesaplanan hastalık şiddet değerleri açı transformasyonuna tabi tutulduktan sonra elde edilen değerler varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklar Tukey's HSD ($\alpha=0.05$) testine göre değerlendirilmiştir. Hastalık şiddeti: >%50 olan izolatlar yüksek derecede virülant (YV); %31'den %50'ye kadar olan izolatlar orta derecede virülant; (OV); %0.1'den %30'kadar olan izolatlar düşük virülant (DV) ve hastalık belirtisi oluşturmayan izolatlar saprofitik veya epifitik izolat olarak değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalık Parametrelerinin Belirlenmesi

Survey çalışmaları esnasında Kırıkkale'de 35, Kırşehir'de 52 ve Yozgat'ta 52 nohut tarlası kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığı açısından değerlendirilmiştir (Çizelge 1). Kırıkkale ilinde toplam 1450 da alanda inceleme yapılmıştır. Kırıkkale genelinde kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığının bulunma oranının %19.6

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı

olduğu, incelenen 35 tarlanın 5'inde hastalık bulunmadığı tespit edilmiştir. Kırıkkale ilinde hastalık şiddeti %8.3 ile %26.0 arasında değişim göstermiştir ve ayrıca Kırıkkale için ortalama hastalık şiddeti %15.5 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Kırşehir ilinde yapılan surveyde toplam 52 tarlanın 7'sinde kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığı ile ilgili simptom tespit edilmemiştir. Kırşehir'de kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığının bulunma oranı %10.5 iken hastalık şiddet oranı %12.8

olarak saptanmıştır. Yozgat nohut tarlalarında ise kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığının bulunma oranı %22.9 olarak belirlenmiştir. İncelenen 52 tarladan 3'ünde bu hastalık ile ilgili herhangi bir belirtiyeye rastlanılmamıştır. Yozgat'ın Çandır, Merkez ve Yenifakılı ilçelerinde nohut tarlalarında kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığının bulunma oranı sırasıyla %44.2, %31.8 ve %31.2 olarak tespit edilmiştir. Yozgat nohut tarlalarında hastalık şiddeti ortalama %19.0 olarak saptanmıştır.

Çizelge 1. Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale illerinde nohut kök çürüklük ve solgunluk hastalığı yönünden incelenen tarla sayısı ve illere ait hastalığın bulunma, şiddet ve yaygınlık oranları (%)

İl	İlçe	Örneklenen Tarla Sayısı (Adet)	Toplam Örneklenen Alan (dekar)	Hastalık Yaygınlık Oranı (%)	Hastalık Bulunma Oranı (%)	Hastalık Şiddeti Oranı (%)
Kırıkkale	Bahşili	3	90	100.0	21.3	25.7
	Balışeyh	7	219	100.0	33.7	17.4
	Çelebi	6	255	66.7	5.0	6.4
	Delice	6	152	100.0	38.1	26.0
	Merkez	3	123	66.7	48.7	23.1
	Karakeçili	2	15	50.0	2.7	8.3
	Keskin	8	596	87.5	10.0	13.1
	Toplam	35	1450	85.7	19.6	15.5
Kırşehir	Akçakent	4	135	75.0	1.5	5.2
	Akpınar	5	165	100.0	4.9	13.0
	Boztepe	2	110	100.0	5.6	14.6
	Çiçekdağı	3	65	100.0	11.8	16.3
	Kaman	12	583	83.3	11.2	13.4
	Merkez	20	760	85.0	11.3	13.0
	Mucur	6	245	83.3	16.7	13.3
	Toplam	52	2063	86.5	10.5	12.8
Yozgat	Akdağmadeni	3	69	66.6	3.2	9.2
	Aydıncık	4	349	75.5	6.5	10.6
	Boğazlayan	6	309	100.0	13.3	16.3
	Çandır	2	110	100.0	44.2	28.2
	Merkez	27	1056	100.0	31.8	22.8
	Sarıkaya	1	15	100.0	2.0	11.6
	Sorgun	5	170	80.0	10.2	11.2
	Yenifakılı	3	150	100.0	31.2	25.7
	Yerköy	1	40	100.0	10.0	15.6
Toplam	52	2268	94.2	22.9	19.0	

Bu çalışmada hastalığın bulunma oranı ilçeler bazında ortalama %1.5-48.7 arasında değişim göstermiştir. Ancak Singh ve Reddy (1991), Myanmar'da yapmış oldukları survey

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı

çalışmasında kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığının il bazında bulunma oranının %90'lara kadar çıkabileceğini bildirmiştir. Bu fark, Myanmar'ın ülkemize göre daha fazla yağış alması ve üretimde kullanılan çeşitlerin özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer taraftan, Hindistan'da kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığı yönünden gerçekleştirilen survey çalışmasında hastalığın ortalama bulunma oranının %13.9-27.7 arasında değişiklik gösterdiği Patra ve ark. (2017) tarafından bildirilmiştir. Çalışmada Purulia bölgesinde maksimum hastalık bulunma oranının %21.4-27.7, Bankura bölgesinde %19.8-24.8, Birbhum bölgesinde ise %13.9-23.8 arasında oranlarda olduğu bildirilmiştir. Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale illerini kapsayan toplam 139 nohut tarlasında yapılan survey sonucunda 124 nohut tarlasında hastalığa

rastlanmış olup, hastalık dağılımı üç il için %89.2 olarak saptanmıştır. İllere göre hastalık yaygınlığı en fazla Yozgat (%94.2) ilinde saptanmış ve bu ili sırasıyla Kırşehir (%86.5) ve Kırıkkale (%85.7) takip etmiştir (Çizelge 1). Bu çalışmanın sonuçları, 2019 yılı nohut vejetasyonunda özellikle Mayıs ve Haziran aylarının oldukça yağışlı ve nemli geçmiş olması, bitkilerde predispozisyonu artırıcı yönde etki göstermiştir (Çizelge 2). Bu çalışma sonucuna göre hastalık bulunma oranının aylık yağış miktarı, sıcaklık ortalaması ve nisbi nem ile bağlantılı olduğunu göstermektedir (Patra ve ark., 2017; Yimer ve ark., 2018). Nitekim 2019 yılında Yozgat ili diğer iki ile göre daha fazla yağış almakla beraber, Yozgat ilinde Mart ve Ağustos ayları arasında ortalama sıcaklık ve nisbi nem diğer iki ile göre sırasıyla daha düşük ve yüksek olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 2. 2019 nohut üretim sezonunda sövreylenen alanların meteorolojik verileri

Ay	İl	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama Nisbi Nem (%)	Ortalama Toplam Yağış (mm)
Mart	Yozgat	3.4	63.1	21.0
	Kırıkkale	8.0	54.0	19.6
	Kırşehir	6.3	56.4	10.2
Nisan	Yozgat	7.3	67.4	45.4
	Kırıkkale	11.7	57.0	30.0
	Kırşehir	9.7	64.0	29.0
Mayıs	Yozgat	15.3	54.9	37.8
	Kırıkkale	19.2	48.8	13.6
	Kırşehir	17.5	52.7	17.1
Haziran	Yozgat	19.0	63.3	84.1
	Kırıkkale	23.1	55.5	132.2
	Kırşehir	21.8	56.1	84.7
Temmuz	Yozgat	18.7	56.0	22.1
	Kırıkkale	23.7	44.3	17.2
	Kırşehir	22.4	47.5	8.7
Ağustos	Yozgat	19.3	59.8	36.3
	Kırıkkale	24.5	45.8	34.6
	Kırşehir	23.5	49.4	41.8

Fungal hastalıklar genel olarak yüksek nisbi nemde ve ortalama 20-25 °C sıcaklıkta optimum gelişmektedir. Dahası yağış miktarının yüksek olması, bitki köklerinin

yeteri kadar hava almasını engelleyerek, nohut bitkilerinin predispozisyonunu artırıcı yönde etki etmiş olabilir (Singh ve Reddy, 1991). Bu çalışma sonuçları ile meteorolojik veriler bir

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı

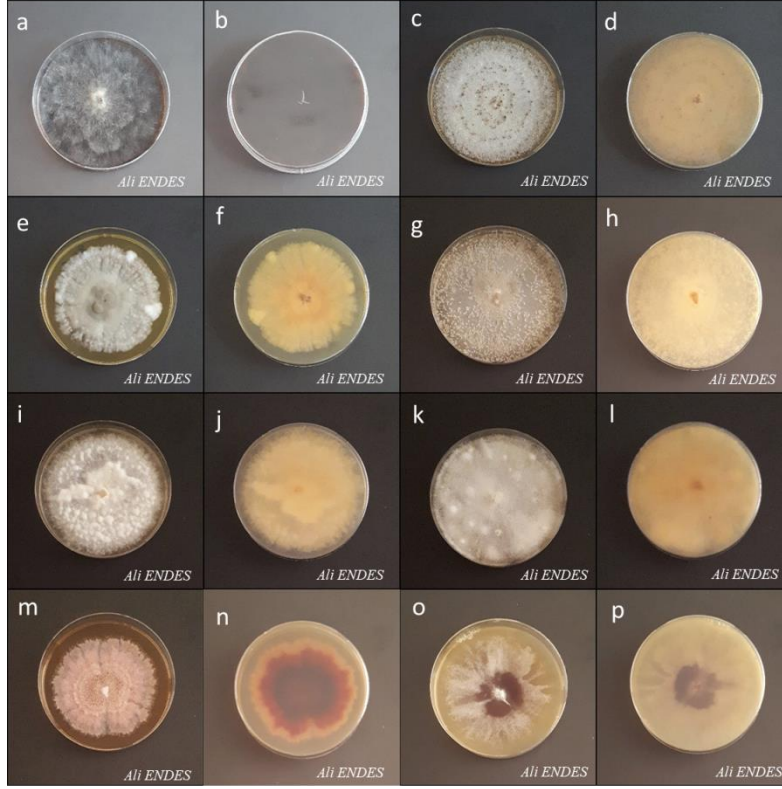
biriyile tam olarak örtüşmektedir. Yukarıda da belirtildiği üzere, Yozgat ilinde kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığının şiddeti, bulunma ve yaygınlık oranlarının diğer iki ile göre daha yüksek olarak gerçekleşmiş olmasının sebepleri arasında iklimsel verilerin oldukça önemli bir faktör olduğu bu çalışma ile ortaya konmuştur. Hastalık belirtileri Mayıs ayı başlarında birkaç alanda kaydedilmiştir. Yağış ile birlikte nisbi nem yüksek olmasından dolayı hastalık hızlı bir şekilde ilerlerken, Kırşehir ve özellikle Kırıkkale illerinin az yağış almalarından dolayı hastalık ilerlemesi durmuş olabilir. Benzer şekilde, Trapero-Casas ve Jimenez-Diaz (1985), nisbi nem artışı ile birlikte nohut hastalıklarının hastalık şiddet düzeyinin arttığını ve ayrıca bulutluluk ve uzun süreli ıslak hava, hastalığın hızlı gelişimini ve yayılmasını desteklediğini bildirmiştir.

Fungal İzolasyon ve Morfolojik Tanılama

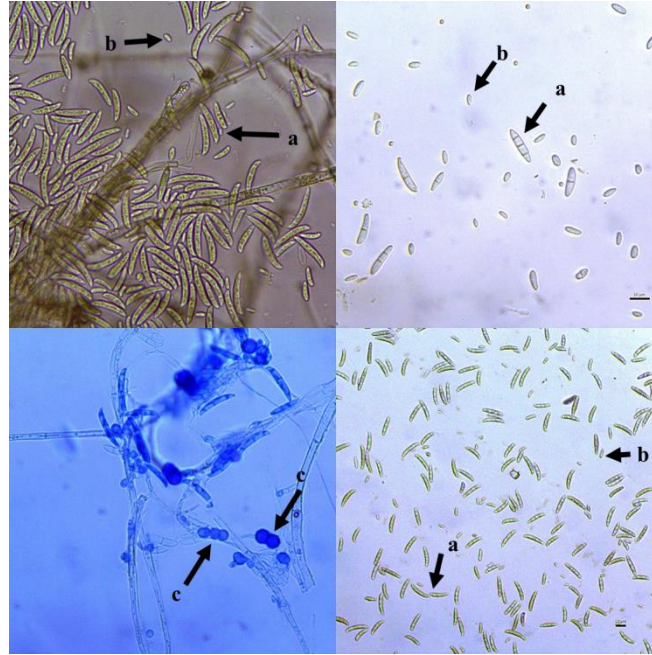
Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale illerinden nohut kök çürüklüğü ve solgunluğu hastalığının semptomlarını gösteren toplam 124 nohut tarlasından elde edilen 1390 bitki doku parçası izolasyon çalışmalarında kullanılmıştır. İnfekteli bitki dokularından toplam 987 fungal izolat elde edilmiştir. İzolatlar koloni özellikleri esas alınarak geçici olarak kategorize edilmiştir (Şekil 2). İzolatların çoğunun beyaz renkli miselyum oluşturduğu görülmüştür ancak menekşe, pembe, sarı gibi diğer pigmentasyonlar da oluşmuştur. Bu sonuçlara benzer olarak, Paulkar ve Raut (2004) FUSACI izolatlarının pigmentasyonda, yani beyaz, açık sarı, menekşe ve pembe renkli miselyal gelişim gösterebileceklerini bildirmiştir. Koloni gelişimindeki bu pigmentasyon varyasyonları, birkaç araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Gupta ve ark., 1986; Agrawal ve Gupta, 2006; Groenewald ve ark., 2006; Patel ve Anahosur, 2001; Golakiya ve ark., 2018). Honnareddy ve Dubey (2007) koloni renginin, pigmentasyonun, büyüme hızının ve makrokonidi varlığının FUSACI izolatlarına ait virülensliği etkilediğini saptamışlardır. Diğer

tarafından, Dubey ve ark. (2010) ve Singh ve ark. (2010) FUSACI izolatlarının donuk beyazdan menekşe ya da pembe renkli, ince ve düz miselyumlardan kabarık düzensiz kenarlı miselyumlara kadar farklı koloniler geliştirebildiklerini bildirmişlerdir. Nitekim bu çalışmada da FUSACI izolatları morfolojik karakterizasyon çalışmalarında oldukça değişkenlik göstermiştir. Nohut kök çürüklük ve solgunluk hastalık etmeni FUSACI'in her ilden 10 olmak üzere toplam 30 izolatının mikromorfolojileri üzerine morfolojik karakterizasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. FUSACI izolatlarının makrokonidileri boyut ve şekil bakımından değişken, uzun, tek tip genişlikte, dar, küt ve ucu pürüzsüz ve sivri olarak belirlenmiştir. Bölme sayısı 1-4 arasında değişmiş olup (Şekil 3) genel olarak 3 bölmeli olduğu gözlemlenmiştir. Makrokonidi uzunluğu 13.7-53.1 µm, genişliği ise 2.2-5.8 µm arasında değişmiştir (Çizelge 3). Mikrokonidilerin ise oval, reniform ve silindirik veya hafif kavisli bir şekle sahip, hiyalin (renksiz) olduğu ve bölme sayısının 0-1 arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 4). Mikrokonidinin boyutları önemli ölçüde değişiklik göstermiştir. Genel olarak uzunluğu 3.5 ile 12.7 µm arasında değişirken, genişliği 1.9 ile 5.8 µm arasında değişmiştir. FUSACI'in 25-30 gün yaşlı kültüründe, pürüzlü veya düz duvarlı, interkalari ya da terminal olan tek, çift veya zincir şeklinde klamidiosporlar gözlemlenmiştir (Şekil 2). İzolatların klamidiospor çapı, 25.4-71.4 µm olarak ölçülmüştür. Bu çalışma sonuçlarına benzer olarak, Dubey ve ark., (2010), FUSACI'in mikrokonidi boyutunun 5.1-12.8 x 2.5-5.0 µm arasında değiştiğini, buna karşın makrokonidinin 1-5 bölme ile 16.5-37.9 x 4.0-5.9 µm arasında değiştiğini bildirmiştir. Buna ek olarak, Gupta ve ark., (1986), mikrokonidi boyutunun 3.8-9.9 x 1.6-4.9 µm arasında değiştiğini, buna karşın makrokonidinin 16.6-66.6 x 3.3-6.6 µm arasında değiştiğini saptamışlardır.

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı



Şekil 2. Nohutta hastalık belirtisi gösteren bitki dokularından elde edilen fungusların PDA üzerinde oluşturdukları koloni desenleri. a-b) *Rhizoctonia bataticola*, c-d) *Rhizoctonia solani* e-h) *Fusarium solani*, i-p) *Fusarium oxysporum*. a, c, e, g, i, k, m ve o petrilerde ön yüzü; b, d, f, h, j, l, n ve p bir önceki petrilerin ters yüzüdür.



Şekil 3. FUSACI'nın mikromorfolojisi (a) makrokonidi (b) mikrokonidi (c) klamidiospor

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı

Çizelge 3. FUSACI izolatlarının makrokonidi, mikrokonidi ve klamidospor ölçümleri

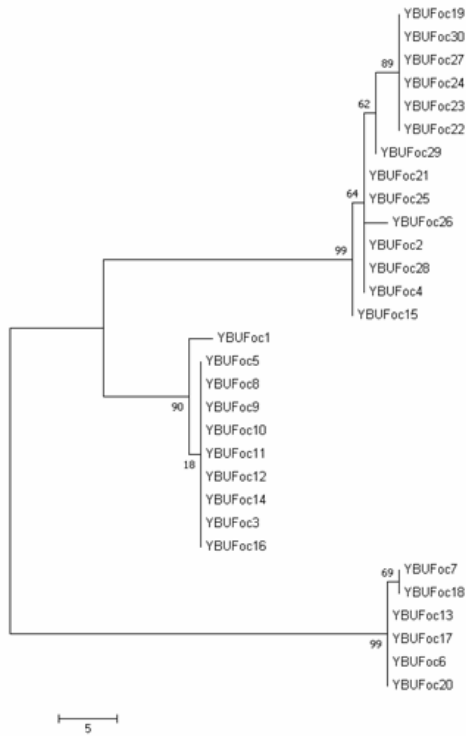
İl	İlçe	İzolat	Konidi ölçümü (µm) ^a						Klamidiospor Çapı (µm) ^a
			Makrokonidi			Mikrokonidi			
			Uzunluk	Genişlik	Bölme	Uzunluk	Genişlik	Bölme	
Yozgat	Merkez	YBUFoc1	28.7	4.6	1-4	8.4	3.3	0-1	50.7
	Merkez	YBUFoc2	30.0	4.0	2-4	9.5	4.0	0-1	48.6
	Yerköy	YBUFoc3	32.7	4.1	1-4	8.8	3.4	0-1	52.1
	Sorgun	YBUFoc4	30.4	4.1	2-3	8.3	3.5	0-1	50.4
	Sarıkaya	YBUFoc5	28.7	4.6	2-4	8.6	3.5	0-1	48.4
	Çandır	YBUFoc6	28.5	4.4	1-3	10.5	4.2	0-1	41.3
	Boğazlayan	YBUFoc7	29.8	4.3	1-3	8.9	3.7	0-1	40.4
	Yenifakılı	YBUFoc8	29.8	4.2	2-3	7.8	3.4	0	43.7
	Akdağmadeni	YBUFoc9	31.2	4.3	2-3	6.3	2.9	0	42.4
	Aydıncık	YBUFoc10	34.2	4.2	1-3	8.0	3.6	0-1	41.4
	Ortalama		30.4	4.3		8.5	3.5		45.9
Kırşehir	Merkez	YBUFoc11	33.7	4.2	1-4	9.0	3.5	0-1	44.4
	Merkez	YBUFoc12	28.4	4.3	2-3	8.2	3.6	0-1	47.5
	Kaman	YBUFoc13	30.8	4.1	2-3	7.6	3.1	0	46.8
	Kaman	YBUFoc14	29.3	4.2	2-3	8.0	3.3	0-1	45.7
	Boztepe	YBUFoc15	27.7	4.2	2-4	7.9	3.4	0	40.0
	Akpınar	YBUFoc16	28.4	4.1	2-3	9.2	3.7	0-1	44.7
	Akçakent	YBUFoc17	28.0	4.1	1-3	8.8	3.7	0-1	42.3
	Akçakent	YBUFoc18	34.8	4.2	2-3	8.1	3.2	0	43.8
	Çiçekdağ	YBUFoc19	28.5	4.3	1-3	8.5	3.4	0-1	37.2
	Mucur	YBUFoc20	31.0	4.2	2-3	9.1	3.7	0-1	41.7
	Ortalama		30.1	4.2		8.4	3.5		43.4
Kırıkkale	Delice	YBUFoc21	29.3	4.4	1-4	8.9	3,5	0-1	44.2
	Delice	YBUFoc22	28.0	4.2	2-3	7.7	3,4	0	47.8
	Balışeyh	YBUFoc23	31.5	4.2	1-3	8.9	3,4	0-1	46.1
	Balışeyh	YBUFoc24	30.8	4.4	2-3	8.6	3,5	0-1	44.6
	Merkez	YBUFoc25	28.3	4.6	2-4	8.4	3,5	0-1	43.1
	Keskin	YBUFoc26	29.6	4.5	2-4	9.3	3,9	0-1	40.0
	Keskin	YBUFoc27	30.2	4.4	1-4	8.0	3,4	0-1	42.7
	Keskin	YBUFoc28	29.4	4.4	1-3	7.7	3,3	0	43.5
	Karakeçeli	YBUFoc29	28.7	4.1	1-3	6.4	3,0	0	41.5
	Çelebi	YBUFoc30	32.1	4.2	2-3	7.9	3,6	0	40.2
	Ortalama		29.8	4.3		8.2	3.5		43.4
Genel Ortalama			30.1	4.3		8.4	3.5		44.2

^a Normal yazı tipi kullanılan rakamlar 50 gözleme dayalı ortalamaları ifade eder

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı

FUSACI İzolatlarının Moleküler Karakterizasyonu

FUSACI izolatlarından elde edilen total genomik DNA'lar ile, ITS1/ITS4 primerleri kullanılarak PCR çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Molgentek firmasından elde edilen çift yönlü (5'-3' ve 3'-5') baz dizileri, Blast programı kullanılarak NCBI gen bankasında diğer fungal izolatlar ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen FUSACI izolatları Hindistan'da nohut (JN400720), buğday (MW750190) ve toprak (MZ267028), Çin'de altın krizantemi (MK385594), kudret narı (GU445363)], Polonya'da çavdar (MH725595) izolatları ile %98.4 ile %100 arasında nükleotid dizi homojenitesi göstermiştir. Daha sonra, Mega 7 programı kullanılarak FUSACI'ın izolatları arasındaki genetik ilişki Maksimum Parsimoni (MP) yöntemine göre elde edilen filogenetik ağaç ile belirlenmiştir. (Şekil 4).



Şekil 4. Nohuttan izole edilen FUSACI izolatlarının maksimum parsonimi analizi ile oluşturulmuş ITS gen dizisine ait filogenetik ağaç. (1000 tekrar sonunda elde edilen

bootstrap değerleri (%) dalların bağlantı noktalarında gösterilmiştir.)

MP filogenetik ağacında, boşluklarda dahil olmak üzere 630 nükleotid karakteri kullanılmış ve bu nükleotidlerden 98'i parsimonik bilgi verici bölge olarak belirlenmiştir. MP analizleri en çok parsimoni görülen ağacından birini vermiştir [Figure 4; Ağaç Uzunluğu: 79; Consistency Index (CI): 0.974; Retention Index (RI): 0.996; Rescaled Consistency Index (RC): 0.971 ve Homoplasy Index (HI): 0.026].

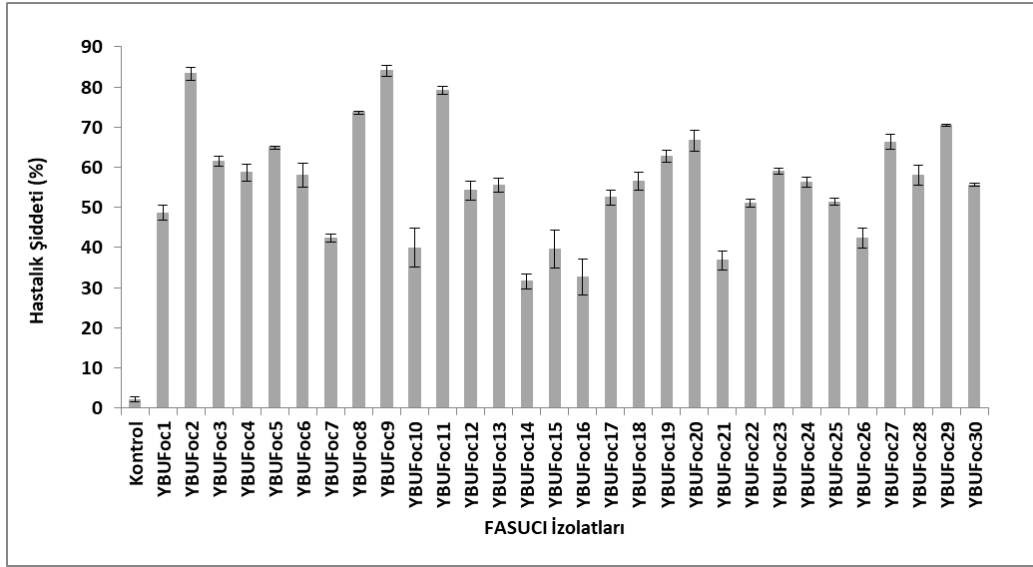
FUSACI izolatlarına ait bu MP dendrogramı incelendiğinde soy ağacı öncelikle 3 ana dala ayrılmıştır. Bunlardan ilki %99 bootstrap değeriyle desteklenen Kırıkkale izolatlarının tamamına karşılık gelmiştir. Diğer ana dal %90 bootstrap değeriyle kendi içerisinde, Yozgat ve Kırşehir izolatlarını barındırmaktadır. Kırşehir izolatlarının yoğun olarak bulunduğu son ana dal yine %99 bootstrap değeriyle diğer iki daldan ayrılmıştır.

FUSACI İzolatlarının Virülenslik Düzeylerinin Belirlenmesi

Solgunluk ve kök çürüklüğü gösteren nohutlardan izole edilen morfolojik ve moleküler karakterizasyon çalışmaları tamamlanan FUSACI izolatlarının patojenisite çalışma sonuçları Şekil 5 ve Çizelge 4'de özetlenmiştir. Şekil 5'de görüldüğü üzere FUSACI izolatlarının ILC482 nohut çeşidinde neden oldukları hastalık şiddet seviyeleri farklılık göstermiştir ($F_{(30-62; 0.05)} = 69.412$; $P < 0.0001$). En virulent izolatlar Yozgat ilinin Merkez (YBUFOc2), Yenifakılı (YBUFOc8), Akdağmadeni (YBUFOc9) ve Kırşehir ilinin Merkez (YBUFOc11) ilçelerinden elde edilen izolatlar olmuştur. FUSACI izolatlarının rezolasyon oranları %81.9 ile %98.6 arasında değişiklik göstermiştir. Kontrolde FUSACI izolatları elde edilmemiştir.

FUSACI izolatları ILC482 çeşidinde oldukça farklı seviyelerde hastalık şiddetine neden olmuştur. Ancak izolatların virülenslik seviyesi iki farklı grup altında toplanmıştır. Çizelge 4'de görüldüğü üzere toplam 8 (sekiz) FUSACI izolatı orta derecede virulent iken geri kalan 22 izolatın tamamı yüksek derecede virulent patojen olarak belirlenmiştir.

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı



Şekil 5. Farklı FUSACI izolatlarının ILC482 nohut çeşidinde oluşturduğu hastalık şiddeti (%). Barlar üzerindeki dikey çizgiler standart hataları temsil eder

Çizelge 4. ILC482 nohut çeşidinde FUSACI izolatlarının virülenslik seviyelerine göre gruplandırılması

Virülenslik Seviyesi		
Zayıf Derecede Virülen Patojen ($0.1 \leq x < 30.1$)	Orta Derecede Virülen Patojen ($30 < x \leq 50$)	Yüksek Derecede Virülen Patojen (>50)
—	YBUFoc1, YBUFoc7, YBUFoc26, YBUFoc10, YBUFoc15, YBUFoc21, YBUFoc16, YBUFoc14,	YBUFoc9, YBUFoc2, YBUFoc11, YBUFoc8, YBUFoc29, YBUFoc20, YBUFoc27, YBUFoc5, YBUFoc19, YBUFoc3, YBUFoc23, YBUFoc4, YBUFoc6, YBUFoc28, YBUFoc18, YBUFoc24, YBUFoc30, YBUFoc13, YBUFoc12, YBUFoc17, YBUFoc25, YBUFoc22
0	8	22

FUSACI izolatlarının ILC482 nohut çeşidi üzerindeki patojenik değişkenliği, izolatların doğası gereği değişkenlik gösterebileceğini ortaya çıkarmıştır (Mandhare ve ark., 2011) Hindistan'da FUSACI'in dört ırkının varlığı Haware ve Nene (1982) tarafından rapor edilmiş ve ayrıca araştırmacılar bu ırkların farklı virülenslik seviyelerine sahip olduğunu rapor etmiştir. FUSACI nohut solgunluğuna neden olan yüksek düzeyde patojenik

değişkenlik Hindistan'daki diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Gupta ve ark., 1986; Rahman ve ark., 1998; Paulkar ve ark., 2004).

Teşekkür

Bu çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (Proje No: 6602c-ZF/18-230) tarafından desteklenmiştir.

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı

Kaynaklar

- Achari, S. R., Mann, R. C., Sharma, M., Edwards, J. (2023) Diagnosis of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* causing *Fusarium* wilt of chickpea using loop-mediated isothermal amplification (LAMP) and conventional end-point PCR. *Sci Rep* 13:2640.
- Agrawal, S. C., Gupta, A. (2006) Variability of isolate of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* causing wilt of chickpea. *Indian J. Pulses Res.* 25:156-157.
- Agrios, G. N. (1997) Plant pathology, 4th edn. Elsevier, Amsterdam
- Ajayi-Oyetunde, O. O., Bradley, C. A. (2018) *Rhizoctonia solani*: taxonomy, population biology and management of rhizoctonia seedling disease of soybean. *Plant pathology* 67: 3-17.
- Arıci, Ş. E., Seven, M. A. (2018) Nohut antraknozu (*Ascochyta rabiei*)'nun entegre hastalık yönetimi. *Erzincan University Journal of Science and Technology* 11: 488-498.
- Armstrong-Cho, C., Sivachandra Kumar, N. T., Kaur, R., Banniza, S. (2023) The chickpea root rot complex in Saskatchewan, Canada-detection of emerging pathogens and their relative pathogenicity. *Frontiers in Plant Science* 14: 1117788.
- Aveskamp, M. M. Gruyter J de, Woudenberg J. H. C., Verkley G. J. M., Crous P. W. (2010) Highlights of the Didymellaceae: A polyphasic approach to characterise *Phoma* and related pleosporalean genera. *Studies in Mycology* 65:1-60.
- Azevedo, D. M., Rocha, F. S., Costa, C. A., Pfenning, L. H., da Costa, S. S., Melo, M. P., Maria de Fátima, G. F. (2017) Etiology of root rot and wilt disease of chickpea in Brazil. *Tropical Plant Pathology* 42:273-283.
- Bayraktar, H. (2006) Nohutlarda kök çürüklüğüne sebep olan funguslar arasındaki genetik farklılığın moleküler yöntemlerle incelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi.
- Bayraktar, H., Dolar, F. (2009) Genetic diversity of wilt and root rot pathogens of chickpea, as assessed by RAPD and ISSR. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 33:1-10.
- Bora, T., Karaca, İ. (1970) Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova.
- Cenis, J. L. (1992) Rapid extraction of fungal DNA for PCR amplification. *Nucleic acids research* 20:2380.
- Chilakala, A. R., Pandey, P., Durgadevi, A., Kandpal, M., Patil, B. S., Rangappa, K., Reddy, P. C. O., Ramegowda, V., Senthil-Kumar, M. (2023) Drought attenuates plant responses to multiple rhizospheric pathogens: A study on a dry root rot-associated disease complex in chickpea fields. *Field Crops Research* 298:108965.
- Demirci, E., Eken, C., Kantar, F. (1999) Pathogenicity of wilt and root rot pathogens of chickpea cv. Aziziye-94. *J. Turk. Phytopath.* 28:25-32.
- Dolar, F. S. (1996) Survey of Chickpea Diseases in Ankara, Turkey. *International Chickpea and Pigeonpea Newsletter* 3:33-34.
- Dubey, S. C., Singh, S. R., Singh, B. (2010) Morphological and pathogenic variability of Indian isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* causing chickpea wilt. *Arch. Phytopathology Plant Protect.* 43:174-190.
- Dubey, S. C., Tripathi, A., Upadhyay, B. K., Deka, U. K. (2014) Diversity of *Rhizoctonia solani* associated with pulse crops in different agro-ecological regions of India. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 30:1699-1715.
- Faostat. (2021). Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, Accessed 28 August 2023.
- Ghosh, R., Sharma, M., Telangre, R., Pande, S. (2013) Occurrence and distribution of chickpea diseases in central and southern parts of India. *American Journal of Plant Sciences* 4:940-944.
- Golakiya, B. B., Bhimani, M. D., Akbari, L. F. (2018) Characterization of Indian Isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri*

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı

- Causing Chickpea Wilt. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.* 7:1152-1162.
- Gomez, K. A., Gomez, A. A., (1984) Statistical procedures for agricultural research (2ed.). Jhon Wiley and Sons, New York
- Groenewald, S., Berg, N. V. D., Marasas. W. F. O., Viljoen, A. (2006) Biological, physiological and pathogenic variation in a genetically homogenous population of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Australas. Plant Pathol.* 35:401-409.
- Gupta, O., Khare M. N., Kotasthane, S. R. (1986) Variability among six isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* causing wilt of chickpea. *Indian Phytopath.* 39:279-281.
- Güllü, B. (2003) Gaziantep il ve ilçelerinde yetiştiriciliği yapılan nohutta zarar veren fungal hastalık etmenlerinin belirlenmesi ve yabancı nohut türlerinde bulunan dayanıklılığının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi.
- Haware, M. P., Nene, Y. L. (1982) Races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri*. *Plant disease* 66: 809-810.
- Haware, M. P., Nene, Y. L., Pundir, R., Rao, J. N. (1992) Screening of world chickpea germplasm for resistance to *Fusarium* wilt. *Field Crops Research* 30:147-54.
- Honnareddy, N. and Dubey, S. C. (2007) Morphological characterization of Indian isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* causing chickpea wilt. *Indian Phytopath.* 60:373-376.
- Jawad, M., Malik, S. R., Atif, R. M., Ahmed, H., Afzal, M. S. (2020) Species identification of gram wilt complex through ITS region by PCR-RFLP analysis. *Pakistan Journal of Agricultural Research* 33:770-777.
- Jendoubi, W., Bouhadida, M., Boukteb, A., Béji, M., Kharrat, M. (2017) *Fusarium* Wilt Affecting Chickpea Crop. *Agriculture* 7:23
- Jiménez-Díaz, R. M., Castillo, P., del Mar Jiménez-Gasco, M., Landa, B. B., Navas-Cortés, J. A. (2015) *Fusarium* wilt of chickpeas: Biology, ecology and management. *Crop Protection*, 73:16-27.
- Kadam, A. M., Chavan, S. S., Dhutraj, D. N., Rewale, K. A. (2018) Survey of dry root rot of chickpea incidence in Marathwada region. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7: 3004-3008.
- Landa, B. B., Navas-Cortés, J. A., Jiménez-Díaz, R. M. (2004) Integrated management of *Fusarium* wilt of chickpea with sowing date, host resistance, and biological control. *Phytopathology* 94:946-960
- Leslie, J. F., Summerell, B. A. (2006) *The Fusarium Laboratory manual*. Blackwell Publishing, Iowa
- Lindbeck, K. D., Bretag, T. W., Ford, R. (2009) Survival of *Botrytis* spp. on infected lentil and chickpea trash in Australia. *Australasian Plant Pathology* 38:399-407.
- Maden, S. (1987) Seed-borne Fungal Diseases of Chickpea in Turkey. *J. Turk. Phytopath.* 16:1-8.
- Mandal, A. K., Dubey, S. C. (2011) Genetic diversity analysis of *Sclerotinia sclerotiorum* causing stem rot in chickpea using RAPD, ITS-RFLP, ITS sequencing and mycelial compatibility grouping. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 28:1849-1855.
- Mandhare, V. K., Deshmukha, V. K., Patil, J. V., Kale, A. A., Chavand, U. D. (2011) Morphological, pathogenic and molecular characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* isolates from Maharashtra, India. *Indonesian J. Agri. Sci.* 12:47-56.
- Mazur, S., Nawrocki, J., Kucmierz, J. (2002) Fungal diseases of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivated in the south region of Poland. *Plant Protection Science* 38:332-335.
- Nene, Y. L. and Haware, M. P. (1980) Screening chickpea for resistance to wilt. *Plant Dis.* 66:379-380.
- Ozturk, M., Endes, A. (2023) Isolation of bacterial isolates from soil samples and determination of their in vitro antagonistic potential against chickpea wilt disease agent *Fusarium oxysporum* f.

Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale İllerinde Nohut Kök Çürüklük ve Solgunluk Hastalığının Oluşumu ve Dağılımı

- sp. *ciceris*. *Harran Journal of Agricultural and Food Science* 27:64-72.
- Özer, N., Soran, H. (1991) *Fusarium* Genus and *Fusarium* Species Isolated From The Cultivated Plants in Turkey. *J. Turk. Phytopath.* 20:69-80.
- Pande, S., Siddique, K. H. M., Kishore, G. K., Bayaa, B., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., Bretag, T. W., Crouch, J. H. (2005) Ascochyta blight of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review of biology, pathogenicity, and disease management. *Australian Journal of Agricultural Research* 56:317-332.
- Patel, S. T., Anahosur, K. H. (2001) Variability among the isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* and *Fusarium solani* from chickpea. *Madras Agril. J.* 88:124-126.
- Patil, V., Gawade, D., Surywanshi, A. P., Zagade, S. N. (2015) Biological and fungicidal management of chickpea wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri*. *The Bioscan* 10:685-690.
- Patra, S., Biswas, M. K., Mahato, A. (2017) Prevalence of *Fusarium* wilt of chickpea in the agro-ecological condition of undulating red and lateritic zone of West Bengal, India. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 6:2456-2462.
- Paulkar, P. K., Raut, B. T. (2004) Variability among the isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri*. *J. Mycol. Plant Pathol.* 34:20-23.
- Rahman, M. L., Haware, M. P., Mian, I. H., Akanda, A. M. (1998) Races of *F. oxysporum* f. sp. *ciceri* causing chickpea wilt in India. *Bangladesh J. Plant Pathol.* 14:33-36.
- Shahjahan, M., Inam-ul-Haq, M., Mukhtar, T., Khalid, A. (2016) Incidence of major fungal root diseases of chickpea in Layyah and Bhakkar districts of Punjab, Pakistan. *Pakistan Journal of Phytopathology* 28:75-79.
- Singh, K. B., Ocampo, B., and Robertson, L. D. (1998) Diversity for abiotic and biotic stress resistance in the wild annual *Cicer* species. *Genet. Resour. Crop Evol.* 45:9-17.
- Singh, R. K., Hasan, A., Chaudhary, R. G. (2010) Variability in *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* causing vascular wilt in chickpea. *Arch. Phytopath. Pl. Prot.* 43:987-995.
- Singh, K. B., Reddy, M. V. (1991) Advances in disease-resistance breeding in chickpea. *Advances in Agronomy* 45:191-222.
- Sneh, B., Burpee, L., Ogoshi, A. (1991) Identification of *Rhizoctonia* species. APS press.
- Townsend G. K., Heuberger J. W. (1943) Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Dis. Reporter* 27:340-343.
- Trapero-Casas, A., Jimenez-Diaz, R. M. (1985) Fungal wilt and root rot diseases of chickpea in Southern Spain. *Phytopathology* 75:1146-1151.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J., (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics: *In: PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, T. J. White (Eds.), 315-322, Academic Press, New York
- Yildirim, Ü. A., Güldür, M. E. (2019) Determination of *Fusarium* resistance in registered chickpea cultivars. *Harran Journal of Agricultural and Food Science* 23: 218-225.
- Yimer, S. M., Ahmed, S., Fininsa, C., Tadesse, N., Hamwih, A., Cook, D. R., (2018) Distribution and factors influencing chickpea wilt and root rot epidemics in Ethiopia. *Crop Protection* 106:150-155.
- Yücel, S., Güncü, M. (1991) Fungal diseases determined on food legumes in Mediterranean region. *Plant Protection Bulletin* 31.



Arştırma Makalesi

**Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde
(*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi**

Semih TANGOLAR^{1*}, Serpil TANGOLAR¹, Sevil CANTÜRK¹, Melike ADA¹, Emine KORKMAZ¹

ÖZ

Asmada bir yaşlı dallar, üzüm salkımlarını oluşturacak olan kış gözlerini taşımaları nedeniyle verimliliği belirleyen organlardır. Bu çalışmada, Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü tarafından ıslah edilmiş ve Çukurova koşullarında yetiştirilen Beyra, Ece, Efem, Lidya, Manisa Pembesi, Mesir ve Spil Karası çeşitlerinde budama sırasında bir yaşlı dalda bırakılan ilk 10 adet kışlık gözün sürme ve verimlilik durumu ile salkım, tane ve şıra özellikleri incelenmiştir. Beyra ve Ece çeşitlerinde sürme oranının genel olarak tüm gözlerde yüksek ve dalların orta kısımlarındaki gözlerin daha verimli olduğu belirlenmiştir. Mesir’de de sürme oranı tüm gözlerde; verimlilik ise orta ve uçtaki gözlerde daha yüksek bulunmuştur. Efem’de sürme oranı ve verimlilik değerleri genel olarak incelenen bütün gözlerde yüksek çıkmıştır. Lidya ve Manisa Pembesi’nde birinci göz dışındaki tüm gözlerde yüksek sürme oranı ve verimlilik gözlenmiştir. Spil Karası’nda ilk göz dışındakilerde yüksek sürme oranı ile 1., 9. ve 10. gözler dışındakilerde birbirine yakın verimlilik değerleri belirlenmiştir. Bütün çeşitlerde salkım, tane ve şıra özellikleri gözlerin dal üzerinde buldukları yere göre değişik düzeylerde farklılık göstermiştir. Salkımların Beyra, Mesir ve Spil Karası’nda orta büyük ile büyük; Ece, Efem, Lidya ve Manisa Pembesi çeşidinde orta büyük oldukları görülmüştür. Taneler ise, Efem, Lidya ve Manisa Pembesi çeşitlerinde çok büyük ile büyük, Ece, Mesir ve Spil Karası’nda büyük, Beyra çeşidinde ise çok büyük sınıfına girmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçların, yeni üzüm çeşitlerimizin Çukurova bölgesinin üzüm üretim deseni içinde yer alma sürecine katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Asma, budama, göz verimliliği, kış gözü, sofralık üzüm, *Vitis vinifera* L.

**Determination of Bud Fruitfulness in Some Table Grape Cultivars (*V. vinifera* L.)
Obtained by Crossbreeding**

ABSTRACT

One-year-old canes in the grapevine are the organs that determine productivity because they carry the winter buds that will be born the grape clusters. In this study, the fruitfulness of the first 10 winter buds left on the canes in pruning and the cluster, berry and must characteristics of Beyra, Ece, Efem, Lidya, Manisa Pembesi, Mesir, and Spil Karası cultivars bred by Manisa Viticulture Research Institute and grown in Çukurova conditions were investigated. It was concluded that the shooting rate in Beyra and Ece cultivars was generally high in all buds, and the buds in the middle of the shoots were determined to be more productive. In Mesir, the shooting rate was in all buds; the productivity level was higher in the middle and apical buds. In Efem, the shooting rate and bud productivity were found to be generally high. High shooting rates and productivity were observed in all bud positions except the first bud in Lidya and Manisa Pembesi. In Spil Karası, a high shooting rate was determined in all the buds except for the first bud and bud productivity was close to each other, except for the 1st, 9th, and 10th buds. In all cultivars, cluster, berry and must characteristics differed at different levels according to the positions of the buds on the cane. It was observed that the clusters were medium and medium-large sized in Beyra, Mesir and Spil Karası, medium-large in Ece, Efem, Lidya and Manisa Pembesi varieties. Berries are classified as very large and large in Efem, Lidya and Manisa Pembesi varieties, large in Ece, Mesir and Spil Karası, and very large in Beyra varieties. The results of the study are expected to contribute the process of incorporating new grape cultivars in the grape production pattern of Çukurova region.

Keywords: Grapevine, pruning, winter bud, table grape, bud fertility, *Vitis vinifera* L.

ORCID ID: 0000-0001-7746-4258, 0000-0002-5563-1972, 0000-0001-6055-7191, 0000-0001-5182-0787, 0009-0005-0785-8020

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 15.08.2023

Kabul Tarihi: 16.11.2023

¹ Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330 Sarıçam-Adana

Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde (*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi

Giriş

Tüm bahçe bitkilerinde olduğu gibi, asmada da ürün miktar ve kalitesini optimize etmek ve üretici gelirlerini en yüksek düzeye çıkarmak amacıyla verimlilikle ilgili çalışmalar, asma özelinde belirlenen hedefe göre sürdürülmektedir (Li-Mallet ve ark., 2016).

Verim düzenlemesinin başarılı bir şekilde ve zamanında yapılabilmesi için omca veriminin doğru tahmin edilmesi çok önemlidir. Kış budaması ile omcadaki verimli göz sayısını düzenlemek, bir sonraki vejetasyon döneminde verimi yönetmek için öncelikli ve en ucuz ve etkili bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Winkler ve ark., 1974). Kış gözlerinden alınan kesitlerin incelenmesi ile de sürgün verimliliği tespit edilebilmesine rağmen, göz verimliliğinin dal üzerindeki pozisyonun nasıl etkilendiğinin ve sürme dinamiklerinin bilinmesi (Ağaoğlu, 1999; Ferrara ve Mazzeo, 2021; Monteiro ve ark., 2021) uygulanacak budama yöntemi, şiddeti ve ürün yükü bakımından önemlidir. Böylece birim alandan alınacak ürün veriminin maksimuma ulaşması sağlanabilmektedir (Ağaoğlu, 2002; Çelik, 2011; McLoughlin ve ark., 2011). Asmada verimlilik denildiğinde, yaz sürgünü üzerindeki yaprak koltuklarında oluşan, oluştukları yıl sürmeyip, dinlenme halinde ertesi yılın ilkbaharına ulaşan kış gözlerindeki primer tomurcukların verimliliği anlaşılmaktadır. Kış gözleri, birden fazla tomurcuktan (sürgün yatağı) oluşan karmaşık bir yapıya sahiptir. Verimli yaz sürgününü oluşturacak olan asıl tomurcuk, ortadaki primer tomurcuktur. Primer tomurcuklardaki salkım sayısı *V. vinifera* L.'da 1-4 arasında olup, bu sayı üzüm çeşitlerine göre farklılık göstermektedir (Çelik ve ark., 1998; Ağaoğlu, 1999; Ferrara ve Mazzeo, 2021). Primer tomurcuklarda generatif organların farklılaşması ve salkım taslaklarının oluşumu, gözlerin sürmesinden yaklaşık 4-7 hafta sonra meydana gelmektedir. Çiçek taslaklarında çiçek organlarının farklılaşması ise bazı araştırmacılara göre sonbahara girerken, bazılarına göre ise ertesi ilkbaharda gözler sürerken oluşmaktadır (Monteiro ve ark., 2021). Asmalarda kış gözlerinin verimliliği

genellikle salkım sayısı/göz oranı ile ifade edilmekte olup, gözler sürdükten sonraki dönemde çiçek salkımı/göz ve çiçek sayısı/salkım oranları da verimliliğin değerlendirilmesinde dikkate alınmaktadır (Karataş ve Ağaoğlu, 2005).

Verimlilik, üzüm çeşitlerinde genetik bir özellik olup, her üzüm çeşidinin bir yaşlı dalları kendilerine özgü göz verimliliği karakteristiğine sahiptir (Winkler ve ark., 1974; Ferrara ve Mazzeo, 2021; Monteiro ve ark., 2021).

Verimlilik, kış gözlerinin bir yaşlı dallar üzerindeki pozisyonundan etkilenmektedir. Genel olarak bir yaşlı dallar üzerindeki gözlerin verimlilik düzeyinin dallarda bazaldan apikale (uç kısma) doğru gidildikçe yükseldiği kabul edilmektedir. Buna göre en yüksek çiçek salkımı/göz oranının sürgünün orta kısımlarında bulunan gözlerde bulunduğu bildirilmektedir (Sánchez ve Dokoozlian, 2005). Bununla birlikte en verimli gözlerin bulunduğu boğumun çeşitlere göre farklılık gösterdiği de bilinmektedir (Ağaoğlu, 1999; Ferrara ve Mazzeo, 2021). Bazı üzüm çeşitlerinde alt boğumlardaki gözler çok daha verimli iken, bazılarında yüksek verimlilik orta boğumlara doğru kaymakta, bazılarında ise apikal kısımdaki gözlerde daha yüksek verimlilik saptanmaktadır (Çelik ve ark., 1998; Ağaoğlu, 2002; Uzun, 2004; Çelik, 2011). Bu nedenle çeşitlere göre uygulanacak budama şeklinin belirlenebilmesi için verimli gözlerin bir yaşlı dal üzerindeki pozisyonunun bilinmesi önemlidir. Bir çeşidin aynı koşullarda ardışık iki yıl verimliliği incelendiğinde ortaya çıkan farklılıkların ise yıl etkisinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Guilpart ve ark., 2014). Bu çalışmada, Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü tarafından melezleme ıslahı ile elde edilmiş yedi sofralık üzüm çeşidinin Adana-Çukurova koşullarında bir yıllık dal üzerinde buldukları boğuma göre kış gözü verimlilikleri ve sürme oranları ile salkım, tane ve bazı sıra özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde (*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma, Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü tarafından yapılan melezleme islahı çalışmaları sonucunda elde edilen MahrabaşixTrakya İlkeren melezi Spil Karası, TahannebixCardinal melezi Lidya, MahrabaşixCardinal melezleri Beyra, Ece ve Manisa Pembesi, Mahrabaşix Hamburg Misketi melezleri Efem ve Mesir olmak üzere 7 sofralık üzüm çeşidi (MBAE, 2018) üzerinde yürütülmüştür.

Deneme alanı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Bağ'ında 37.014738 Kuzey, 35.224572 Doğu koordinatlarında ve deniz seviyesinden 70 m yüksekliktedir. Deneme parseli 2x3 m sıra üzeri ve arası mesafeler ile 1103P anacı üzerine aşılansarak kurulmuş olup, omcalar çift kollu guyot terbiye şeklinde yetiştirilmiştir.

Yöntem

Çalışma Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Her tekerrürde 3 omca olmak üzere her üzüm çeşidinde toplam 9 omca kullanılmıştır. İnceleme ve ölçümler 2021 ve 2022 vejetasyon dönemlerinde gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan üzüm çeşitlerinde yapılan kış budaması sırasında yedek dallar 2-3, ürün dalları ise 7-10 göz üzerinden budanmış ve her omcada bırakılan toplam göz sayısı kaydedilmiştir. Çalışılan üzüm çeşitlerinde, aşağıda belirtilen özellikler bakımından, bir yaşlı dal üzerinde buldukları boğuma göre gözler (1., 2., 3.,..., 10.) ayrı ayrı incelenmiş, istatistik analizler her çeşit için ayrı ayrı yapılmıştır.

Gözlerde sürme ve verimlilik özellikleri

Sürme oranı (%): Budamada bırakılan gözlerden sürenlerin oranı olarak hesaplanmıştır.

Primer, sekonder ve tersiyer tomurcukların sürme oranı (%): Her göz konumu için primer, sekonder ve tersiyer tomurcuklardan süren sürgünler sayılarak, bunların süren göz sayısı içindeki oranı hesaplanmıştır.

Verimlilik (%): Süren gözler içinde salkım oluşturanların oranı şeklinde hesaplanmıştır.

Salkımlı ve salkımsız yaz sürgünü oranları (%): Sürgünler içinde bir, iki, üç salkımlı ve salkımsız sürgün oranları hesaplanmıştır.

Bir yaşlı dal çapı (mm): Deneme omcalarında bir yaşlı dalların çapları 4. ve 5. boğumlar arasından kumpas ile ölçülmüştür.

Salkım ve tane özellikleri

Salkım ağırlığı (g): Her gözden elde edilen tüm salkımların ortalamasının alınması yoluyla elde edilmiştir.

Tane ağırlığı (g): Her gözden alınan salkım örneklerinden tesadüfen seçilen 100 tanenin ortalamasının alınması ile elde edilmiştir.

Tane hacmi (mL): Tane ağırlığı alınan her 100 tanenin hacmi bir ölçü silindiri yardımıyla belirlenmiştir.

Şıra özellikleri

Salkımlardan tesadüfen alınan 100 tane örneğinden bir tülbent içinde elle sıkılmak suretiyle elde edilen şırada; suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) (%) dijital refraktometre (Hanna HI96801) ile, pH değeri pH metre (WTW pH 540 GLP) ile, asitlik ise 0.1 N NaOH kullanılarak titrasyon yöntemiyle ve tartarik asit eşdeğeri esas alınarak 100 mL şırada g olarak belirlenmiştir. Olgunluk indisi, SÇKM'nin asitlik değerine bölünmesi ile elde edilmiştir.

İstatistik analiz

Çalışma, Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her çeşit için elde edilen bulgulara JMP (v8.00, SAS Institute Inc.,USA) istatistik programı kullanılarak ayrı ayrı varyans analizi uygulanmış ve sürgün üzerinde farklı boğumlarda bulunan gözler için ölçülen özellikler arasındaki farklılıklar LSD testi ile %5 önem seviyesinde belirlenmiştir. Çizelge 1-7' de gerçek değerleri verilen ve % olarak ifade edilen bulguların varyans analizinde açış transformasyonu değerleri kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışılan 7 üzüm çeşidininin 2021 ve 2022 vejetasyon yıllarına ait fenolojisi ile ilgili gözlemler, her iki yılda en erken uyanan çeşidin Efem; en geç uyanan çeşidin ise Beyra olduğunu göstermiştir. Efem, Ece ve Spil Karası Temmuz ayının ilk yarısında; Lidya,

Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde (*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi

Beyra, Manisa Pembesi ve Mesir çeşitleri Temmuz ayının ikinci yarısında olgunlaşmıştır.

Sürme oranı ve verimlilik parametrelerine ilişkin bulgular

Çeşitlerden göz pozisyonları için ayrı ayrı hesaplanan verimlilikleri, sürme oranları ve verimliliğe ilişkin diğer parametrelere ait bulguları aşağıda sunulmuştur.

Beyra çeşidinden elde edilen veriler Çizelge 1'de verilmiştir. Gözlerin sürmesi, 2021 yılında 1-8; 2022 yılında ise 2-10 arasındaki boğumlarda bulunan gözlerde %70 den yüksek oranda gerçekleşmiştir. Çizelgeden, gözlerden bir sürgün oluşumunun ağırlıklı olarak gerçekleştiği anlaşılmaktadır. 2021 yılında 1.-7. arasındaki göz konumlarında %69.4; 2022 yılında ise 10 adet göz konumunun tamamında %72.2'nin üzerinde bir sürgünlü gözlerin varlığı saptanmıştır. Her iki yılda da primer, sekonder ve tersiyer tomurcukların birlikte sürdükleri bir göz konumuna rastlanmamıştır. Göz verimliliği; 2021 yılında genel olarak dalların orta kısmında daha yüksek çıkmış görünmektedir. 2022 yılında gözler arasında bu bakımdan istatistiki önemde farklılık çıkmamış olup salkım bulunduran gözlerin oranı %50-93.3 arasında değişmiştir (Çizelge 1). Beyra çeşidinde 2021 yılında 5, 6, 7 ve 8.; 2022 yılında ise 3.-8. boğumlardaki gözlerde daha yüksek oranda bir salkımlı sürgün elde edilmiştir. İki salkımlı sürgünlerin oranı bakımından göz konumları arasında önemli farklılık saptanmamıştır. Beyra çeşidinin bir yaşlı dallarında 1. ve 2. gözlerde salkımsız sürgün oranları diğerlerinden daha yüksek (sırasıyla, %88.4 ve %84.7) çıkmıştır. 2022 yılında bu bakımdan gözler arasında istatistiki farklılık elde edilmemiştir. Farklı boğumlardaki gözlerden elde edilen dal çapları arasında 2021 yılında önemli farklılık çıkmış, diğer yılda farklılık önemli bulunmamıştır. Çap değerleri 2021 yılında 7.9-11.1 mm arasında değişmiştir. Sekizinci, 9. ve 10. gözlerde yeterli sayıda dal bulunmaması nedeniyle ölçüm gerçekleştirilememiştir. 2022 yılında ise çap değerleri 5.8-8.0 mm arasında ölçülmüştür. Beyra çeşidinde en yüksek verimliliğin bir yaşlı

dalların orta kısmındaki gözlerden elde edildiği, yüksek verim için çeşidin orta-uzun budanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Ece çeşidine ilişkin Çizelge 2 verileri incelendiğinde, 2021 yılında sürme bakımından en yüksek değerler 4. ve 9. gözler arasındakilerde belirlenmiştir. Bu gözlerde sürme %93.3'den yüksek oranda gerçekleşmiştir. Bu değer, 1, 2, 3 ve 10. gözlerde %66.7-78.2 arasında değişmiştir. 2022 yılında çeşidin kışlık gözlerinde sürme oranı %69.8-100 arasında değişmiştir. 6. ve 10. gözler arasında sürme oranının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Belirtilen bulgulardan Ece çeşidinde her iki yılda da genel olarak tüm gözlerle ilgili sürme performansının yüksek olduğu belirtilebilmektedir. Bir ve iki sürgün oluşturma oranı bakımından buldukları boğumun konumuna göre gözler arasında 2021 yılında önemli farklılık çıkmazken ikinci yılda 1.-5. gözler 1'er sürgün (>%70); 6.-10. gözler ise 2'şer sürgün oluşturma (>%42.5) oranı bakımından daha yüksek değerler vermiştir. Çeşidin kışlık gözlerinde primer, sekonder ve tersiyer tomurcukların sürme oranı bakımından gözler arasında önemli bir farklılık saptanmamıştır. Göz verimliliği 2021 yılında %33.3-83.3; 2022 yılında %47.7-80.6 oranları arasında değişmiş ancak bu bakımdan gözler arasında istatistiki önemli bir fark çıkmamıştır. Bu çeşitte, dal üzerinde farklı konumlardaki gözler arasında 2021 yılında ve bir salkım taşıyan sürgünlerin oranı bakımından önemli farklılık saptanmış olup 8. ve 10. gözler dışındakilerde oran %50'nin üzerinde çıkmıştır. Bu özellik bakımından 2022 yılında; iki salkımlı sürgün oranı ile salkımsız sürgün oranları bakımından her iki yılda farklı konumlardaki gözler arasında önemli farklılık saptanmamıştır. Bu çeşitte yalnızca çalışmanın 2. yılında ve 7. gözde %11 oranında üç salkım taşıyan yaz sürgünü belirlenmiştir. Yıllık dalların çapı birinci ve ikinci yılda sırasıyla 6.7-10.7 mm ve 6.9-9.6 mm aralığında ölçülmüştür. Her iki yıla ait verilere göre Ece çeşidinin genel olarak orta gözlerinin daha verimli olduğu kanaatine varılmıştır.

Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde (*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi

Efem çeşidinde sürme ve verimlilik bulguları Çizelge 3'de verilmiştir. Gözlerin sürme oranları 2021 yılında yıllık dallarda bazaldan itibaren ilk 8 gözde %63.3'den, 2022 yılında ilk 9 gözde %83.9' dan daha yüksek bulunmuştur. Bir sürgünlü gözlerin oranı bakımından gözlerin konumları arasında farklılık çıkmamış, 2022 yılında 5, 6 ve 7. gözler dışındakilerde %66.7 den daha yüksek oranlar elde edilmiştir. 2021 yılında 9. ve 10.; 2022 yılında ise 8, 9 ve 10. gözler dışındaki tüm gözlerde yıl sırasıyla %6.1-13.3 ve %10-43.8 oranında iki sürgün oluşumu gözlenmiştir. Göz verimliliği bakımından 2021 yılında ilk sekiz göz konumu aynı grupta yer almış olup bunlarda %60-96.3 arasında değişen yüksek değerler belirlenmiştir. 2022 yılında göz verimliliği oranları 10. göz dışındakilerde %86.7-100 arasında farklılık göstermiştir. Bu çeşidin yaz sürgünlerinde çalışmanın 2021 yılında bir salkım taşıma oranı ilk 4 bazal gözde %35.5-57.6; iki salkım taşıma oranı ise 2.-8. gözler arasında %18.9-68.2 arasında değişmiştir. 2022 yılında bir salkım taşıyan yaz sürgünlerinin oranı 1.-7. gözler arasında %32.4-63.5, iki salkım taşıyanların oranı ise 2. ve 9. boğumlar arasındaki gözlerde %40-66.7 arasında değişmiştir. 2021 yılında 3, 5, 7 ve 8. gözlerden; 2022 yılında ise 1, 2 ve 10. dışındaki gözlerden oluşan sürgünlerde üç salkım taşıyanlar (sırasıyla, %4.2-16.7 ve %2.2-27.8) olduğu belirlenmiştir.

Bir yaşlı dalların çapları 2021 yılında, 6.5-7.9 mm; 2. yılda 5.8-7.5 mm arasında değişmiştir (Çizelge 3). Elde edilen bulgular, Efem çeşidinde incelenen hemen hemen tüm boğumlardaki gözlerin yüksek sürme ve verimlilik potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Lidya çeşidine ait Çizelge 4'de verilen bulgulara göre 2021 yılında 9. ve 10. gözlerde sürme gerçekleşmezken, aynı istatistiki grupta yer alan diğerlerinde ise %55.6'nın üzerinde sürme oranı saptanmıştır. Çalışmanın 2.yılında sürme oranı sürgün ucuna doğru giderek artmış, 3.-10. boğumlar arasındaki gözlerde sürme %77.2-100 arasında değişmiştir. Çeşidin kışlık gözlerinde primer tomurcukla birlikte sekonderin de sürdüğü durumlar %0-44.4

arasında değişirken, üç tomurcuğun da sürdüğü bir durum gözlenmemiştir. Göz verimliliği bakımından 2021 yılında 1.- 7. gözler arasında %64.1-100 arasında değişirken 2022 yılında genel olarak tüm göz pozisyonlarında göz verimliliği yüksek değerler almış ve %69.4-100 arasında değişmiştir. Dört, 8 ve 10. gözlerde verimlilik %100'e ulaşırken, en düşük verimlilik 9. gözde belirlenmiştir. Birinci deneme yılında bir salkım taşıyan sürgünlerin oranı %16.7-75.6; iki salkım taşıyanların oranı ise %0-47.2 arasında değişmiştir. 2022 yılında bu değerler, bir salkımlı yazlık sürgünlerin oranı için %23.8-100, iki salkım taşıyanların oranı için ise %0-76.2 arasına değişmiştir. Her iki yılda da ikiden fazla salkım taşıyan sürgüne rastlanmamıştır. Bir yaşlı dalların çapı 2021 ve 2022 yılları sırasıyla 7.03-9.72 mm ile 5.88-7.04 mm arasında ölçülmüştür.

Manisa Pembesi çeşidine ait veriler Çizelge 5'de görülmektedir. Bu çeşitte her iki yılda da sürme oranı ve göz verimliliğinin oldukça yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiştir. 2021 yılında 1. ve 10. gözler dışında diğer tüm gözlerde sürme oranı %70.8'den %100'e kadar değişmiştir. Bir sürgünlü gözlerin oranı ilk deneme yılında 1. ve 10. gözler dışındakilerde %66.7 ile %100; ikinci yılda ise incelenen tüm gözler dikkate alındığında %72.7'nin üzerinde saptanmıştır. Bu çeşitte 2 sürgünlü gözlerin oranı düşük çıkmış ve değişik konumlardaki gözler arasındaki farklılık iki yılda da önemli bulunmamıştır. Her iki yılda da tersiyer tomurcuklar sürmemiştir. Gözlerin verimliliği bakımından 2021 yılında bazaldan itibaren ilk 8 gözün oldukça verimli olduğu ve oranın %68.3-88.9 arasında değiştiği belirlenmiştir. Birinci göz dışında tüm gözlerden süren sürgünlerin %4.8-58.3'sinin iki salkım, 7. gözden süren sürgünlerin %6.7'sinin ise üç salkım taşıdığı belirlenmiştir. 2022 yılında verimlilik %74.7-100 arasında değişmiş, gözlerin dal üzerindeki konumlarına göre önemli farklılıklar belirlenmemiştir.

**Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde
(*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi**

Çizelge 1. Beyra çeşidinde yıllık dal üzerindeki konumlarına göre gözlerin sürme ve verimlilik özellikleri

Göz No	Sürme oranı (%)		1 sürgünlü göz oranı (%)		2 sürgünlü göz oranı (%)		Göz verimliliği (%)		1 salkımlı sürgün oranı (%)		2 salkımlı sürgün oranı (%)		Salkımsız sürgün oranı (%)		1 yaşlı dal çapı (mm)	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	72.2 ab ^x	60.0 c	92.1 ab	97.0	7.9 ab	3.0	11.6 b	54.5	11.6 b	46.2 abc	0	8.3	88.4 a	45.5	7.92 b	8.03
2	70.9 ab	84.2 abc	96.3 a	97.0	3.7 b	3.0	15.3 b	69.5	15.3 ab	62.4 abc	0	7.2	84.7 a	30.5	8.95 ab	7.42
3	78.1 ab	70.9 bc	100 a	100	0 b	0	34.5 ab	93.3	34.5 ab	78.3 ab	0	15.0	65.5 ab	6.7	9.27 ab	7.57
4	93.3 a	81.9 abc	86.7 ab	93.3	13.3 b	6.7	47.8 ab	93.3	21.7 ab	73.3 ab	26.1	20.0	52.2 ab	6.7	11.14 a	6.11
5	100 a	78.1 bc	80.6 ab	90.5	19.4 ab	9.5	69.4 ab	90.5	50.0 ab	69.1 ab	19.4	21.4	30.6 ab	9.5	10.50 ab	7.40
6	100 a	91.7 ab	83.3 ab	94.4	16.7 ab	5.6	58.3 ab	69.4	41.7 ab	47.2 abc	16.7	22.2	41.7 ab	30.6	8.30 b	8.10
7	100 a	88.9 ab	69.4 ab	72.2	8.3 b	27.8	91.7 a	72.2	75.0 a	55.6 abc	16.7	16.7	8.3 b	27.8	10.22 ab	7.05
8	100 a	100 a	33.3 bc	83.3	66.7 a	16.7	55.6 ab	83.3	55.6 ab	83.3 a	0	0	44.4 ab	16.7	-	6.62
9	66.7 ab	100 a	66.7 ab	83.3	0 b	16.7	50.0 ab	50.0	33.3 ab	16.7 c	16.7	33.3	50.0 ab	50.0	-	5.77
10	33.3 b	100 a	0 c	100	33.3 ab	0	33.3 ab	66.7	0 b	33.3 bc	33.3	33.3	66.7 ab	33.3	-	7.45
LSD %5	41.3	24.8	48.1	ÖD	46.7	ÖD	55.4	ÖD	51.6	42.9	ÖD	ÖD	55.4	ÖD	2.80	ÖD

^x Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.05$), ÖD: Önemli Değil

Çizelge 2. Ece çeşidinde yıllık dal üzerindeki konumlarına göre gözlerin sürme ve verimlilik özellikleri

Göz No	Sürme oranı (%)		1 sürgünlü göz oranı (%)		2 sürgünlü göz oranı (%)		Göz verimliliği (%)		1 salkımlı sürgün oranı (%)		2 salkımlı sürgün oranı (%)		Salkımsız sürgün oranı (%)		1 yaşlı dal çapı (mm)	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	69.2 b ^x	69.8 d	83.8	84.4 ab	12.0	15.6 de	48.7	47.7	44.5 a	43.6	4.2	4.1	51.3	52.3	8.68 abc	6.94 b
2	78.2 ab	84.9 abcd	85.3	85.5 ab	14.7	14.5 de	53.5	58.1	42.1 a	48.0	11.4	10.1	46.5	41.9	9.16 abc	7.13 b
3	68.3 b	71.7 cd	86.7	77.6 ab	13.3	22.4 de	80.0	77.6	48.9 a	52.7	31.1	24.9	20.0	22.4	7.64 bc	7.68 b
4	100 a	77.2 bcd	81.9	86.1 a	18.1	13.9 e	74.3	80.6	42.9 a	57.0	31.4	23.6	25.7	19.4	8.21 abc	7.21 b
5	94.4 ab	79.3 abcd	60.0	71.1 abc	40.0	28.9 cde	80.0	73.9	46.7 a	47.8	33.3	26.1	20.0	26.1	8.42 abc	7.56 b
6	93.3 ab	85.4 abcd	61.7	42.9 cde	38.3	57.1 abc	64.4	64.9	50.6 a	46.4	13.9	18.5	35.6	35.1	9.65 ab	7.71 b
7	100 a	96.7 ab	51.7	57.5 bcd	41.7	42.5 bcd	63.3	67.1	50.0 a	39.0	13.3	17.2	36.7	32.9	10.74 a	8.47 ab
8	100 a	100 a	69.4	42.9 cde	30.6	57.1 abc	58.3	72.1	22.2 ab	48.8	36.1	23.3	41.7	27.9	8.98 abc	8.58 ab
9	100 a	100 a	50.0	35.6 de	50.0	64.4 ab	83.3	54.4	50.0 a	36.7	33.3	17.8	16.7	45.6	6.72 c	9.64 a
10	66.7 ab	93.3 abc	33.3	30.6 e	33.3	69.4 a	33.3	52.8	0 b	30.6	33.3	22.2	66.7	47.2	7.35 bc	8.65 ab
LSD %5	31.0	22.3	ÖD	20.7	ÖD	20.7	ÖD	ÖD	37.1	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	2.53	1.89

^x Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.05$), ÖD: Önemli Değil

**Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde
(*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi**

Çizelge 3. Efem çeşidinde yıllık dal üzerindeki konumlarına göre gözlerin sürme ve verimlilik özellikleri

Göz No	Sürme oranı (%)		1 sürgünlü göz oranı (%)		2 sürgünlü göz oranı (%)		Göz verimliliği (%)		1 salkımlı sürgün oranı (%)		2 salkımlı sürgün oranı (%)		Salkımsız sürgün oranı (%)		1 yaşlı dal çapı (mm)	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	80.4 ab ^x	85.3 ab	88.1	90.0 ab	11.9 ab	10.0 cd	61.9 a	87.6 b	57.6 a	63.5 a	4.3 de	24.1 cd	38.1 b	12.4 b	6.88 ab	6.68 ab
2	88.2 ab	89.7 ab	86.9	84.6 ab	13.1 ab	15.4 bc	61.8 a	95.8 ab	42.9 a	42.6 a	18.9 bcde	53.2 abc	38.2 b	4.2 bc	7.15 ab	6.97 ab
3	93.0 ab	83.9 ab	85.6	66.8 ab	14.4 ab	23.7 abc	77.5 a	100 a	35.5 abc	36.6 ab	37.9 abcd	58.8 abc	22.5 b	0 c	6.48 b	6.14 abc
4	97.2 ab	95.8 ab	93.3	85.0 ab	6.7 ab	12.5 cd	90.3 a	100 a	37.4 ab	32.4 ab	52.9 abc	60.8 abc	9.7 b	0 c	7.35 ab	5.82 bc
5	100 a	100 a	63.1	52.0 b	31.3 a	43.8 a	79.8 a	100 a	16.7 d	32.6 ab	49.0 abcd	65.2 ab	20.2 b	0 c	7.75 ab	6.72 ab
6	100 a	100 a	93.9	53.4 b	6.1 ab	42.5 a	82.6 a	97.0 ab	14.4 bcd	40.7 a	68.2 a	50.9 abc	17.4 b	3.0 bc	7.08 ab	7.52 a
7	63.3 ab	100 a	51.9	46.7 b	11.1 ab	40.0 ab	96.3 a	86.7 ab	12.0 cd	43.3 a	67.6 ab	40.0 bc	3.7 b	13.3 bc	7.84 ab	7.52 a
8	66.7 ab	100 a	53.3	100 a	13.3 ab	0 d	60.0 a	100 a	0 d	5.6 c	53.3 abc	66.7 ab	40.0 b	0 c	7.88 a	7.34 ab
9	33.3 b	100 a	33.3	100 a	0 b	0 d	16.7 b	100 a	0 d	8.3 c	16.7 cde	75.0 a	83.3 a	0 c	7.47 ab	4.91 c
10	33.3 b	66.7 b	33.3	66.7 ab	0 b	0 d	0 b	33.3 c	0 d	16.7 bc	0 e	16.7 d	100 a	66.7 a	7.61 ab	7.19 ab
LSD %5	55.5	29.5	ÖD	38.0	26.6	18.4	35.4	19.9	20.3	23.0	36.4	23.2	35.4	19.9	1.37	1.63

^x Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.05$), ÖD: Önemli Değil

Çizelge 4. Lidya çeşidinde yıllık dal üzerindeki konumlarına göre gözlerin sürme ve verimlilik özellikleri

Göz No	Sürme oranı (%)		1 sürgünlü göz oranı (%)		2 sürgünlü göz oranı (%)		Göz verimliliği (%)		1 salkımlı sürgün oranı (%)		2 salkımlı sürgün oranı (%)		Salkımsız sürgün oranı (%)		1 yaşlı dal çapı (mm)	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	64.1 a ^x	46.3 e	96.7 a	71.0 bcd	3.3	29.0 abc	70.0 ab	77.3 ab	66.7 a	59.9 bc	3.3 b	17.4 cde	30.0 bc	22.7 ab	8.12 bc	6.65
2	73.3 a	60.4 de	89.6 a	90.7 ab	10.4	9.3 c	64.1 b	93.3 ab	60.4 ab	60.5 bc	3.7 b	32.8 bcd	35.9 b	6.7 ab	9.21 ab	6.86
3	69.7 a	77.2 cd	83.3 a	87.8 abc	8.3	12.2 bc	70.0 ab	86.5 ab	55.0 ab	33.4 cd	15.0 ab	53.1 ab	30.0 bc	13.5 ab	7.03 c	5.88
4	77.8 a	80.1 c	63.3 ab	84.9 abc	23.3	15.1 bc	86.7 ab	100 a	50.0 ab	23.8 d	36.7 a	76.2 a	13.3 bc	0 b	8.79 ab	6.11
5	87.8 a	92.5 b	65.6 ab	62.1 cd	23.3	37.9 abc	86.7 ab	95.2 ab	45.6 ab	37.3 bcd	41.1 a	57.9 ab	13.3 bc	4.8 ab	7.84 bc	6.76
6	69.4 a	100 a	100 a	69.2 bcd	0	30.8 abc	100 a	93.3 ab	75.6 a	47.5 bcd	24.4 ab	45.8 abc	0 c	6.7 ab	7.22 c	6.64
7	83.3 a	100 a	55.6 ab	72.7 bcd	44.4	27.3 abc	80.6 ab	95.2 ab	33.3 ab	38.7 bcd	47.2 a	56.5 ab	19.4 bc	4.8 ab	9.72 a	6.88
8	55.6 a	93.3 ab	33.3 b	41.7 d	33.3	58.3 ab	16.7 c	100 a	16.7 b	70.0 b	0 b	30.0 bcd	83.3 a	0 b	9.20 ab	6.89
9	0 b	100 a	-	16.7 e	-	72.2 a	-	69.4 b	-	61.1 bc	-	8.3 de	-	30.6 a	-	7.04
10	0 b	100 a	-	100 a	-	66.7 a	-	100 a	-	100 a	-	0 e	-	0 b	-	6.75
LSD %5	30.1	30.3	43.7	21.4	ÖD	34.8	31.9	25.8	36.6	25.2	25.2	24.6	31.9	25.8	1.81	ÖD

^x Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.05$), ÖD: Önemli Değil

**Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde
(*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi**

Çizelge 5. Manisa Pembesi çeşidinde yıllık dal üzerindeki konumlarına göre gözlerin sürme ve verimlilik özellikleri

Göz No	Sürme oranı (%)		1 sürgünlü göz oranı (%)		2 sürgünlü göz oranı (%)		Göz verimliliği (%)		1 salkımlı sürgün oranı (%)		2 salkımlı sürgün oranı (%)		Salkımsız sürgün oranı (%)		1 yaşlı dal çapı (mm)	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	31.9 bc ^x	50.1 f	44.4 ab	97.0 a	0	3.0	83.3 a	86.2	83.3 a	70.6 a	0 c	15.6 c	16.7 b	13.9 ab	6.73 b	6.39
2	70.8 abc	67.1 ef	95.2 a	96.3 a	0	3.7	86.1 a	74.7	81.4 ab	57.7 ab	4.7 bc	17.0 c	13.9 b	25.3 a	7.77 ab	6.93
3	80.0 abc	68.5 def	82.2 ab	94.4 ab	6.7	5.6	68.3 a	84.7	50.6 abc	47.2 abc	17.8 abc	37.5 abc	31.7 b	15.3 ab	7.89 ab	6.28
4	73.3 abc	70.2 def	58.3 ab	94.4 ab	19.4	5.6	83.3 a	80.6	52.8 abc	50.0 abc	30.6 abc	30.6 abc	16.7	19.4 ab	7.82 ab	7.53
5	80.0 abc	95.8 ab	72.2 ab	95.8 a	11.1	4.2	88.9 a	86.3	30.6 c	23.2 c	58.3 a	63.1 ab	11.1 b	13.7 ab	7.00 b	6.99
6	83.3 ab	90.5 abc	66.7 ab	77.8 ab	11.1	22.2	80.0 a	90.3	46.7 bc	27.8 bc	33.3 abc	62.5 ab	20.0 b	9.7 ab	9.49 a	7.36
7	71.1 abc	81.6 cde	70.0 ab	85.7 ab	0	14.3	83.3 a	90.5	45.0 bc	28.1 bc	31.7 abc	62.4 ab	16.7 b	9.5 ab	7.90 ab	7.48
8	88.9 a	87.8 bcd	100 a	89.2 ab	0	10.8	77.8 a	100	50.0 abc	30.0 bc	27.8 abc	70.0 a	22.2 b	0 b	7.67 ab	7.65
9	100 a	100 a	83.3 ab	72.7 b	16.7	27.3	50.0 ab	83.8	0 d	38.7 abc	50.0 ab	45.1 abc	50.0 ab	16.2 ab	8.03 ab	7.01
10	33.3 c	100 a	33.3 b	100 a	0	16.7	0 b	88.9	0 d	55.6 ab	0 c	33.3 bc	100 a	11.1 ab	8.49 ab	7.47
LSD %5	38.7	16.6	48.3	24.3	ÖD	ÖD	46.6	Ö.D.	30.6	23.9	37.6	24.9	46.6	25.1	1.94	ÖD

^x Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.05$), ÖD: Önemli Değil

Çizelge 6. Mesir çeşidinde yıllık dal üzerindeki konumlarına göre gözlerin sürme ve verimlilik özellikleri

Göz No	Sürme oranı (%)		1 sürgünlü göz oranı (%)		2 sürgünlü göz oranı (%)		Göz verimliliği (%)		1 salkımlı sürgün oranı (%)		2 salkımlı sürgün oranı (%)		Salkımsız sürgün oranı (%)		1 yaşlı dal çapı (mm)	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	85.2 ab ^x	66.0 e	91.3 ab	90.6 c	8.8	9.4 ab	45.7 ab	75.6 cd	30.4 ab	61.1 a	15.3 cd	14.6 b	54.3 ab	24.4 ab	6.51 d	5.91 ab
2	87.0 ab	81.9 de	95.8 a	93.1 bc	4.2	6.9 abc	66.0 ab	69.2 d	51.6 a	53.7 ab	14.4 cd	15.5 b	34.0 ab	30.8 a	7.07 cd	6.99 ab
3	90.5 a	89.0 bcd	100 a	93.9 bc	0	6.1 abcd	60.7 ab	91.2 abc	35.6 a	53.0 ab	25.2 bc	38.2 ab	39.3 ab	8.8 ab	7.00 d	7.04 ab
4	86.1 ab	88.6 cd	86.7 a	97.4 ab	13.3	2.6 cd	71.1 ab	89.7 ab	33.9 a	39.7 ab	37.2 bc	50.0 ab	28.9 ab	10.3 ab	6.23 d	5.77 b
5	93.3 a	97.8 a	86.1 ab	85.5 c	13.9	12.1 a	80.6 a	100 a	28.2 ab	41.6 ab	52.4 bc	58.4 a	19.4 b	0 b	7.01 cd	7.61 ab
6	94.4 a	94.8 bc	87.8 ab	88.9 c	12.2	11.2 a	87.8 a	91.4 abc	24.4 ab	42.1 ab	63.3 ab	49.4 ab	12.2 b	8.6 ab	7.11 cd	6.54 ab
7	91.7 a	97.4 ab	75.6 ab	91.2 c	24.4	8.8 abc	86.7 a	82.6 bcd	51.1 a	29.8 bc	24.4 cd	52.8 ab	13.3 b	17.4 ab	7.48 bcd	7.37 ab
8	100 a	96.3 abc	83.3 ab	86.1 c	16.7	10.9 a	91.7 a	100 a	52.8 a	47.5 ab	38.9 bc	52.5 ab	8.3 b	0 b	8.79 abc	7.96 a
9	66.7 ab	94.4 abc	33.3 b	100 a	33.3	4.2 bcd	83.3 a	93.3 ab	0 b	33.9 abc	83.3 a	59.4 a	16.7 b	6.7 ab	9.08 ab	7.99 a
10	33.3 b	100 a	33.3 b	100 a	0	0 d	33.3 b	100 a	33.3 ab	16.7 c	0 d	50.0 ab	66.7 a	33.3 ab	10.36 a	7.63 ab
LSD %5	45.0	13.8	45.8	10.5	ÖD	12.0	37.5	15.6	34.0	17.9	28.2	26.7	37.5	32.1	1.77	2.13

^x Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.05$), ÖD: Önemli Değil

Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde (*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi

Bir salkım taşıyan sürgünlerin oranı %23.2-57.7, iki salkım taşıyan sürgünlerin oranı %15.6-70.0 arasında değişmiştir. İki salkım taşıma oranının sürgünlerin orta ve uç kısımlarında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu yılda üç salkım taşıyan sürgün belirlenmemiştir. 2021'de bir yaşlı dalların çapları 6.7-9.5 mm; 2022 yılında ise 6.3-7.7 mm arasında değişmiştir. göz pozisyonlarına göre farklılık belirlenmemiştir. Bulgulara göre Manisa Pembesi çeşidinin bütün gözlerde yüksek verimlilik düzeyine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Mesir çeşidi bulguları Çizelge 6'da verilmiştir. 2021 yılında bazaldan itibaren ilk dokuz gözde; ikinci yılda tamamında sürme oranının oldukça yüksek olduğu ve bunların çoğunluğunda bir sürgün oluştuğu anlaşılmıştır. Verimlilik bakımından 2021 yılında bir yaşlı dalların orta ve uç kısımlarında daha yüksek değerler belirlenmiştir. Beş, 6, 7, 8 ve 9. gözlerde verimlilik %80.6-91.7 arasında değişmiş, bazaldan itibaren ilk dört gözde daha düşük kalmıştır. Çeşidin yazlık sürgünlerinde iki salkım taşıma oranının yüksek olduğu söylenebilir. Onuncu göz dışındaki tüm gözlerden oluşan sürgünlerin %14.4-83.3'ünün iki salkım taşıdığı belirlenmiştir. Üç salkım taşıyan sürgünlere sadece 7. gözde (%11 oranında) saptanmıştır. Çeşide ait bir yaşlı dalların çapı 6.5-10.4 mm arasında değişmiştir. 2022 yılında bazaldan itibaren ilk iki gözde verimlilik %69-75 oranında iken, 3.-10. gözler arasında %82.6-100'e kadar ulaşmıştır. Bir salkım taşıyan sürgünlerin oranı %16.7-61, iki salkım taşıyan sürgünlerin oranı ise %14.6-59 arasındadır. İkiden fazla salkımlı sürgün belirlenmemiştir. Bir yaşlı dalların çapları 5.7-8 mm arasında değişmiştir. Elde edilen bulgulara göre Mesir çeşidinde sürgünlerin orta ve uç kısımlarındaki gözlerin daha verimli olduğu belirtilebilmektedir.

Spil Karası çeşidine ait Çizelge 7' de verilen bulgulara göre 2021 yılında sürme, yıllık dalların dip ve orta gözlerinde daha yüksek oranda gerçekleşmiş, bazaldan itibaren ilk altı gözde %76.5-100 olarak saptanmış, 2022

yılında 1. göz dışındakilerde %81.2 den daha yüksek sürme oranı bulunmuştur. 2021 yılında bazaldan itibaren ilk sekiz gözde %66.7-92.8 arasında olan bir sürgünlü göz oranı, ikinci yılda istatistiki farklılık saptanmayan gözlerde %63.9 ile %91.1 arasında değişmiştir. Her iki yılda nispeten düşük oranda olduğu gözlenen iki sürgünlülük durumu 2021 yılında %0-27, 2022' de ise %8.1-36.1 arasında saptanmıştır. Her iki yılda da üç sürgün oluşumu gözlenmemiştir. Spil Karası'nda 2021 yılında göz verimlilikleri arasında istatistiki farklılığın olmadığı ve değerlerin %14.7-68.3 arasında değiştiği belirlenmiştir. İkinci yılda, verimliliğin daha düşük oranda saptandığı 1. ve 9. gözler dışındakilerde göz verimlilik oranlarının %75.1-89.7 arasında olduğu bulunmuştur. Bir ve iki salkımlı sürgünlerin oranı bakımından her iki yılda da buldukları konuma göre gözler arasında önemli farklılık bulunmamıştır. Tek ve iki salkım taşıyan sürgünlerin oranı sırasıyla, 2021 yılında %0-41.3 ve %0-50; 2022' de %33.3-62.4 ve %4.2-48.3 olarak saptanmıştır. Her iki deneme yılında ikiden fazla salkım taşıyan yaz sürgünü tespit edilmemiştir. Bir yıllık dalların çap ölçüm değerleri 2021 yılında 7.5-14.6 mm ve 2022 yılında ise 5.9-7.6 mm arasında değişim göstermiştir.

Çalışma sonuçları, yeni sofralık üzüm çeşitlerimizin verimlilik potansiyeline ilişkin literatürde yer alan sınırlı bulgular arasında yer almaktadır. Bu nedenle, sonuçların bu çeşitlerde yapılmış farklı çalışmalardan elde edilen bulgular ile yeterince karşılaştırılması mümkün olamamış, ancak yerli ve yabancı bazı sofralık üzüm çeşitleri üzerinde yapılmış çalışmalar ile birlikte tartışılabilmiştir. Kesgin ve ark. (2022), çalışmamızda yer alan çeşitlerde verimli göz seviyelerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, Efem çeşidinde 0.43-1.87 adet salkım sayısı/göz ile en yüksek değerleri elde etmiştir. Şen ve Atak (2020)'ın melez sofralık üzüm çeşitlerimizden Atak 77, Pembe 77, Arıfbey, Prima ve Trakya İlkeren üzerinde yaptıkları çalışmada göz verimliliği en yüksek olan çeşit Atak 77, en düşük olan çeşit ise

Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde (*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi

Pembe 77 olarak belirlenmiştir. Belirtilen çalışmada, genel olarak birinci boğumdaki göz en düşük verimlilik düzeyine sahip iken, en verimli gözlerin 3. ve 4. boğumlarda olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda yer alan çeşitlerde ise verimliliğin çoğunlukla orta ve bazılarında da üst gözlerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre verimliliğin genetik olarak belirlenen çeşit özellikleri ile karakterize edildiği bilgisi doğrulanmaktadır. Nitekim Leão ve ark (2017)'nin standart ve selekte sofralık üzüm çeşitlerinde sürme ve verimlilik oranını belirledikleri çalışmalarında, gözlerde verimlilik düzeyinin büyük oranda genetik ve çevresel faktörler tarafından belirlendiği bildirilmiştir. Diğer yandan Çelik (1999), Aküzüm-I, Aküzüm-II, Amasya Çavuşu, Antep Üzümlü, Aşılasma, Bursa Üzümlü, Horoz Yüreği, Kızılsirke ve Tilkikuyruğu sofralık üzüm çeşitlerinde yaptığı çalışmada, genel olarak çalışmadaki tüm üzüm çeşitlerinde dalların bazal boğumlarındaki gözlerde verimliliğin düşük olduğunu, yukarı çıkıldıkça maksimuma ulaştığını ve sonra tekrar düşme eğilimi gösterdiğini bildirmiştir. Tüm çeşitlerde en yüksek verimlilik 2.-4. gözler arasında gerçekleşmiştir. Dardeniz ve Kısmalı (2005) tarafından Uslu, Yalova İncisi, Amasya, Italia, Cardinal ve Ata Sarısı çeşitlerinde yapılan bir çalışmada, en yüksek göz verimliliği Ata Sarısı ve Cardinal'de, en düşük verimlilik ise Uslu ve Italia'da belirlenmiştir. Araştırmada en verimli gözlerin 7.-9. boğumlar arasındakiler olduğu tespit edilmiştir. Ghobrial (2018), Autumn Royal çeşidinde 15 gözden budanan dallarda sürme oranı ve verimliliğin en üst düzeye ulaştığını, ancak tane kalitesinin düştüğünü bildirmişlerdir. Buna karşın 6 gözden budanan dallardan süren sürgünler yeterli vejetatif gelişme gösterirken, ürün miktarı ve salkım sayısı düşmüştür. Çalışmada en iyi sonuçlar, 12 gözden budanan dallardan alınmış, bu dallardan elde edilen sürgünlerin vejetatif gelişimi ile ürün miktar ve kalitesi arasında optimum dengenin sağlandığı bildirilmiştir.

Salkım, tane ve sıra özelliklerine ait bulgular
Denemede kullanılan üzüm çeşitlerinde, kış budamasında bir yıllık dallarda bırakılan gözlerden elde edilen salkımlar göz konumlarına göre ayrı ayrı hasat edilmiştir. Salkım, tane ve sıra özellikleri her göze ait salkımlarda ayrı ayrı belirlenmiştir. Beyra çeşidinde 2021 yılında 4, 6, 7, 8, 9 ve 10. gözlerden ölçüm ve analizler için yeterli miktarda ürün alınamamıştır. 2021 yılında salkım ağırlığı 242.8-353.2 g arasında değişmiş ve en ağır salkımlar 353.2 g ile 2. gözden elde edilmiştir (Çizelge 8). Tane ağırlığı 7.56-8.75 g arasında değişmiştir. Tane ağırlığı bakımından gözler arasındaki fark önemli bulunmazken, tane hacmi 1. ve 2. gözlerde en yüksek değerleri vermiştir. 2022 yılında 10. gözden analiz için yeterli miktarda salkım elde edilememiştir. Bu yılda salkım ağırlığı değerleri 438.4-583.6 g arasında değişmiş ve en yüksek değerler sırasıyla 6., 4. ve 1. gözlerde belirlenmiştir (Çizelge 8). Tane ağırlığı 8.14-12.79 g arasında değişmiş, en yüksek tane ağırlığı ve hacmi sırasıyla 9., 1. ve 7. gözlerde belirlenmiştir. En yüksek SÇKM değerleri ilk yıl 5. gözden (%17.7), ikinci yıl 2. gözden (%17.9) elde edilen şırada ölçülmüştür. Çeşidin titrasyon asitliği her iki yılda da oldukça düşük ölçülmüştür (0.19-0.28 g 100 mL⁻¹). Olgunluk indisi değerlerine bakıldığında, İlk yılda 72.2-92.6; ikinci yılda 60.2-75.6 arasında değiştiği görülmektedir. Her iki yıla ait veriler, Beyra çeşidinde salkım, tane ve sıra özellikleri bakımından belirli bir göz konumunun öne çıkmadığını göstermiştir. Ece çeşidinde 2021 yılında dallarda bazaldan itibaren ilk 7 boğumdaki gözlere ait salkımlarda ölçüm yapılabilmektedir. Salkım ağırlığı 176.2-421.2 g arasında değişmiş ve 6. gözde en yüksek salkım ağırlığı saptanmıştır (Çizelge 9). Bu yılda tane ağırlığı, tane hacmi, pH ve olgunluk indisi bakımından göz konumları arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Tane ağırlığı 4.74-5.96 g, tane hacmi 4.50-5.60 mL, SÇKM %13.5-15.5, pH 3.48-3.56, asitlik %0.40-0.48 ve Olgunluk indisi 36.0-38.6 arasında değişmiştir.

**Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde
(*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi**

Çizelge 7. Spil Karası çeşidinde yıllık dal üzerindeki konumlarına göre gözlerin sürme ve verimlilik özellikleri

Göz No	Sürme oranı (%)		1 sürgünlü göz oranı (%)		2 sürgünlü göz oranı (%)		Göz verimliliği (%)		1 salkımlı sürgün oranı (%)		2 salkımlı sürgün oranı (%)		Salkımsız sürgün oranı (%)		1 yaşlı dal çapı (mm)	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	76.5 ab ^x	62.8 b	92.3 a	91.9	7.7 ab	8.1	14.7	53.1 b	14.7	48.9	0	4.2	85.3	46.9 a	7.48 d	6.04 c
2	88.1 ab	85.1 ab	86.2 a	90.0	13.8 a	10.0	25.1	83.9 ab	15.9	62.4	9.2	21.5	74.9	16.1 ab	7.52 d	6.38 bc
3	87.4 ab	81.2 ab	76.6 a	90.9	23.4 a	9.1	45.8	81.2 ab	37.5	40.8	8.3	40.4	54.2	18.8 ab	7.56 d	5.95 c
4	95.2 a	90.7 a	81.9 a	88.3	11.4 ab	11.7	34.3	89.2 a	22.9	59.2	11.4	29.9	65.7	10.8 b	8.24 bcd	6.12 c
5	100 a	82.2 ab	73.0 a	72.7	27.0 a	27.3	68.3	89.7 a	41.3	54.3	27.0	35.4	31.8	10.3 b	7.84 cd	6.20 c
6	100 a	91.5 a	66.7 a	64.3	11.1 ab	35.7	66.7	75.1 ab	27.8	45.5	38.9	29.7	33.3	24.9 ab	9.34 bc	6.67 abc
7	66.7 ab	87.5 a	66.7 a	88.4	0 b	11.6	66.7	81.2 ab	16.7	33.0	50.0	48.3	33.3	18.8 ab	8.06 bcd	7.58 a
8	66.7 ab	95.2 a	66.7 a	63.9	0 b	36.1	66.7	77.8 ab	33.3	44.4	33.3	33.3	33.3	22.2 ab	9.60 b	7.44 ab
9	33.3 bc	94.4 a	33.3 ab	66.7	0 b	33.3	33.3	53.3 b	0	33.3	33.3	20.0	66.7	46.7 a	14.62 a	6.42 bc
10	0 c	91.7 a	0 b	71.1	-	28.9	-	88.9 a	-	55.6	-	33.3	-	11.1 b	-	7.57 a
LSD %5	49.1	21.8	53.8	ÖD	20.4	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	26.3	1.70

^x Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.05$), ÖD: Önemli Değil

Çizelge 8. Beyra çeşidinde yıllık dal üzerindeki konumlarına göre gözlerin salkım, tane ve şıra özellikleri

Göz No	Salkım ağırlığı (g)		Tane ağırlığı (g)		Tane hacmi (mL)		SÇKM (%)		PH		Asitlik (g 100 mL ⁻¹)		Olgunluk indisi	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	242.8c ^x	526.2 ab	8.75	10.59 b	10.50 a	10.00 b	17.6 b	17.1 b	4.06 b	3.67 ef	0.19 b	0.28 a	92.6 a	61.3 de
2	353.2 a	461.1 bc	8.66	9.38 cde	10.00 a	9.20 cd	16.5 d	17.9 a	4.00 b	3.74 cde	0.23 a	0.27 a	72.2 b	69.4 bc
3	245.5 c	508.7 abc	7.56	9.09 def	7.00 c	9.00 d	16.8 c	16.6 cd	4.02 b	3.61 f	0.22 ab	0.26 a	75.5 b	63.9 de
4	-	540.3 ab	-	8.14 f	-	8.00 f	-	16.7 bcd	-	3.72 de	-	0.26 a	-	63.6 de
5	293.9 b	456.3 bc	7.72	9.22 de	7.50 b	8.90 de	17.7 a	16.4 d	4.17 a	3.75 cd	0.20 ab	0.26 a	91.0 a	63.2 de
6	-	583.6 a	-	8.41 ef	-	8.20 ef	-	16.7 bcd	-	3.73 de	-	0.26 a	-	65.1 cd
7	-	496.3 bc	-	10.30 bc	-	9.80 bc	-	16.4 d	-	3.87 ab	-	0.23 b	-	71.0 b
8	-	509.4 abc	-	9.82 bcd	-	9.40 bcd	-	16.5 d	-	3.93 a	-	0.22 b	-	75.6 a
9	-	438.4 c	-	12.79 a	-	12.50 a	-	17.0 bc	-	3.81 bc	-	0.28 a	-	60.2 e
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LSD %5	28.0	86.3	ÖD	0.99	0.98	0.76	0.02	0.4	0.02	6.35	0.03	0.02	7.5	4.4

^x Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.05$), ÖD: Önemli Değil

**Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde
(*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi**

Çizelge 9. Ece çeşidinde yıllık dal üzerindeki konumlarına göre gözlerin salkım, tane ve sıra özellikleri

Göz No	Salkım ağırlığı (g)		Tane ağırlığı (g)		Tane hacmi (mL)		SÇKM (%)		pH		Asitlik (g 100 mL ⁻¹)		Olgunluk indisi	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	176.2 c ^x	280.2 c	5.26	5.93 cd	5.00	5.70 bc	15.5 a	15.7 a	3.52	3.31 b	0.42 ab	0.50 a	36.8	31.5 g
2	286.3 b	323.5 c	5.79	5.72 de	5.50	5.50 cd	15.3 ab	15.4 ab	3.48	3.33 b	0.41 ab	0.47 b	37.7	33.1 def
3	314.3 ab	288.9 c	5.02	6.05 bcd	4.70	5.90 bc	14.5 abc	15.2 abc	3.48	3.27 b	0.40 b	0.44 bc	36.5	34.4 abc
4	310.7 b	272.1 c	4.74	5.36 e	4.50	5.25 d	14.1 bc	14.6 cd	3.49	3.20 b	0.48 a	0.44 bc	36.0	33.2 cde
5	329.9 ab	320.2 c	4.94	6.12 bcd	4.50	5.90 bc	14.2 bc	13.9 e	3.56	3.21 b	0.37 b	0.39 e	38.6	35.5 a
6	421.2 a	293.9 c	5.96	6.14 bcd	5.60	5.85 bc	13.5 c	14.0 e	3.54	3.25 b	0.37 b	0.40 de	36.9	35.2 ab
7	363.2 ab	424.3 ab	5.56	6.28 abc	5.20	6.00 b	14.8 ab	14.2 de	3.52	3.27 b	0.39 b	0.44 bc	38.0	32.1 efg
8	-	457.4 a	-	6.12 bcd	-	5.95 b	-	14.4 de	-	3.23 b	-	0.42 cd	-	34.2 bcd
9	-	384.1 b	-	6.44 ab	-	6.10 ab	-	15.0 bc	-	3.26 b	-	0.45 bc	-	33.8 cd
10	-	448.6 a	-	6.62 a	-	6.45 a	-	12.8 f	-	4.24 a	-	0.40 de	-	31.9 fg
LSD %5	108.1	58.9	ÖD	0.46	ÖD	0.40	1.2	0.6	ÖD	0.56	0.08	0.03	ÖD	1.3

^x Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.05$), ÖD: Önemli Değil

Çizelge 10. Efem çeşidinde yıllık dal üzerindeki konumlarına göre gözlerin salkım, tane ve sıra özellikleri

Göz No	Salkım ağırlığı (g)		Tane ağırlığı (g)		Tane hacmi (mL)		SÇKM (%)		pH		Asitlik (g100 mL ⁻¹)		Olgunluk indisi	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	277.7 bcd ^x	361.7 ef	6.50 a	7.69 ab	6.23 a	7.33 bc	14.9 a	16.3 a	3.31 a	3.24 abc	0.78	0.62 a	19.5	26.2 bcd
2	230.8 d	341.9 f	5.47 bc	7.96 ab	5.13 bc	7.57 bc	14.8 a	16.5 a	3.26 ab	3.21 abcd	0.78	0.62 a	19.4	26.6 abcd
3	326.1 ab	394.2 de	5.95 b	8.33 a	5.60 b	7.87 ab	13.5 bc	14.3 c	3.21 b	3.18 cde	0.88	0.59 ab	15.4	24.1 e
4	297.0 bc	333.6 f	5.65 bc	8.38 a	5.36 bc	8.00 ab	13.2 c	15.2 b	3.20 b	3.22 abcd	0.82	0.56 bc	16.2	27.1 abc
5	255.4 cd	497.7 a	5.28 c	8.63 a	5.00 c	8.73 a	14.3 ab	14.6 bc	3.23 b	3.20 bcd	0.83	0.57 bc	17.3	25.9 bcde
6	375.3 a	408.0 cd	5.70 bc	8.57 a	5.37 bc	8.20 ab	14.3 ab	14.9 bc	3.25 ab	3.20 cd	0.82	0.59 ab	17.5	25.3 cde
7	302.8 bc	481.1 ab	5.34 c	8.43 a	5.07 c	8.00 ab	14.9 a	15.0 b	3.24 b	3.27 a	0.82	0.53 c	18.1	28.3 a
8	-	442.3 bc	-	7.74 ab	-	7.40 bc	-	14.6 bc	-	3.16 de	-	0.59 b	-	25.0 de
9	-	403.3 cde	-	6.88 b	-	6.70 c	-	12.8 d	-	3.12 e	-	0.60 ab	-	21.4 f
10	-	417.1 cd	-	8.17 a	-	8.00 ab	-	15.0 bc	-	3.26 ab	-	0.54 c	-	27.6 ab
LSD %5	64.6	41.9	0.53	1.22	0.50	1.15	0.9	0.8	0.07	0.06	ÖD	0.03	ÖD	1.9

^x Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.05$), ÖD: Önemli Değil

Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde (*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi

2022 yılında salkım ve tane özellikleri bakımından en yüksek değerler 7., 8. ve 10. gözlerden alınmıştır. Bu yılda salkım ağırlığı 272.1-457.4 g, tane ağırlığı 5.36-6.62 g, tane hacmi 5.25-6.45 mL, SÇKM %12.8-15.7, pH 3.21-4.24, asitlik %0.39-0.50 ve olgunluk indisi ise 31.5-35.5 arasında değişmiştir.

Efem çeşidinde 2021 yılında yıllık dallarda ilk 7. boğuma kadarki gözlerle ait salkımlarda ölçüm yapılabilmektedir (Çizelge 10). 2021 yılında asitlik ve olgunluk indisi dışındaki, 2022 yılında ise incelenen bütün özelliklerde gözlerin bulunduğu boğumlar arasında istatistiki farklılık bulunmuştur. En ağır salkımlar, 1. yılda 3. (326.1 g) ve 6. (375.3 g), ikinci yılda ise 5. (497.7 g) ve 7. (481.1 g) gözlerde belirlenmiştir. Tane ağırlığı ve hacmi bakımından 2021 yılında 1. ve 3. gözlerde daha yüksek değerler ölçülmüştür. Tane ağırlığı ilk yıla göre daha yüksek olarak 2. yılda 6.88-8.63 g arasında ölçülmüştür. Şıra özellikleri bakımından her iki yılda genel olarak birbirine yakın değerler söz konusu olmuş ve dal üzerindeki belirli bir göz konumu öne çıkmamıştır (Çizelge 10).

Lidya çeşidinde 2021 yılında yıllık dallarda ilk 7 gözün ürününde ölçüm yapılabilmektedir (Çizelge 11). Salkım ağırlığı 340.0-460.4 g arasında değişmiş, en ağır salkımlar 2., 3. ve 6. gözlerden elde edilmiştir. Tane ağırlığı 6.17-7.46 g arasında değişmiş, tane ağırlığı ve hacmi yönünden 6. ve 7. gözler öne çıkmıştır. 2022 yılında salkım ağırlığı 344.9-453.9 g arasında değişmiş en ağır salkımlar 5., 7. ve 10. gözlerden elde edilmiştir. Bu yıldaki salkım verilerinin aksine, dallarda bazaldan itibaren ilk 5 gözde tane ağırlığı ve hacmi, daha yüksek değerlere ulaşmıştır. İkinci yılda tane ağırlığı 6.15-7.70 g arasında değişmiştir. SÇKM bakımından her iki yılda bazaldan itibaren ilk 3 göz, asitlik bakımından 1. göz en yüksek değeri almıştır (Çizelge 11). SÇKM değerleri ilk yılda %13.8-15.9; ikinci yılda %13.3-16.6 arasında değişmiştir. Aynı yıllar sırasıyla pH' da 3.70-3.72 ve 3.43-3.58; asitlikte % 0.32-0.44 ve % 0.30-0.42; olgunluk indisinde ise 36.3-47.1 ve 35.6-43.8 arasında değerler ölçülmüştür. Genel

olarak çeşide ait bulgulardan her iki yılda dip gözlerde performansın biraz daha yüksek olduğu, uç gözlerle doğru gidildikçe performansın düştüğü sonucu çıkarılabilmektedir.

Manisa Pembesi çeşidinde elde edilen veriler Çizelge 12'de sunulmuştur. 2021 yılında 10. gözden analiz yapılabilecek miktarda ürün elde edilememiştir. Bu yılda SÇKM, asitlik ve olgunluk indisi dışındaki özellikler ile 2022 yılındaki tüm özelliklerde farklı konumlardaki gözler arasında istatistiki farklılık bulunmuştur. En yüksek salkım ağırlığı değerleri 2021 yılında 2.-9. gözler arasında 265.0-360.0 g; 2022 yılında ise 7.-9. boğumlardaki gözlerde 371.6-460.1 g arasında ölçülmüştür. 2021 ve 2022 yılları sırasıyla bütün göz konumları dikkate alındığında, tane ağırlıkları 5.46-6.74 g ve 5.38-7.34 g; tane hacimleri ise 5.17-6.40 mL ve 5.20-7 mL arasında değişiklik göstermiştir. Her iki yıl değerlerine göre SÇKM %15.2-17.5; pH 3.40-3.81; asitlik %0.28-0.39 ve olgunluk indisi değerleri 42.3- 59.4 arasında değişmiştir. Manisa Pembesi çeşidinde salkım, tane ve şıra özellikleri bakımından grupların bir miktar değişmesine karşın genel olarak bütün göz konumlarının dikkate değer kapasitede olduğu değerlendirilmiştir.

Mesir çeşidinde 2021 yılında yıllık dallarda ilk 8 gözden veri alınabilmektedir (Çizelge 13). Salkım ağırlığı 1.yılda farklı konumdaki gözler arasında istatistiki önemde farklılık görülmemiş, ikinci yılda 7.-10. gözler arasında salkım ağırlığı 489.8- 701.3 g değerlerle diğer gözlerden daha yüksek çıkmıştır. Tane ağırlığı 2021' de 4.80-5.82 g; 2022' de 10. göz (5.05 g) dışındakilerde 5.28-6.26 g arasında değişmiştir. En yüksek tane hacmi 2021 yılında 1., 2. ve 8. gözde; 2. yılda 2, 7, 8 ve 10. gözde belirlenmiştir. İki yıl birlikte dikkate alındığında SÇKM değerleri %13.2-14.6; pH 3.16-3.55, asitlik %0.352-0.550; olgunluk indisi değerleri ise 23.93- 38.96 arasında değişmiştir (Çizelge 13).

Spil Karası çeşidinde 2021 yılında yıllık dallar üzerindeki 10. gözden veri alınamamıştır (Çizelge 14).

**Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde
(*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi**

Çizelge 11. Lidya çeşidinde yıllık dal üzerindeki konumlarına göre gözlerin salkım, tane ve sıra özellikleri

Göz No	Salkım ağırlığı (g)		Tane ağırlığı (g)		Tane hacmi (mL)		SÇKM (%)		pH		Asitlik (g 100 mL ⁻¹)		Olgunluk indisi	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	405.6 ab ^x	350.0 cd	7.20 ab	7.46 ab	6.73 ab	7.20 ab	15.8 a	16.5 a	3.72	3.46 bcd	0.44 a	0.42 a	36.3 d	39.3 bcde
2	460.4 a	385.1 abcd	6.83 ab	7.24 abc	6.47 ab	7.00 abc	15.9 a	16.6 a	3.70	3.54 ab	0.36 b	0.38 c	46.1 abc	43.2 ab
3	430.2 ab	367.8 bcd	6.44 ab	7.70 a	6.13 ab	7.50 a	15.8 a	15.7 ab	3.71	3.43 d	0.34 bcd	0.40 b	47.1 a	39.2 cde
4	372.1 ab	335.9 d	6.60 ab	7.58 ab	6.30 ab	7.30 ab	14.8 b	14.4 cd	3.73	3.43 d	0.34 bcd	0.40 ab	43.8 c	35.6 e
5	340.0 b	430.6 ab	6.17 b	7.18 abc	5.80 b	6.95 abc	15.2 ab	13.6 d	3.73	3.43 d	0.32 cd	0.38 cde	46.9 ab	36.1 de
6	428.3 ab	418.6 abc	7.53 a	6.89 bcd	7.10 a	6.70 bcd	15.2 ab	14.4 cd	3.71	3.45 cd	0.35 bc	0.38 cd	45.9 abc	37.8 cde
7	389.4 ab	447.8 a	7.46 a	6.54 cde	7.00 ab	6.35 cd	13.8 c	14.4 cd	3.71	3.49 bcd	0.32 d	0.36 e	44.5 bc	39.8 bcd
8	-	361.0 bcd	-	6.26 de	-	6.10 d	-	14.9 bc	-	3.51 abc	-	0.37 de	-	40.7 abc
9	-	344.9 cd	-	6.15 e	-	6.10 d	-	13.6 d	-	3.50 bc	-	0.31 f	-	43.2 ab
10	-	453.9 a	-	6.97 abcd	-	6.70 bcd	-	13.3 d	-	3.58 a	-	0.30 f	-	43.8 a
LSD %5	94.3	78.8	1.28	0.74	1.22	0.71	1.0	1.2	ÖD	0.07	0.03	0.02	2.8	3.9

^x Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.05$), ÖD: Önemli Değil

Çizelge 12. Manisa Pembesi çeşidinde yıllık dal üzerindeki konumlarına göre gözlerin salkım, tane ve sıra özellikleri

Göz No	Salkım ağırlığı (g)		Tane ağırlığı (g)		Tane hacmi (mL)		SÇKM (%)		pH		Asitlik (g100 mL ⁻¹)		Olgunluk indisi	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	180.1 b ^x	206.5 f	5.46 c	7.02 ab	5.17 c	6.80 ab	16.0	16.6 b	3.72 abc	3.44 cd	0.29	0.37 ab	56.3	44.7 cde
2	293.4 a	332.0 cd	6.74 a	6.02 cde	6.40 a	5.70 def	16.4	17.5 a	3.81 a	3.49 abc	0.28	0.35 bc	58.9	49.3 bc
3	360.0 a	214.8 f	6.49 ab	5.38 e	6.07 ab	5.20 f	15.8	16.3 bc	3.76 ab	3.40 d	0.30	0.39 a	55.7	42.3 de
4	346.9 a	304.6 d	6.66 ab	5.59 e	6.33 ab	5.30 ef	15.8	16.0 cd	3.76 ab	3.44 cd	0.30	0.35 bc	53.5	45.4 cd
5	319.9 a	326.5 d	6.63 ab	6.32 bcde	6.27 ab	6.10 bcde	16.2	16.0 cd	3.77 ab	3.48 abc	0.28	0.28 e	59.4	56.5 a
6	271.4 ab	365.4 bc	6.02 bc	6.70 abcd	5.67 bc	6.50 abcd	16.3	16.0 cd	3.76 ab	3.49 ab	0.28	0.32 d	58.2	49.9 bc
7	265.0 ab	460.1 a	6.18 ab	7.34 a	5.80 abc	7.00 a	15.2	16.4 bc	3.68 abc	3.50 a	0.30	0.31 d	51.0	52.1 ab
8	312.8 a	371.6 b	6.16 abc	5.75 de	5.80 abc	5.50 ef	16.1	15.3 e	3.64 bc	3.48 abc	0.30	0.33 d	53.6	46.8 cd
9	328.8 a	380.2 b	6.00 bc	6.99 abc	5.67 bc	6.70 abc	15.9	16.1 bcd	3.60 c	3.49 ab	0.31	0.33 cd	51.9	48.8 bc
10	-	252.6 e	-	6.30 bcde	-	5.90 cdef	-	15.5 de	-	3.45 bc	-	0.39 a	-	39.9 e
LSD %5	105.3	37.7	0.70	0.99	0.70	0.88	ÖD	0.6	0.14	0.05	ÖD	0.03	ÖD	5.3

^x Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.05$), ÖD: Önemli Değil

**Melezleme İslahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde
(*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi**

Çizelge 13. Mesir çeşidinde yıllık dal üzerindeki konumlarına göre gözlerin salkım, tane ve şıra özellikleri

Göz No	Salkım ağırlığı (g)		Tane ağırlığı (g)		Tane hacmi (mL)		SÇKM (%)		pH		Asitlik (g 100 mL ⁻¹)		Olgunluk indisi	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	328.5	291.5 e*	5.71 a	5.28 ab	5.27 ab	5.07 d	14.23 ab	14.63 a	3.51	3.16 c	0.415 a	0.53 ab	34.4	28.1 b
2	309.5	396.8 cde	5.82 a	6.20 a	5.53 a	5.80 abc	14.63 a	14.53 ab	3.53	3.22 abc	0.385 ab	0.53 ab	38.0	27.8 b
3	299.3	335.6 de	4.86 bc	5.42 ab	4.53 d	5.13 d	13.63 b	13.80 abcd	3.55	3.17 bc	0.352 b	0.51 abc	39.0	27.5 b
4	352.2	447.5 bcd	4.94 bc	5.75 ab	4.60 cd	5.40 cd	13.37 b	13.15 d	3.52	3.17 bc	0.381 ab	0.55 a	35.7	23.9 c
5	350.4	525.9 b	5.06 bc	5.75 ab	4.80 cd	5.40 cd	13.80 ab	13.60 bcd	3.53	3.20 abc	0.388 ab	0.48 bcd	35.6	28.2 b
6	314.6	474.2 bc	5.33 ab	5.95 ab	5.00 bc	5.70 bc	13.83 ab	13.80 abcd	3.54	3.21 abc	0.370 b	0.51 abc	37.6	27.1 bc
7	322.4	525.9 b	4.80 c	6.26 a	4.50 d	6.00 ab	13.60 b	14.27 abc	3.53	3.24 a	0.378 ab	0.44 d	36.0	32.2 a
8	335.2	489.8 bc	5.70 a	6.07 ab	5.50 a	5.83 abc	14.30 ab	13.47 cd	3.55	3.19 abc	0.386 ab	0.48 bcd	37.1	28.1 b
9	-	701.3 a	-	5.98 ab	-	5.70 bc	-	13.80 abcd	-	3.24 ab	-	0.47 cd	-	29.7 ab
10	-	515.7 b	-	5.05 b	-	6.20 a	-	13.75 abcd	-	3.19 abc	-	0.46 cd	-	29.7 ab
LSD %5	ÖD	113.9	0.50	1.13	0.46	0.46	0.9	1.0	ÖD	0.07	0.04	0.06	ÖD	3.4

* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.05$), ÖD: Önemi Değil

Çizelge 14. Spil Karası çeşidinde yıllık dal üzerindeki konumlarına göre gözlerin salkım, tane ve şıra özellikleri

Göz No	Salkım ağırlığı (g)		Tane ağırlığı (g)		Tane hacmi (mL)		SÇKM (%)		pH		Asitlik (g 100 mL ⁻¹)		Olgunluk indisi	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	273.9 d*	275.8 de	4.35 a	3.83 abc	4.13 a	3.70 ab	14.7 a	13.3 d	3.34 cd	3.14 d	0.54 a	0.42 a	27.5 bc	31.8 f
2	318.0 c	374.8 c	4.34 a	3.55 c	4.13 a	3.40 b	13.6 bc	14.5 a	3.34 cd	3.25 bc	0.49 ab	0.38 bcd	28.1 bc	38.4 b
3	283.0 d	257.1 e	4.42 a	3.46 c	4.20 a	3.25 bc	14.1 ab	14.1 abc	3.36 bc	3.37 a	0.49 ab	0.33 e	29.2 bc	42.9 a
4	303.3 cd	291.8 de	4.02 ab	3.47 c	3.83 ab	3.30 bc	14.4 ab	13.8 bc	3.40 b	3.20 c	0.45 bc	0.36 d	32.1 ab	38.2 b
5	322.6 c	285.0 de	4.16 ab	3.38 cd	4.00 ab	3.20 bc	14.1 ab	13.4 d	3.36 bc	3.15 d	0.46 bc	0.40 abc	31.5 b	33.6 def
6	279.9 d	341.0 cd	4.01 ab	2.97 d	3.87 ab	2.80 c	14.9 a	13.5 cd	3.46 a	3.14 d	0.41 c	0.40 ab	37.0 a	33.3 ef
7	365.9 b	572.6 a	3.77 b	3.46 c	3.55 b	3.30 bc	13.0 c	14.1 abc	3.31 cd	3.22 c	0.54 a	0.39 abc	24.2 c	36.2 bcd
8	420.2 a	464.3 b	4.17 ab	4.09 ab	4.00 ab	2.80 c	14.1 ab	13.9 abcd	3.42 ab	3.23 bc	0.45 bc	0.40 abc	30.6 b	34.9 cde
9	430.3 a	574.2 a	4.32 a	3.60 c	4.20 a	3.45 b	12.9 c	13.8 bcd	3.30 d	3.27 b	0.52 ab	0.38 cd	25.3 c	36.7 bc
10	-	601.9 a	-	4.29 a	-	4.05 a	-	14.2 ab	-	3.23 bc	-	0.40 abc	-	35.9 bcde
LSD %5	29.9	71.1	0.44	0.46	0.46	0.52	1.0	0.7	0.06	0.46	0.07	0.03	5.2	2.7

* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.05$)

Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde (*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi

En yüksek salkım ağırlıkları, 2021 yılında değerlendirilen 9 göz pozisyonu içerisinde 8. (420.2 g) ve 9. (430.3 g) gözlerden; 2022 yılında ise 7.-10. gözler arasındakilerden (464.3-601.9 g) daha ağır salkımlar elde edilmiştir. 2021 yılı tane ağırlığı ve hacmi değerleri 1., 2., 3. ve 9. gözlerde; ikinci yılda 10. gözde en yüksek olarak gerçekleşmiştir. SÇKM değerleri 2021 yılında %12.9-14.9 arasında, 2022 yılında %13.3-14.5 arasında değişmiştir (Çizelge 14). İncelenen diğer parametreler bakımından yıllara ve gözlerle göre değişen gruplar oluşmuştur. Bu nedenle çeşide ait bulgular değerlendirildiğinde, sıra özellikleri anlamında her iki yılda öne çıkan göz konumları dikkati çekmemiştir.

Bir yıllık dallar üzerindeki bazal, orta ve uç kısmındaki gözlerdeki verimliliğin çeşitlere göre değiştiği çalışmamızda da ortaya çıkmıştır (Çelik ve ark., 1998; Ağaoğlu, 2002; Uzun, 2004; Çelik, 2011). Verim farklılıklarında genetik yapı yanında (Cox ve ark., 2012; LiMallet ve ark., 2016; Noyce ve ark., 2016; Ferrara ve Mazzeo, 2021; Monteiro ve ark., 2021) taç mikrokliması ile sulamanın, gübrelemenin ve terbiye şekli vb. çevresel ve hormonlar gibi içsel faktörlerin önemli düzeyde etkili olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (Winkler ve ark., 1974; Wang ve ark., 2020). Farklı göz pozisyonlarında salkım, tane ve sıra özelliklerinin değiştiği şeklindeki sonuçlarımıza paralel olarak, Yılmaz ve Dardeniz (2009), Cardinal ve Amasya çeşitlerinde, omca üzerinde farklı pozisyonlarda bulunan salkım ve sürgünlerin ürün verim ve kalitesi ile vejetatif gelişim açısından önemli farklılık gösterdiğini saptamıştır. Diğer yandan bir yaşlı dallar üzerinde ve bir asmada budamada toplamda bırakılan göz sayısının artışıyla birlikte salkım ve tane özelliklerinin de değiştiği araştırmalarda bildirilmektedir (Winkler ve ark., 1974; Çelik, 2011; Popescu 2012; Di Lorenzo ve Pisciotta, 2019). Bu nedenle çalışmamız materyali yeni üzüm çeşitlerinde yaz ve kış budamaları yanında, farklı göz yüklerinin etkisi ile sulama, gübreleme vb.

kültürel uygulamaların etkisinin de incelenmesinde yarar görülmektedir. Her iki deneme yılının değerlendirmesi sonucunda Çelik (2011)'de verilen sınıflamaya göre; salkımların Beyra, Mesir ve Spil Karası'nda orta büyük ve büyük, Ece, Efem, Lidya ve Manisa Pembesi çeşidinde orta büyüklükte oldukları görülmüştür. Taneler ise, Efem, Lidya ve Manisa Pembesi çeşitlerinde çok büyük ve büyük, Ece, Mesir ve Spil Karası'nda büyük, Beyra çeşidinde ise çok büyük sınıfına girmiştir.

Sonuç

Beyra ve Ece çeşitlerinde sürme oranının genel olarak tüm gözlerde yüksek ve sürgünlerin orta kısımlarında bulunan gözlerin daha verimli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Mesir'de ise sürme oranı tüm gözlerde yüksek olarak saptanmış, sürgünlerde orta ve uç gözlerin verim düzeyi daha yüksek çıkmıştır. Efem'de genel olarak yüksek sürme oranı ile 9. ve 10. hariç diğer gözlerde yüksek verimlilik gözlenmiştir. Bu çeşidin sürgünlerinde 3 salkım taşıma eğilimi de diğer çeşitlere göre daha yüksek olarak görülmüştür. Lidya ve Manisa Pembesi'nde ilk göz dışında tüm göz konumlarında yüksek sürme oranı ve verimlilik gözlenmiştir. Ece ve Mesir'de dalların orta ve uç gözlerindeki salkım ağırlığının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Efem ve Spil Karası'nda salkım ağırlığının dalların uç gözlerinde daha yüksek olduğu, Beyra, Lidya ve Manisa Pembesi'nde salkım ve tane özellikleri bakımından dallar üzerinde belirli bir göz bulunma yerinin öne çıkmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma ile Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü'nde ıslah edilen yeni melez sofralık üzüm çeşitlerinin verim potansiyeli ve çeşit performansları ile ilgili olarak Ülkemizde yapılan çalışmalardan elde edilenlere ilave bazı başlangıç bulgularının Ülkemiz bağcılık çalışmalarına kazandırıldığı düşünülmektedir. Çeşitlerin kış gözlerinin sürgün üzerindeki konumlarına göre verimlilik düzeyleri Adana/Çukurova özelinde Akdeniz iklimi koşullarında belirlenmiş ve optimum verim/kalite dengesine ulaşmak için omcaların yıllık dallarında budamada bırakılması gereken

Melezleme Islahı ile Elde Edilmiş Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde (*V. vinifera* L.) Göz Verimliliğinin Belirlenmesi

kış gözü sayısına rehber olabilecek verimlilik bilgileri çeşitler özelinde tespit edilmiştir. Sonuçların, bu çeşitlerin bölgenin üzüm üretim deseni içinde ve bağcılık araştırmalarında yer alma sürecinin hızlanmasına katkı sunması beklenmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Ç.Ü. BAP Koordinasyon Birimi tarafından (Proje No: FBA-2021-13627) desteklenmiştir. Ç.Ü. BAP Koordinasyon Birimi'ne ve ıslah materyalleri yeni üzüm çeşitleri üzerinde çalışmamıza olanak veren Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Akay ÜNAL şahsında kuruma ve personeline teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Ağaoğlu, Y.S. (1999). Bilimsel ve uygulamalı bağcılık (Asma Biyolojisi). *Kavaklıdere Eğitim Yayınları*, No: 1, Cilt 1, Ankara. 205 s.
- Ağaoğlu, Y.S. (2002) Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık (Asma Fizyolojisi-I). *Kavaklıdere Eğitim Yayınları* No: 5, Cilt 2, Ankara. 445 s.
- Çelik, H. (1999) Amasya'da yetiştirilen bazı üzüm çeşitlerinin göz verimliliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Tr J of Agriculture and Forestry* 23, Ek Sayı 3: 685-690.
- Çelik, H., Ağaoğlu, S., Fidan, Y., Marasalı, B., Söylemezoğlu, G. (1998) Genel Bağcılık. Sunfidan A. Ş. Mesleki Kitaplar Serisi: 1. Fersa Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti. Kızılay, Ankara.
- Çelik, S. (2011) Bağcılık (Ampeloloji) Cilt:1 Anadolu Matbaa Ambalaj San. ve Tic. Ltd. Şti. Tekirdağ.
- Cox, C.M., Favero AC., Dry PR., McCarthy MG. And Collins C. (2012). Rootstock effects on primary bud necrosis, bud fertility and carbohydrate storage in Shiraz. *American Journal of Enology and Viticulture* 63: 277-283.
- Dardeniz, A., Kısmalı, İ. (2005) Bazı sofralık üzüm çeşitlerinde kış gözü verimliliğinin saptanması ile optimum budama

seviyelerinin tespiti üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 42(2): 1-10.

- Dokoozlian N.K. (2000) Grape berry growth and development: *Raisin Production Manual*. L.P. Christensen (Ed.) 30-37. Oakland, University of California.
- Di Lorenzo, R., Pisciotta, A. (2019). Combined influence of bud load and bud position along the cane on vegetative and reproductive parameters of grape cv. Grillo. *BIO Web of Conferences* 13, 04012.
- Ferrara, G., Mazzeo, A. (2021). Potential and actual bud fruitfulness: A tool for predicting and managing the yield of table grape varieties. *Agronomy* 11(5): 841.
- Ghobrial, S. Gh. F. (2018) Effect of cane length on bud behaviour, growth and productivity of Autumn Royal grapevines. *Middle East Journal of Applied Sciences* 8(1): 202-208.
- Guilpart, N., Metay, A., Gary, C. (2014) Grapevine bud fertility and number of berries per bunch are determined by water and nitrogen stress around flowering in the previous year. *European Journal of Agronomy* 54: 9-20.
- Karataş, H., Ağaoğlu, Y.S. (2005) Asmalarda göz verimliliği. *Alatarım* 4(1): 13-22.
- Kesgin, M., Dilli, Y., Saygıç, S., Çelik, Ş., Yıldız, N., Toprak Özcan, E., Günhan, M. (2022). Yeni geliştirilen bazı üzüm çeşitlerinde verimli göz seviyelerinin belirlenmesi. Türkiye Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu, 3-7 Ekim 2022 Manisa 48. s.
- Leão, P.C. de S., Souza, E.M., Nascimento, J.H., Rego, J.I. (2017) Bud fertility of new table grape cultivars and breeding selections in the São Francisco Valley. *Revista Brasileira de Fruticultura* 39(5): 1-8.
- Li-Mallet, A. Rabot, A., Laurence, G. (2016) Factors controlling inflorescence primordia formation of grapevine: their



Araştırma Makalesi

**Tannaz Uygulamasının Ultrason Destekli Yeşil Çay Ekstraktlarının
Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi**

Emine ATEŞ¹, Cemal KAYA¹, Esra ESİN YÜCEL^{1*}

ÖZ

Bu çalışmada, ultrason tekniği kullanılarak elde edilen yeşil çay ekstraktlarının bileşimlerinin belirlenmesi, kateşinler başta olmak üzere fenolik maddeler ve kafein miktarındaki değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla; 50°C demleme sıcaklığında farklı çay:su oranları (1:100; 2.5:100; 5:100; 10:100) ve süreleri (5, 10, 20 ve 40 dakika) uygulanarak elde edilen yeşil çay ekstraktları tannaz ile muamale edilmiştir. Elde edilen yeşil çay ekstraktlarının toplam fenolik madde, çay kreması, kateşin bileşikleri ve kafein miktarları belirlenmiştir. Farklı ekstraksiyon koşullarında elde edilen örneklerde ilk ekstraktlarda (İ.E.) toplam fenolik madde miktarlarını 1.57-3.28 g gallik asit eşdeğeri (GAE)/100g kuru yeşil çay aralığında değiştirken, enzim uygulanmış (TAN) ve uygulanmamış (KNTRL)) örneklerinde sırasıyla 2.09-3.34 ve 1.91-3.18 g GAE/100g kuru yeşil çay olarak belirlenmiştir. Ultrasonik ekstraksiyon ile elde edilen örneklerde çay kreması miktarının, kontrol grubu için 1.03-4.34g/100g yeşil çay aralığında, enzim uygulaması yapılmış örneklerde ise 0.52-3.54 g/100g yeşil çay aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Tannaz uygulanan çay ekstraktlarının krema miktarlarında kontrol örneklerine göre önemli düzeyde (%9.18-57.13) azalmalar meydana gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil çay, ultrasonik ekstraksiyon, toplam fenolik madde, tannaz, çay kreması, kateşin.

**Effect of Tannase Application on Phytochemical Properties of Ultrasound
Assisted Green Tea Extracts**

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the composition of green tea extracts obtained by ultrasonic technique and to investigate the changes in the amounts of phenolic substances and caffeine, especially catechins. For this purpose; different brewing times (5, 10, 20 and 40 minutes) and different tea: water ratios (1:100; 2.5:100; 5:100; 10:100) were applied at 50°C brewing temperature. Tannase was applied to the obtained green tea extracts. Tea cream, total phenolic substance, caffeine, and catechin were analyzed in green tea extracts. The total phenolic substance in the samples obtained under different extraction conditions in the first extracts (İ.E) varied between 1.57-3.28 g gallic acid equivalents (GAE)/100 g dry green tea, while it was determined as 2.09-3.34 and 1.91-3.18 g GAE/100 g dry green tea in the enzyme supplemented (TAN) and unsupplemented (KNTRL) samples, respectively. It was determined that the amount of tea cream in the samples obtained by ultrasonic extraction varied between 1.03-4.34g/100g green tea for the control group, and 0.52-3.54g/100g green tea in the enzyme-supplemented samples. It has been found that the amount of cream of the tea extracts applied with the tannase is considerably reduced (9.18-57.13%) compared to the control samples.

Keywords: Green tea, ultrasonic extraction, total phenolic substances tannase, tea cream, catechin.

ORCID ID:

0009-0005-4711-0009, 0000-0001-8354-9565, 0000-0003-0470-0015

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 24.04.2023

Kabul Tarihi: 24.11.2023

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat

*E-posta: esinyasemin@yahoo.com

Tannaz Uygulamasının Ultrason Destekli Yeşil Çay Ekstraktlarının Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

Giriş

Yeşil çay, çay bitkisinden "*Camellie sinensis*" hasad edilen genç sürgünlerin herhangi bir oksidasyon işlemine tabi tutulmadan kurutulmasıyla elde edilen bir çay çeşididir (Vural ve Duman, 2022). Yeşil çay Dünyada Çin ve Japonya başta olmak üzere yüzyıllardır bir rütüel şeklinde tüketilmekle birlikte Ülkemizdeki üretim geçmişi 30 yıla dayanmaktadır. (Topuz ve ark., 2014). Yeşil çayın antioksidan, antiülseratif, antikarsinojen, antimikrobiyal ve obezitenin önlenmesinde etkili olduğu bildirilmektedir (Elmas ve Gezer, 2019; Vural ve Duman, 2022). Yeşil çaydaki fonksiyonel bileşenlerin elde edilmesinde ilk işlem, ekstraksiyondur. Konvansiyonel ekstraksiyonda yüksek sıcaklıklara çıkılarak uygulanan işleme çay bileşenlerinin ekstrakta geçiş miktarının artırılması hedeflenmektedir. Ancak, işlem sırasında uygulanan yüksek sıcaklığın etkisiyle çay kateşinlerindeki epimerizasyon nedeniyle oluşan yapı değişiklikleri çayın önemli duyuşsal özelliklerini olumsuz etkilemektedir (Lante ve Friso, 2013). Konvansiyonel ekstraksiyona bir alternatif olan ultrason destekli ekstraksiyon, düşük sıcaklıklarda gerçekleştirildiğinden dolayı çayın fonksiyonel bileşenleri korunmaktadır. Yapılan çalışmalarda ultrason destekli ekstraksiyonda öngörülen işlem süresi ile çözücü sarfiyatının azaldığı, işlem etkinliğinin önemli düzeyde arttığı belirtilmektedir (Pico, 2013; Fan ve ark., 2022). Both ve ark. (2014), ultrason destekli ekstraksiyonun, geleneksel yöntemle karşılaştırıldığında siyah çaydaki polifenol içeriğini yaklaşık %15 arttırdığını belirtmiştir. Tannaz (Tannin Açılışhidrolaz (EC, 3.1.1.20)); hidrolize olabilen tanenlerin ve gallik asit esterlerinin ester bağlarının hidrolizini

katalizleyen eksojen hidrolaz grubuna ait bir enzimdir (Zhang ve ark., 2016; Govindarajan ve ark., 2021). Tannaz, farklı endüstri alanlarında kullanılan bir enzim olmakla birlikte, enzimin en yoğun kullanıldığı alan gıda ve içecek endüstrisidir (Lekshmi ve ark., 2021; Shakir ve ark., 2022). Enzimin soğuk çay üretimindeki en önemli işlevleri, krema oluşumunu azaltarak, çay ürünlerinin renk ve berraklık özelliklerinin iyileştirilmesine önemli katkı sağlamasıdır (Ni ve ark., 2015).

Yapılan bu çalışmada; ultrason tekniği kullanılarak elde edilen Türk yeşil çay ekstraktlarının bileşimlerinin belirlenmesi, ekstraktlara tannaz ilavesinin ekstraktlardaki çay kreması, fenolik madde, kateşin ve kafein miktarında meydana getirebileceği değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

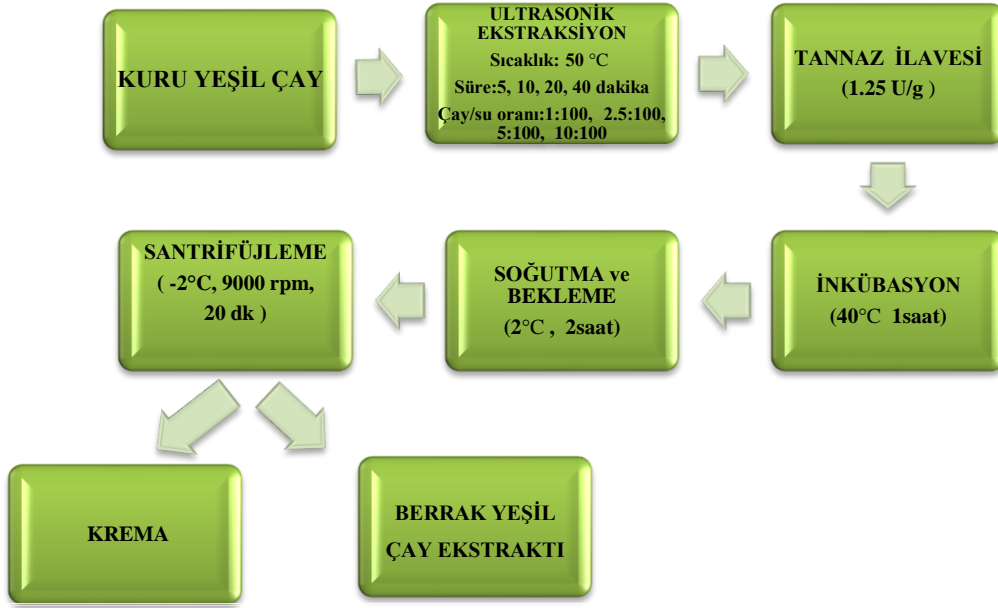
Çalışmada Rize Karaali Çay fabrikasından temin edilen yeşil çay, çözücü olarak, destile su ve Kikkoman, Japonya firmasından temin edilen tannaz (Aktivitesi 500 U/g) kullanılmıştır.

Yöntem

Yeşil Çay Ekstraksiyon İşlemi

Şekil 1 çalışmada üretimi gerçekleştirilen yeşil çay ekstraksiyon işlemi akış şemasını göstermektedir. Belirlenen çay:su oranları (1:100, 2.5:100, 5:100 ve 10:100) için yeşil çay örneklerinden tartım yapıldıktan sonra, 50°C demleme sıcaklığına uygun şekilde saf su ilavesi yapılmış, ultrasonik su banyosunda (Elma Sonic- S100H, 37 Khz) farklı sürelerde (5, 10, 20 ve 40 dakika) demlemeye bırakılmıştır. Ekstrakt elde etme aşamaları Ateş ve ark. (2022)'nin belirttiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

Tannaz Uygulamasının Ultrason Destekli Yeşil Çay Ekstraktlarının Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi



Şekil 1. Yeşil çay ekstraksiyonu akış şeması

Uygulanan Analizler

Yeşil çay ekstraktlarındaki oluşan krema miktarının belirlenmesi, Nagalashmi ve ark. (1984) tarafından belirtildiği şekilde yapılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı analizi, ISO 14502-1'e göre yapılmıştır. Örneklerin fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri (g GAE/100 g kuru yeşil çay) olarak ifade edilmiştir (Anonim, 2005). Yeşil çay ekstraktlarındaki bireysel kateşinlerin [gallik asit (GA) (Sigma), epigallokateşin (EGC) (Fluka), epikateşin (EC) (Sigma), epigallokateşingallat (EGCG) (Merck), gallokateşingallat (GCG) (Sigma), epikateşingallat (ECG) (Sigma) ve kateşingallat (CG) (Sigma)] ve kafeinin (Sigma) belirlenmesi HPLC cihazı kullanılarak Liang ve ark. (2002) yönteminin modifiye edilmesiyle gerçekleştirilmiştir (Ateş ve ark. 2022). Sonuçlar mg/L olarak belirtilmiştir.

İstatistiksel Analizler

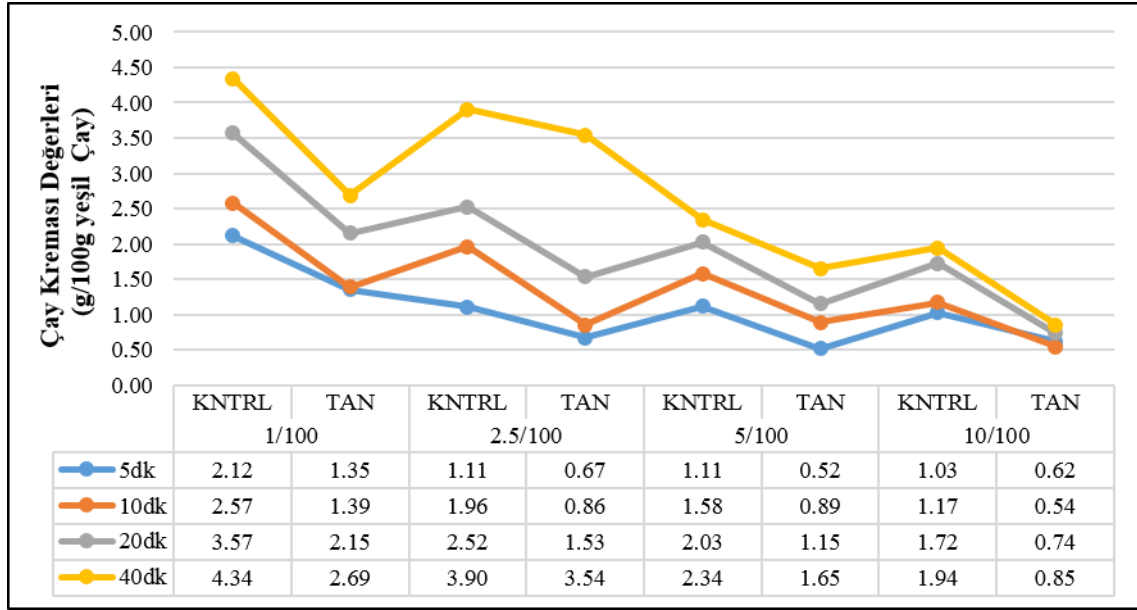
Bulgular, faktöriyel deneme planına göre varyans analizi yapıldıktan sonra SPSS paket programı kullanılarak uygulama ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testine göre 0.05 güven sınırında değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Yeşil Çay Ekstraktlarının Krema Miktarı

Yeşil çay ekstraktlarının çay kreması miktarlarında meydana gelen değişimler Şekil 2'de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi ultrasonik ekstraksiyon ile elde edilen örneklerde çay kreması miktarının, kontrol grubu için 1.03-4.34g/100g yeşil çay aralığında, enzim uygulaması yapılmış örneklerde ise 0.52-3.54 g/100g yeşil çay aralığında değiştiği gözlemlenmiştir.

Tannaz Uygulamasının Ultrason Destekli Yeşil Çay Ekstraktlarının Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi



Şekil 2. 50°C sabit sıcaklıkta farklı çay:su oranı ve demleme sürelerinde elde edilen yeşil çay ekstraktlarının çay kreması değerleri (g/100g yeşil çay)

Örnekler incelendiğinde krema oluşumunun en az olduğu ekstraksiyon koşullarının 50 C, 5:100 çay:su oranı ve 5 dakikalık demleme ile sağlandığı belirlenmiştir. Çay:su oranının ve demleme süresinin örneklerin çay kreması miktarları üzerinde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu; demleme süreleri arttıkça ekstraktların krema miktarlarında artış meydana geldiği ve ekstraktların krema miktarları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak da önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Buna karşın çay oranının artmasıyla ekstraktların krema miktarlarında azalmalar meydana geldiği ve krema miktarları arasındaki farklılıkların genellikle istatistiksel olarak da önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Ultrasonik ekstraksiyonda tüm uygulama koşullarında tannaz uygulanan yeşil çay ekstraktlarının krema miktarlarında kontrol örneklerine göre azalmalar meydana geldiği ve enzim uygulanan ve uygulanmayan örneklerin krema miktarları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Xia ve ark. (2006)'nın yaptıkları çalışmada yeşil çaylardan hem konvansiyonel ekstraksiyon (85°C'de 15 dakika 300 ml su ile 3 gr çay) hem de ultrasonik ekstraksiyon yöntemi (40 dakika

60°C'de 300 ml su ile 3 gr çay) ile elde edilen ekstraktların protein ve pektin içeriklerinin klasik ekstraksiyon yöntemine göre daha düşük olduğunu ve buna bağlı olarak çay kreması oluşumunun minimum düzeyde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Lu ve ark. (2009), yeşil çayı 85°C'lik sıcak su ile 20 dakika boyunca ekstrakte ederek 2g/L tannaz ile muamele ederek 4 hafta sonraki krema oluşumu gözlemledikleri çalışmalarında; tannaz uygulanmış örneklerde 0.2g/100 g krema oluşurken kontrol örneklerinde 0.9 g/100g krema oluştuğunu tespit etmiştir. Xu ve ark. (2011) yeşil çayları 1:20 çay:su oranında 70°C'de 10 dakika ekstrakte etmişler ve yeşil çayların ve yeni filizlerin yeşil çay krema miktarlarının 0.35-2.01 g/L arasında olduğunu ve çay kremasının kimyasal bileşiminin kullanılan çayın türüne ve yeni filizlerin farklı kısımlarına göre değiştiğini bildirmişlerdir. Noh ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada tannazın yeşil çay ekstraktındaki kateşinler tarafından inhibe edilebileceğini, %2'den fazla yeşil çay ekstraktı ilavesinin tannaz aktivitesinde inhibisyon etki gösterdiğini bundan dolayı diğer araştırmacılar tarafından da düşük konsantrasyonlarla (1:100 çay:su oranı) çalışıldığını belirtmişlerdir.

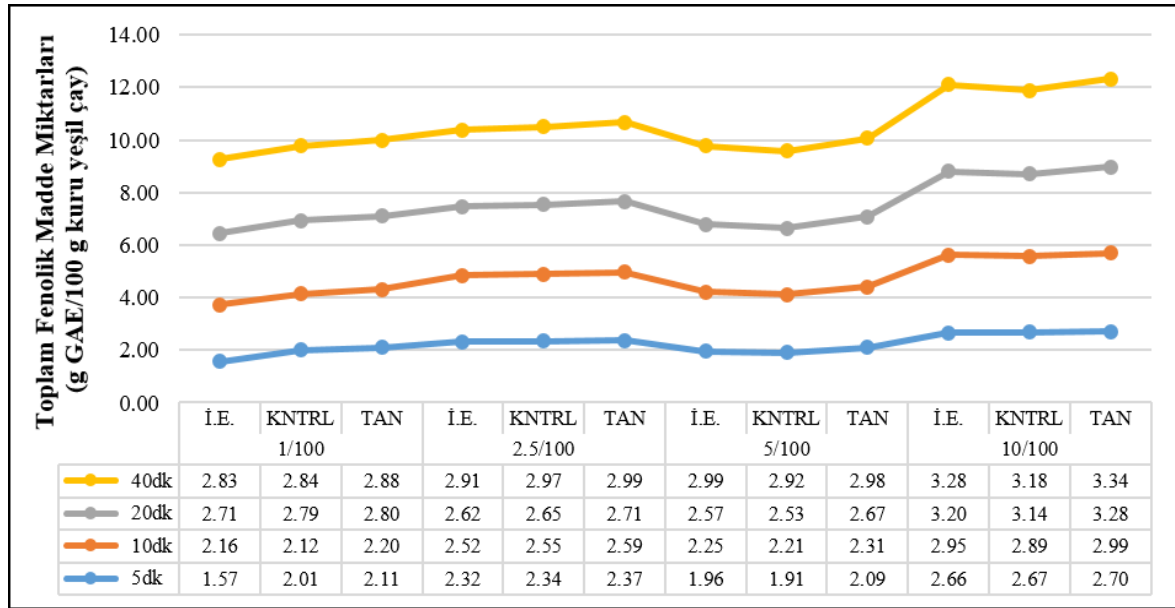
Tannaz Uygulamasının Ultrason Destekli Yeşil Çay Ekstraktlarının Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

Tannaz ilavesinin krema oluşumunu azaltması bakımından değerlendirildiğinde, çalışmada elde edilen bulguların literatürde yapılan diğer çalışmalardaki bulgularla benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Yeşil Çay Ekstraktlarına Ait Toplam Fenolik Madde Miktarları

Yeşil çay ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarlarında meydana gelen değişimler Şekil 3’de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi ultrasonik yöntemle farklı ekstraksiyon koşullarında elde edilen örneklerde ilk ekstraktlarda toplam fenolik madde

miktarlarının 1.57-3.28 g GAE/100 g kuru yeşil çay aralığında değişirken, enzim uygulanmış ve uygulanmamış (kontrol) örneklerinde sırasıyla 2.09-3.34 ve 1.91-3.18 g GAE/100 g kuru yeşil çay olarak belirlenmiştir. Örnekler incelendiğinde en yüksek toplam fenolik madde miktarı; 10:100 çay:su oranında 50°C’de 40 dakikalık ekstraksiyon koşullarında elde edilmiştir. Demleme sürelerinin artması ile ekstraktların toplam fenolik madde miktarlarında artış olduğu ve bu miktarsal farklılıkların istatistiksel olarak da önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.



Şekil 3. 50°C sabit sıcaklıkta farklı çay:su oranı ve demleme sürelerinde elde edilen yeşil çay ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları (g GAE/100 g kuru yeşil çay)

Ekstraksiyon işlemindeki çay oranının artması ile tüm demleme sürelerinde genellikle toplam fenolik madde miktarında artışlar meydana geldiği ve bu miktarsal farklılıkların istatistiksel olarak da önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Demleme süresinin 20 dakikadan 40 dakikaya çıkarılması ekstraktın fenolik madde içeriğinde bir miktar artış sağladığı ancak bu artışın istatistiksel olarak önemli düzeylerde olmadığı ($p>0.05$) görülmüştür.

Tüm demleme sürelerinde enzim uygulanan örneklerin toplam fenolik madde miktarlarında kontrol örneklerine göre artışlar meydana geldiği, miktarlar arasındaki bu farklılıkların

genellikle istatistiksel olarak da önemli olduğu ($p<0.05$) görülmüştür.

Balcı ve Özdemir (2016), farklı ekstraksiyon sıcaklıklarının (75, 85 ve 95°C) ve farklı ekstraksiyon sürelerinin (3, 5, 10, 15, 20 dk.) Türk yeşil çayının biyoaktif bileşikleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında yeşil çayın toplam fenolik miktarının 6.81-13.13 g GAE/100g kuru ağırlık (ka) arasında olduğu bildirmiştir. Shao ve ark. (2020), çalışmalarında yeşil çay ekstraktının Folin-Ciocalteu Metodu ile toplam fenolik içeriğinin 137 ± 1 g/kg iken tannaz ilavesiyle 291 ± 5 g/kg’a yükseldiğini bildirmiştir.

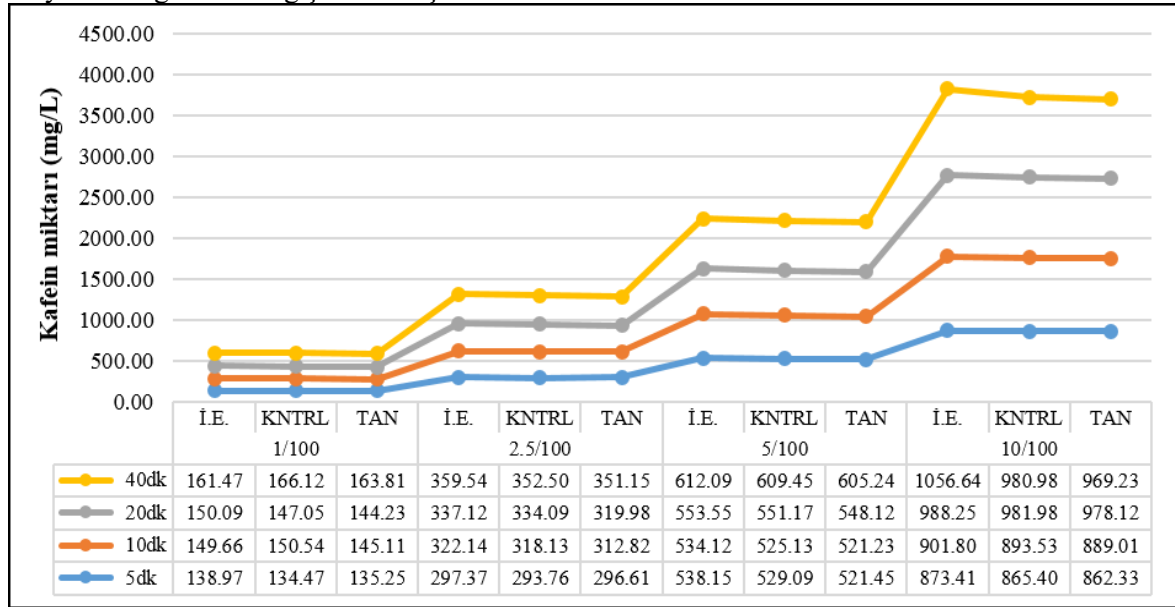
Tannaz Uygulamasının Ultrason Destekli Yeşil Çay Ekstraktlarının Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

Çalışmada elde edilen toplam fenolik madde içeriği bazı çalışmadaki bulgularla benzerlik gösterdiği, bazı çalışmalarla karşılaştırıldığında ise daha düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda yeşil çay ekstraktlarının fenolik madde içeriklerinin birbirinden farklılık göstermesinde, çalışmalarda kullanılan çayların ekstraksiyon yöntem ve koşullarının farklı olmasının etkili olabileceği gibi kullanılan çayın orijininin, işlem koşullarının ve toplanma mevsiminin de etkili olabileceği düşünülmektedir.

Kafein Miktarı

Yeşil çay ekstraktlarının farklı ekstraksiyon koşullarına bağlı olarak kafein değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4'de

verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi ultrasonik ekstraksiyon ile elde edilen örneklerde kafein değerlerinin ilk ekstraktlarda 138.97-1056.64 mg/L aralığında değişirken, enzim uygulanmış ve uygulanmamış (kontrol) örneklerinde sırasıyla 135.25-969.23 ve 134.47-981.98 mg/L aralığında değiştiği gözlemlenmiştir. Çay: su oranının ve demleme süresinin artması ile birlikte örneklerin kafein miktarlarında artış meydana geldiği ve bu artışın istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4. 50°C sabit sıcaklıkta farklı çay:su oranı ve demleme sürelerinde elde edilen yeşil çay ekstraktlarının kafein miktarı (mg/L)

Farklı ekstraksiyon koşullarında elde edilen çay ekstraktlarında tannaz uygulaması ile örneklerin kafein miktarında genellikle bir azalma meydana geldiği ancak enzim uygulamalı ve kontrol örneklerinin kafein miktarları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli bulunmadığı ($p > 0.05$) saptanmıştır.

Çay:su oranlarının 1:100'den 2.5:100'e çıkarılmasıyla ekstraktların kafein içeriklerinde yaklaşık 2 katından fazla artış meydana gelirken çay oranının 5:100 ve 10:100 oranına çıkarılmasıyla kafein miktarlarındaki artış

oranında düşüş meydana geldiği görülmektedir. Bu bağlamda yeşil çay ekstraksiyonunda çay:su oranının yüksek tutulmasının kafein veriminde düşüşe neden olduğundan dolayı 2.5:100 çay:su oranının ideal çay:su oranı olduğu görülmektedir.

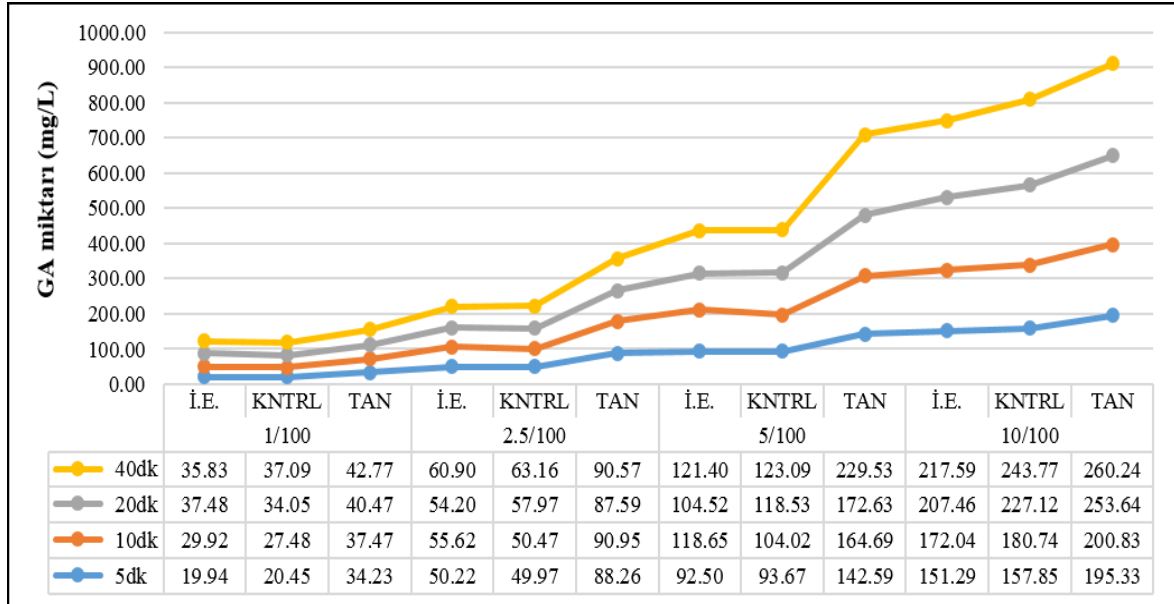
Khokhar ve Magnusdottir (2002), farklı çay çeşitleriyle (yeşil, siyah, oolong, meyve çayı) 60, 80, 100°C demleme sıcaklıklarında ve 5 dakika süreyle gerçekleştirdikleri ekstraksiyon işleminde yeşil çay ekstraktlarının kafein içeriğini 11-20 mg/g kuru madde aralığında

Tannaz Uygulamasının Ultrason Destekli Yeşil Çay Ekstraktlarının Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

tespit etmişlerdir. Xu ve ark. (2019) yeşil çay ekstraktlarının (85°C, 50 g/L çay: su oranı, 30 dk) hem ultrasonik yöntemle ve hem de tannaz ilavesiyle kafein değerinin 17.00 mg/g ka iken sadece tannaz uygulaması ile 17.59 mg /g ka, sadece ultrasonik yöntem kullanıldığında 16.60 mg/g ka olduğunu bildirmişlerdir. Hong ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada yeşil çay ekstraktındaki kafein içeriğinin 18.29±0.98 mg/g iken tannaz ilavesiyle 14.95±0.85 mg/g' a düştüğünü belirtmiştir. Shao ve ark. (2020) yeşil çay ekstraktının kafein içeriğinin 600±9 mg/L iken tannaz ilavesiyle 612±8 mg/L'ye yükseldiğini belirlemiştir.

Yeşil çay ekstraktlarının GA miktarı

Yeşil çay ekstraktlarının GA değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 5'de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi ultrasonik ekstraksiyon ile elde edilen örneklerde GA miktarının ilk ekstraktlarda 19.94-217.59 mg/L aralığında değişirken, enzim uygulanmış ve uygulanmamış (kontrol) örneklerinde sırasıyla 34.23-260.24 ve 20.45-243.77 mg/L aralığında değiştiği gözlemlenmiştir. Örnekler incelendiğinde çay: su oranının ve demleme süresinin örneklerin GA değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli (p<0.05) etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 5. 50°C sabit sıcaklıkta farklı çay:su oranı ve demleme sürelerinde elde edilen yeşil çay ekstraktlarının GA miktarı (mg/L)

Hem çay:su oranlarının değişmesi ile hem de demleme sürelerinin artışına bağlı olarak ekstraktların GA miktarlarında artışlar meydana geldiği, örneklerin GA miktarları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli (p<0.05) olduğu görülmüştür.

Tüm çay:su oranları ve tüm demleme sürelerinde çay ekstraktlarına tannaz uygulaması ile birlikte örneklerin GA miktarları kontrol örneğine göre artışlar meydana geldiği ve bu artışların istatistiksel olarak önemli (p<0.05) olduğu belirlenmiştir. Çay:su oranı arttıkça GA miktarı artmış ve en çok verim artışı 1:100'den

2.5:100'e çıktığında gözlemlenmiştir. Bu bağlamda yeşil çay ekstraksiyonunda 2.5:100 çay:su oranının ideal çay su oranı olduğu tespit edilmiştir. Demleme süresinin artmasıyla birlikte yeşil çay ekstraktlarının GA içeriklerinde genellikle bir artış meydana geldiği ancak süreye bağlı olarak GA miktarındaki farklılıkların genellikle önemli olmadığı belirlenmiştir.

Sağlam ve Türkyılmaz (2007) yeşil çayda gallik asit miktarını %0.030-0.779 olarak tespit etmişlerdir. Hong ve ark. (2014), %5 oranında tannaz ile muamele edilmiş yeşil çay

Tannaz Uygulamasının Ultrason Destekli Yeşil Çay Ekstraktlarının Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

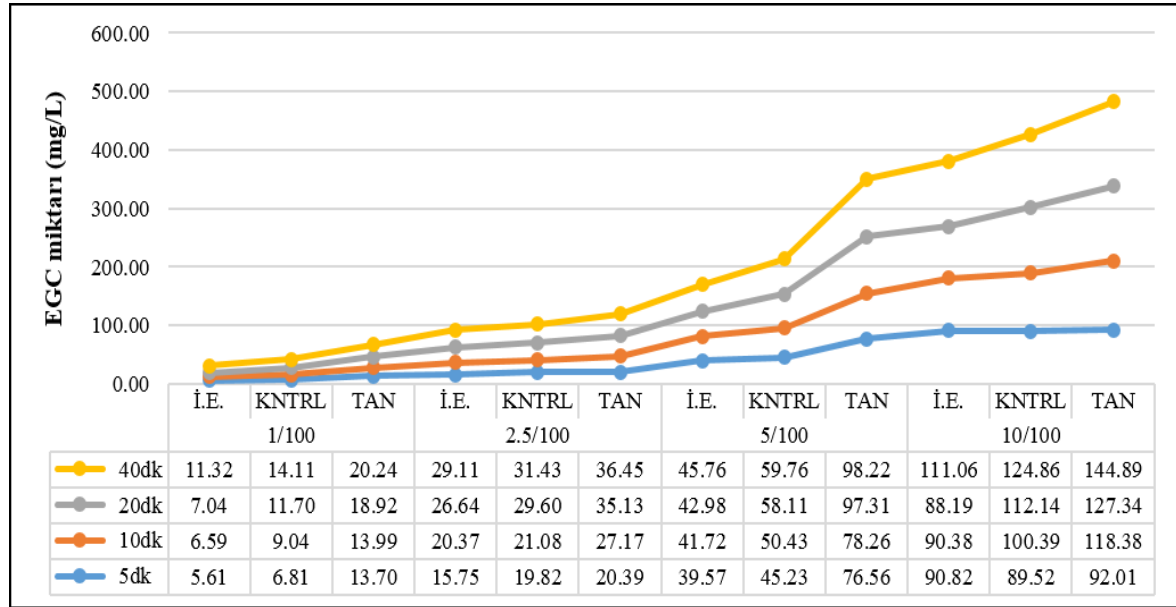
ekstraktının fiziksel stabilitesindeki değişimi inceledikleri çalışmalarında, 254.6 mg/g olan GA bileşiminin artarak 3056.0 mg/g'a yükseldiğini belirlemişlerdir. Baik ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada çaya enzim ilavesi ile GA miktarının arttığını, bunun sebebinin GA'in tannaz reksiyonunun bir ürünü olması dolayısıyla gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Bulgular incelendiğinde enzim uygulanan örneklerin GA miktarlarındaki artışa EGCG, ECG gibi gallik asit esterlerinin tannaz ile GA ve EGC veya EC ye hidroliz olmasının sebep olduğu düşünülmektedir.

Yeşil Çay Ekstraktlarının EGC Miktarı

Yeşil çay ekstraktlarının EGC değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 6'da

verilmiştir. Şekilden de görülebileceği ultrasonik ekstraksiyon ile elde edilen örneklerde EGC değerlerinin ilk ekstraktlarda 5.61-111.06 mg/L aralığında değişirken, enzim uygulanmış ve uygulanmamış (kontrol) örneklerinde sırasıyla 13.70-144.89 ve 6.81-124.86 mg/L aralığında değiştiği gözlemlenmiştir. Örnekler incelendiğinde çay: su oranının ve demleme süresinin örneklerin EGC değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu; çay:su oranı ve süre arttıkça EGC değerinde artış olduğu ve bu artıştaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu görülmüştür.



Şekil 6. 50°C sabit sıcaklıkta farklı çay:su oranı ve demleme sürelerinde elde edilen yeşil çay ekstraktlarının EGC miktarı (mg/L)

Tüm çay:su oranlarında ve tüm demleme sürelerinde çay ekstraktlarına tannaz uygulaması ile örneklerin EGC miktarlarında artışlar meydana geldiği ve bu artışların istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Shao ve ark. (2020), yeşil çay ekstraktının EGC içeriğinin 361 ± 5 mg/L iken tannaz ilavesiyle 1951 ± 5 mg/L arttığını bildirmiştir. Cao ve ark. (2019), sonbahar yeşil çay ekstraktlarına %0.5 tannaz ilavesi ile EGC konsantrasyonunun 0.50 mg/ml'den 1.29 mg/ml'ye yükseldiğini

belirtmiştir. Xu ve ark. (2019) yeşil çay ekstraktlarının (85 °C, 50 g/L çay: su oranı, 30 dk) hem ultrasonik yöntemle ve hem de tannaz ilavesiyle EGC değerinin 2.02 mg/g ka iken sadece tannaz uygulaması ile 2.07 mg/g ka, sadece ultrasonik yöntem kullanıldığında 0.29 mg/g ka olduğunu bildirmişlerdir. Ong ve Anuar (2017), yeşil çay ekstraktının EGC içeriğinin (0,25 g/100 ml, 80 °C, 5 dk) 136.6 ± 3.1 mg/g iken tannaz ilavesiyle 397.7 ± 1.1 mg/g'a arttığını bildirmiştir. Balcı ve Özdemir

Tannaz Uygulamasının Ultrason Destekli Yeşil Çay Ekstraktlarının Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

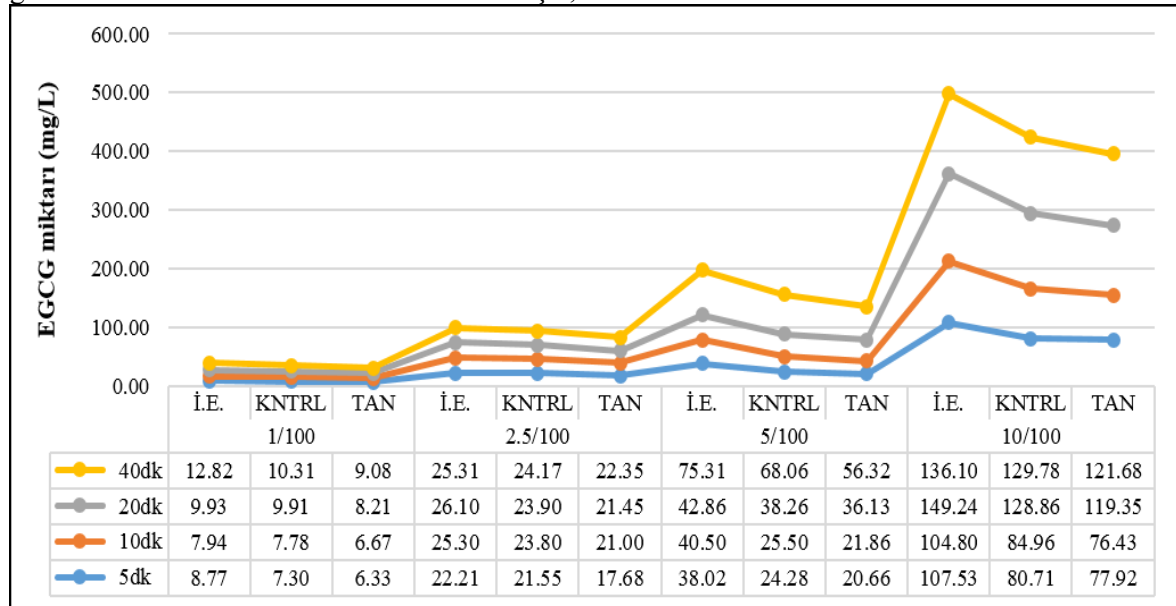
(2016), 2.83 g yeşil çayı 250 ml su ile ekstrakte ederek, farklı ekstraksiyon sıcaklıkları (75, 85, 95°C) ve farklı ekstraksiyon sürelerinin (3, 5, 10, 15, 20 dk.) Türk yeşil çayının biyoaktif bileşenleri üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında; EGC içeriğini 28.03-59.42 mg/g ka aralığında belirlemişlerdir. Zhang ve ark. (2016), tannaz (1: 5000 ağırlık/hacim) ile desteklenmiş yeşil çay ekstraktlarında (1:30 çay: su oranı, 80 °C ve 15 dakika) EGC konsantrasyonlarının 2.12 mmol/L'den 5.29 mmol/L'ye yükseldiğini belirtmiştir. Hong ve ark. (2014), %5 oranında tannaz ile muamele edilmiş yeşil çay ekstraktının fiziksel stabilitesindeki değişimi inceledikleri çalışmalarında, 1557.9 mg/g olan EGC bileşiminin artarak 5284.4 mg/g'a yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Çalışmada tannaz kullanılan örneklerde belirlenen EGC miktarlarındaki artışların, diğer araştırmacılar tarafından belirlenen EGC miktarlarındaki artışlara benzer olduğu görülmektedir. EGC miktarlarındaki bu artışta;

tannazın, büyük bir moleküler yapıya sahip olan EGCG'yi, daha küçük bir moleküle sahip olan EGC ve GA'ya hidrolize ettiğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Yeşil Çay Ekstraktlarının EGCG Miktarı

Yeşil çay ekstraktlarının EGCG değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 7'de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi ultrasonik ekstraksiyon ile elde edilen örneklerde EGCG değerlerinin ilk ekstraktlarda 7.94-149.24 mg/L aralığında değişirken, enzim uygulanmış ve uygulanmamış (kontrol) örneklerinde sırasıyla 6.33-121.68 ve 7.30-129.78 mg/L aralığında değiştiği gözlemlenmiştir. Örnekler incelendiğinde çay: su oranının, ve demleme süresinin örneklerin EGCG değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu; çay:su oranı ve süre arttıkça EGCG değerinde artış olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 7. 50°C sabit sıcaklıkta farklı çay:su oranı ve demleme sürelerinde elde edilen yeşil çay ekstraktlarının EGCG miktarı (mg/L)

Ultrasonik ekstraksiyon yönteminde tüm çay:su oranları ve tüm sürelerde tannaz uygulanmış yeşil çay ekstraktlarının kontrol örneklerinde EGCG miktarının azaldığı görülmektedir. 5:100 ve 10:100 çay:su oranı ile elde edilen ve tannaz

uygulanan örneklerin EGCG miktarları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak da önemli olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Cao ve ark. (2019), sonbahar yeşil çay ekstraktlarına %0.5 tannaz ilavesiyle EGCG

Tannaz Uygulamasının Ultrason Destekli Yeşil Çay Ekstraktlarının Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

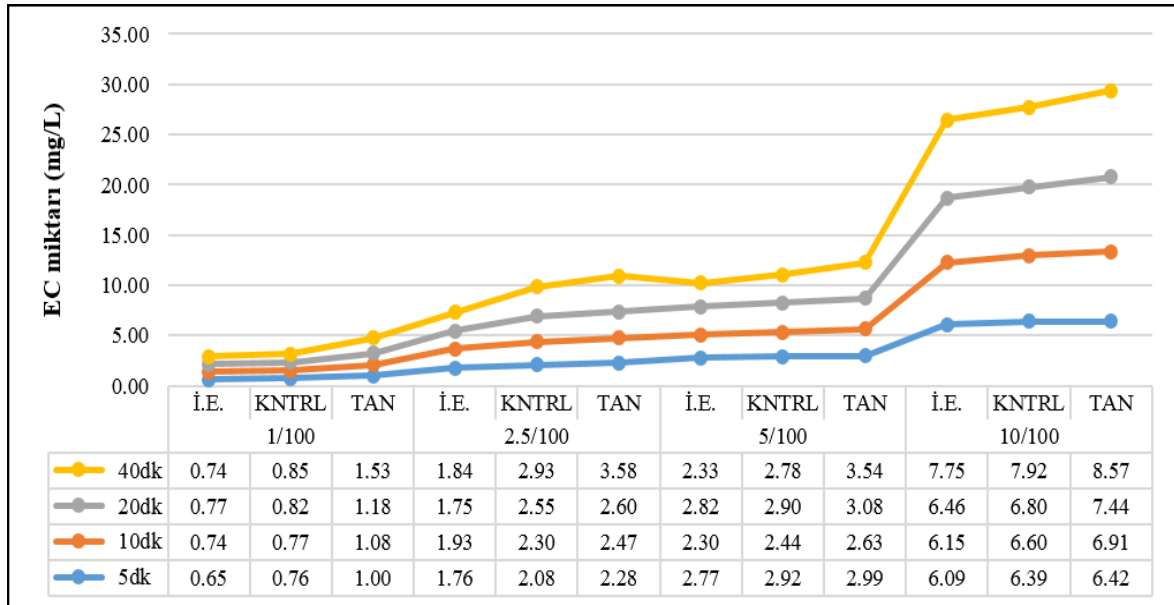
konsantrasyonunun 1.47 mg/ml'den 0.25 mg/ml'ye düştüğünü bildirmiştir. Xu ve ark. (2019) yeşil çay ekstraktlarının (85°C, 50 g/L çay: su oranı, 30 dk) hem ultrasonik yöntemle ve hem de tannaz ilavesiyle EGCG değerinin 0.16 mg/g ka iken sadece tannaz uygulaması ile 0.16 mg/g ka, sadece ultrasonik yöntem kullanıldığında 11.55 mg/g ka olduğunu saptamıştır. Ong ve Anuar (2017), yeşil çay ekstraktının (0,25 g/100 ml, 80°C, 5 dk) EGCG içeriğinin 67.3±0.7 mg/g iken tannaz ilavesiyle 0.7±0.1 mg/g'a azaldığını belirtmiştir. Balcı ve Özdemir (2016), 2.83 gr çayı 250 ml su ile ekstrakte ederek, farklı ekstraksiyon sıcaklıkları (75, 85, 95°C) ve farklı ekstraksiyon sürelerinin (3, 5, 10, 15, 20 dk) Türk yeşil çayının biyoaktif bileşenleri üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında EGCG içeriğini 38.05-69.66 mg/g ka aralığında tespit etmişlerdir. Zhang ve ark. (2016), tannaz (1:5000 w/v) ile takviye edilmiş yeşil çay ekstraktlarında (1:30 çay: su oranı, 80°C ve 15 dakika) EGCG konsantrasyonlarının 3.21 mmol/L'den 0.04 mmol/L'ye düştüğünü bildirmiştir. Hong ve ark. (2014), %5 oranında tannaz ile muamele edilmiş

yeşil çay ekstraktının fiziksel stabilitesindeki değişimi inceledikleri çalışmalarında, 3990.9 mg/g olan EGCG bileşiminin azalarak 3.3 mg/g'a düştüğünü tespit etmişlerdir.

Çalışmada tannaz kullanılan örneklerde belirlenen EGCG miktarlarındaki düşüşlerin, diğer araştırmacılar tarafından belirlenen EGCG miktarlarındaki düşüşlere benzer olduğu görülmektedir. EGCG miktarlarındaki bu azalmanın tannazın büyük bir moleküler yapıya sahip olan EGCG'yi daha küçük moleküllü hidrolize olmayan kateşinlere dönüştürdüğünden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Yeşil Çay Ekstraktlarının EC Miktarı

Yeşil çay ekstraktlarının EC değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 8'de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi ultrasonik ekstraksiyon ile elde edilen örneklerde EC değerlerinin ilk ekstraktlarda 0.65-7.75 mg/L aralığında değişirken, enzim uygulanmış ve uygulanmamış (kontrol) örneklerinde sırasıyla 1.00-8.57 ve 0.76-7.92 mg/L aralığında değiştiği gözlemlenmiştir.



Şekil 8. 50°C sabit sıcaklıkta farklı çay:su oranı ve demleme sürelerinde elde edilen yeşil çay ekstraktlarının EC miktarı (mg/L)

Hem çay:su oranlarının değişmesi ile hemde demleme sürelerinin artışına bağlı olarak

ekstraktların EC miktarlarında artışlar meydana geldiği, örneklerin EC miktarları arasındaki

Tannaz Uygulamasının Ultrason Destekli Yeşil Çay Ekstraktlarının Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

farklılıkların istatistiksel olarak da önemli ($p<0.05$) olduğu görülmüştür.

Tüm demleme sürelerinde çay ekstraktlarına tannaz uygulaması ile birlikte örneklerin EC miktarları değerlerinde artışlar meydana geldiği ve bu artışların istatistiksel olarak da önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

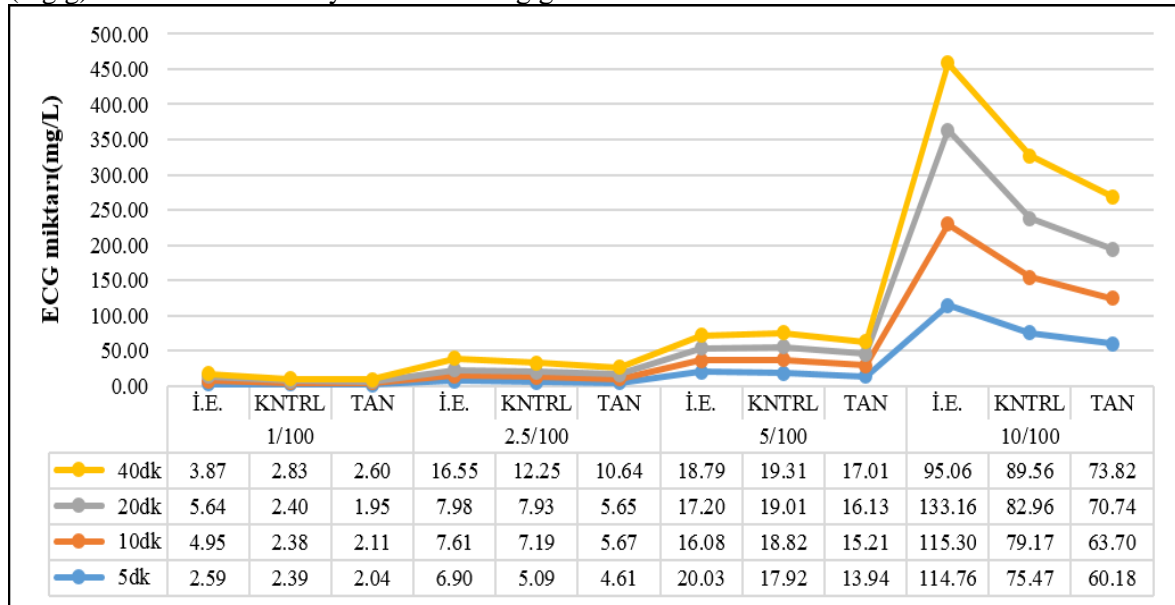
Hong ve ark. (2020), yeşil çay ekstraktının EC içeriğinin 61.34 ± 0.82 mg/g iken tannaz ilavesiyle 106.20 ± 1.43 mg/g'a arttığını bildirmiştir. Shao ve ark. (2020), yeşil çay ekstraktının EC içeriğinin 130 ± 3 mg/L iken tannaz ilavesiyle 878 ± 14 mg/L arttığını bildirmiştir. Cao ve ark. (2019), sonbahar yeşil çay ekstraktlarına %0.5 tannaz ilavesiyle EC konsantrasyonunun 0.20 mg/ml'den 0.34 mg/ml'ye yükseldiğini bildirmiştir. Xu ve ark. (2019) yeşil çay ekstraktlarının (85°C , 50 g/L çay: su oranı, 30 dk) hem ultrasonik yöntemle ve hem de tannaz ilavesiyle EC değerinin 1.96 mg/g ka iken sadece tannaz uygulaması ile 2.12 mg/g ka, sadece ultrasonik yöntem kullanıldığında 0.70 mg/g ka olduğunu bildirmişlerdir. Ong ve Anuar (2017), yeşil çay ekstraktının (0.25 g/100 ml, 80°C , 5 dk) EC içeriğinin 27.1 ± 0.6 (mg/g) iken tannaz ilavesiyle 61.5 ± 0.2 mg/g'a

arttığını bildirmiştir. Zhang ve ark. (2016), tannaz ($1:5000$ w/v) ile takviye edilmiş yeşil çay ekstraktlarında ($1:30$ çay: su oranı, 80°C ve 15 dakika) EC konsantrasyonlarının 1.71 mmol/L'den 3.49 mmol/L'ye yükseldiğini belirtmiştir.

Çalışmada tannaz kullanılarak belirlenen EC miktarlarındaki artışların, diğer araştırmacılar tarafından belirlenen EC miktarlarındaki artışlara benzer olduğu görülmektedir. EC miktarlarındaki bu artışta; tannazın, büyük bir moleküler yapıya sahip olan ECG'yi daha küçük bir moleküle sahip olan EC ve GA'ya hidrolize ettiğinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Yeşil Çay Ekstraktlarının ECG Miktarı

Yeşil çay ekstraktlarının ECG değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 9'da verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi ultrasonik ekstraksiyon ile elde edilen örneklerde ECG değerlerinin ilk ekstraktlarda $2.59-133.16$ mg/L aralığında değişirken, enzim uygulanmış ve uygulanmamış (kontrol) örneklerinde sırasıyla $1.95-73.82$ ve $2.38-89.56$ mg/L aralığında değiştiği gözlemlenmiştir.



Şekil 9. 50°C sabit sıcaklıkta farklı çay:su oranı ve demleme sürelerinde elde edilen yeşil çay ekstraktlarının ECG miktarı(mg/L)

Tüm çay:su konsantrasyonlarında ve tüm demleme sürelerinin artışına bağlı olarak ekstraktların ECG miktarlarında artışlar meydana geldiği, örneklerin ECG miktarları

Tannaz Uygulamasının Ultrason Destekli Yeşil Çay Ekstraktlarının Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak da önemli ($p < 0.05$) olduğu görülmüştür.

Hem tüm çay:su konsantrasyonlarında hem de tüm demleme sürelerinde çay ekstraktlarına tannaz uygulaması ile birlikte örneklerin ECG miktarlarında azalmalar meydana geldiği ve bu azalmaların istatistiksel olarak da önemli ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Hong ve ark. (2020), yeşil çay ekstraktlarının ECG içeriğinin 185.00 ± 1.2 (mg/g) iken tannaz ilavesiyle 511.73 ± 1.8 mg/g'a arttığını bildirmiştir. Xu ve ark. (2019) yeşil çay ekstraktlarının (85°C , 50 g/L çay: su oranı, 30 dk) hem ultrasonik yöntemle ve hem de tannaz ilavesiyle ECG değerinin 0.16 mg/g ka iken sadece tannaz uygulaması ile 0.19 mg/g ka, sadece ultrasonik yöntem kullanıldığında 6.33 mg/g ka olduğunu bildirmişlerdir. Balcı ve Özdemir (2016), 2.83 gr çayı 250 mL su ile ekstrakte ederek, farklı ekstraksiyon sıcaklıkları ($75, 85, 95^\circ\text{C}$) ve farklı ekstraksiyon sürelerinin (3, 5, 10, 15, 20 dk) Türk yeşil çayın biyoaktif bileşenleri üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında; yeşil çayda ECG içeriğini 8.02-14.61 mg/g ka aralığında tespit etmişlerdir. Zhang ve ark. (2016), tannaz (1:5000 w/v) ile takviye edilmiş yeşil çay ekstraktlarında (1:30 çay: su oranı, 80°C ve 15 dakika) ECG konsantrasyonlarının 1.81 mmol/L'den 0.04 mmol/L'ye düştüğünü belirtmiştir. Hong ve ark. (2014), %5 oranında tannaz ile muamele edilmiş yeşil çay ekstraktının fiziksel stabilitesindeki değişimi inceledikleri çalışmalarında, 1473.7 mg/g olan ECG bileşiminin azalarak 240.2 mg/g'a düştüğünü tespit etmişlerdir. Aynı zamanda Baik ve ark. (2015) ve Lu ve ark. (2009) da yeşil çay ekstraktlarına tannaz ilavesinin enzimatik hidrolize bağlı olarak ECG miktarında azalmaya yol açtığını bildirmiştir.

Çalışmada tannaz kullanılan örneklerde belirlenen ECG miktarlarındaki düşüşlerin, diğer araştırmacılar tarafından belirlenen ECG miktarlarındaki düşüşlerle benzer olduğu görülmektedir. ECG miktarlarındaki bu azalmanın; tannazın büyük bir moleküler yapıya sahip olan ECG'yi daha küçük molekülü hidrolize olmayan kateşinlere dönüştürdüğünden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Bununla birlikte, yeşil çay kateşin miktarları; coğrafi kökeni, hasat mevsimi ve hasat koşulları, yaprakların yaşı, iklim, yetiştirme uygulamaları, kurutma, çay üretimi sırasındaki teknolojik işlemler, saklama koşulları ve süreleri gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Sağlam and Türkyılmaz, 2007; Türkmen, 2007; Saklar ve ark., 2015).

Sonuç

Bu çalışmada ülkemizin önemli çay üreticilerinden Rize Karaali Çay Fabrikası Müdürlüğü'nden temin edilen yeşil çay örneklerine farklı çay su oranları (1:100; 2.5:100; 5:100; 10:100), farklı demleme sürelerinde (5, 10, 20 ve 40 dakika) ultrasonik ekstraksiyon yöntemi uygulanarak elde edilen ekstraktların kateşinler başta olmak üzere fenolik maddeler ve kafein miktarındaki değişim incelenmiş, tannaz uygulaması ile krema oluşumu azaltılarak ürün stabilitesi ve berraklığı artırılmaya çalışılmıştır. Çalışmada elde edilen bulguların bir arada değerlendirilmesiyle soğuk çay üretiminde en önemli problemlerden birisi olan krema oluşumunun azaltılmasında tannaz uygulamasının önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir. Düşük sıcaklıklarda (50°C) ultrasonik ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen yeşil çay ekstraktlarında krema miktarlarında tannaz uygulamasıyla önemli düzeyde (%9.18-57.13) azalmalar sağlandığı görülmektedir. Bununla birlikte tannaz uygulamasıyla fonksiyonel bileşenler olan fenolik maddeler açısından daha zengin ve daha fonksiyonel bir ürün üretilebileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Emine ATEŞ in 'Ultrason Destekli Ekstraksiyon Uygulamasının Yeşil Çay Ekstraktının Fizikokimyasal ve Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi' başlıklı Yüksek Lisans tezinin bir bölümünden üretilmiştir. Araştırma, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP 2015//94) tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden ötürü Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine teşekkür ederiz.

Tannaz Uygulamasının Ultrason Destekli Yeşil Çay Ekstraktlarının Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

Kaynaklar

- Anonim, (2005). Determination of substances characteristic of green and black tea part 1: Content of total polyphenols in tea — colorimetric method using folin ciocalteu reagent. International Standard (ISO) 145021. <https://www.iso.org/standard/31356.html>
- Ateş, E., Kaya, C., Yücel, E. E., & Bayram, M. (2022). Effects of ultrasound-assisted extraction procedure on total phenolics, catechin and caffeine content of green tea extracts. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 34(8), 664-674.
- Baik, J. H., Shin, K. S., Park, Y., Yu, K. W., Suh, H. J., Choi, H. S., (2015). Biotransformation of catechin and extraction of active polysaccharide from green tea leaves via simultaneous treatment with tannase and pectinase. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(11), 2337-2344.
- Balci, F., Özdemir, F., (2016). Influence of shooting period and extraction conditions on bioactive compounds in Turkish green tea. *Food Sci. Technol, Campinas*, 36(4), 737-743.
- Both, S., Chemat, F., Strube, J., (2014). Extraction of polyphenols from black tea-conventional and ultrasound assisted extraction. *Ultrason. Sonochem.* 21: 1030-1034.
- Cao, Q. Q., Zou, C., Zhang, Y. H., Du, Q. Z., Yin, J. F., Shi, J. and Y. Q. Xu., (2019). Improving the taste of autumn green tea with tannase. *Food Chem.* 277: 432-437.
- Elmas, C., Gezer, C., (2019). Çay bitkisinin (*Camellia sinensis*) Bileşimi ve Sağlık Etkileri. *Akademik Gıda*, 17 (3) , 417-428.
- Fan, Y., Zhou, X., Huang, G., (2022). Preparation, structure, and properties of tea polysaccharide. *Chem. Biol. Drug Des.* 99(1): 75-82.
- Govindarajan, R. K., C. Khanongnuch, K. Mathivanan, D. J. Shyu, K. P. Sharma S. De Mandal., (2021). *In-vitro* biotransformation of tea using tannase produced by *Enterobacter cloacae* 41. *J. Food Sci. Technol.* 58: 3235-3242.
- Hong, Y.H., Jung, E.Y., Noh, D.O., Suh, H.J., (2014). Physiological effects of formulation containing tannase-converted green tea extract on skin care: physical stability, collagenase, elastase, and tyrosinase activities. *Integrative Medicine Research*, 3, 25-33.
- Hong, K. B., H. S. Lee, J. S. Hong, D. H. Kim, J. M. Moon, Y. Park., (2020). Effects of tannase-converted green tea extract on skeletal muscle development. *BMC Complement. Med. Ther.* 20: 1-10.
- İlgaz, Ş., Kalcıoğlu, Z. Sarımeşmet, M., (2005). 2004 Yılı 1. Sürgün Dönemine Ait Çaykur yeşil çay nevelerinin kalite parametrelerinin belirlenmesi ve yabancı ülkelerde üretilen yeşil çaylarla mukayesesi ile ilgili bir çalışma. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü. Rize.
- Khokhar, S., Magnusdottir, G., 2002. Total phenol, catechin, and caffeine contents of teas commonly consumed in the United Kingdom. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(3), 565-570.
- Lante, A., Friso, D., (2013). Oxidative stability and rheological properties of nanoemulsions with ultrasonic extracted green tea infusion. *Food research international*, 54(1), 269-276.
- Lekshmi, R., S. A. Nisha, P. T. Vasan, B. Kaleeswaran., (2021). A comprehensive review on tannase: Microbes associated production of tannase exploiting tannin rich agro-industrial wastes with special reference to its potential environmental and industrial applications. *Environ. Res.* 201: 111625.
- Liang, Y., Lu, J., Zhang, L., (2002). Comparative study of cream in infusions of black tea and green tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze]. *International Journal of Food Science Technology*, 37(6), 627–634.
- Lu, M. J., Chu, S. C., Yan, L., Chen, C., (2009). Effect of tannase treatment on protein-tannin aggregation and sensory attributes of green tea infusion. *LWT-Food Science and Technology*, 42(1), 338-342.
- McKay, D.L., Blumberg, J.B., (2002). The role of tea in human health: an update. *Journal*

Tannaz Uygulamasının Ultrason Destekli Yeşil Çay Ekstraktlarının Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

- of the American College of Nutrition, 21, 1-13.
- Nagalakshmi S., Ramaswamy M.S., Natarajan C.P., Seshadri R., (1984). The role of added carbohydrates in tea cream stabilization. *Food Chemistry*, 13(1),69–77.
- Ni H, Chen F, Jiang Z D, Cai M Y, Yang Y F, Xiao A F, Cai H N., (2015). Biotransformation of tea catechins using *Aspergillus Niger* Tannase prepared by solid state fermentation on tea by product. *LWT-Food Science and Technology*, 60(2), 1206-1213.
- Noh, D. O., Choi, H. S. ve Suh, H. J., (2014). Catechine biotransformation by tannase with sequential addition of substrate. *Process Biochemistry*, 49(2),271–276.
- Ong, C. B., M. S. Annuar., (2017). Polyphenolic composition and *in vitro* antioxidant activities of native-and tannase-treated green tea extracts. *Int. J. Food Sci. Technol.* 52: 748-756
- Pico, Y., (2013). Ultrasound-assisted extraction for food and environmental samples. *TrAC Trends Anal. Chem.* 43: 84-99.
- Sağlam N., Türkyılmaz K., (2007). Ticari olarak piyasada satılan Türk ve yabancı kökenli çayların bazı fenolik madde ve kafein içeriklerinin belirlenmesi. Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Rize.
- Saklar, S., Ertas, E., Ozdemir, I. S., Karadeniz, B., (2015). Effects of different brewing conditions on catechin content and sensory acceptance in Turkish green tea infusions. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6639-6646.
- Shakir, H. A., M. Khan, M. Irfan, S. Ali, M. A. Yousaf, J. Javed., (2022). Production and characterization of tannase by *Bacillus subtilis* in solid state fermentation of corn leaves. *J Appl. Biotechnol.* Rep. 9: 516-530.
- Shao, Y., Y. H. Zhang, F. Zhang, Q. M. Yang, H. F. Weng, Q. Xiao, A. F. Xiao., (2020). Thermostable tannase from *Aspergillus niger* and its application in the enzymatic extraction of green tea. *Molecules.* 25: 952.
- Topuz, A., Dinçer, C., Torun, M., Tontul, I., Nadeem, H. Ş., Haznedar, A., Özdemir, F., (2014). Physicochemical properties of Turkish green tea powder: effects of shooting period, shading, and clone. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(2), 233-241.
- Türkmen N., (2007). Farklı sınıf çaylarda kıvrırma proseslerinin ve değişik hasat dönemlerinin çayın fenolik madde ve alkaloid bileşimine etkisi. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Uzunalic, A.P., Skerget, M., Knez, Z., Weinreich, B., Otto, F., Grüner, S., (2006). Extraction of active ingredients from green tea (*Camellia sinensis*): extraction efficiency of major catechins and caffeine. *Food Chemistry*, 96, 597-605
- Vural H. , Duman S., (2022). Çocuklarda yeşil çay kullanımının dental ve periodontal sağlığa etkileri. *Osmangazi Tıp Dergisi.* 44(5): 738-746.
- Xia T., Shi S., Wan X., (2006). Impact of ultrasonic-assisted extraction on the chemical and sensory quality of tea infusion. *Journal Of Food Engineering*, 74(4), 557–560.
- Xu, Y. Q., Chen, S. Q., Shen, D. Y., Yin, J. F., (2011). Effects of chemical components on the amount of green tea cream. *Agricultural Sciences in China*, 10(6), 969-974.
- Xu, X. Y., J. M. Meng, Q. Q. Mao, A. Shang, B. Y. Li, C. N. Zhao, H. B. Li., (2019). Effects of tannase and ultrasound treatment on the bioactive compounds and antioxidant activity of green tea extract. *Antioxidants.* 8: 362.
- Zhang, Y. N., J. F. Yin, J. X. Chen, F. Wang, Q. Z. Du, Y. W. Jiang, Y. Q. Xu., (2016). Improving the sweet aftertaste of green tea infusion with tannase. *Food Chem.* 192: 470-476.



Araştırma Makalesi

Keçiboynuzu Unu ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

Meryem GÖKSEL SARAÇ¹, Duygu ASLAN TÜRKER², Mahmut DOĞAN^{2*}

ÖZ

Bu çalışmada pirinç unu ve keçiboynuzu unu ile glutensiz kek üretiminde kullanılacak un formülasyonları geliştirilmiş ve ürün özellikleri analiz edilmiştir. Unlar %100 keçiboynuzu unu (K100), %100 pirinç unu (P100), %25 keçiboynuzu ve %75 pirinç unu (K25P75), %50 keçiboynuzu ve %50 pirinç unu (K50P50) ve %75 keçiboynuzu ve %25 pirinç unu (K75P25) şeklinde hazırlanmıştır. Çalışma kapsamında un karışımlarının toz ürün ve akış özellikleri, kek hamurlarının dinamik reolojik ölçümleri, keklerin renk özellikleri, fiziksel değerlendirmeleri, pişirme verimleri ve tekstürel özellikleri belirlenmiştir. Un formülasyonlarının analiz sonuçlarını etkilediği, karışım unlar ile hazırlanan keklerin daha az ufalanan ürünler olduğu belirlenmiştir. Glutensiz keklerin kabuk renginde a* değerleri 1.16-17.49 aralığında, iç renginde ise 1.70-10.38 aralığında belirlenmiştir. K75P25 örneğinin pişirme verimi değeri % 81.15 olup en verimle ve esnek kek üretimini sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Keçiboynuzu unu, pirinç unu, glutensiz, kek, toz akış, tekstür

Determination of Textural Properties and Quality Parameters of Gluten-Free Cakes Enriched with Carob Flour

ABSTRACT

In this study, flour formulations to be used in gluten-free cake production were developed using rice flour and carob flour, and product properties were analyzed. Flours were prepared as 100% carob flour (K100), 100% rice flour (P100), 25% carob and 75% rice flour (K25P75), 50% carob and 50% rice flour (K50P50) and 75% carob and 25% rice flour (K75P25). Within the scope of the study, powder flow properties of flour mixtures, dynamic rheological measurements of cake batter, color properties, physical evaluation, cooking efficiency and textural properties of cakes were determined. It was determined that flour formulations affected the analysis results, and cakes prepared with mixed flours were less crumbly products. The a* values of the gluten-free cakes were determined in the range of 1.16-17.49 in the crust color, and in the range of 1.70-10.38 in the inner color. The baking efficiency value of the K75P25 sample was 81.15%, and it provided the most efficient and flexible cake production.

Keywords: Carob flour, rice flour, gluten-free, cake, powder flow, texture

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0002-8190-2406, 0000-0002-9579-8347, 0000-0003-1639-4641

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 23.09.2022

Kabul Tarihi: 28.11.2023

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Aşçılık, Sivas

²Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Kayseri

*E-posta: dogan@erciyes.edu.tr

Keçiboynuzu Unu ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

Giriş

Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.), Akdeniz bölgesine özgü *Leguminosae* veya *Fabaceae* familyasına ait, yaprak dökmeyen bir ağaç olup yenilebilir meyveleri nedeniyle antik çağlardan beri yaygın olarak kullanılmaktadır (Tous ve ark., 2013). Keçiboynuzu, insan sağlığı üzerine önemli yararlarının yanı sıra işlendikten sonra bile kalan karakteristik güçlü aroması nedeniyle gıda endüstrisinde geniş bir kullanım potansiyeline sahiptir (Goulas ve ark., 2016). Keçiboynuzu, bileşiminde bulunan karbonhidrat, diyet lifi ve biyoaktif bileşikler nedeniyle gıda ürünlerinin üretiminde fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılmaktadır (Benković ve ark., 2017). Keçiboynuzu unu ise gıda endüstrisinde alkolsüz içecek hazırlama, şekerleme ürünleri ve unlu mamüllerinde kakao veya çikolata yerine kullanılmaktadır (Dakia ve ark., 2007). Yüksek oranda şeker içermesi ile karakterize edildiğinden aynı zamanda doğal bir tatlandırıcı olarak da kullanılmaktadır (El Batal ve ark., 2016). Tatlılığının ve çikolataninkine benzer lezzetinin yanı sıra, kakao ve çikolata ikamelerinde keçiboynuzu unu kullanmanın diğer bir avantajı da maliyetinin düşük olması, kafein ve teobromin içermemesi, diyet lifi ve biyoaktif bileşiklerce zengin olmasıdır (Benković ve ark., 2017). Öte yandan, keçiboynuzu unu gluten içermediğinden (Rosa ve ark., 2015) glutensiz ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca, kakao %25 oranında yağ içerirken keçiboynuzu ununun yağ içeriğinin %2.54 olması (Rosa ve ark., 2015) yağsız ürünlerin üretiminde de dikkat çekmektedir. Literatür verileri de, son yıllarda keçiboynuzu ununun ekmek (Tsatsaragkou ve ark., 2014), bisküvi (Skaltsi ve ark., 2021), kek (Papageorgiou ve ark., 2020) ve makarna (Sęczyk ve ark., 2016) gibi gıda ürünlerinin besin kalitesini artırmak için sıklıkla kullanıldığını göstermektedir.

Fonksiyonel gıda ürünlerinin geliştirilmesinde keçiboynuzu unu gibi hammaddelerin kullanılabilmesi için, fiziksel özelliklerinin ve kimyasal bileşiminin kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Literatürde keçiboynuzu ununun kimyasal bileşimi ve biyoaktif özellikleri ile ilgili çalışmalar (Durazzo

ve ark., 2014; Musa Özcan ve ark., 2007) bulunmakla birlikte keçiboynuzu ununun fiziksel özelliklerinin değerlendirildiği az sayıda çalışma mevcuttur. Keçiboynuzu ununun fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak kullanımı sadece kimyasal bileşimine bağlı olmayıp aynı zamanda fiziksel ve toz akış özelliklerinden de etkilendiği için formülasyonda kullanılan bileşenlerin fiziksel özellikleri de belirlenmelidir. Genel olarak toz gıda ürünlerinin partikül boyutu, yığın yoğunluğu, kohezyon ve kekleşme gibi fiziksel özelliklerinin nihai ürünlerin tekstürel ve duyuşsal özelliklerini etkilediği bilinmektedir (Majzoobi ve ark., 2013; Turfani ve ark., 2017). Bu nedenle bu çalışmanın amacı fonksiyonel ve biyoaktif özellikleri kanıtlanmış keçiboynuzu unu ile glutensiz kek üretiminde kullanılacak yeni bir formülasyon oluşturmaktır. Çalışma kapsamında ayrıca, glutensiz un karışımlarının fizikokimyasal karakteristikleri ile kekleşme, kohezyon indeksi gibi toz akış özellikleri belirlenmiş; glutensiz unların nihai üründeki etkilerini incelemek için de keklerin tekstürel ve yapısal özellikleri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma kapsamında kek üretimi için un karışımlarında kullanılan keçiboynuzu unu (Arifoğlu A.Ş.) ve pirinç unu (Kent A.Ş.) Kayseri yerel marketlerinden temin edilmiştir. Kek üretiminde kullanılan unlar Çizelge 1'de verilen formülasyon ile hazırlanmış ve kek üretim süreçlerinde un karışımları olarak kullanılmıştır.

Çizelge 1. Kek üretiminde kullanılan unlar

Örnekler	Pirinç unu (%)	Keçiboynuzu unu (%)
P100	100	-
K100	-	100
K25P75	75	25
K50P50	50	50
K75P25	25	75

Glutensiz kek üretimi için 34 gr tüm yumurta ve 50 gr şeker mikserde 4dk çırpılmıştır. Ardından 42 gr süt, 22 gr sıvı yağ, 2 gr kabartma tozu ve 50 gr un karışımı eklenmiş ve 3 dk daha

Keçiboynuzu Unu ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

çırpılmıştır. 30 gr kek hamuru muffin kaplarına eklendikten sonra 170 C° de 17 dk elektrikli fırında (Siemens, Almanya) pişirilmiştir. Üretim

sonrası elde edilen glutensiz kekler Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Farklı un karışımları ile hazırlanan glutensiz kek örnekleri

Glutensiz Unlar ve Karışımlarında Toz Özellik Analizleri

Glutensiz un karışımlarının toz özelliklerinin belirlenmesinde yığın ve sıkıştırılmış yoğunluk, Carr İndeks ve Hausner Oranı analizleri kullanılmıştır. Analizler için 50 ml’lik mezürler kullanılmıştır. Yığın yoğunluk analizinde 50 ml mezür çizgisine kadar ilave edilen glutensiz un karışımları tartılmış ve yığın yoğunluk formülü ile hesaplanmıştır ($\rho_{yığın} \text{ g/cm}^3$). Sıkıştırılmış yoğunluk analizi için ise mezürlere doldurulmuş un karışımları mezürlerin sabit bir hız ile 180 kez tezgaha vurulması ile belirlenmiştir ($\rho_{sıkıştırılmış} \text{ g/cm}^3$) (Tatar, 2012). Elde edilen sıkıştırılmış ve yığın yoğunluk değerleri ile aşağıdaki formüller kullanılarak Carr indeksi ve Hausner oranı değerleri belirlenmiştir (Turchiuli ve ark., 2005).

Carr indeksi = $(\rho_{sıkıştırılmış} - \rho_{yığın}) / \rho_{sıkıştırılmış} \times 100$

Hausner oranı = $\rho_{sıkıştırılmış} / \rho_{yığın}$

Glutensiz Unlar ve Karışımlarında Toz Akış Özellikleri

Un karışımlarının toz akış özellikleri tekstür analiz cihazında (Stable Micro System TA-XT2 Plus, İngiltere) cam silindir içerisinde özel toz akış probu ile gerçekleştirilmiştir. Toz akış özellikleri için kohezyon ve kekleşme değerleri ölçülmüştür. Kekleşme değerleri prob sıkıştırma özelliğinden faydalanılarak ölçülen kolon

yüksekliği baz alınarak belirlenmiştir. Kohezyon testleri için ise probun (döner sarmal bıçak) (Rotor no. R48/50/10/2/A- DMLS, İngiltere) 50 mm.s⁻¹ sabit hız ile yukarı çıkması sürecinde ölçülen değerler belirlenmiştir (Göksel Saraç ve ark. 2021).

Glutensiz Kek Hamurlarının Dinamik Reolojik Ölçümleri

Farklı formülasyonlarda hazırlanmış glutensiz kek unlarından hazırlanmış kek hamurlarının dinamik reolojik özellikleri reometre (ThermoHAAKE, Mars III, Karlsruhe, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir. Analiz için 0.2 Pa değerinde plaka-plaka konfigürasyonunda 0.1-10 Hz frekans aralığında ölçümler yapılmıştır. Oda sıcaklığında gerçekleştirilen analizler esnasında sabit örnek hacimleri alınmış ve her hamur için 2 tekekür 3 paralel olacak şekilde analizler tamamlanmıştır.

Glutensiz Kek Analizleri

Glutensiz Keklerin Renk Değerleri

Keçiboynuzu ve pirinç unu kullanılarak farklı formülasyonlar ile elde edilen un karışımlarından elde edilen keklerde oluşan renk farklılıkları renk tayin cihazı (Konica-Minolta, CR400, Japan) kullanılarak belirlenmiştir (Özgür Göksu, 2019). Kek örnekleri iç ve kabuk rengi özellikleri üzerinden incelenmiş ve sonuçlar L*,a* ve b* değerleri ile analiz edilmiştir.

Keçiboynuzu Unu ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

Glutensiz Keklerin Pişirme Verimi, Hacim, Simetri ve Tekdüzelik İndeksi Değerleri

Kek örneklerinin pişirme verimi analizleri pişirmeden önce pişirme kaplarına 30 gr tartılan kek hamurlarının, pişirme sonrası son ağırlıklarının belirlenmesi tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Tüm kek örnekleri sabit pişirme uygulamasına maruz bırakılmış ve pişirme işlemi sonrası 30 dk bekletilerek son kek ağırlıkları belirlenmiştir. Pişirme verimi analiz sonuçları yüzde değer olarak ifade edilmiştir.

Kek örneklerinin hacim, simetri ve tekdüzelik indeksi değerleri milimetrik kağıt kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla kek örnekleri dikey olarak kesilip milimetrik kağıt üzerine standart şekilde yerleştirilmiş ve keklerin uç noktaları milimetrik olarak ölçülmüştür. Milimetrik kağıt üzerinde |BB'|, |CC'| ve |DD'| ölçümleri yapılmış ve aşağıda belirtilen formüller ile ilgili analizlerin hesaplamaları yapılmıştır (AAAC, 2000).

Hacim indeksi (mm) = |BB'| + |CC'| + |DD'|

Simetri indeksi (mm) = 2 X |CC'| - |BB'| - |DD'|

Tekdüzelik indeksi (mm) = |BB'| - |DD'|

Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri

Farklı un karışımları nedeniyle farklı dokusal özelliklerde elde edilen keklerin tekstürel özellikleri tekstür cihazı (Stable Micro System, TAXT2 Plus) kullanılarak belirlenmiştir. Analiz için silindir prob (SMS P/50) tercih edilmiş ve analiz parametreleri hız 2 mm/sn, mesafe 10 mm, süre 5 s ve tetik kuvveti 5 g olarak tercih edilmiştir. Analiz öncesi kekler 4 cm en, 2.5 cm boy yüksekliğinde sabit kesilmiş ve her bir kek örneği aynı şartlarda analiz edilmiştir. Analiz sonucunda sertlik, esneklik, iç yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet özellikleri belirlenmiştir (Topkaya ve Işık, 2018).

İstatistiksel Analiz

Çalışma kapsamında yapılan tüm analizlerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi için Minitab (Windows Sürüm 18 için MINITAB) programı kullanılmıştır. Sonuçların değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi

kullanılırken örnekler arası farklar ise Tukey testi ile belirlenmiştir. İstatistik sonuçları tablolarla da harfler ile ifade edilmiş ve gerekli açıklamalar tablo altlarında yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Glutensiz Un ve Karışımlarında Toz Özellik Analizleri

Toz ürün özellikleri ve akış davranışları, tozların parçacık boyutları, şekilleri ve yığın yoğunlukları gibi bir çok özelliğinden etkilenmektedir (Chávez Montes ve ark., 2019). Çizelge 2'de glutensiz un karışımlarının yığın ve sıkıştırılmış yoğunluk analizleri ve Carr İndeksi ile Hausner Oran değerleri ifade edilmiştir.

Çizelge 2. Glutensiz un ve un karışımlarının toz özellik analizleri

Örne kler	Yığın Yoğunluk (g/cm ³)	Sıkıştır ılmış Yoğunluk (g/cm ³)	Carr İndeks (%)	Hausner Oranı
P100	0.57±0.00 ^a	0.77±0.00 ^a	26.00±0.43 ^c	1.35±0.00 ^d
K100	0.51±0.00 ^b	0.68±0.00 ^c	26.00±0.18 ^c	1.35±0.00 ^d
K25P 75	0.51±0.00 ^b	0.76±0.00 ^a	34.03±0.66 ^a	1.52±0.00 ^a
K50P 50	0.53±0.01 ^{ab}	0.73±0.01 ^b	28.00±1.08 ^b	1.40±0.00 ^c
K75P 25	0.52±0.00 ^b	0.74±0.01 ^b	29.90±0.17 ^b	1.43±0.00 ^b

Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir. Ortalama ± standart sapma

Keçiboynuzu ve pirinç unları ve karışımları ile elde edilen glutensiz unların yığın yoğunluk değerleri 0.51-0.57 (g/cm³) değerleri arasında bulunmuştur. Pirinç unu en yüksek yığın yoğunluk değerine sahip olurken keçiboynuzu unu ilavesi ile yığın yoğunluk değerlerinde düşüşler gözlenmiştir. Üreticiler üretim prosesleri, nakliye ve depolama süreçleri için yüksek yığın yoğunluğuna sahip toz ürünleri tercih etmektedir (Aslan Türker ve ark., 2021). Yüksek yığın yoğunluğu toz ürün morfolojisinin pürüzsüz olduğunu ve standart bir şekle sahip olduğunu gösterirken (Bicudo ve ark., 2015)

Keçiboynuzu Unu ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

düşük yığın yoğunluğu pürüzlü yapılar arasında hava kaldığının göstergesidir (Kelly vd., 2002).

Un karışımlarının sıkıştırılmış yoğunluk değerleri incelendiğinde pirinç ununun daha yüksek sıkıştırılmış yoğunluk değerine (0.77 g/cm³) sahip olduğu görülmektedir. Benzer şekilde un karışımlarında pirinç unu miktarı arttıkça sıkıştırılmış yoğunluk değerinin arttığı tespit edilmiştir. Yığın ve sıkıştırılmış yoğunluk değerlerinin birbirinden farklı ve aradaki farkın fazla olması tozların akabilirlik değerinin arzu edildiği şekilde orta ve kekleşme değerinin düşük olduğunu ifade etmektedir (Türker ve ark., 2018).

Toz ürünlerde akabilirlik özelliğinin iyi olması ve yapışkanlık olarak ifade edilen kohezyon değerinin düşük olması ürün işleme süreçlerinde istenen durumlardır (Baykal ve ark., 2018). Bu kapsamda toz ürünlerin fiziksel açıdan toz özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan Carr İndeks değeri akabilirlik, Hausner Oranı değeri ise yapışkanlık davranışları hakkında bilgi vermektedir. Yığın ve sıkıştırılmış yoğunluk değerleri kullanılarak hesaplanan Carr İndeks değerleri çalışmada kullanılan un karışımlarında %26.00-34.03 aralığında belirlenmiştir. Carr İndeks sınırlamasında %20-35 değer aralığı 'orta' akış olarak tanımlanmaktadır (Santhalakshmy ve ark., 2015). Bu kapsamda glutensiz kek üretiminde kullanılan un ve un karışımları akabilirlik değeri açısından 'orta' sınıflamasına tabi olmuştur.

Hausner oranı tozların akışları hakkında bilgi veren bir diğer parametredir. Özellikle toz ürünlerin akabilirlik özelliklerinden kohezyon hakkında yorum yapma şansı sağlayan Hausner oranı düşük, orta ve yüksek tanımlamalarını sırasıyla elde edilen değer 1.2'den küçük, 1.2-1.4 aralığında ve 1.4'den büyük olduğunda ifade etmektedir (Hausner, 1967). Analiz sonucunda çalışmada kullanılan pirinç ve keçiboynuzu unlarının 'orta', farklı formülasyonlarda karışım

hazırlanan unların ise 'yüksek' kohezyon değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Glutensiz Un ve Karışımlarında Toz Akış Özellikleri

Toz gıda gruplarının akış özellikleri özellikle ürün işleme prosesleri için önemli değerlendirme kriterlerindedir. Ürün işleme süreçlerinde verim ve homojen ürün eldesi gibi parametreleri etkileyen akış davranışı ürün hareketliliğinin olduğu her işlem basamağında değerli olmaktadır (Poux ve ark., 1991). Öte yandan depolama süreçlerinde akış özellikleri ürün kalitesini etkileyen ve tüketici tercihlerini değiştirebilen önemli etkenlerdir.

Depolama süreçlerinde gıda tozları, ürünlerin yapısındaki farklılıklardan (yağ bileşimi, değişen nem miktarı vb) kaynaklı oluşabilen partiküller arası temas nedeniyle yapışkanlık göstermeye meyilli ürünlerdir (Adhikari ve ark., 2001). Bu durum akış davranışlarını etkilemektedir. Ayrıca toz ürünlerinin kohezyon indeksi değerleri ve akış davranışları toz yapısı (boyut, şekil, gözenek), elektrostatik aktivite ve nem değerleri gibi fiziksel özelliklerden etkilenmekte ve değişiklik göstermektedir (Thomas ve ark., 2004).

Kohezyon davranış gösteren ürün gruplarının kohezyon testi sonucu akış özellikleri yüksek değerlerde olmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan un ve un karışımlarının kohezyon indeksi değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. K25P75 ve K50P50 örnekleri haricinde diğer unlar arasındaki bileşim değişimin kohezyon indeksi değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (<0.05). Un örnekleri içerisinde kohezyon indeksi değeri ile serbest akış özelliğine sahip tek ürün pirinç unu olurken, en yüksek kohezyon indeksi değeri ile en kohezif ürün ise K25P75 un karışımı olmuştur.

Keçiboynuzu Unu ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

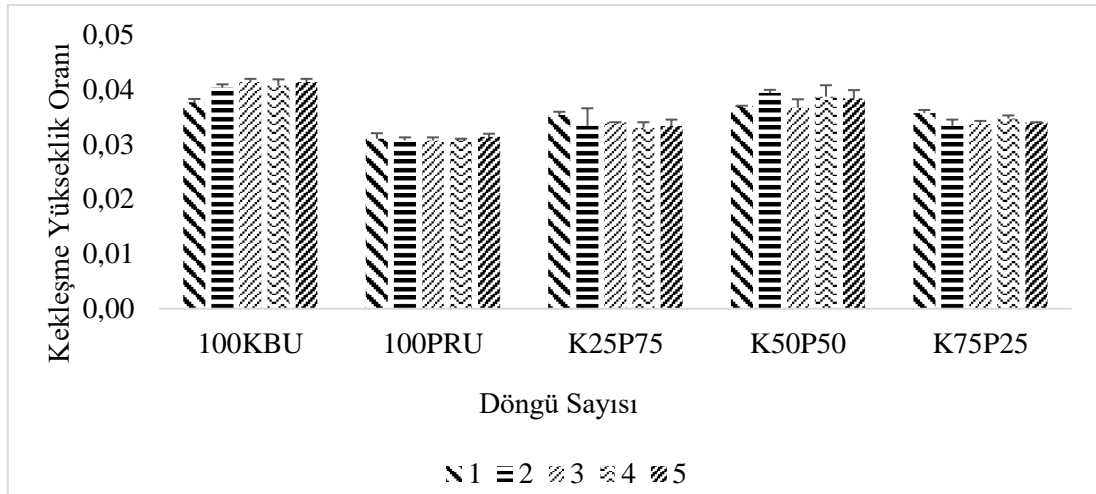
Çizelge 3. Glutensiz un karışımlarının kohezyon indeksi ve akış kategorisi sonuçları

Örnekler	Kohezyon İndeksi	Akış Kategorisi
P100	8.17±0.04 ^d	Serbest akış
K100	12.67±0.02 ^c	Kolay akış
K25P75	15.01±0.01 ^a	Kohezif
K50P50	13.53±0.06 ^b	Kolay akış
K75P25	13.86±0.12 ^b	Kolay akış

Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir. ortalama ± standart sapma

Toz ürün gruplarında kekleşme iki farklı mekanizma ile açıklanmaktadır. Bunlardan ilkinde tamamen toz olan ürünün sahip olduğu amorf partiküllerin aralarındaki temas bölgesine meydana gelen moleküler difüzyondan sonra sistem enerjisindeki azalma ve kekleşmenin meydana gelmesi şeklinde tanımlanmasıdır. Diğerinde ise toz ürünlerin sahip olduğu lipit, karbonhidrat ya da mineral gibi bileşenlerin yapısal değişikliği sonucu sıvılaşması ve oluşan sıvı köprüleri ile tozların birbirine yaklaşım kekleşmesi olarak ifade edilmektedir (Aguilera ve ark.,1995; Hartmann ve Palzer, 2011). Bu temel mekanizmaların ardından her ürün grubu bireysel açıklanarak farklı kekleşme sebepleri ifade edilebilmektedir. Yapılan çalışmalar ile toz ürünlerde kekleşme testleri çok yumuşak ürün gruplarını tespit edebilirken kaya gibi sert, keseklenmiş ürünleri de ifade belirleyebilmektedir (Barbosa-Cánovas ve ark., 2005). Şekil 2’de glutensiz kek üretiminde kullanılan un ve un karışımlarının kekleşme

yükseklik oranı değişimleri görülmektedir. Değişen döngü sayısı ile kekleşme yükseklik oranlarında gözlenen ani yükselmelerin toz örnekteki kek oluşum davranışına karşı yüksek duyarlılığın göstergesi olduğu ifade edilmektedir (Benković ve ark., 2017). Kекleşme yükseklik oranları değerlendirildiğinde değişen döngü sayısından etkilenmeyen ve en düşük kekleşme yükseklik oranına sahip örnek pirinç unu olurken, artan döngü sayısı ile kekleşme yükseklik oranı artış gösteren ürün keçiboynuzu unu olarak belirlenmiştir. Karışım unlarda ise formülasyon ve döngü sayısı ile farklılıklar gözlenmiştir. Literatürde benzer çalışmalar bulunmasa da buğday ununun da dâhil edilmesi ile yapılan çalışmada gıda tozlarının depolama süreçlerinde yapışkanlık değerleri ölçülmüştür ve un gruplarının depolama süresi artışı ile kekleşmeye ve yapışmaya meyilli oldukları tespit edilmiştir (Teunou ve Fitzpatrick, 2000).



Şekil 2. Un örneklerinin değişen döngülere karşılık gösterdikleri kek yükseklik oranları

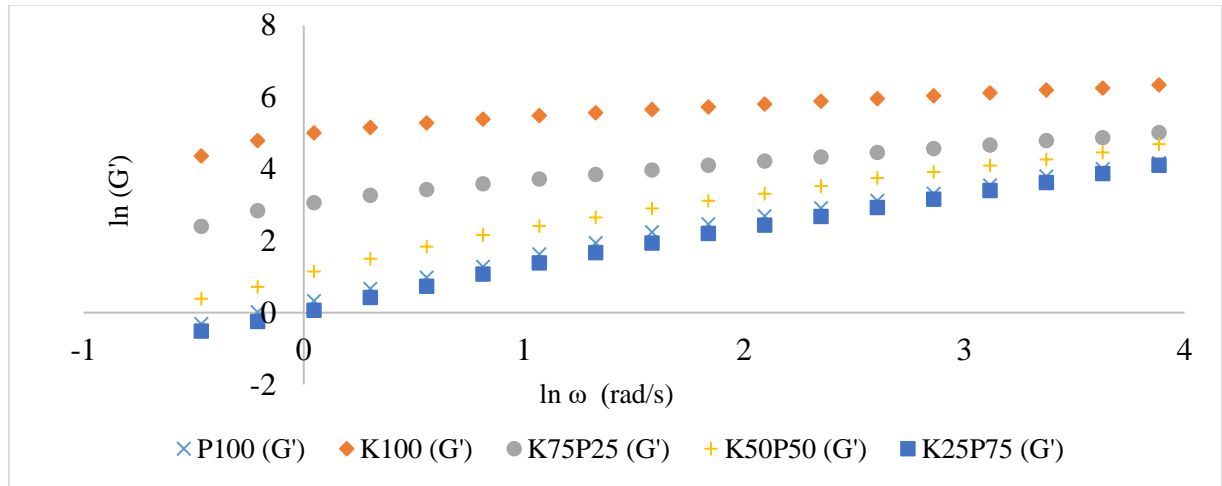
Keçiboynuzu Unu ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

Glutensiz Kek Hamurlarının Dinamik Reolojik Ölçümleri

Glutensiz kek üretiminde kullanılmak üzere tercih edilen pirinç ve keçiboynuzu unları ve karışımları ile hazırlanan hamurların hamur yapısı son ürün özelliklerini etkilemektedir. Bu nedenle hamur karışımlarında dinamik reolojik ölçümler yapılmıştır. Dinamik ölçümler sonucunda elastik ve viskoz modül değerlerinin büyük olması hamur yapısı hakkında bilgi vermektedir.

Glutensiz kek hamurunda özellikle gluten olmadığı için kabarcık oluşumunu sağlayabilmek ve kek hamuruna hacim kazandırabilmek önemlidir. Kek hamurlarında kabarcık oluşumunu sağlamak ve pişirme sırasında arzu edilen yapının oluşması için viskoz hamura ihtiyaç vardır (Wilderjans ve ark.,

2008). Ayrıca kek hamurlarının bileşiminde farklı kuru maddeler olsa da su içinde yağ emülsiyonu olduğu ve bu nedenle reolojik özelliklerinin önemli olduğu bilinmektedir (Ronda ve ark., 2011). Farklı un karışımları ile hazırlanan kek hamurlarının dinamik reolojik ölçümlerinin göstergesi olan elastik modülü (G') ve viskoz modülü (G'') değerleri sırasıyla Şekil 3 ve Şekil 4'de gösterilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde P100, K50P50 ve K25P75 unları ile hazırlanan kek hamurları elastik modülü (G') değerleri viskoz modülü (G'') değerlerinden küçük tespit edilmiş ve sıvı benzeri davranış sergiler olarak yorumlanmıştır. Öte yandan K100 ve K75P25 isimli örnekler ise elastik davranış ($G' > G''$) göstermiştir. Keçiboynuzu unu ve un karışımında keçiboynuzu un miktar fazlalığı kek hamurunun elastik olmasını desteklemiştir.

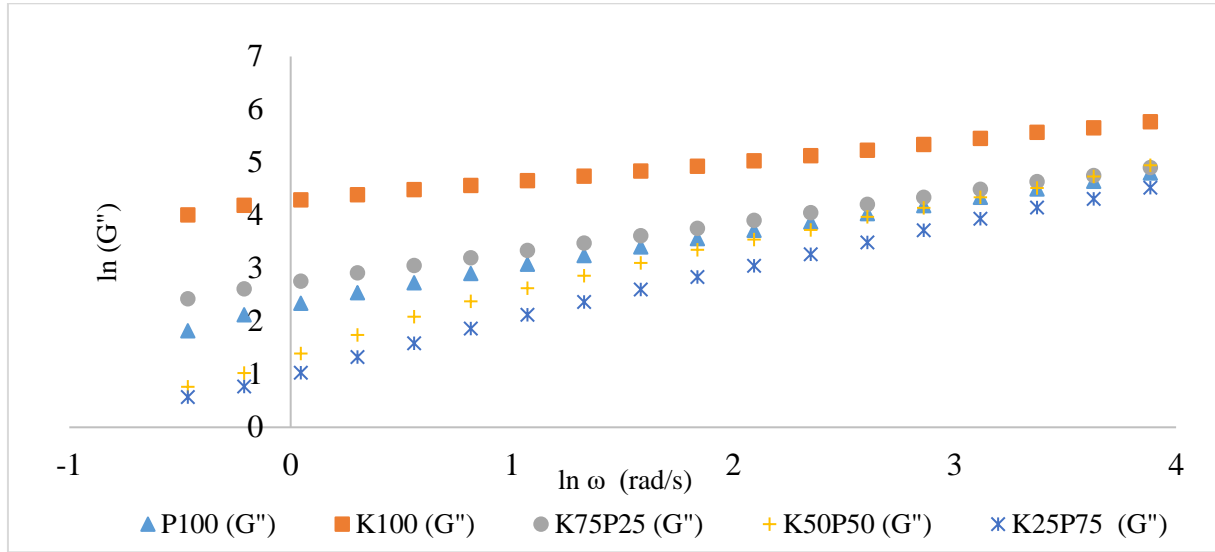


Şekil 3. Farklı unlar ile hazırlanan kek hamurlarının elastik modülü (G') değerleri

Reolojik ölçümler kek hamurlarında son üründe istenilen hacim ve tekstür ile bağlantılıdır ve bu nedenle ölçüm yapılması önemlidir (Şahin 2008). Hamurların viskoz ve elastik davranış gösterme durumları son ürün keklerde fiziksel olarak gözlenebilmektedir. Bu kapsamda

çalışmadaki kekler incelendiğinde K100 ve K75P25 unları ile hazırlanan keklerin fiziksel olarak daha düşük hacimli ve basık formda olduğu görülmektedir (Şekil 1).

Keçiboynuzu Unu ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi



Şekil 4. Farklı unlar ile hazırlanan kek hamurlarının viskoz modülün (G'') değerleri

Glutensiz Kek Analizleri

Glutensiz Keklerin Renk Değerleri

Tüketici tercihlerinde ürün rengi çok önemli bir değerlendirme kriteridir. Tüketiciler alışık oldukları, daimi gördükleri ya da daha önce kabul görmüş ürünleri arzu etmektedir. Özellikle yeni ürün geliştirme süreçlerinde bu durum sorun oluştursa da çölyak hastalığı gibi rahatsızlıklar için hazırlanan özel gruplardaki

ürünlerde daha esnek bir kabul görürlük bulunabilmektedir. Bu kapsamda yapılan çalışmada üretilen glutensiz kek örneklerinin kabuk ve iç rengi Çizelge 4'de ifade edilmiştir. Hammaddede olarak kullanılan pirinç ve keçiboynuzu unları nedeniyle kek örnekleri farklı renk değerleri göstermiştir. Bilindiği üzere renk parametrelerini, ürün formülasyonuna eklenen her bir malzeme etkilemekte ve değiştirmektedir.

Çizelge 4. Glutensiz keklerin kabuk ve iç rengi

Örnekler	Kabuk Rengi			İç Rengi		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
P100	58.18±0.01 ^a	17.49±0.01 ^a	33.69±0.01 ^a	74.14±0.00 ^a	1.70±0.00 ^e	17.50±0.01 ^b
K100	29.04±0.01 ^e	1.16±0.01 ^e	1.79±0.01 ^e	28.59±0.01 ^e	2.25±0.01 ^d	2.84±0.01 ^e
K25P75	38.37±0.01 ^b	7.10±0.00 ^b	8.57±0.02 ^b	45.21±0.02 ^b	10.38±0.01 ^a	18.07±0.01 ^a
K50P50	36.05±0.03 ^c	6.86±0.04 ^c	7.45±0.01 ^c	39.32±0.00 ^c	9.08±0.01 ^b	14.36±0.01 ^c
K75P25	31.14±0.02 ^d	3.22±0.01 ^d	3.49±0.01 ^d	35.05±0.01 ^d	7.49±0.00 ^c	9.87±0.01 ^d

Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir. ortalama ± standart sapma

Glutensiz kek örneklerinin kabuk ve iç renkleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Kabuk renklerinde genel olarak uygulanan ısıl işleme bağlı olarak iç renginden farklılıklar belirlenmiştir. Tüm keklerde aynı renk parametresinde örnekler arası fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Kabuk rengi değerlendirmesinde parlaklık ifadesi olan L^* değeri en yüksek 58.18 ile pirinç unu ile

üretilmiş kekte belirlenirken en düşük keçiboynuzu unu ile üretilmiş kekte 29.04 olarak tespit edilmiştir. Bu durum keçiboynuzunun doğası gereği sahip olduğu koyu renk sayesinde oluşmaktadır. Ayrıca un karışımlarında keçiboynuzu unu miktarı arttıkça parlaklık değerinde azalmalar gözlenmiştir. Bir diğer renk göstergesinde ise $+a^*$ değeri kırmızılığı, $-a^*$ ise yeşil rengi kategorize etmektedir. Glutensiz

Keçiboynuzu Unu ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

keklerin kabuk renginde a* değerleri 1.16-17.49 aralığında belirlenmiştir ve en yüksek a* değeri P100 örneğinde tespit edilmiştir. En yüksek b* değeri ile en sarı ürün olarak yine P100 örneği belirlenmiştir. Un karışımlarında keçiboynuzu unu miktarındaki artış ile b* değerinde azalmalar gözlenmiştir.

Keklerin iç renk değerlendirmesinde L* parametresi kabuk renginde gözlenen değişime paralel şekilde tespit edilmiştir. Fakat ısı işlem etkisinin az olmasını nedeniyle kek iç renginde parlaklık değerleri daha fazla bulunmuştur. Öte yandan keklerin iç renginde a* değerleri 1.70-10.38 aralığında bulunurken b* değerleri 2.84-18.07 aralığında ölçülmüştür. Pirinç unu ilavesi b* değerlerinde artış sağlamıştır.

Farklı tekniklerle alkalize edilmiş kakao çeşitlerinin kullanıldığı çalışmada buğday unu ile üretilen keklerin L* değerleri kabuk kısmında 29-37, kekin iç kısmında ise 16-22 aralığında tespit edilmiştir (Puchol-Miquel ve ark., 2021). Kakaonun alkalizasyon farklılığının bile keklerde renk değişikliğine neden olduğu

görülmüştür. Öte yandan glutensiz kek üretiminde ekstrüde kırmızı pirinç unu kullanılan glutensiz keklerin iç renkleri L, a ve b değerleri ile belirlenmiş ve sırasıyla 13.95-33.06; 2.09-12.11 ve 9.24-12.98 olarak tespit edilmiştir. Keklerin dış kabuk renkleri ise 25.80-30.06; 7.69- 15.59 ve 10.37-19.34 aralığında belirlenmiştir (Das ve Bhattacharya, 2019).

Pişirme Verimi, Hacim, Simetri ve Tekdüzelik İndeksi Değerleri

Keçiboynuzu unu, pirinç unu ve karışımları kullanılarak üretilen glutensiz keklerin hacim, tekdüzelik, simetri indeks değerleri ve pişirme verimleri Çizelge 5’de verilmiştir. Kek üretiminde önemli bir değerlendirme kriteri olan pişirme verimi, en yüksek K75P25 koduyla ifade edilen ve %75 keçiboynuzu unu %25 pirinç unu içeren örnekte tespit edilmiştir. En düşük pişirme verimleri ise P100 ve K100 örneklerinde tespit edilmiştir. Çalışma pişirme verimi açısından değerlendirildiğinde glutensiz kek üretiminde karışım unlarının hazırlanmasının daha verimli ürün eldesi sağladığı söylenebilir.

Çizelge 5. Glutensiz keklerin hacim, simetri, tekdüzelik indeksi ve pişirme verimi değerleri

Örnekler	Hacim İndeksi (mm)	Simetri İndeksi (mm)	Tekdüzelik İndeksi (mm)	Pişirme Verimi (%)
P100	93.00±0.00 ^a	57.33±0.01 ^a	1.00±0.00 ^a	74.90±0.66 ^c
K100	62.50±0.71 ^d	32.67±0.10 ^d	0.50±0.01 ^b	74.13±0.19 ^c
K25P75	87.00±0.00 ^b	56.00±0.07 ^b	0.50±0.71 ^b	77.50±0.66 ^b
K50P50	85.50±0.71 ^b	56.00±0.02 ^b	0.50±0.13 ^b	76.42±0.07 ^{bc}
K75P25	80.00±1.41 ^c	49.33±0.01 ^c	0.50±0.24 ^b	81.15±0.16 ^a

Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir. ortalama ± standart sapma

Hacim indeksi değeri kek ürünlerinde tüketici tercihleri açısından önemli bir değerlendirme kriteri olan ve kek hacmi hakkında fikir sahibi olunmasını sağlayan bir parametredir (Gómez ve ark., 2008). Hacim indeksi değerleri incelendiğinde pirinç unu ile üretilen keklerin en yüksek hacim indeksi değerine sahip olduğu görülmektedir. Öte yandan farklı oranlarda keçiboynuzu ve pirinç unu kullanılarak hazırlanan un karışımlarının hacim indeksi değerleri K100 örneğinden çok yüksek bulunmuştur. Hacim indeksi değeri açısından bakıldığında formülasyonda pirinç unu varlığı kek özelliklerini iyileştirmektedir. Kek

formülasyonuna eklenen her bir malzeme kek hacim indeksi değerini etkilemektedir.

Simetri indeksi değerinin yüksek olması kek ürünlerinde orta bölümünde yükselme olarak tanımlanmakta ve daha kabarmış kek ürünlerini ifade etmektedir (Borneo ve ark., 2010). Kek örneklerinin simetri indeksi değerlerinde en yüksek sonuca sahip ürünler sırasıyla P100, K25P75 ve K50P50 örnekleridir. Benzer şekilde Şekil 1’de keklerin görselleri incelendiğinde kek yüzeyi ve orta bölmesinde en kabarı ve hacimli örnekler olduğu görülebilmektedir. En düşük simetri indeksi değeri ise 32.67 değeri ile

Keçiboynuzu Unu ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

kabarmış ve çökmüş görsel veren K100 örneğinde tespit edilmiştir.

Tekdüzelik indeksinin ise sıfır değerine yakın olması yüksek kalite sınıflamasına neden olmaktadır (Topkaya ve Işık, 2018). Kek simetrisinin yanıl açıdan değerlendirmesi olan tekdüzelik indeksinde (Dizlek ve ark. 2008) en yüksek değer P100 örneğinde belirlenirken, formülasyona keçiboynuzu unu eklenmesi ile tekdüzelik değerlerinde değişim gözlenmemiş ve istatistiksel açıdan fark tespit edilememiştir ($P>0.05$).

Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri

Glutensiz kek örneklerinin tekstür analiz sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Muffin keklerde özellikle sertlik, esneklik ve iç yapışkanlık değerlerinin son ürün kabulünde

tüketici için birincil öncelikte olduğu ifade edilmektedir (Kaur ve ark., 2021). Glutensiz kekler ise arzu edilmeyen doku ve duyuşal özellikler, ufalanan yapı ve tüketim zorlukları ile karakterize edilmektedir (Chi ve ark., 2020).

Sertlik değeri tüketicilerde tazelik algısı oluşturan deformasyona karşı direnci ifade eden bir özelliktir (Sabanis ve Tzia, 2011). Glutensiz keklerde tekstürel özelliklerden sertlik değeri incelendiğinde en sert ürünün K50P50 kodlu un karışımı ile üretilen kek olduğu görülmektedir. Diğer keklerden oldukça sert olduğu belirlenen bu un formülasyonunun sinerjistik etki oluşturulduğu ve sert bir forma dönüştüğü düşünülmektedir. Öte yandan en yumuşak kekin P100 kodu ile ifade edilen ve tamamen pirinç unundan elde edilen kek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6. Glutensiz keklerin tekstürel özellikleri

Örnekler	Sertlik (g)	Esneklik	İç Yapışkanlık	Sakızımsılık	Çiğnenebilirlik	Elastikiyet
P100	60.61±0.39 ^d	2.84±0.04 ^a	0.66±0.02 ^c	34.58±1.15 ^b	99.72±2.33 ^b	0.67±0.00 ^a
K100	78.61±1.17 ^b	0.76±0.04 ^e	0.45±0.00 ^d	31.97±1.05 ^b	23.20±1.63 ^c	0.24±0.01 ^e
K25P75	77.65±1.47 ^b	1.02±0.00 ^d	0.62±0.00 ^c	60.48±0.53 ^a	164.23±1.37 ^a	0.53±0.03 ^b
K50P50	106.85±0.55 ^a	1.50±0.08 ^c	0.75±0.01 ^b	58.21±1.81 ^a	119.85±0.67 ^b	0.39±0.00 ^d
K75P25	67.03±1.41 ^c	2.26±0.16 ^b	0.98±0.03 ^a	55.01±1.18 ^a	108.76±1.33 ^b	0.45±0.02 ^c

Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir. ortalama ± standart sapma

Kaliteli keklerde yüksek esneklik değeri istenir ve bu durum taze, yumuşak ve iyi havalandırılmış kekleri ifade etmektedir (Shevkani ve Singh, 2014). Çalışmada en yüksek esneklik değeri P100 örneğinde tespit edilmişken ona en yakın esneklik değerine sahip ürün K75P25 örneği olmuştur. En düşük esneklik değeri ise 0.76 ile %100 keçiboynuzu unu içeren keklerde belirlenmiştir.

Tekstürel değerlendirmelerde düşük yapışkanlık değerinin kolay dağılıbilirlik ve kırılabilirlik ile ilişkilendirildiği bilinmektedir (Shevkani ve ark., 2015). Glutensiz fırıncılık ürünlerinde kırılma ve dağılma arzu edilmeyen durumlardır. Çalışma kapsamında üretilen keklerin iç yapışkanlık değerleri 0.45-0.98 aralığında belirlenmiştir. Özellikle pirinç ve keçiboynuzu

unu ile formüle edilmiş un karışımlarından elde edilen keklerde gözlenen yüksek iç yapışkanlık değeri kırılma ve dağılma sorununa çözüm üretildiğini ifade etmektedir. Bir diğer tekstür değerlendirmesi olan sakızımsılık değeri ise P100 ve K100 örneklerinde düşük, formüle un karışımlarında yüksek tespit edilmiştir. Her iki grupta istatistiksel değerlendirmede kendi içlerinde farksız bulunmuştur ($P>0.05$).

Keçiboynuzu ve pirinç unlarının farklı oranlarda kullanılması ile elde edilen un karışımlarından üretilen glutensiz keklerin çignenebilirlik değerleri P100 ve K100 keklerine göre oldukça yüksek bulunmuştur. Yüksek çigneme değerleri ürünü çignemede ve yutmada zorluk ile ilişkilendirilse de (Martínez-Cervera ve ark., 2011), çalışmamızda elde edilen keklerin yüksek

Keçiboynuzu Unu ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

çığnenebilirlik değerine rağmen daha yumuşak ve elastik oldukları gözlenmiştir.

Keklerin elastikiyet değerleri incelendiğinde örnekler arasında istatistiksel açıdan fark bulunmuştur ($P<0.05$). En elastik kek P100 kodu ile ifade edilen pirinç unu ile üretilmiş kek

olurken en düşük elastikiyet değerine sahip K100 örneği olmuştur. Öte yandan farklı oranlarda unların karışımları ile hazırlanmış formüle keklerde elastikiyet değeri yükselmiştir. Bu durum pirinç ve keçiboynuzu unlarının karıştırılmasının olumlu etkileri olarak yorumlanmıştır.

SONUÇ

Çölyak hastaları günlük diyetlerinde özellikle glutensiz fırıncılık ürünleri konusunda problemler yaşamaktadır. Öte yandan değişen dünya düzeni ile intolerans ve alerji gibi besinsel problemlerin yaygınlaştığı bilinmektedir. Bu kapsamda gluten hassasiyeti oluşan bireyler için günlük diyetlere uygun yeni ürün grupları geliştirilmektedir. Bu çalışmada genel kullanım alanı bulan pirinç ununa ürün yapısında ve besinsel içeriğinde destek sağlayabilecek keçiboynuzu unu ilave edilmiş ve glutensiz kek ürün demeleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında un, hamur ve son ürün kek üzerinde yapılan analizler un formülasyonunun çok önemli olduğunu göstermiştir. Evlerde tüketim için hazırlanabilecek ticari paketlenmiş toz glutensiz kek unu karışımları düşünüldüğünde toz akış özelliklerinin değişkenlikleri belirlenmiştir. Üretim hatları ve toz ürün ambalaj depolama koşullarının belirlenmesi açısından bu analizler önemli bulunmuştur. Son üründe tüketici tercihleri açısından önemli bulunan fiziksel özellikleri etkileyen hamur reolojisi değerlendirmesinde ise formülasyon değişiminin hamurun viskoz ya da elastik olma durumunu ve pişirme sonrası kek özelliklerini etkilediği tespit edilmiştir. Çalışma sonunda tüketici tercihleri için kıymetli olan ve glutensiz ürünlerde çözülmeye çalışılan fiziksel ve tekstürel özelliklerin tespit edilmesi amaçlanmış ve kek örnekleri bu parametreler açısından incelenmiştir. Renk değerlendirmesinde ürün formülasyonunun etkin olduğu ve keçiboynuzu unu ilavesi ile keklerin renkli formlar aldığı gözlenmiştir. Bu durum özellikle çölyak hastalığı ile mücadele eden çocuklar için cazip olabilecek alternatifler olarak değerlendirilmiştir. Son olarak yaptığımız çalışma geliştirilen un formülasyonları ile

özellikle glutensiz ürünlerde gözlenen ufalanma, kırılma ve dağılma gibi sorunlara çözüm üretmesi ve tekstürel değerlendirme sonucunda daha iyi formda kekler üretilmesini sağlaması ile sevindirici sonuçlar içermektedir. Kek üretiminde önemli bir değerlendirme kriteri olan pişirme verimidir. Çalışma pişirme verimi açısından değerlendirildiğinde glutensiz kek üretiminde karışım unlarının hazırlanmasının daha verimli ürün eldesi sağladığı söylenebilir. Bu aşamadan sonra özellikle sağlık problemleri nedeniyle hassas olan ve vegan-vejeteryan beslenme tercih edenler bireyler için farklı ürün formülasyonları geliştirilebilir, bu çalışma çıktıları göz önüne alınarak keçiboynuzu unu formülasyonlara eklenebilir. Kıvam vericiler, diyet lifler ya da besinsel destek malzemeleri kek formülasyonlarına eklenerek son ürün özellikleri belirlenebilir.

KAYNAKLAR

- AAAC (2000) Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Method 10-91, 10th ed. St. Paul, Minnesota, USA: American Assoc. of Cereal Chemists.
- Adhikari, B., Howes, T., Bhandari, B.R., Truong, V. (2001). Stickiness in foods: A review of mechanisms and test methods. *Int J Food Prop* 4 (1):1-33.
- Aguilera, J.M., del Valle, J.M., Karel, M. (1995). Caking phenomena in amorphous food powders. *Trends Food Sci Technol* 6 (5):149-155.
- Aslan Türker, D., Göksel Saraç, M., Doğan, M. (2021). Tuz Oranı Değişiminin Kırmızı Pul Biberin Toz Akış Özellikleri Üzerine Etkisi. *Çukurova J Agric Food Sci* 36(2):165-176.

Keçiboynuzu Unu ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

- Barbosa-Cánovas, G.V., Ortega-Rivas, E., Juliano, P., Yan, H. (2005) Food powders: Physical properties, processing, and functionality. 86, Springer, San Diego, CA, USA.
- Baykal, H., Karais, K., Çalışkan Koç, G., Dirim, S.N. (2018) Tarçın, Keçiboynuzu ve Zencefil ile Zenginleştirilerek Üretilmiş Keçi Sütü Tozlarının Özellikleri. *Gıda* 43 (4): 716-732.
- Benković, M., Belščak-Cvitanović, A., Bauman, I., Komes, D., Srećec, S. (2017) Flow properties and chemical composition of carob (*Ceratonia siliqua* L.) flours as related to particle size and seed presence. *Food Res Int* 100:211-218.
- Bicudo, M.O.P., J6, J., Oliveira, G.A. de, Chaimsohn, F.P., Sierakowski, M.R., Freitas, R.A. de, Ribani, R.H. (2015) Microencapsulation of Juçara (*Euterpe edulis* M.) Pulp by Spray Drying Using Different Carriers and Drying Temperatures. *Dry Technol* 33:153-161.
- Borneo, R., Aguirre, A., León A.E. (2010) Chia (*Salvia hispanica* L) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. *J Acad Nutr Diet* 110 (6): 946-949.
- Chávez Montes, B.E., Martínez-Alejo, J.M., Lozano-Perez, H., Gumy, J.C., Zemlyanov, D., Carvajal, M.T. (2019) A surface characterization platform approach to study Flowability of food powders. *Powder Technol* 357:269-280.
- Chi, M.S., Adriana, P., Man, S.M., Mure, V., Ancu, S., Pop, A., Stan, L., Rusu, B. (2020) Textural and Sensory Features Changes of Gluten Free Muffins Based on Rice Sourdough Fermented with *Lactobacillus spicheri* DSM 15429. *Foods* 9 (3): 363.
- Dakia, P. A., Wathelet, B., Paquot, M. (2007) Isolation and chemical evaluation of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed germ. *Food Chem* 102(4):1368-1374.
- Das, A.B., Bhattacharya, S. (2019) free cake from extruded red rice flour. *LWT- Food Sci Technol* 102:197-204.
- Dizlek, H., Özer, M.S., Gül, H. (2008) Keklerin yapısal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan ölçütler. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum, 371-374s
- Durazzo, A., Turfani, V., Narducci, V., Azzini, E., Maiani, G., Carcea, M. (2014) Nutritional characterisation and bioactive components of commercial carobs flours. *Food Chem* 153:109-113.
- El Batal, H., Hasib, A., Ouattmane, A., Dehbi, F., Jaouad, A., Boulli, A. (2016) Sugar composition and yield of syrup production from the pulp of Moroccan carob pods (*Ceratonia siliqua* L.). *Arab J Chem* 9:955-959.
- Goulas, V., Stylos, E., Chatziathanasiadou, M. V., Mavromoustakos, T., Tzakos, A. G. (2016) Functional components of carob fruit: Linking the chemical and biological space. *Int J Mol Sci* 17(11):1875.
- Gómez, M., Oliete, B., Rosell, C.M., Pando, V. and Fernandez, E. (2008) Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends. *LWT- Food Sci Technol* 41: 1701-1709.
- Göksel Saraç, M., Aslan Türker, D., Doğan, M. (2021) Ticari öneme sahip toz süt ürünlerinin morfolojik yapısı ve toz akış özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda* 46(1):119-133.
- Hartmann, M., Palzer, S. (2011) Caking of amorphous powders - material aspects, modelling and applications. *Powder Technol* 206:112-121.
- Hausner, H.H (1967) Friction conditions in a mass of metal powder. *Int J Powder Metallurgy* 3: 7- 13.
- Kaur, A., Viridi, A.S., Singh, N., Singh, A., Kaler, R.S.S. (2021) Effect of degree of milling and defatting on proximate composition, functional and texture characteristics of gluten-free muffin of bran of long-grain

Keçiboynuzu Unu ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

- indica rice cultivars. *Food Chem* 345: 128861.
- Majzooobi, M., Farahnaky, A., Nematolahi, Z., Mohamadi, H. M., Taghipour, A. M. (2013) Effect of different levels and particle sizes of wheat bran on the quality of flat bread. *J Agric Sci Technol* 15(1):115-123.
- Martínez-Cervera, S., Salvador, A., Muguerza, B., Moulay, L., Fiszman, S.M. (2011) Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins. *LWT- Food Sci Technol* 44 (3): 729-736.
- Musa Özcan, M., Arslan, D., Gökçalık, H. (2007) Some compositional properties and mineral contents of carob (*Ceratonia siliqua*) fruit, flour and syrup. *Int J Food Sci Nutr* 58(8):652-658.
- Özgür Göksu, A. (2019) Ultrason ön uygulamalı ve mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi eldesi, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Papageorgiou, M., Paraskevopoulou, A., Pantazi, F., Skendi, A. (2020) Cake perception, texture and aroma profile as affected by wheat flour and cocoa replacement with carob flour. *Foods* 9(11):1586.
- Poux, M., Fayolle, P., Bertrand, P., Bridoux, D., Bousquet, J. (1991) Powder mixing: some practical rules applied to agitated systems. *Powder Technol* 68:213-234.
- Puchol-Miquel, M., Palomares, C., Fernández-Segovia, I., Barat, J.M., Perez-Esteve, E. (2021) Effect of the type and degree of alkalization of cocoa powder on the physico-chemical and sensory properties of sponge cakes *LWT- Food Sci Technol* 152:112241.
- Rayas-Duarte, P., Mock, C.M., Satterlee, L.D. (1996) Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth, and lupin flours. *Cereal Chem* 73:381-387.
- Ronda, F., Oliete, B., Gómez, M., Caballero, P.A., Pando, V. (2011) Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. *J Food Eng* 102 (3):272-277
- Rosa, C., Tessele, K., Prestes, R., Silveira, M., Franco, F. (2015) Effect of substituting of cocoa powder for carob flour in cakes made with soy and banana flours. *Int Food Res J* 22(5):2011-2015.
- Sabanis, D., Tzia, C. (2011) Effect of hydrocolloids on selected properties of gluten-free dough and bread. *Crit Rev Food Sci Nutr* 17 (4): 279-291. starch fractions and the potential allergenicity of protein hydrolysates. *Food Chem* 116:401-412.
- Sahin, S. (2008) Cake batter rheology S.G. Sumnu, S. Sahin (Eds.), Food engineering aspects of baking sweet goods. Food engineering aspects of baking sweet goods, CRC Press, Boca Ratón, USA pp. 99-119
- Santhalakshmy, S., Don Bosco, S.J., Francis, S., Sabeena, M. (2015) Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder. *Powder Technol* 274:37-43.
- Śęczyk, Ł., Świeca, M., Gawlik-Dziki, U. (2016) Effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) flour on the antioxidant potential, nutritional quality, and sensory characteristics of fortified durum wheat pasta. *Food Chem* 194: 637-642.
- Shevkani, K., Kaur, A., Kumar, S., Singh, N. (2015) Cowpea protein isolates: functional properties and application in gluten-free rice muffins. *LWT - Food Sci Technol* 63 (2): 927-933.
- Shevkani, K., Singh, N. (2014) Influence of kidney bean, field pea and amaranth protein isolates on the characteristics of starch-based gluten-free muffins. *Int J Food Sci Technol* 49 (10):2237-2244.
- Shiau, S.Y., Yeh, A.I. (2001) Effects of alkali and acid on dough rheological properties and characteristics of extruded noodles. *J*

Keçiboynuzu Unu ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Keklerin Tekstürel Özellikleri ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

- Cereal Sci 33:27-37.
- Skaltsi, A., Marinopoulou, A., Poriazi, A., Petridis, D., Papageorgiou, M. (2021) Development and optimization of gluten-free biscuits with carob flour and dry apple pomace. *J Food Process Preserv* e15938.
- Tatar, F., (2012) Balık (*Engraulis encrasicolus* L.) Yağının Mikroenkapsülasyonunda Hemiselülozun Kaplayıcı Madde Olarak Kullanımı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 120 s.
- Teunou, E., Fitzpatrick, J.J. (2000) Effect of storage time and consolidation on food powder flowability. *J Food Eng* 43(2):97-101.
- Thomas, M. E. C., Scher, J., Desobry-Banon, S. ve Desobry, S. (2004) Milk Powders Ageing: Effect on Physical and Functional Properties. *Crit Rev Food Sci Nutr* 44(5):297-322.
- Topkaya, C., Isik, F. (2018) Effects of pomegranate peel supplementation on chemical, physical, and nutritional properties of muffin cakes. *J Food Process Preserv* 1–11.
- Tous, J., Romero, A., Batlle, I. (2013) The carob tree: Botany, horticulture, and genetic resources. *Hortic Rev* 41:385-454.
- Tsatsaragkou, K., Gounaropoulos, G., Mandala, I. (2014) Development of gluten free bread containing carob flour and resistant starch. *LWT-Food Sci Technol* 58(1):124-129.
- Turchiuli, C., Fuchs, M., Bohin, M., Cuvelier, M.- E., Ordonnaud, C., Peyrat-Maillard, M., Dumoulin, E. (2005) Oil encapsulation by spray drying and fluidised bed agglomeration. *Innov Food Sci Emerg Technol* 6(1):29-35.
- Turfani, V., Narducci, V., Durazzo, A., Galli, V., Carcea, M. (2017) Technological, nutritional and functional properties of wheat bread enriched with lentil or carob flours. *LWT-Food Sci Technol* 78: 361-366.
- Türker, İ., Koç, B., İşleroğlu, H. (2018) Püskürtmeli-Dondurarak Kurutma İşleminin Maltodekstrinin Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. *Gıda* 43 (2): 197-210.
- Veldhorst, M., Smeets, A., Soenen, S., Hochstenbach-Waelen, A., Hursel, R., Diepvens, K., Lejeune, M., Luscombe-Marsh, N., Westerterp-Plantenga, M. (2008) Protein-induced satiety: Effects and mechanisms of different proteins. *Physiol Behav* 94:300-307.
- Wilderjans, E., Pareyt, B., Goesaert, H., Brijs, K., Delcour, J.A. (2008) The role of gluten in a pound cake system: A model approach based on gluten-starch blends. *Food Chem* 110 (4): 909-915.



Araştırma Makalesi

Screening of the Nematicidal Potential of Some Essential Oils against the Columbia Root-Knot Nematode, *Meloidogyne chitwoodi*

Ece B. KASAPOĞLU ULUDAMAR^{1*}

ABSTRACT

In this study, the nematicidal effects of four essential oils, *Rosmarinus officinalis* L. (Rosemary), *Thymus vulgaris* L. (Thyme), *Sesamum indicum* (Sesame), *Lavandula* spp. (Lavender), on *Meloidogyne chitwoodi* Golden et al., 1980 (Tylenchida: Meloidogynidae) were investigated by petri experiments. In the study, 125 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 10000 ppm, 20000 ppm, 30000 ppm concentrations of essential oil were used to prevent egg hatching and to evaluate the lethal effect on second stage juveniles. The results showed that each essential oil inhibited hatching at 24 h, 48 h, 72 h and 7 days at varying levels. Sesame and lavender oils also had the highest rate of preventing egg hatching. Lavender, thyme, and rosemary oils exhibited higher juvenile mortality than sesame in all concentrations. More than 92.2% mortality of *M. chitwoodi* juveniles occurred after a 24 hour exposure to a 10000 ppm oil solution of lavender, thyme, rosemary. All exposure times and concentrations resulted in a 100% mortality rate of *M. chitwoodi* in thyme. The most effective result within 24 hours was observed in thyme oil. The results suggest that it should be set up pot experiments for in vitro results.

Keywords: Control, Columbia root knot nematodes, mortality, inhibition, non-chemical methods.

Kolombiya Kök-ur nematodu, *Meloidogyne chitwoodi*'ye karşı Nematisit Potensiyeli Olan Bazı Esansiyel Yağların İncelenmesi

ÖZ

Bu çalışmada dört uçucu yağ *Rosmarinus officinalis* L. (Biberiye), *Thymus vulgaris* L. (Kekik), *Sesamum indicum* (Susam), *Lavandula* spp. (Lavanta)'nın *Meloidogyne chitwoodi* Golden et al., 1980 (Tylenchida: Meloidogynidae) üzerindeki nematisit etkileri petri deneylerinde araştırılmıştır. Çalışmada uçucu yağın 125 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 10000 ppm, 20000 ppm, 30000 ppm konsantrasyonları kullanılarak yumurtadan çıkışın engellenmesi ve ikinci dönem larva üzerindeki öldürücü etkisi değerlendirilmiştir. Sonuçlar, her bir esansiyel yağın, 24 saat, 48 saat, 72 saat, 7. günde farklı seviyelerde yumurtadan çıkmayı engellediğini göstermiştir. Susam ve lavanta yağları yumurtadan larva çıkışının önleminde en yüksek orana sahip olmuştur. Lavanta, kekik ve biberiye yağlarının tüm konsantrasyonlarında susamdan daha yüksek larva ölümü gözlenmiştir. *M. chitwoodi* %92,2'sinden fazla larva ölümü, 10000 ppm'lik lavanta, kekik ve biberiye yağ çözeltisine 24 saat maruz kaldıktan sonra meydana gelmiştir. Kekikte tüm maruz kalma süreleri ve konsantrasyonlarda, *M. chitwoodi* larvalarının %100 ölüm oranı ile sonuçlanmıştır. 24 saat içerisinde en etkili sonuç kekik yağında gözlenmiştir. Buna göre, in vitro'daki sonuçlarla saksı deneyleri yapılması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kontrol, Kolumbia kök ur nematodu, ölüm oranı, engelleme, kimyasal olmayan yöntemler.

ORCID ID:

0000-0003-0936-3759

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 16.10.2023

Kabul Tarihi: 28.11.2023

¹ Plant Protection Department, Agriculture Faculty, Çukurova University, 01330-Sarıçam/ADANA

*E-mail: ecekasapoglu@gmail.com

Screening of the Nematicidal Potential of Some Essential Oils against the Columbia Root-Knot Nematode, *Meloidogyne chitwoodi*

Introduction

Plant-parasitic nematodes are microscopic organisms that can wreak havoc on agricultural crops causing significant economic losses worldwide (Blew et al., 2007). *Meloidogyne* (root knot nematode) is comprised of over ninety species (Moens et al., 2009) and it is commonly observed in a wide range of climates, from tropical to subtropical regions to mild temperate zones (Sasser and Carter, 1985). The Columbia root-knot nematode also known as *Meloidogyne chitwoodi* is a significant threat to various crops such as potatoes, carrots, and other vegetables. In our country, *M. chitwoodi* is commonly found in potato growing areas (Evlice and Bayram, 2016; Evlice et al., 2021). Chemical nematicides have been traditionally used to control these plant parasitic nematodes but concerns about their environmental impact and potential harm to human health have led to the search for alternative sustainable solutions (Catani et al., 2023). In recent years, phytochemicals, and essential oils derived from plants such as sesame, rosemary, lavender, and thyme have shown promise as natural nematicides (Chitwood, 2002).

Sesame oil (*Sesamum indicum*) has garnered attention for its nematicidal properties in last studies. These have indicated that sesame oil possesses biostimulator properties, interfering with the nematode's ability to infect plant roots and reproduce (Laquale et al., 2018). Researchers believe that the presence of natural compounds like sesame oil plays a role in disrupting the nematode's life cycle (D'Addabbo et al., 2011; D'Addabbo et al., 2019). These compounds have been shown to inhibit egg hatching and reduce the motility of nematode juveniles (J2) ultimately leading to decreased nematode populations in the soil. Rosemary oil (*Rosmarinus officinalis*) is known for its aromatic qualities and has demonstrated potential as a natural nematicide (Erdoğan, 2002). Additionally, rosemary oil has the potential to encourage plant defences against nematode infestations which makes it a promising tool for integrated pest management strategies. Lavender oil (*Lavandula* spp.) is celebrated for its pleasing fragrance, but it also possesses nematicidal properties. The primary

nematicidal compound in lavender oil is linalool which interferes with nematode mobility and causes paralysis (D'Addabbo et al., 2021). Lavender oil has demonstrated its ability to reduce nematode populations in agricultural soils, offering a natural and eco-friendly alternative to synthetic nematicides. Lastly, thyme oil (*Thymus vulgaris*) is well-known for its culinary applications, but it also has powerful nematicidal properties (Abd-Elgawad and Omer, 1995). Thymol, a major constituent of thyme oil has been shown to exhibit strong nematicidal activity against various nematode species, including *Meloidogyne chitwoodi*. Thyme oil is particularly effective in reducing nematode populations in the soil when used in appropriate concentrations.

Essential oils can be applied as soil drenches, and fumigants or incorporated into organic amendments. However, their effectiveness may vary depending on factors such as nematode species, soil conditions, and climate. It is crucial to conduct thorough research and consider local conditions before implementing essential oils as part of a nematode management strategy. The nematicidal effect of these essential oils on *Meloidogyne chitwoodi* is examined in this work.

Material and Method

The pure culture of *M. chitwoodi* in Çukurova University Plant Protection Department nematology laboratory and propagated in Cüsseli tomato cultivar was used in the experiments. Egg masses were taken out of the infected tomato roots. After extracting that, these eggs were used for both egg hatching and mortality juvenile experiments (Hussey and Barker, 1973). The 125 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 10000 ppm, 20000 ppm, 30000 ppm concentrations were prepared by diluting essential oil solutions (10 % ethanol, vol/vol) with water containing 0.3 % (Tween 20, vol/vol). The concentration of ethanol at the end was less than 1 % (Oka et al., 2000). 100 second stage juveniles were given to each petri experiments. The egg hatching experiments in 5 egg masses for each petri were established, and a 10000 ppm dose was tried at 24 h, 48 h, 72 h and 7 d. The Petri dishes were maintained at a temperature of room temperature ($24 \pm 3^{\circ}\text{C}$) at 24 h, 48 h, 72 h.

Screening of the Nematicidal Potential of Some Essential Oils against the Columbia Root-Knot Nematode, *Meloidogyne chitwoodi*

Nematodes in distilled water, Tween 20, and Tervigo solutions served as negative and positive checks. If they didn't move with a fine needle, the J2 was considered dead (Cayrol et al. 1989). The assays were conducted completely randomized experimental design with 4 replicates in two times. The results necessary were transformed to the base on Arcsin and Ln (x+1) for the homogenized error variances. SPSS 22 ANOVA program was used, and statistical analysis was performed according to the Tukey separation test.

Results and Discussion

This study evaluated the nematicidal effect of rosemary, lavender, sesame, and thyme essential oils against *Meloidogyne chitwoodi*. The effect of 4 essential oils was evaluated at 125 ppm, 250 ppm, 500 ppm, and 10000 ppm, 20000 ppm, 30.000 ppm (Table 1 and 2). Thyme essential oil significantly increased the mortality rate of nematodes by 100 % after 24 hours in all concentration. Increases in mortality of nematodes were found when the effects of essential oils after concentration of 10.000 ppm were shown significant. Thyme oil was found to cause an almost complete mortality of root-knot nematode (J2) and eggs in vitro studies. The best strong nematicidal activity of thyme was observed on J2 at 125 ppm in 24 h which indicates that it has potential effect. In this study, it was observed nematicidal activity in rosemary, lavender, and thyme oils. Sesame oil was demonstrated for a suppressive activity on root-knot nematode populations. The mortality rate of larvae in sesame was not significant, but it was observed that egg hatching of *M. chitwoodi* was prevented. Biostimulants (Sesame oil) resulted in a significant reduction of nematode eggs and galls on tomato roots since it was significantly more suppressive on tomato plants (D'Addabbo et al., 2019). In our results, it was observed on suppression of egg hatching experiments. According to Oka et al. (2000), there is a significant connection between nematicidal and insecticidal activity and it has been suggested that essential oil components may impact the nervous system of nematodes. The aromatic plants of Lavandula, Rosmarinus, and Thymus have been widely studied (Oka et al., 2000). Oka et al. (2000) tested *T. vulgaris* oil against root-

knot nematodes, but it only had a moderate effect on J2 immobilization and egg hatching inhibition of *M. javanica* at 1.000 l/l. However, our results showed that thyme is more effective on mortality rate of (J2) than other essential oils. These results overlap with the results of experiments conducted on other nematodes (Andres et al., 2012). *T. vulgaris* is grown in the Mediterranean region as native plants, so it can be intraspecific variability. Rosemary and Lavandula were found moderate effects on nematodes similarly.

All the results vary according to the type and concentration of the essential oil. The increase in oils concentration and exposure period led to an increase in mortality percentage. This increase was observed as a general trend for other essential oil.

Screening of the Nematicidal Potential of Some Essential Oils against the Columbia Root-Knot Nematode, *Meloidogyne chitwoodi*

Table 1. % Mortality of *Meloidogyne chitwoodi* second-stage juveniles in direct contact with 4 essential oils at a concentration of 125 ppm, 250 ppm and 500 ppm

Concentration of essential oil		Sesame (Mean±SE)	Rosemary (Mean±SE)	Lavender (Mean±SE)	Thyme (Mean±SE)
125 ppm	24 h	0.6 ± 0.6 e	2.0 ± 1.1 d	2.4 ± 0.6 g	100.0 ± 0.0 a
	48 h	1.3 ± 0.8 e	2.0 ± 1.1 d	4.9 ± 1.3 efg	100.0 ± 0.0 a
	72 h	2.7 ± 0.5 de	9.3 ± 1.0 bcd	12.2 ± 1.1 bcd	100.0 ± 0.0 a
250 ppm	24 h	0.9 ± 0.4 e	7.1 ± 2.0 cd	4.0 ± 1.4 fg	100.0 ± 0.0 a
	48 h	4.0 ± 0.6 cde	8.3 ± 1.9 cd	4.0 ± 1.4 fg	100.0 ± 0.0 a
	72 h	4.0 ± 0.6 cde	10.0 ± 1.7 bcd	13.6 ± 0.4 bc	100.0 ± 0.0 a
500 ppm	24 h	6.1 ± 0.6 bcde	8.4 ± 0.7 cd	6.7 ± 1.5 cdefg	100.0 ± 0.0 a
	48 h	6.3 ± 0.6 bcde	9.3 ± 1.3 cd	7.1 ± 1.6 cdefg	100.0 ± 0.0 a
	72 h	7.0 ± 0.4 bcd	17.2 ± 2.9 b	14.1 ± 0.9 b	100.0 ± 0.0 a
Control (Water)	24 h	2.9 ± 1.4 de	2.9 ± 1.4 d	2.9 ± 1.4 fg	2.9 ± 1.4 d
	48 h	5.4 ± 1.4 cde	5.4 ± 1.4 cd	5.4 ± 1.4 defg	5.4 ± 1.4 cd
	72 h	7.3 ± 0.9 bcd	7.3 ± 0.9 cd	7.3 ± 0.9 bcdefg	7.3 ± 0.9 bcd
Control (Tween 20)	24 h	8.2 ± 1.4 bcd	8.2 ± 8.2 cd	8.2 ± 1.4 bcdefg	8.2 ± 0.0 bcd
	48 h	9.4 ± 1.7 bc	9.4 ± 9.4 bcd	9.4 ± 1.7 bcdef	9.4 ± 0.0 bc
	72 h	11.9 ± 3.3 b	11.9 ± 11.9 bc	11.9 ± 3.3 bcde	11.9 ± 0.0 b
Control (Tervigo)	24 h	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 100.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 d
	48 h	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 100.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 cd
	72 h	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 100.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 bcd

In a column, numbers followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$) according to the Tukey multiple-range test.

Table 2. % Juvenile mortality of *Meloidogyne chitwoodi* in direct contact with 4 essential oils at a concentration of 10 000 ppm, 20 000 ppm and 30 000 ppm

Concentration of essential oil		Sesame (Mean±SE)	Rosemary (Mean±SE)	Lavender (Mean±SE)	Thyme (Mean±SE)
10 000 ppm	24 h	12.4 ± 1.9 def	93.9 ± 1.6 a	92.2 ± 0.8 a	100.0 ± 0.0 a
	48 h	16.7 ± 2.2 cdef	94.5 ± 1.1 a	92.2 ± 0.8 a	100.0 ± 0.0 a
	72 h	18.2 ± 2.3 cdef	95.8 ± 1.8 a	92.2 ± 0.8 a	100.0 ± 0.0 a
20 000 ppm	24 h	27.5 ± 1.8 bcde	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a
	48 h	28.9 ± 1.1 bcd	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a
	72 h	32.4 ± 2.0 bcd	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a
30 000 ppm	24 h	31.2 ± 4.0 bcd	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a
	48 h	32.7 ± 3.3 bc	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a
	72 h	38.2 ± 3.4 b	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a
Control (Water)	24 h	2.6 ± 0.7 f	2.6 ± 0.7 b	2.6 ± 0.7 b	2.6 ± 0.7 b
	48 h	15.1 ± 9.3 cdef	15.1 ± 9.3 b	15.1 ± 9.3 b	15.1 ± 9.3 b
	72 h	18.7 ± 10.5 bcdef	18.7 ± 10.5 b	18.7 ± 10.5 b	18.7 ± 10.5 b
Control (Tween 20)	24 h	3.0 ± 1.1 f	3.0 ± 1.1 b	3.0 ± 1.1 b	3.0 ± 1.1 b
	48 h	7.7 ± 1.7 ef	7.7 ± 1.7 b	7.7 ± 1.7 b	7.7 ± 1.7 b
	72 h	15.5 ± 2.9 cdef	15.5 ± 2.9 b	15.5 ± 2.9 b	15.5 ± 2.9 b
Control (Tervigo)	24 h	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a
	48 h	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a
	72 h	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a

In a column, numbers followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$) according to the Tukey multiple-range test.

Screening of the Nematicidal Potential of Some Essential Oils against the Columbia Root-Knot Nematode, *Meloidogyne chitwoodi*

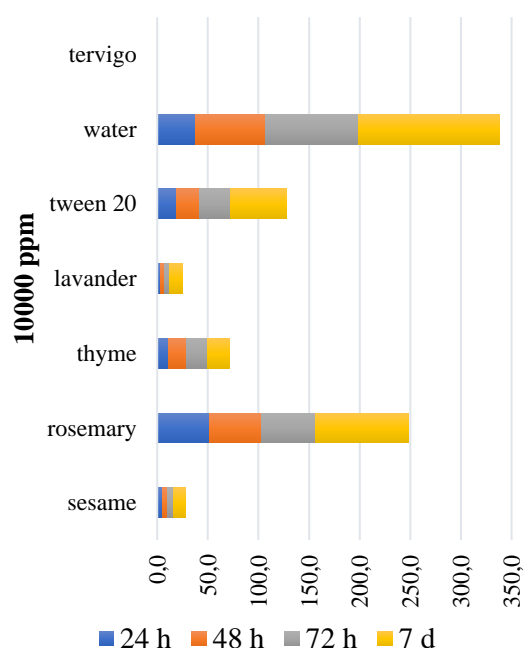


Figure 1. Effect of essential oils on mobility of *Meloidogyne chitwoodi* hatching of eggs

The effectiveness of essential oils is variable. Their chemical composition may vary considerably between aromatic plant species and varieties, and within the same variety from different geographic areas. Moreover, the composition of plants can be drastically influenced by plant maturity at the time of oil extraction and phenotypic differences (Lahlou and Berrada, 2003). While there are studies on other plant parasitic nematodes (Barbosa et al., 2010), there are not enough studies on the control of *Meloidogyne chitwoodi* with essential oils. This study draws attention to the deficiency in this regard.

Conclusion

For the past few decades, researchers have been searching for more sustainable alternatives that have the same effectiveness but have a limited impact on the environment and ecosystems. Bioactive compounds are found in essential oils. The nematicidal properties of essential oils derived from sesame, rosemary, lavender, and thyme offer promising alternatives to chemical nematicides for controlling *Meloidogyne chitwoodi* and other plant-parasitic nematodes. These natural solutions not only show

effectiveness in reducing nematode populations but also come with the added benefits of being environmentally friendly and safe for human health. However, further research is needed to optimize their application methods and determine their efficacy under various conditions. As sustainable agriculture practices gain importance, essential oils may play a significant role in managing nematode infestations while promoting the health of both crops and the environment.

References

- Abd-Elgawad, M. M., Omer, E. A. (1995). Effect of essential oils of some medicinal plants on phytonematodes. *Anz. Schadlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz* 68, 82–84.
- Andrés, M. F., González-Coloma, A., Sanz, J., Burillo, J., Sainz, P. (2012). Nematicidal activity of essential oils: a review. *Phytochemistry Reviews* 11, 371–390.
- Bleve-Zacheo, T., Melillo, M. T., Castagnone-Sereno, P. (2007) The contribution of biotechnology to root-knot nematode control in tomato plants. *Pest Tech* 1(1):1–16.
- Catani, L., Manachini, B., Grassi, E., Guidi, L., Semprucci, F. (2023) Essential oils as nematicides in plant protection—a review. *Plants* 12(6):1418.
- Cayrol, J.C., Djian, C., Pijarowski, L. (1989) Study of the nematicidal properties of the culture filtrate of the nematophagous fungus *Paecilomyces lilacinus*. *Revue de Nematologie*, 12(4): 331-336.
- Chitwood, D. J. (2002) Phytochemical based strategies for nematode control. *Ann Rev Phytopathol* 40:221–249.
- D'Addabbo, T., Laquale, S., Perniola, M., Candido, V. (2019) Biostimulants for plant growth promotion and sustainable management of phytoparasitic nematodes in vegetable crops. *Agronomy* 9(10):616.
- D'Addabbo, T., Laquale, S., Argentieri, M. P., Bellardi, M. G., Avato, P. (2021) Nematicidal activity of essential oil from lavender (*Lavandula × intermedia* Emeric ex Loisel.) as related to chemical profile. *Molecules* 26(21):6448.

Screening of the Nematicidal Potential of Some Essential Oils against the Columbia Root-Knot Nematode, *Meloidogyne chitwoodi*

- D'Addabbo, T., Radicci, V., Lucarelli, G., Carella, A., Bernad, D., Martin, E. (2011) Effectiveness of a formulation from *pedaliaceae* plants (Nematon® EC) for the control of the root-knot nematode *meloidogyne incognita* on greenhouse tomato. *Acta Horticulturae* 914:233-236.
- Erdoğan, F. D. (2022) The effect of three plant extracts on *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Tylenchida: Meloidogynidae). *Turkish Journal of Entomology* 46(2):131-138.
- Evlice, E., Bayram, Ş. (2016) Identification of root-knot nematode species (*Meloidogyne* spp.) (Nemata: Meloidogynidae) in the potato fields of Central Anatolia (Turkey) using molecular and morphological methods. *Plant Protection Bulletin* 6(4):339-347.
- Evlice, E. Yatgın G., Öcal A., Güvel C., Toktay H. (2021) Türkiye'deki altın kist nematodu (*Globodera rostochiensis*) popülasyonlarının morfolojik tanımlanması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 8(3): 747–758.
- Hussey, R. S., Barker, K. R. (1973) A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. *Plant Disease Reporter* 57(12):1025-1028.
- Koul, O., Walia, S., Dhaliwal, G. S. (2008) EOs as green pesticides: potential and constraints. *Biopesticides International* 4(1):63–84.
- Laquale, S., Candido, V., D'Addabbo, T. (2018) Side effects of biostimulants against root-knot nematodes on tomato. *Acta Horticulturae* 1207, 223-228
- Moens, M., Perry, N. R., Starr J. L. (2009) *Meloidogyne* species: a diverse group of novel and important plant parasites: *Root-Knot Nematodes*. R. N. Perry, M. Moens, J. L. Starr, (Eds.), 1–17, CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Oka, Y., Nacar, S., Putievsky, E., Ravid, U., Yaniv, Z., Spiegel, Y. (2000) Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. *Phytopathology* 90(7):710-715.
- Sasser, J. N., Carter C. C. (1985) Overview of the international *Meloidogyne* project 1975–1984: *An Advanced Treatise on Meloidogyne*. J. N. Sasser, C. C. Carter (Eds.), 19-24, North Carolina State University Graphics: Raleigh, NC, USA.



Araştırma Makalesi
Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

Pınar Adıgüzel^{1*}, Şenay Karabıyık¹, İlknur Solmaz¹

ÖZ

Çalışmada, farklı bitki yapısındaki kavunlarda bulunan hermafrodit ve dişi çiçeklerde farklı saatlerde yapılan tozlamaların çiçek ve tohum kalitesine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada materyal olarak 2 monoik, 2 andromonoik bitki yapısına sahip kavun genotipleri kullanılmış, saat 07:00 ve 10:00'da karşılıklı tozlamalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmada çiçek tozu kalite ve miktarı ile çiçek tozu çim borusu uzama hızı, ayrıca tohum sayısı ve kalitesi incelenmiştir. Sonuç olarak, çiçek tozu özelliklerinin bitki yapılarına göre değiştiği, özellikle andromonoik bitkilerde 10:00'da tozlamanın etkili bir tozlanma sağladığı belirlenmiştir. Andromonoik×andromonoik melez kombinasyonunda 10:00'da yapılan tozlamalarda abortif tohum azalırken, normal gelişmiş tohum sayısının arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Cucumis melo* L., çiçek yapısı, çiçek tozu, ovül, tohum çimlenme oranı

Effects of Different Plant Structures and Pollination Periods on Flower and Seed Quality in Melon

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effect of pollination periods on hermaphroditic and staminate flowers found in different plant-structured melons. Two monoic and two andromonoic melon genotypes were cross-pollinated at 07:00 and 10:00. Investigated quality and quantity of pollen with pollen tube growth and, the quality of seeds. As a result, it has been determined that pollen characteristics varied according to plant structures, the pollination at 10:00 found effective, in andromonoic plants. It was determined that in andromonoic×andromonoic combination, the abortive seeds decreased in pollination at 10:00, while the number of normally developed seeds increased.

Key words: *Cucumis melo* L., flower structure, pollen, ovule, seed germination rate

ORCID ID

0000-0001-7971-2518 , 0000-0001-8579-6228, 0000-0003-2996-0286

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 17.11.2023

Kabul Tarihi: 08.12.2023

¹ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana-Türkiye

*E-posta: pinaradiguzel63@gmail.com

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

Giriş

Kavun, kabakgiller (*Cucurbitaceae*) familyasında yer alan, ticari anlamda önemli potansiyele sahip, tek yıllık bir sebzedir (Pitrat, 2016; Wan ve ark., 2021). Orijini hakkında net bir bilgi olmasa da dünyaya Afrika'dan yayıldığı belirtilmekle birlikte tropik ve subtropik bölgelerde yetiştiriciliği yapılmaktadır (Abraham-Juarez ve ark., 2018; Kesh ve Kaushik, 2021). FAO verilerine göre dünyada 1 milyon hektar alanda, 28.6 milyon ton kavun üretimi yapılmaktadır. Bu üretimde ilk sırayı 14 milyon ton ile Çin alırken, 2. sırada 1.6 milyon ton ile Türkiye, 3. sırada ise 1.5 milyon tonluk üretimi ile Hindistan yer almaktadır (FAO, 2021). Kabakgillerde farklı çiçek yapıları görülebilmektedir. Bu kapsamda kavunda sadece erkek ve dişi çiçekleri üzerinde taşıyan "monoik" ve hem erkek hem de hermafrodit çiçekleri taşıyan "andromonoik" bitkiler bulunmaktadır (McGregor, 1976). Kavunda çiçek cinsiyetlerinin farklı olması, ıslah programları ve yetiştiricilikte (Daryano ve ark., 2018) önem taşımaktadır. Çiçek cinsiyeti; sıcaklık, mineral madde, fotoperiyot ve fitohormon gibi pek çok faktörden etkilenebilmektedir (Whitaker, 1931; Brantley ve Warren, 1960; Papadopoulou ve ark., 2005). Kavunda çoğunlukla andromonoik bitki yapısı daha yaygınken, monoik bitkilere de rastlanabilmektedir (Tanaka ve ark., 2007; Soltani, 2021). Kavun bitki yapısı sayesinde hem kendine hem de yabancı tozlanma özelliğine sahip bir bitkidir. Andromonoik bitki yapısına sahip kavunlar hermafrodit çiçeklerinde erkek organlar da bulundurduğundan kendine tozlanabilirken, monoik bitki yapısına sahip kavunlar için mutlaka başka bir çiçekten taşınan çiçek tozuna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durumda, monoik bitki yapısı ıslah programlarında kolaylık sağlarken, yetiştiricilikte çiçek tozuna mutlak ihtiyacı olduğu için dezavantaj sağlayabileceği düşünülmektedir. Ancak bazı genotiplerde andromonoik bitkilerdeki hermafrodit çiçeklerin çiçek tozlarının çimlenme potansiyeline sahip olmadıkları da bildirilmektedir (Kouonon ve ark., 2009). Andromonoik bitki yapısına sahip olan kavunlarda ıslah sırasında, çiçek açmadan

bir gün önce kendine tozlanmayı engellemek amacıyla hermafrodit çiçeklerde bulunan erkek organların uzaklaştırılması ve çiçeklerin başka çiçek tozu ile tozlanmasını engellemek için izole edilmesi gerekmektedir. Bu işlem hem zaman hem de iş gücü açısından dezavantaj oluşturabilmektedir (Solmaz ve ark., 2018). Bu sebeple ıslah çalışmalarında daha çok monoik bitki yapısına sahip kavunlara yer verilmektedir (Grumet ve Katzir, 2007; Grumet ve ark., 2017). Ancak, andromonoik bitki yapısı monoik yapıya göre genetik olarak daha baskın olduğundan, bu durumda az sayıdaki monoik bitki yapısına sahip bitki ile çalışılmakta ve bazı kaliteli andromonoik hatların ebeveyn olarak kullanılması kısıtlanabilmektedir.

Son yıllarda iklim değişikliği nedeniyle birçok türün çiçeklerinde reseptif olma ve çiçek tozu yayma zamanlarında değişiklikler olduğu bildirilmektedir (Mann ve Robinson, 1950; Revanasidda ve Belavadi, 2019). Bu durum kavun bitkilerinde de gözlenmiş ve çiçeklerde tohum taslağı gelişimlerinde de farklı durumlar gerçekleştiği tespit edilmiştir (Adıgüzel, 2023). Sonuçta hem tozlama saatlerinin hem de bitki ve çiçek yapısından kaynaklı olarak tozlanma başarısının değişebileceği düşünülmektedir. Buradan yola çıkılarak planlanan bu çalışmada, farklı bitki yapıları kullanılarak farklı saatlerde yapılan tozlama işleminin kavunun çiçek tozu kalitesi, miktarı, çiçek tozu çim borusu gelişimi, tohum taslağı kalitesi ile tohum oluşumu ve tohum kalitesine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışma 2023 ilkbahar-yaz yetiştirme sezonunda Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait cam sera ile Tohum Teknolojileri ve Histoloji Laboratuvarları'nda yürütülmüştür.

Materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak 2 monoik (DA5, SR66) ve 2 andromonoik (SR31, 57-49) bitki yapısına sahip kavun genotipleri kullanılmıştır. Kavun fideleri 13 Nisan 2023 tarihinde ısıtmasız cam seraya 1.0 m -0.5 m × 0.5 m aralık mesafelerle çift sıralı ve her genotipten her kombinasyonda her genotipten 8'er bitki 3 tekerrürlü olacak şekilde dikilmiştir. (her

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

genotipten 8 bitki x 3 tekrerrür x 2 saat uygulaması x 8 kombinasyon). Sulamalar damla sulama sistemi ile yapılmış, bitkiler serada askıda tek gövdeli olarak yetiştirilmiştir. Bitki yetiştirme süresince, gübreleme olarak 25:8:30 kg/da N:P₂O₅:K₂O uygulanmıştır (Zuang, 1982). Çalışmada oluşturulan melezleme kombinasyonları, tozlama saatleri ve kombinasyonların bitki yapısı Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan melezleme kombinasyonları, tozlama saatleri ve oluşturulan kombinasyonlardaki bitki yapıları

Kombinasyon	Tozlama Saati	Kombinasyon bitki yapısı
DA5 x SR66	07:00	Monoik - Monoik
DA5 x SR66	10:00	Monoik - Monoik
DA5 x SR31	07:00	Monoik - Andromonoik
DA5 x SR31	10:00	Monoik - Andromonoik
SR31 x 57-49	07:00	Andromonoik- Andromonoik
SR31 x 57-49	10:00	Andromonoik- Andromonoik
SR31 x SR66	07:00	Andromonoik- Monoik
SR31 x SR66	10:00	Andromonoik- Monoik

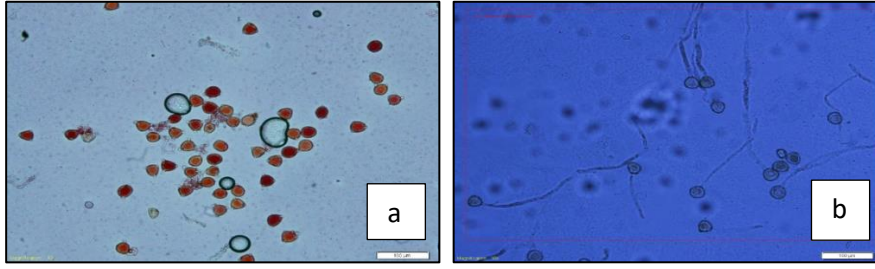
Tozlamalar yapılırken andromonoik bitkiler üzerinde bulunan hermafrodit çiçeklerde antezisten bir gün önce emaskülasyon işlemi yapılmış ve çiçekler selofan keseler ile izole edilmiş, monoik bitkilerdeki dişi çiçekler ise bir pens yardımı ile kapatılmıştır. Tozlama çalışmalarında kullanılan hermafrodit ve dişi çiçeklere ait görüntüler Şekil 1’de görülmektedir. Tozlamada kullanılacak balon aşamasındaki erkek çiçekler (bir gün sonra açacak olan erkek çiçekler) de bir pens yardımıyla kapatılmıştır. Ertesi sabah kapatılan çiçeklerin bir bölümü 07:00’da bir bölümü ise 10:00’da Çizelge 1’deki tozlama kombinasyonlarına göre tozlanmıştır. Tozlama sonrasında çiçekler aynı şekilde tekrar izole edilmiştir. Yapılan tozlama işlemleri sonucunda hem çiçek tozu çim borusu gelişiminin incelenmesi hem de tohum analizleri için materyal sağlanmıştır.



Şekil 1. Kavunda farklı çiçek yapıları. a: dişi çiçek yapısı; b: hermafrodit çiçek yapısı (P. Adıgüzel, orijinal)

Çiçek tozu canlılık ve çimlenme testlerine materyal sağlamak amacıyla andromonoik ve monoik genotiplerde bulunan erkek çiçekler 07:00 ve 10:00’da ayrı ayrı olacak şekilde toplanarak hızlıca laboratuvara getirilmiş ve söz konusu çiçeklerde çiçek tozu canlılık ve çimlendirme testleri yapılmıştır. Bu kapsamda, çiçek tozu canlılık testleri % 1’lik 2,3,5 Triphenyl Tetrazolium Chlorid (TTC) çözeltisi ile belirlenmiştir (Norton, 1966). Çiçek tozu canlılığının belirlenmesi için her genotip ve tozlama saati için 3’er lamel hazırlanmış her lamelde en az 100’er çiçek tozu sayılarak çiçek tozu canlılık düzeyi belirlenmiştir. Mikroskop incelemesi sırasında koyu kırmızı boyanan çiçek tozları mutlak canlı, açık kırmızı ve pembe olanlar yarı canlı ve hiç boyanmayanlar ise cansız olarak değerlendirilmiştir (Şekil 2a). Yarı canlı olarak tabir edilen çiçek tozlarının teorik olarak yarısının canlı olduğu kabul edilerek bu değer mutlak canlı çiçek tozuna eklenmesi ile çiçek tozu canlılık düzeyi hesaplanmıştır (Karabıyık, 2022). Çiçek tozu çimlenme düzeyi testleri ‘petride agar’ yöntemi ile 25 °C’de 50 ppm Borik asite eklenmiş % 1 agar + % 15 sakaroz ortamında yapılmıştır (Adıgüzel ve ark., 2023a). Çiçek tozu çimlenme düzeyinin belirlenmesi amacıyla her genotip ve her tozlama saati için ayrı ayrı olacak şekilde 3’er petri hazırlanmış olup, her petride en az 100’er çiçek tozu sayımı yapılmıştır. Mikroskop incelemesi sırasında kendi çapından daha uzun çiçek tozu çim borusuna sahip olan çiçek tozları çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve çimlenmiş çiçek tozu sayısının toplam çiçek tozu sayısına oranlanması ile çiçek tozu çimlenme düzeyi hesaplanmıştır (Şekil 2b).

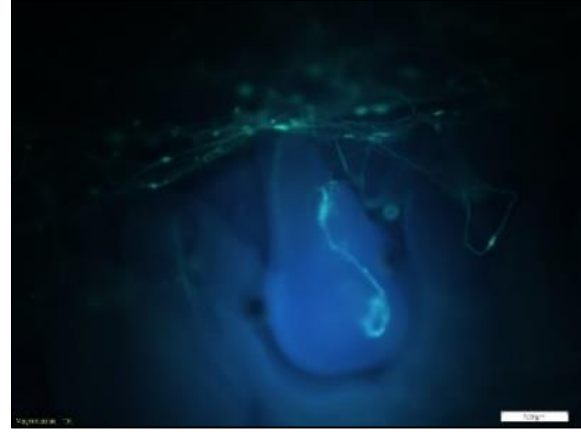
Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri



Şekil 2. Çiçek tozu testleri. a: Çiçek tozu canlılık testi sonucunda farklı renkte boyanan çiçek tozları. b: Çiçek tozu çimlenme testi sonucunda çimlenen çiçek tozları

Çiçek tozu üretim miktarının belirlenmesi amacıyla her genotipin henüz açmamış ancak bir gün içerisinde açacak olan erkek çiçeklerinden 15'er adet alınmış, 5'erli üç grup yapılmış ve filamentlerinden ayrılarak her grup ayrı ayrı olacak şekilde küçük kutularda bekletilmiştir. Bu şekilde yaklaşık iki hafta kurutulan anterlerde Eti (1990)'ye göre "hemasitometrik yöntem" kullanılarak çiçek tozu sayımları gerçekleştirilmiştir. Çiçek tozu sayımları ile bir çiçekteki çiçek tozu miktarı belirlenmiş olup, sayım sırasında ayrıca normal dışı gelişme gösteren çiçek tozları da belirlenerek normal gelişmiş çiçek tozu miktarı hesaplama yöntemi ile belirlenmiştir (Anvari, 1977).

Tozlaması gerçekleştirilmiş olan çiçeklerde tozlamadan bir gün ve iki gün sonra gelişmeye başlamış olan dişi organlardan 3'er adet toplanarak FPA-70 tespit sıvısına alınmıştır. Alınan örnekler Karabıyık, (2022)'a göre "ezme preparat" yöntemi ile incelenmiştir. Bu kapsamda, örnekler 8N NaOH ile yumuşatıldıktan sonra KPO₄ ile mordanlanmış anilin mavisi ile boyanmıştır. Boyanması tamamlanan örneklerde Olympus BX 51 floresan mikroskop altında çiçek tozu çim borularının stigmada çimlenmesi, stil içerisinde ilerlemesi ve tohum taslaklarına ulaşma durumları belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Çiçek tozu çim borularının tohum taslaklarına ulaşması

Mezleme ile elde edilen her bir olgun meyveden tohumlar alınmış ve 3 gün fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon işlemi sonrasında tohumlar yıkanarak kurumaya bırakılmıştır. Toplam, normal gelişmiş ve abortif tohum sayımları yapılarak oranları tespit edilmiştir. Her kombinasyondan mezleme ile elde edilen tüm meyvelerden 100'er adet tohum sayılıp ağırlığı alınmış ve 10 ile çarpılarak 1000 dane ağırlığı bulunmuştur.

Tohum çimlenme testleri ISTA kurallarına göre (ISTA, 2018), her tekrürde 100 tohum olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak, 25 °C'de 7 gün boyunca etüvde (Memmert) yapılmıştır. Çimlenen tohumların her gün sayımı yapılarak çimlenme oranı, süresi ve indeksi hesaplanmıştır (Ellis ve Robert, 1980; Demir ve ark., 2008).

İstatiksel analiz: Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre kurulmuştur. Elde edilen veriler JMP istatistiksel paket programı ile (v8.00, SAS Institute Inc., NC 27513-2414, USA) varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testi ($\alpha=0.05$) ile karşılaştırılmıştır.

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

Yüzde değerlerde açı transformasyonu uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yapılan çalışma sonucunda farklı çiçeklenme yapısına sahip genotiplerde farklı saatlerde salınan çiçek tozlarından elde edilen çiçek tozu canlılık ve çimlenme düzeyleri Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2 çiçek tozu canlılık düzeyleri açısından değerlendirildiğinde söz konusu değerlerin genotip, çiçek tozu salınım saati ve genotip × saat interaksyonundan istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilendiği belirlenmiştir. Bu kapsamda, çiçek tozu canlılık düzeylerinin tüm genotiplerde oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Elde edilen değerlerde bitki yapıları açısından incelendiğinde ise monoik bitki yapısına sahip genotiplerin andromonoiklere göre daha yüksek çiçek tozu canlılık düzeyine sahip olduğu görülmektedir. Genel olarak çiçek tozu salınım saatlerinde çiçek tozu canlılıklarının 07:00’da (%91.71) saat 10:00’a göre (%89.10) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Genotip x saat interaksyonu bakımından ise monoik bitki yapısına sahip DA5 ve SR66 genotiplerinin erkek çiçeklerinden saat 07:00’de salınan çiçek tozları %100 oranında

canlılık düzeyi göstermiş, en düşük değerler ise andromonoik SR31 ve 57-49 genotiplerinin saat 07:00 da salınan çiçeklerinden (sırasıyla % 84.29 ve % 52.53) elde edilmiştir.

Çiçek tozu çimlenme düzeyleri incelendiğinde, düzeylerin çiçek tozu canlılık düzeylerine göre daha düşük olduğu bulunmuş, genotipler arasındaki çimlenme düzeyleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli iken, saat ve genotip x saat interaksyonunun önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Genotipler bakımından çiçek tozu çimlenme düzeylerinin bitki yapısına göre çiçek tozu canlılık düzeylerinde olduğu gibi monoik bitki yapısına sahip DA5 ve SR66 genotiplerinden alınan çiçeklerde daha yüksek olduğu (sırasıyla % 69.67 ve % 63.33) belirlenmiştir. Çimlenme düzeyleri bakımından çiçek tozu salınım saatleri ortalamasının birbirine yakın değerler gösterdiği, genotip x saat interaksyonunun ise % 42.67 (57-49-07:00) ile % 71.33 (DA5-10:00) arasında değiştiği belirlenmiştir. Çizelge 2 genel olarak incelendiğinde, çiçek tozu çalışmaları kapsamında çiçek tozu kalite ve miktarının, genotipler bazında farklılık gösterdiği, ancak çiçek tozu yapısı bakımından bir genelleme yapılamadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Denemede kullanılan genotiplerde farklı saatlerde salınan çiçek tozlarında çiçek tozu canlılık ve çimlenme düzeyleri

Genotip	Çiçek tozu canlılık (%) ³			Çiçek tozu çimlenme (%) ³		
	Çiçek Tozu Alım Saati		Genotip ort.	Çiçek Tozu Alım Saati		Genotip ort.
	7:00	10:00		7:00	10:00	
DA5	100.0 a ²	87.70 b	93.85 A ¹	68.00	71.33	69.67 A ¹
SR66	100.0 a	92.97 b	96.48 A	64.67	62.00	63.33 A
SR31	84.29 b	89.85 b	87.07 B	51.33	56.67	54.00 B
57-49	52.53 b	85.90 b	84.22 B	42.67	48.00	45.33 C
Saat Ort	91.71 A	89.10 B		56.67	59.50	
LSD _{genotip}	6.517***			4.388***		
LSD _{saat}	4.608**			Ö.D.		
LSD _{genotip x saat}	9.217**			Ö.D.		

¹Aynı sütunda ayrı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

²Aynı sütunda ayrı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

³Yüzde değerlere açı transformasyonu uygulanmıştır

ÖD: Önemli Değil; *, ***, P ≤ 0.001; **, P ≤ 0.01; *, P ≤ 0.05’i ifade etmektedir

Çiçek tozu, baba ebeveyne ait genetik materyalin embriyo kesesinde bulunan yumurta hücrelerine iletilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle ıslah programına başlamadan önce çiçek tozu canlılığı ve çimlenmesi ile çiçek tozu üretim miktarının belirlenmesi ıslah programlarında seçilecek baba ebeveyn

hakkında öngörü sağlamamıza, tozlama sayısının belirlenmesine ve böylece sonuca daha kolay ulaşmamıza yarayan önemli yöntemlerdendir (Biswas ve Mondal, 2014). Yapılan bu çalışmada çiçek tozu canlılık ve çimlenme düzeylerinin monoik bitki yapısına sahip bitkilerden elde edilen çiçeklerde daha yüksek olduğu belirlenmiş olup

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

özellikle 07:00'da salınan çiçek tozlarının çok az da olsa daha yüksek kaliteye sahip oldukları tespit edilmiştir. Revanasidda ve Belavadi (2019) kantaloop kavunlarında yaptıkları bir çalışmada çiçek tozu salınımının 06:00 ile 18:00 arasında gerçekleştiğini ve gün içerisinde en yüksek çiçek tozu canlılığının 16:00 civarında olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan literatür incelemesi sonucunda kabakgillerde çiçek tozu canlılık düzeylerinin farklı tür, genotip ve ekolojiye göre değişkenlik gösterebileceği kanısına varılmıştır (Gok ve ark., 2005; Zaman, 2006). Bu kapsamda çiçek tozu canlılık düzeyi kavunlarda % 68.31 ile % 98.40 arasında değişebildiği (Phuong, 2021; Adıgüzel, 2023) çiçek tozu çimlenme düzeylerinde ise değerlerin % 96.35 ile % 100.00 arasında bulunabildiği bildirilmiştir (Solmaz ve ark., 2018). Çiçek tozu kalite ve miktarının genel olarak beslenme ve bakım koşulları (Pressman ve ark., 2002; Gusmao ve ark., 2012; Harsant ve ark., 2013) ile anaç-kalem ilişkilerinden (Kombo ve Sarı, 2019; Dayan ve Çürük, 2022) etkilendiği bildirilmiştir. Bununla birlikte son yıllarda gerçekleşmekte olan iklim değişikliği de bitkilerin çiçeklenme özellikleri, çiçek kalitesi ve çiçek tozu özelliklerini önemli düzeyde etkilemektedir (Sakata ve ark., 2000; Meehl ve Tebaldi, 2004; Hedhyl ve ark., 2005). Çiçeklenme her ne kadar genetik özelliğe bağlı olsa da; bitkinin yaşı, ışık, sıcaklık vb. gibi faktörlerden etkilenmektedir (Wein, 1997; Ranasinghe ve ark., 2010; Das ve ark. 2014; Yang ve ark., 2019; Liang ve ark., 2022). Ayrıca, küresel ısınma nedeniyle de sıcaklıkların yükselmesi ve düşmesi çiçek tozu çimlenmesi ve buna bağlı olarak çiçeklenme, meyve ve tohum tutumunu doğrudan etkilemektedir.

Denemede kullanılan genotiplere ait balon aşamasındaki çiçeklerin çiçek tozu üretim miktarları ve normal gelişmiş çiçek tozu oranları Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde çiçek tozu üretim miktarı açısından genotiplerin bitki yapıları ile ilgili bir genelleme yapılamamakta olup, çeşitler arasında farklılıklar olduğu, en yüksek değer SR31 genotipinden (198 210.6 adet), en az ise 57-49 genotipinden (93 538.4) elde edilmiştir.

Normal gelişmiş çiçek tozu oranlarında ise genotipler arasında çok önemli farklılıklar olmamakla birlikte düzeylerin % 91.78 (DA5) ile % 96.59 (SR66) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Birçok bitkide olduğu gibi kabakgillerde de çiçeklerdeki çiçek tozu sayıları değişkenlik göstermektedir (Wijesinghe ve ark., 2020). Tozlanmadan sonra yeterli düzeyde çiçek tozunun varlığı, çiçek tozunun stigma üzerindeki homojen dağılımı, çiçek tozu çim borusunun gelişmesi ve bakım koşulları meyve tutumunu etkilemekte, normal bir meyve tutumu için genellikle 500 ile 1000 adet arasında canlı çiçek tozuna ihtiyaç duyulmaktadır (Free, 1993; Adlerz, 1996; Chapman ve Goring, 2010). Bu nedenle kabakgillerde bir çiçekteki çiçek tozu miktarı çiçeklerin tozlanabilme düzeyini etkileyebileceğinden önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Kavunlarda daha önce yapılan çalışmalarda bir çiçekteki çiçek tozu üretim miktarının 100 000-200 000 civarında olduğu belirlenmiştir (Adıgüzel, 2023).

Çizelge 3. Çiçek tozu çalışmaları kapsamında çiçek tozu kalite ve miktarlarından elde edilen veriler

Genotip	Bir çiçekteki çiçek tozu sayısı (Adet)	Normal gelişmiş çiçek tozu oranı (%) ²
DA5 (Monoik)	140 328.5 b ¹	91.78
SR66 (Monoik)	182 633.4 ab	96.59
SR31 (Andromonoik)	198 210.6 a	95.08
57-49 (Andromonoik)	93 538.4 c	92.60
LSD	46 118.95 **	Ö.D.

¹Aynı sütunda ayrı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

²Yüzde değerlere açı transformasyonu uygulanmıştır

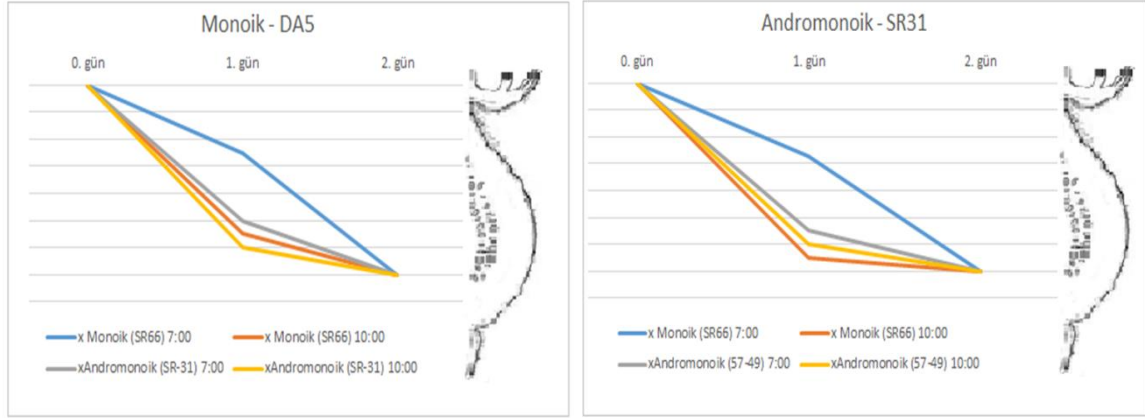
ÖD: Önemli Değil; *: ***: $P \leq 0.001$; **: $P \leq 0.01$; *: $P \leq 0.05$ 'i ifade etmektedir

Çiçek tozu çim borusu gelişimi denemede oluşturulan her kombinasyon için tozlamadan sonraki 1. ve 2. günlerde incelenmiştir. İnceleme sonucunda çiçek tozu çim borusu gelişiminin kullanılan ana ebeveyne bağlı olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4). Bu bakımdan, andromonoik bitki yapısına sahip genotiplerin erkek çiçekleriyle 07:00 ve 10:00'da yapılan tozlamalarda ve her iki ana ebeveynde de çiçek tozu çim borularının yumurtalıkların sonuna kadar ulaşabildiği gözlenmiştir. Ancak, özellikle monoik SR66 genotipi ile 07:00'da yapılan tozlamalarda çiçek

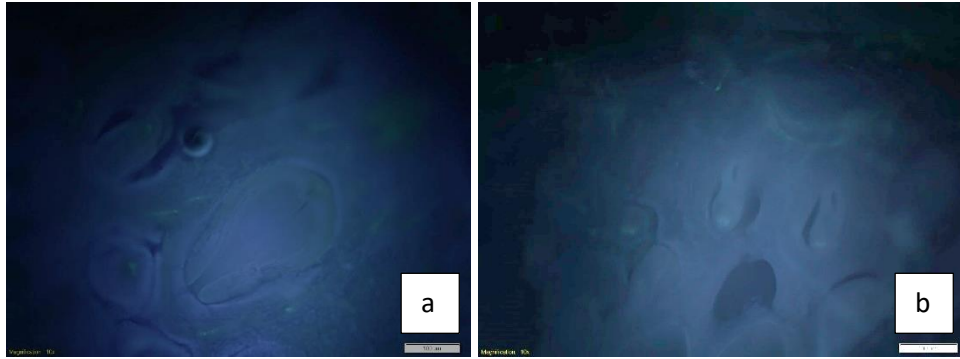
Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlaşma Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

tozu çim borularının 1. günün sonunda ancak yumurtalığın yarısına kadar ulaşabildiği, monoik SR66'nın erkek çiçekleri ile 10:00'da yapılan tozlamalarda ise çiçek tozu çim borularının yumurtalığın sonuna kadar gidebildiği belirlenmiştir. İnceleme esnasında yapılan gözlemlerde andromonoik bitkilerden

elde edilen hermafrodit çiçeklerde tohum taslakları genelde homojen yapıda iken monoik bitki yapısına sahip DA5'in bazı dişi çiçeklerinde sapa doğru tohum taslaklarında küçülmeler veya büyüklüklerinde heterojen bir yapı olduğu dikkati çekmiştir (Şekil 5a-b).



Şekil 4. Melezleme kombinasyonları sonucunda 1. ve 2. günde alınan dişi çiçeklere ait çiçek tozu çim borusu gelişim hızı



Şekil 5. Tohum taslaklarının görünümü. a: Normal gelişmiş tohum taslağı, b: Yumurtalıkta sapa yakın bölgelerde ve endokarpa doğru küçülen tohum taslakları

Daha önce yapılan çalışmalarda kabakgıl çiçeklerinin sabah 05:20 ile 09:00 saatleri arasında açılmaya başladığı, öğlen 12:00 ve 14:30'a kadar açık kaldığı belirtilmiş olup, ayrıca erkek çiçeklerin, dişi çiçeklerden daha önce açma eğiliminde olduğu ve her iki cinsiyet için çiçeklerin sadece bir gün açık kalabildiği bildirilmiştir (Stanghellini ve ark., 2002; Bomfim ve ark., 2015). Bununla birlikte kantalop kavunlarında çiçeklerin 06:00'dan 18:00'e kadar açık kaldığı da Revanasidda ve Belavadi (2019) tarafından belirtilmiştir. Kabakgillerde tohum oluşumu tozlaşma ve

döllenmeye bağlı olarak gerçekleşebilmektedir. Bu nedenle doğru saatte etkin bir tozlaşmanın sağlanması sağlıklı tohum oluşumu için önkoşuldur. Kavunlarda dişi organ biyolojisi incelendiğinde stigmanın ekolojik koşullardan etkilendiği ve genellikle dişi organın sabah saatlerindeki birkaç saatte reseptif olduğu, hatta sıcak koşullarda bu sürenin birkaç dakika ile sınırlı olduğu (Mann ve Robinson, 1950) bildirilmiştir. Buna karşın, Revanasidda ve Belavadi (2019), 14:00-18:00 civarında tozlaşma yapılması durumunda en yüksek düzeyde meyve tutumu sağlanabildiğini ortaya koymuştur. Bu

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

durum kavun genotipleri arasında etkili tozlanma periyodunda farklılıklar bulunabileceğini göstermektedir. Yumurtalıklar içerisinde ise tohum taslaklarının 3 karpel boyunca sıralı bulunduğu ve bazı durumlarda bu tohum taslaklarının gelişiminde heterojenitenin gerçekleşebileceği de bildirilmiştir (McGregor, 1976).

Kabakgillerde genel olarak dişi organ reseptifliği çiçek açmadan önce başlamakta olsa da (Revanasidda ve Belavadi, 2019) böceklerle tozlanan kabakgillerde çiçekler açtıktan sonra çiçek tozlarının etkin bir şekilde elle veya bir vektör yardımıyla stigma üzerine taşınması gerekmektedir. Bu çalışmada yapılan elle tozlama çalışmaları sonrasında yapılan histolojik incelemeler sonucunda andromonoik bitkilere ait çiçeklerden alınan erkek çiçeklerle yapılan tozlamalarda saate bağlı kalmaksızın çiçek tozu çim borularının hızlı bir şekilde tohum taslaklarına ulaştığı belirlenmiştir. Ancak, ana ebeveynlerde monoik bitki yapısına sahip bitkilerden alınan dişi çiçeklerde tohum taslaklarının özellikle çiçek sapına doğru yeterince gelişmemiş olduğu da belirlenmiştir. Tohum taslaklarındaki bu heterojenite daha önce Adıgüzel (2023) tarafından da bildirilmiştir. Daha önce tarafımızdan yapılan bir diğer çalışmada da karpuzda çiçek tozu çim borularının tohum taslaklarına ilk 2 günde ulaşabildiği, tohum taslaklarında heterojenite görüldüğü ve bor gübrelemesi ile tohum taslaklarındaki heterojenitenin azaltılabildiği belirlenmiştir (Adıgüzel ve ark., 2023a).

Yapılan melezleme kombinasyonları sonucunda oluşan meyvelerden elde edilen tohumların sayısı Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde toplam tohum sayısının kombinasyonlardan etkilenmediği, ancak özellikle tozlama saati ve kombinasyon \times tozlama saati interaksyonundan tohum sayısını önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir. Toplam tohum sayısı bakımından özellikle 10:00'da (527.58 adet) yapılan tozlamalarda 07:00'a (419.00 adet) göre yapılan tozlamalara

göre daha fazla tohum elde edilmiş olup en yüksek değer SR31 \times SR66 saat 10:00 (Andromonoik \times Monoik) kombinasyonunda (773.00 adet) tespit edilmiştir.

İslah çalışmalarında her ne kadar tohum sayısı önemli olsa da normal gelişmiş tohum oranının da fazla olması kombinasyonun ve yapılan tozlama işleminin doğruluğu hakkında bilgi vermektedir. Çalışmada kullanılan kombinasyonlardan elde edilen normal ve abortif tohum oranları Çizelge 4'te verilmiştir. Söz konusu veriler incelendiğinde tohum oranlarının hem kombinasyon, hem tozlama saati hem de kombinasyon \times tozlama saatinden etkilendiği belirlenmiştir. Bu kapsamda özellikle monoik bitkilerin ana olarak kullanılmasının normal gelişmiş tohum oranını düşürdüğü ve abortif tohum oranını artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca 07:00'da yapılan melezleme ile abortif tohum oranının arttığı da tespit edilmiştir. Bu durum 07:00'da çiçek tozu salınımının henüz yeterli olmayabileceğini düşündürmektedir. Toplam tohum sayısı ile normal ve abortif tohum oluşum oranları birlikte değerlendirildiğinde ise özellikle Monoik \times Monoik tozlamaların abortif tohum oranlarını yüksek oranda artırdığı belirlenmiştir. Çizelge 4'te de görüldüğü üzere Monoik \times Monoik (DA5 \times SR66) kombinasyondan % 48.93 ile en düşük normal gelişmiş tohum oranı ve % 51.07 ile en yüksek abortif tohum oranı tespit edilirken, Andromonoik \times Andromonoik (SR31 \times 57-49) kombinasyondan % 94.99 ile en yüksek normal gelişmiş tohum oranı ve % 5.00 oranında en düşük abortif tohum oranı belirlenmiştir. Çalışma kapsamında incelenen tohum taslaklarında görünen heterojenitenin de abortif tohum oluşumunun görüldüğü monoik çeşitlerde oluştuğu ayrıca söz konusu genotiplerde çiçek tozu kalitesinin de oldukça iyi olduğu göz önünde bulundurulduğunda, abortif tohum oluşumunun esas nedeninin tohum taslaklarının yetersiz gelişimi olduğunu düşünülmektedir.

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

Çizelge 4. Melezleme kombinasyonları sonucunda oluşan meyvelerden elde edilen tohum sayısı ile normal gelişmiş ve abortif tohum oranları

Kombinasyonlar	Toplam Tohum Sayısı(adet/meyve)			Normal Gelişmiş Tohum Oranı (%) ³			Abortif Tohum Oranı (%) ³		
	Tozlama Saati		Komb. ort	Tozlama Saati		Komb. Ort	Tozlama Saati		Komb. Ort
	07:00	10:00		07:00	10:00		07:00	10:00	
DA5×SR66 (MxM)	605.00 b ²	291.00 d	448.00	35.97 d	61.88 c	48.93 C ¹	64.02 a	38.11 b	51.07 A
DA5×SR31 (MxA)	390.67 cd	519.67 bc	455.16	59.04 c	69.59 c	64.32 B	40.95 b	30.41 b	35.68 B
SR31×57-49 (AxA)	362.00 d	526.67 bc	444.33	97.00 a	92.95 ab	94.99 A	2.95 d	7.05 cd	5.00 C
SR31×SR66 (AxM)	318.33 d	773.00 a	545.67	91.11 b	93.77 ab	92.44 A	8.88 c	6.22 cd	7.55 C
Tozlama saati ort.	419.00 B	527.58 A		70.80 B	79.55 A		29.20 A	20.45 B	
LSD kombinasyon	Ö.D.			5.09***			5.09***		
LSD saat	73.11**			3.60*			3.60*		
LSD kombinasyon x saat	146.23***			7.20*			7.20*		

¹Aynı sütunda ayrı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

²Aynı sütunda ayrı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

³Yüzde değerlere açılı transformasyonu uygulanmıştır

ÖD: Önemli Değil; *: ***: P < 0.001; **: P < 0.01; *: P < 0.05'i ifade etmektedir

Tohumculukta 1000 dane ağırlığı tohum kalitesi açısından önemli bilgiler veren bir diğer parametredir. Çalışmadan elde edilen 1000 dane ağırlığına ait veriler incelendiğinde değerler arasındaki farklılıkların kombinasyon, tozlama saati ve kombinasyon x tozlama saati açısından istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu kapsamda andromonoik bitki yapısına sahip olan genotiplerin melezleme kombinasyonlarında ana olarak kullanılmasının, 1000 dane ağırlığını arttırdığı, ayrıca 10:00'da yapılan melezlemelerde (36.60 g) 07:00'da yapılan melezlemelere (31.83 g) göre daha ağır tohumlar elde edildiği belirlenmiştir. Bu durumda sadece tozlama saatinin değiştirilmesi ile bile belli oranda tohum kalitesinde artışın elde edilebileceği ortaya koyulmuştur. Yapılan çalışmada ayrıca 1000 dane ağırlığı bakımından monoik bitkilerde 07:00'daki tozlamanın, andromonoik bitkilerde ise 10:00'daki tozlamanın daha etkin olduğunu göstermiştir. Bu sonuç çiçeklerin farklı saatlerde reseptif olma durumlarını işaret

etse de bu konu daha geniş bir popülasyonda daha detaylı çalışılmalıdır.

Tohum çimlenme oranına ait veriler incelendiğinde, andromonoik yapıya sahip bitkilerin ana ebeveyn olarak kullanılmasının, monoiklere göre daha yüksek tohum çimlenme oranı oluşturmasını sağlamıştır (Çizelge 5). Bu kapsamda da elde edilen veriler hem kombinasyonlar hem de interaksiyonlar açısından önemli düzeyde etkilenmiştir. Melezleme kombinasyonları açısından ise en yüksek değerler SR31 × SR66 saat 7:00 kombinasyonundan (% 97.33) elde edilirken, en düşük değerler DA5 × SR66 saat 7:00 (% 46.67) elde edilmiştir. Bu durum da tohum çimlenme oranında tozlayıcı ebeveyninden çok ana ebeveynin etkili olduğunu göstermektedir. Tohum çimlenme oranı tozlama saatinde etkilenmemekle birlikte, normal gelişmiş tohum sayısını artırdığı düşünüldüğünde sonuçta daha fazla fide elde edilmesini sağlayacağından ana ebeveynin andromonoik yapıda bir bitki seçilmesinin avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

Çizelge 5. Melezleme kombinasyonları sonucunda elde edilen meyvelerden çıkarılan tohumların 1000 dane ağırlığı ve çimlenme oranları

Kombinasyonlar	1000 dane ağırlığı (g)			Çimlenme Oranı (%) ³		
	Tozlama Saati		Komb. Ort.	Saat		Komb. Ort.
	7:00	10:00		7:00	10:00	
DA5×SR66 (MxM)	40.05 bc ²	30.45 d	35.25 A ¹	46.67 e	58.67 de	52.67 C
DA5×SR31 (MxA)	34.27 cd	20.57 e	27.42 B	62.67 de	86.67 bc	74.66 B
SR31×57-49 (AxA)	32.97 cd	42.37 b	37.67 A	72.00 cd	96.00 ab	84.00 AB
SR31×SR66 (AxM)	20.07 e	53.00 a	36.53 A	97.33 a	78.67 cd	88.00 A
Tozlama saati ort.	31.83 B	36.60 A		69.99	80.00	
LSD kombinasyon	5.09***			10.22***		
LSD saat	3.60*			Ö.D		
LSD kombinasyon x saat	7.20*			14.46**		

¹Aynı sütunda aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

²Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

³Yüzde değerlerin istatistiksel analizinde açı transformasyonu uygulanmıştır.

ÖD: Önemli Değil; *: ***: P ≤ 0.001; **: P ≤ 0.01; *: P ≤ 0.05.

Çimlenme süresi bakımından genotip ve saat etkilerinin istatistiksel anlamda önemsiz olmasıyla birlikte söz konusu değerlerin kullanılan ana ebeveynlerden daha çok, kullanılan tozlayıcının çiçek cinsiyetinden etkilendiği belirlenmiştir (Çizelge 6). En hızlı çimlenen tohumlar DA5×SR66 (2.34 gün) ve SR31×SR66 (2.34 gün) kombinasyonlarında tespit edilmiştir. Bununla birlikte saat 10:00'da

(2.39 gün) yapılan tozlama işleminden elde edilen tohumlarda, saat 7:00'da (3.02 gün) yapılan tozlamaya göre çimlenme süresinin daha kısa olduğu belirlenmiştir. Çimlenme hız indeksi ise herhangi bir uygulamadan etkilenmemiş, tüm tohumların başlangıçta aynı çimlenme performansına sahip olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Farklı cinsiyette dişi ebeveynlerin saatlik olarak tozlanmasından elde edilen tohumlarda çimlenme süresi (gün) ve çimlenme hız indeksi (gün)

Kombinasyonlar	Çimlenme Süresi (Gün)			Çimlenme Hız İndeksi (Gün)		
	Tozlama Saati		Komb. ort.	Tozlama Saati		Komb. ort.
	7:00	10:00		7:00	10:00	
DA5×SR66 (MxM)	2.64	2.04	2.34 B ¹	5.18	4.00	2.39
DA5×SR31 (MxA)	3.50	2.86	3.17 A	2.94	3.55	3.24
SR31×57-49 (AxA)	3.61	2.37	2.99 A	5.34	7.33	6.33
SR31×SR66 (AxM)	2.37	2.31	2.34 B	2.63	2.14	4.59
Tozlama saati ort.	3.02 A	2.39 B		4.02	4.26	
LSD kombinasyon	0.77*			Ö.D.		
LSD saat	0.40**			Ö.D.		
LSD kombinasyon x saat	Ö.D.			Ö.D.		

¹Aynı sütunda aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

ÖD: Önemli Değil; *: ***: P ≤ 0.001; **: P ≤ 0.01; *: P ≤ 0.05.

Daha önce yapılmış çalışmalarda ön çimlendirme uygulamaları (Nascimento, 2003; Casenave ve Toselli, 2010; Oliveira ve ark., 2019; Castañares ve Bouzo, 2020; Zhang ve ark., 2020; Alam ve ark., 2021; Mutetwa ve ark., 2023; Wang ve ark., 2023), farklı sayıda çiçek ile tozlama işlemi (Adıgüzel ve Sarı, 2019), aşılama (Edelstein ve Nerson, 2002; Karabulut ve ark., 2018; Yetişir ve Sarı, 2018; Kombo ve Sarı, 2019; Adıgüzel ve ark., 2023b) ve kromozom sayılarının (Adıgüzel ve ark.,

2022) tohum kalitesini etkilediği rapor edilmiştir. Revanasidda ve Belavadi (2019) hermafrodit yapılı kantarop kavunlarda yaptıkları çalışmada çiçeklerin özellikle öğleden sonraki saatlerde daha etkin tozlandığını belirtmiş olup, meyve ve tohum bağlama oranının söz konusu saatte daha yüksek olduğunu da bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca sabah saatlerinde (06:00-08:00) yapılan tozlamalardan hiç meyve alamazken, 10:00-12:00 saatleri arasındaki tozlamalardan % 13 oranında meyve oluşturabildiklerini ve öğleden sonra

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

tozlamalarında ise % 46 ile % 76 arasında değişen düzeyde meyve tutumu sağlayabildiklerini bildirmişlerdir. Bu durum kullanılan genotiplerin ve ekolojik yapının bitkinin tozlama zamanını değiştirebileceğini göstermektedir.

Tohumlarda çimlenme parametreleri kullanılacak materyalin genetik yapısına, sıcaklık, ışık, su ve oksijen gibi çevresel faktörlere bağlıdır (Karakurt ve ark., 2010). Tur ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada bitkisel materyal olarak 13 adet kavun genotipi, 4 ebeveyn hat ve 9 melez kullanmışlardır. En yüksek 1000 dane ağırlığının 35.487 g ve 33.713 g, en düşük 13.873 g olduğunu bildirmişlerdir. Adıgüzel ve ark. (2023b) da kavunda yapmış oldukları aşılama çalışması sonucunda normal gelişmiş tohum sayısının 514.38 adet olduğunu, en yüksek abortif tohum sayısının ise 174.42 adet, 1000 dane ağırlığının en fazla 28.21 g ile 29.21 g arasında olduğunu, çimlenme sürelerinin ise 2.46 ile 5.23 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada araştırmacılar en yüksek tohum çimlenme oranının % 87.1 olduğunu da bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada stres koşulu altında silikon uygulaması sonucu tohum çimlenme oranlarının % 81.67 ile % 93.35 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Zhang ve ark., 2020). Kavunlarda tuz stresine kaşı melatonin etkisi ile tohum çimlenme oranları % 80.00 ile % 93.33 arasında farklılık göstermiştir (Liu ve ark., 2023).

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar neticesinde andromonoik yapıdaki bitkilerin ebeveyn olarak kullanılmasının ve özellikle andromonoik bitkilerde 10:00 civarında tozlama yapılması koşullarında çiçek tozu çim borusu gelişiminin iyileştirdiği ortaya konulmuştur. Dahası, andromonoik bitkilerde daha kaliteli tohum taslaklarının bulunması nedeniyle tohum sayısı ve normal gelişmiş tohum oranının da artırılarak daha kaliteli tohumların elde edilmesinin sağlanabileceği belirlenmiştir.

Sonuçlar

Yapılan bu çalışma sonucunda çiçek tozu çim borusu gelişimi, tohum taslaklarının durumu ve tohum parametreleri birlikte değerlendirildiğinde, özellikle andromonoik ×

andromonoik kombinasyonlarında 10:00'da melezleme yapılmasının normal gelişmiş tohum oranını, normal gelişmiş tohum ağırlığı ve tohum sayısının artmasını sağlamıştır. Bu durumun andromonoik bitkilerdeki güçlü tohum taslağı ile çiçek tozu çim borularının tohum taslakları içerisinde hızlı ilerleyebilme yeteneğinden kaynaklandığı kanısına varılmıştır. Bununla birlikte, ana ebeveynin monoik bir bitki olması durumunda daha fazla abortif tohum oluştuğu görülmüştür. Bunun monoik bitki özelliğine sahip bitkilerdeki dişi çiçeklerde oluşan heterojen tohum taslağı gelişiminden dolayı gerçekleştiği ve halihazırda kaliteli olan çiçek tozu çim borularının tohum taslaklarına ulaşmış olsa da sağlıklı tohum taslağı ile buluşamadığından etkin döllemeyi gerçekleştiremediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum, sağlıklı tohum oluşumunda çiçek tozu kalitesinin değil çiçeğin tohum taslaklarının homojen gelişmesinin etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, andromonoik çiçek cinsiyetinin melezleme kombinasyonunda dişi ve tozlayıcı olarak kullanılması hem çimlenme oranını arttırmış hem de çimlenme süresini kısaltmıştır. Bu durum ise, melezleme kombinasyonlarında andromonoik yapıdaki bitkilere yer vererek Adana koşulları için tozlama zamanının erken saatlerden çok biraz daha geç saatlerde yapılmasının en iyi çiçek tozu çim borusu gelişimi, dölleme ve tohum gelişimini sağlayabileceği söylenebilmektedir.

Hibrit tohum üretiminde ve ıslah çalışmalarında hem işçilik hem de zamandan kazanç anlamında ana ebeveynler monoik olarak seçilmektedir. Ancak çalışma sonucunda da görüldüğü üzere, andromonoik bitki yapısına sahip ana ebeveynler kullanıldığında abortif tohum oluşumu azalmakta, normal gelişmiş tohum oranı artmaktadır. Bu nedenle, elde edilecek normal gelişmiş hibrit tohum oranı düşünüldüğünde, lokasyon denemeleri kurularak andromonoik ana ebeveynlerin de ıslah programlarında kullanılması önerilmektedir.

Teşekkür

Fide temini için Anamas Tohum/Antalya ve Ziraat Yük. Müh. Serkan KASAPOĞLU'na teşekkür ederiz.

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

Kaynaklar

- Abraham-Juárez, M. R., Espitia-Vázquez, I., Guzmán-Mendoza, R., Olalde-Portugal, V., Ruiz-Aguilar, G. M. L., García-Hernández, J. L., Herrera-Isidró, L., Núñez-Palenius, H. G. (2018) Development, yield, and quality of melon fruit (*Cucumis melo* L.) inoculated with mexican native strains of *Bacillus subtilis* (Ehrenberg). *Agrociencia* 52(1):92-102.
- Adıgüzel, P., Sarı, N. (2019) Effect of different male parents and male flower numbers on seed yield and quality of triploid watermelon breeding. *International Journal of Environmental Research and Technology* 2(3):14-24.
- Adıgüzel, P., Solmaz, İ., Karabıyık, Ş., Sarı, N. (2022) Comparison on flower, fruit and seed characteristics of tetraploid and diploid watermelons (*Citrullus lanatus* Thunb. Matsum. and Nakai). *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences* 6(4):704-710.
- Adıgüzel, P. (2023) Farklı anaçlar üzerine aşılamanın kırkağaç kavunlarında (*Cucumis melo* var. *inodorus*) bitki gelişimi, meyve ve tohum özelliklerine etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- Adıgüzel, P., Karabıyık Ş., Namlı, M., Solmaz İ. (2023a) Karpuzda (*Citrullus lanatus* L.) bor uygulamasının çiçek tozu kalitesi, miktarı ve çim borusu gelişimine etkisi. (Baskıda-*Alatarım*).
- Adıgüzel, P., Namlı, M., Nyirahabimana, F., Solmaz, İ., Sarı, N. (2023b) The effects of grafting on plant, fruit and seed quality in cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis*) melons. *Seeds* 2(1):1-14.
- Adlerz, W. C. (1966) Honey bee visit numbers and watermelon pollination. *Journal of Economic Entomology* 59(1):28-30.
- Alam, A., Ullah, H., Cha-um, S., Tisarum, R., Datta, A. (2021) Effect of seed priming with potassium nitrate on growth, fruit yield, quality and water productivity of cantaloupe under water-deficit stress. *Scientia Horticulturae* 288:110354.
- Anvari, S. F. (1977) Untersuchungen über das Pollenschlauchwachstum und die Entwicklung der Samenanlagen in Beziehung zum Fruchtausatz bei Sauerkirchen (*Prunus cerasus* L.) *Diss. Univ. Hohenheim* 105.
- Biswas, P., Mondal, S. (2014) Role of some nutrients on *in vitro* pollen germination and tube development of *Luffa cylindrica* (L.) roem. *Ann. Plant Sci* 3:813-821.
- Bomfim, I. G. A., de Melo Bezerra, A. D., Nunes, A. C., Freitas, B. M., de Aragão, F. A. S. (2015) Pollination requirements of seeded and seedless mini watermelon cultivars cultivated under protected environment. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 50:44-53.
- Brantley B. B., Warren, G. F. (1960) Sex expression and growth in Muskmelon. *Plant Physiology* 35(5):741-745.
- Casenave, E. C., Toselli, M. E. (2010) Germination of melon seeds under water and heat stress: hydropriming and the hydrotime model. *Seed Science and Technology* 38(2): 409-420.
- Castañares, J., Bouzo, C. A. (2020) Seed priming induces biochemical changes in melon plants and increase salt tolerance. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 46(2):208-217.
- Chapman, L. A., Goring, D. R. (2010) Pollen-pistil interactions regulating successful fertilization in the *Brassicaceae*. *J. Exp. Bot.* 61:1987-1999.
- Daryono, B. S., Prasetya, E., Sumarlina, S., Sartika, D., Subiastuti, A. S. (2018) The effect of ethepon treatment on the formation of flower in melon (*Cucumis melo* L.). Proceeding of the ICTA, In Proceeding of the 2nd International Conference on Tropical Agriculture 7-13, October 2018.
- Das, S., Krishnan, P., Nayak, M., Ramakrishnan, B. (2014) High temperature stress effects on pollens of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. *Environ. Exp. Bot.* 101:36-46.
- Dayan, A., Çürük, S. (2022) Effect of different rootstocks on pollen fertility of interspecific eggplant hybrid (*Solanum melongena* L. x

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

- Solanum torvum* Sw.) genotypes. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences* 32(4).
- Demir, İ., Ermiş, S., Mavi, K. ve Matthews, S. (2008). Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum Annuum* L.) Predicts Size and Uniformity of Seedlings in Germination Tests and Transplant Modules. *Seed Science and Technology* 36:2130.
- Edelstein, M., Nerson, H. (2002) Genotype and plant density affect watermelon grown for seed consumption. *HortScience* 37(6):981-983.
- Ellis, R. H., Roberts, E. H. (1980) Towards a rational basis for testing seed quality. In: Hebblethwaite PD, ed. Seed Production, (ed. P.D. Hebblethwaite), Butterworths, London, 605-635.
- Eti, S. (1990). Çiçek tozu miktarını belirlemede kullanılan pratik bir yöntem. *Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 5(4):49-58.
- FAO. (2021) <http://www.fao.org> [Erişim Tarihi: 11.04.2023].
- Free, J. B. (1993). Insect pollination of crops. *Academic Press*, London and New York.
- Gok, P., Yetisir, H., Solmaz, I., Sarı, N., Eti, S. (2005) Pollen viability and germination rates of 45 watermelon genotypes. In III International Symposium on Cucurbits, Townsville, Australia, 731:99-102.
- Grumet, R., Katzir, N. (2007) New insight into reproductive development in melon (*Cucumis melo* L.). *Int J Plant Dev Biol* 1:253-264.
- Grumet, R., Katzir, N., Garcia-Mas, J. (2017) Genetics and genomics of *cucurbitaceae* – *Plant Genetics and Genomics Crops and Models*. 20:173-182, Springer Cham.
- Gusmao, M., Siddique, K. H. M., Flower, K., Nesbitt, H., Veneklaas, E. J. (2012) Water deficit during the reproductive period of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) reduced grain yield but maintained seed size. *Journal of Agronomy and Crop Science* 198(6):430-441.
- Harsant, J., Pavlovic, L., Chiu, G., Sultmanis, S., Sage, T. L., (2013) High temperature stress and its effect on pollen development and morphological components of harvest index in the C3 model grass brachypodium distachyon. *Journal of Explore Botanical* 64(10):2971-2983.
- Hedhly, A., Hormaza, J. I., Herrero, M. (2005). The effect of temperature on pollen germination, pollen tube growth, and stigmatic receptivity in peach. *Plant Biol* 7(5):476-483.
- ISTA (International Rules for Seed Testing), Full Issue. (2018) i–19-8 (298).
- Karabulut, A., Aktaş, H., Bekir, Ş. (2018) Sera kavun yetiştiriciliğinde aşılı fide kullanımının verim ve kaliteye etkileri. *SDÜ Fen Bil Enst Dergisi* 22(3):1223-1231.
- Karabıyık, Ş. (2022) Effects of temperature on pollen viability and *in vivo* pollen tube growth in *Citrus sinensis*. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 95:100-104.
- Karakurt, H., Aslantaş, R., Eşitken, A. (2010) Tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde etkili olan çevresel faktörler ve bazı ön uygulamalar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 24(2): 115-128.
- Kesh, H., Kaushik, P. (2021) Advances in melon (*Cucumis melo* L.) breeding: An update. *Scientia Horticulturae* 282:110045.
- Kombo, M. D. Sarı, N. (2019) Rootstock effects on seed yield and quality in watermelon. *Hortic Environ Biotechnol* 60(3):303-312.
- Kouonon, L. C., Jacquemart, A. L., Zoro Bi, A. I., Bertin, P., Baudoin, J. P., Dje, Y. (2009) Reproductive biology of the *andromonoecious Cucumis melo* subsp. *agrestis* (*Cucurbitaceae*). *Annals of Botany* 104(6):1129-1139.
- Liang, Q., Song, K., Lu, M., Dai, T., Yang, J., Wan, J., Wang, S. (2022) Transcriptome and metabolome analyses reveal the involvement of multiple pathways in flowering intensity in mango. *Frontiers in Plant Science* 13:933923.
- Liu, Y., Li, Z., Zhong, C., Zhang, Y., Wang-Pruski, G., Zhang, Z., Wu, J. (2023) Alleviating effect of melatonin on melon seed germination under autotoxicity and saline-alkali combined stress. *Journal of Plant Growth Regulation* 42(4):2474-2485.

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

- Mann, L. K., Robinson, J. (1950) Fertilization, seed development, and fruit growth as related to fruit set in the cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *American Journal of Botany* 685-697.
- McGregor, S. E. (1976) Insect pollination of cultivated crop plants. <http://gears.tucson.ars.ag.gov/book> (accessed 13 March 2009).
- Meehl, T. G. A., Tebaldi, C. (2004) More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science* 305:994-997.
- Mutetwa, M., Mafukidze, B. P., Makaure, B. T., Mubaiwa, T. C., Dendera, O., Tovigepi, E., Chaibva, P. (2023) Priming seeds with potassium nitrate is associated with modulation of seed germination and seedling growth ecology of *cucumis metuliferus*. *EUREKA: Life Sciences* (4):23-35.
- Nascimento, W. M. (2003) Muskmelon seed germination and seedling development in response to seed priming. *Scientia Agricola* 60:71-75.
- Norton, J. D. (1966). Testing of plum pollen viability with tetrazolium salts. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 89:132-134.
- Oliveira, C. E. D. S., Steiner, F., Zuffo, A. M., Zoz, T., Alves, C. Z., Aguiar, V. C. B. D. (2019) Seed priming improves the germination and growth rate of melon seedlings under saline stress. *Ciência Rural* 49(7).
- Papadopoulou, E., Little, H. A., Hammar, S. A., Rebecca, G. (2005) Effect of modified endogenous ethylene production on sex expression, bisexual flower development and fruit production in melon (*Cucumis melo* L.). *Sexual Plant Reproduction* 18:131-142.
- Phuong, N. T. D. (2021) Evaluation of the condition for storing pollen grains of Japanese melon *Cucumis melo* L. (*Cucurbitaceae*). *Tap Chi Sinh Hoc* 43(3).
- Pitrat, M. (2016) Melon genetic resources: phenotypic diversity and horticultural taxonomy. In: Grumet R, Katzir N, Garcia-Mas J, eds. *Plant genetics and genomics: crops and models*, 25-60, Cham: Springer.
- Pressman, E., Peet, M. M., Pharr, D. M. (2002) The effect of heat stress on tomato pollen characteristics is associated with changes in carbohydrate concentration in the developing anthers. *Annals of Botany* 90:631-636.
- Ranasinghe, C. S., Waidyarathna, K. P., Pradeep, A. P. C., Meneripitiya, M. S. K. (2010) Approach to screen coconut varieties for high temperature tolerance by in-vitro pollen germination. *COCOS* 19:01-11.
- Revanasidda, V., Belavadi, V. (2019) Floral biology and pollination in *Cucumis melo* L. a tropical *andromonoecious* cucurbit. *J. Asia Pac Entomol* 22:215-225.
- Sakata, T., Takahashi, H., Nishiyama, I., Higashitani, A. (2000) Effects of high temperature on the development of pollen mother cells and microspores in Barley *Hordeum vulgare* L. *J. Plant Res* 113(4):395-402.
- Solmaz, İ., Kartal, E., Sarı, N. (2018) Kavunda ABA uygulamalarının bitki büyümesi, çiçek cinsiyeti ve çiçek tozu kalitesine etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 6(9):1224-1228.
- Soltani, F. (2021) Breeding of melon (*Cucumis melo* L. Groups *Dudaim* and *flexuosus*). *Advances in Plant Breeding Strategies: Vegetable Crops: Fruits and Young Shoots*, 9:333-361, Springer.
- Stanghellini, M., Schultheis, J., Ambrose, J. (2002) Pollen mobilization in selected *Cucurbitaceae* and the putative effects of pollinator abundance on pollen depletion rates. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 127:729-736.
- Tanaka, K., Nishitani, A., Akashi, Y., Sakata, Y., Nishida, H., Yoshino, H., Kato, K. (2007) Molecular characterization of South and East Asian melon, *Cucumis melo* L, and the origin of Group *conomon* var. *makurwa* and var. *conomon* revealed by RAPD analysis. *Euphytica* 153:233-247.
- Tur, A., Seymen, M., Türkmen, Ö. (2017) Kavunda ebeveyn hat ile melezlerinin bazı tohum ve tohum çıkışı özelliklerinin

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

- belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi* 6:127-130.
- Wan Shafiin, W. N. S. S., Ablah, N. L., Nur Fatihah, H. N., Alam, M. A., Ma'arup, R., Jahan, M. S., Alias, N. (2021) Breeding strategies for enhancing nutrient content and quality in *Cucurbitaceae*: a review. *International Journal of Vegetable Science* 27(5):415-438.
- Wang, Y., Qiu, Y., Lu, Y., Wang, X., Zhang, H., Wu, P., Xu, X. (2023) Biocontrol of bacterial fruit blotch by seed priming with *Bacillus amyloliquefaciens* and *Pseudomonas fluorescens*. *Seed Science and Technology* 51(2):191-203.
- Wein, H. C. (1997). The physiology of vegetable crops. In: Wein, H.C. (Ed.). The Cucurbits: Cucumber, Melon, Squash and Pumpkin, 662, Cab International, UK.
- Whitaker, T. W. (1931). Sex ratio and sex expression in the cultivated cucurbits. *American Journal of Botany* 18(5):359-366.
- Wijesinghe, S. A. E. C., Evans, L. J., Kirkland, L., Rader, R. (2020) A global review of watermelon pollination biology and ecology: The increasing importance of seedless cultivars. *Scientia Horticulturae* 271:109493.
- Yang, H., Liu, C., Wang, Z., Hu, X., Wang, T. (2019) Advances in the regulatory mechanisms of pollen response to heat stress in crops. *Chinese Bulletin of Botany* 54(2):157.
- Yetişir, H., Sarı, N. (2018) Fruit and seed yields of watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai] grafted onto different bottle gourd (*Lagenaria siceraria* Molina Standl.) rootstocks. *Asian Journal of Research in Agriculture and Forestry* 1(2):1-9.
- Zaman, M. R. (2006) Pollen germination, viability and tube growth in fourteen cultivated and wild species of cucurbit grown in Bangladesh. *J. Life Earth Sci.* 1(2):1-7.
- Zhang, Z., Fan, J., Wu, J., Zhang, L., Wang, J., Zhang, B., Wang-Pruski, G. (2020) Alleviating effect of silicon on melon seed germination under autotoxicity stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 188:109901.
- Zuang, H. (1982) La fertilisation des cultures legumieres. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (ed.), Paris, France, 395, CTIFL Publ., Paris.



Araştırma Makalesi

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

Kander KOÇ^{1*} Ali ERKİLİÇ¹

ÖZ

Bu çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan Antep fıstığı üretim alanlarında, kurumalara neden olabilecek bazı toprak kökenli fungal patojenler araştırılmıştır. Gaziantep, Şanlıurfa ve Kilis illerinde bulunan 48 farklı Antep fıstığı bahçesinde 2021 yılı yetiştiricilik sezonu Haziran ve Eylül aylarında 1.900 ağaç incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda en yüksek hastalık şiddeti ve hastalık yaygınlığı sırasıyla %11.4 ve %94.4 oranı ile Şanlıurfa ilinde, en yüksek hastalık oranı ise %23.1 ile Gaziantep ilinde belirlenmiştir. Çalışma kapsamında kök bölgesinde yapılan izolasyonlarda %73.3 oran ile en fazla *Clonostachys rosae* etmeni, gövdeden yapılan izolasyonlarda ise %44.2 oran ile en fazla *Fusarium* spp. türleri tespit edilmiştir. Yürütülen patojenisite çalışmaları kapsamında, en geniş enfeksiyon alanlarını; UCB-1 genotipi anacında *Fusarium oxysporum*, *Pistacia vera* genotip anacında *Nectria* sp., Buttum genotip anacında *Alternaria alternata* etmenleri oluşturmuştur.

Anahtar Kelimeler: Antep fıstığı (*Pistacia vera*), Toprak kökenli funguslar, Ağaç ölümleri

Investigation of Drying of Trees Caused by Soil-Borne Pathogens in Pistachio Fields of Southeastern Anatolia Region

ABSTRACT

In this thesis, some soil-borne fungal pathogens causing drying were investigated in pistachio production areas in the Southeastern Anatolia Region. Survey studies showed that the highest disease severity and disease prevalence were determined in Şanlıurfa with 11.4% and 94.4%, respectively, and the highest disease rate in Gaziantep with 23.1%. *Clonostachys rosae* was the most common with 73.3% in the isolations made in the root region, and *Fusarium* spp species was determined the most with 44.2% in the isolations made from the stem. As a result of the pathogenicity study, the largest areas of infection; *Fusarium oxysporum* on UCB-1 genotype rootstock, *Nectria* sp. on *Pistacia vera* genotype rootstock, *Alternaria alternata* on Buttum genotype rootstock.

Key Words: Pistachio (*Pistacia vera*), Soil-born fungi, Tree deaths

ORCID ID: (Yazar sırasına göre)
0000-0002-6784-8423, 0000-0002-9990-4194

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 25.05.2023
Kabul Tarihi: 13.12.2023

¹ Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma A.B.D., Sarıçam, Adana
E-posta: kanderkoc33@gmail.com

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

Giriş

Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.), Anacardiaceae familyasına dahil bir tür olup kökeninin Orta ve Batı Asya'nın kurak bölgeleri olduğu bildirilmekle birlikte bu türün Akdeniz havzasının geneline dağıldığı rapor edilmiştir (Tomaino ve ark., 2010). Antep fıstığının Güneydoğu Anadolu bölgesinde Etiler döneminde kültüre alındığı ve bu dönem de kralların sofralarında bulunduğu bildirilmiştir (Tekin ve ark., 2001). Antep fıstığının, Kuzey ve Güney yarımkürelerin 30°-45° paralelleri arasında uygun mikro klima alanlarında yetiştirildiği bilinmektedir (Bilgen, 1973; Tekin ve ark., 1995; Tekin ve ark., 2001). Bu paraleller arasında yer alan Amerika Birleşik Devletleri (ABD), İran, Türkiye, Çin ve Suriye dünya da en fazla Antep fıstığı üretiminin yapıldığı ülkelerin başında gelmektedir (Anonmyous, 2023). Vavilov'un belirttiğine göre; Antep fıstığının dünyada bilinen 2 gen merkezi bulunmaktadır. Ülkemizin bu gen merkezlerinden "Yakın Doğu" gen merkezi üzerinde yer almaktadır. Ülkemizde ise Antep fıstığı gen merkezinin Güney Doğu Anadolu Bölgesi olduğu bildirilmiştir (Tekin ve ark., 1995; Tekin ve ark., 2001). Antep fıstığı olumsuz yetiştiricilik koşullarında yetiştirilebilen bir kültür bitkisi olup diğer birçok kültür bitkisinin yetişemeyeceği koşullarda yetiştirebilmektedir. Antep fıstığının organik madde ve bitki besin maddesi içeriği düşük, yüksek pH 'a sahip kireçli topraklarda yetiştiriciliğinin yapılabildiği bilinmektedir. (Tekin ve ark., 2001; Atlı ve ark., 2003). Antep fıstığı meyvelerinin hem kuruyemiş hem de farklı gıda üretim sektörlerinde ham madde olarak kullanıldığı bilinmekle birlikte farklı sağlık sorunlarının tedavisinde kullanıldığı rapor edilmiştir (Çağlar ve ark., 2017).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, 2021 yılı Dünya Antep fıstığı üretimi incelendiğinde toplam 994.535 bin ton Antep fıstığı üretiminin yapıldığı rapor edilmiştir. Bu üretimin %52.7'i ABD, %13.6'ı İran ve %12'inin Türkiye tarafından yapıldığı rapor edilmiştir (Anonmynous, 2023). Ülkemizde ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre; 2022 yılında toplam

4.087.086 dekar alanda 239.289 ton Antep fıstığı üretimin yapıldığı bildirilmiştir. Şanlıurfa ili 1.595.681 dekar üretim alanı ve 107.034 ton Antep fıstığı üretimi ile ilk sırada yer alırken, bu ili 1.424.636 dekar alan ve 55.939 ton Antep fıstığı üretimi ile Gaziantep ili izlemektedir. Çalışmanın yürütüldüğü Şanlıurfa, Gaziantep ve Kilis illerinde toplam Antep fıstığı üretim alanı 3.094.979 dekar olup bu alan tüm Türkiye Antep fıstığı üretim alanlarının %75.7'sini oluşturmaktadır. 2021 yılında bu 3 ilin toplam Antep fıstığı üretimi 165.566 ton olup bu üretim tüm Türkiye Antep fıstığı üretiminin %69.2'dir (Anonim, 2023).

Antep fıstığı üretim alanlarında verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin olduğu bilinmektedir. Bitkilerde oluşan fitopatojen kaynaklı hastalıklar tarımsal üretimde verim ve kaliteyi sınırlandıran önemli biyotik stres faktörlerinden biridir. Antep fıstığında fungal etmenlerin neden olduğu hastalıklar daha dikkat çekicidir. Dünya genelinde Antep fıstığı yetiştiriciliğini etkileyen 69 farklı fungal patojen belirlenmiştir. Belirlenen fungal patojen etmenlerin 27'sinin Antep fıstığında değişen düzeyler de ekonomik kayıplara yol açtığı tespit edilmiştir (Anonim, 1997; Demiray ve Akçalı, 2020). Antep fıstığı yetiştiriciliği yapılan alanlarda toprak kaynaklı fitopatojen etmenlerin oluşturduğu hastalıkların kontrolünün oldukça zor olduğu ve önemli düzeyde kayıpların bu etmenler nedeniyle oluşturulduğu bildirilmiştir (Demiray ve Akçalı, 2020). *Phytophthora* Kök-Kök Tacı Çürüklüğü ve *Verticillium* Solgunluğu hastalıklarının İran'da düzenli olarak her yıl değişen düzeylerde önemli ekonomik kayıplara neden olduğu bildirilmiştir (Saber ve Fathia, 2018).

Antep fıstığı ağaçlarında görülen *Phytophthora* etmeninin neden olduğu Kök ve Kök Tacı Çürüklükleriyle mücadele edilmediği takdirde bahçelerde bulunan ağaç sayısının 5-10 yıl içerisinde %80 düzeyinde azalabileceği bildirilmiştir (Moradi, 2015a; ve b; Moradi ve ark., 2017). İran Antep fıstığı bahçelerinde *Phytophthora* türlerinin en önemli toprak kaynaklı hastalık etmenlerinden biri olduğu ve en yaygın türlerin *Phytophthora pistaciae* ve *P. drechsleri*, olduğu bildirilmiştir. (Mirabolfathy

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

ve ark., 2001; Banihashemi ve Moradi, 2004; Moradi ve ark., 2017). Etmenle bulaşık olan bahçelerde yıllık kayıpların %2 ila %11 arasında olduğu bildirilmiştir (Moradi 2015a ve b; Moradi ve ark., 2017). Türkiye'de Antep fıstığı yetiştiricilik alanlarında *Diaporthe ambigua* etmeninin Antep fıstığı ağaçlarında kansere ve ölüme yol açtığını bildirilmiştir (Sakçı ve Kurt, 2022).

Bu çalışmanın amacı; Şanlıurfa, Gaziantep ve Kilis illerinde Antep fıstığı alanlarında son yıllarda sıklıkla karşılaşılan ağaç kurumalarının nedenlerinin belirlenmesi ve çözüm olanaklarının araştırılmasıdır. Bölgede ki üreticilere büyük ekonomik kayıplara neden olan bu kurumaların nedenlerinin belirlenmesi ve mücadele olanaklarına yönelik çalışmaların yapılması büyük bir önem arz etmektedir.

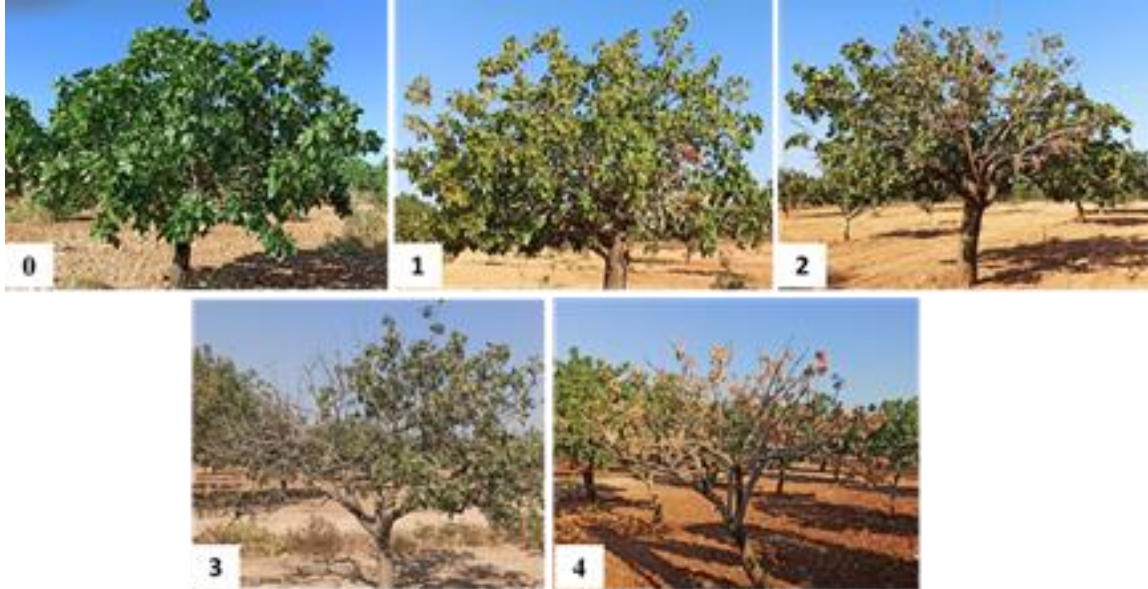
Materyal ve Yöntem

Gaziantep, Şanlıurfa ve Kilis illerinde kuruma belirtisi gözlenen Antep fıstığı ağaçları çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur. Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji laboratuvarında rutin çalışmalarda kullanılan ve çalışma için gerekli olan her türlü kimyasal ve ekipman *in vitro* ortam çalışmalarının materyalini oluşturmuştur.

Arazi Çalışmaları ve Hastalıklı Bitki Örneklerinin Toplanması

Araştırma materyalini oluşturan Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) ağaçlarında meydana gelen kurumaların nedenlerinin belirlenmesi amacıyla, 2021 yetiştiricilik sezonu Haziran ve Eylül aylarında, Gaziantep, Şanlıurfa ve Kilis illerinin bazı yetiştiricilik alanlarında sörvey çalışmaları yürütülmüştür. Yürütülen sörvey çalışmaları kapsamında Gaziantep ilinde (Nizip, Karkamış ve Merkez ilçeleri) 26, Şanlıurfa ilinde (Birecik ve Karaköprü ilçeleri) 18 ve Kilis ilinde (Merkez ilçe) 4 bahçe olmak üzere toplam 48 bahçe ziyaret edilmiş olup, 2.802 dekar alanda 1.900 ağaç 'da inceleme yapılmıştır.

Sörvey çalışması yürütülen üretim alanlarında köşegenler doğrultusunda gezilerek örnekleme noktaları belirlenmiş ve her örnekleme noktasından 5 Antep fıstığı ağacı incelenmiştir. Kuruma belirtisi gözlenen ağaçlar da yapılan incelemelerde belirtiler Şekil 1 de verildiği gibi bu çalışma da geliştirilen 0-4 skalasına göre değerlendirilmiş ve bu skala değerleri üzerinden incelenen her bahçe için hastalık şiddeti (%) hesaplanmıştır. Ayrıca incelenen bahçelerde hastalık oranı (%) ve bölge düzeyinde hastalık yaygınlığı (%) da hesaplanmıştır (Şeki1.)



Şekil 1. Sörvey çalışması sırasında kullanılan değerlendirme skalası; **0:** Sağlıklı, **1:** Bir dalda hafif solgunluk, **2:** Bir dalda şiddetli solgunluk ve kuruma, **3:** İki dalda şiddetli solgunluk ve kuruma, **4:** Yaygın kuruma ve ölüm. (Orijinal)

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

Sörvey çalışmaları sırasında kuruma belirtisi gözlenen ağaçların kök, gövde ve üst dal kısımlarından örnekler alınmış, örnekler polietilen torbalara alınarak izole edilmek üzere en kısa süre içerisinde Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji laboratuvarına getirilmiştir.

Sörvey çalışmaları sırasında bahçe de sulama yapıyorsa kullanılan sulama tekniği, biliniyorsa kullanılan aşı ve anaçların genotiplerinin isimleri, kullanılan gübreler ve miktarları, kullanılan pestisitler ve uygulama tarihleri ile ağaç yaşları gibi önemli bazı bilgiler not edilmiştir.

Fungusların İzolasyonu

Laboratuvara getirilen hastalıkla bulaşık olduğu düşünülen bitki kısımları akan su altında yıkanarak yabancı madde içeren kısımlar örnekten uzaklaştırılmıştır. Hastalıkla bulaşık ve sağlıklı bitki kısımlarını içeren örnek, steril bisturi kullanılarak 4-5 mm büyüklüğünde kesilmiştir. Kesilen bitki kısımları yüzey sterilizasyonu yapılarak steril kurutma kağıtları üzerinde kurutulmuştur. İzolasyonlar için antibiyotik (Streptomisin sülfat) eklenmiş Patates Dekstroz Agar (PDA) besiyeri kullanılmıştır. Besiyeri ortamına yüzey sterilizasyonu yapılan bitki parçalarından her bir petri de 4-5'er adet olacak şekilde ekim yapılmıştır. Bu petriler 25°C sıcaklıkta 5-6 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır (Tunabaş, 2022).

PDA ortamına alınan örneklerden 6 gün sonra gelişen fungus kolonileri mikroskopik özellikleri yönünden değerlendirilmiş ve saflaştırılarak daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere eğik agarlı tüplerde (+4°C) ve kâğıt kültürlerde (-20°C) saklanmıştır (Tunabaş, 2022).

Fungusların Tanısı

Fungusların Klasik Tanısı

Fungus türlerinin klasik yöntemlerle tanılanmasında kolonilerin rengi, şekli ve büyüklükleri, gelişme hızı, konidiofor, vesikül, phalid ve konidilerin özellikleri, eşeyli ve eşeysiz üreme yapılarının şekli, özellikleri ve sklerot varlığı yönleri ile incelenmiştir. (Sutton,

1973; Barnett ve Hunter, 1972; Domsch ve ark., 1980).

Fungusların Moleküler Tanısı

Etmelerin DNA ekstraksiyonları, Doyle ve Doyle, (1990) ve Nejat ve ark., (2009) tarafından geliştirilen protokole göre yapılmıştır. DNA çoğaltma işleminde ITS4 primeri kullanılmış olup (White ve ark., 1990), işlem (Hirano ve Arie, 2006) göre yapılmıştır. Elde edilen jel görüntüleme için, UV ışık (320 nm) altına alınmış ve oluşan DNA bantları değerlendirilmiş ve fotoğraflanmıştır. Gen sekanslama sonucu elde edilen nükleotid dizileri NCBI-BLAST sisteminde analiz edilerek moleküler tanı işlemi gerçekleştirilmiştir.

Patojenisite Çalışmaları

Patojenisite çalışmalarında kullanılması amacıyla sağlıklı olduğu bilinen Şanlıurfa/Birecik ilçesinde bulunan Antep fıstığı fidan üretimi yapılan işletmeden Buttum ve Vera genotiplerinin anaçları, Gaziantep/Nizip ilçesinde fidan üretimi yapılan bir işletmeden ise UCB-1 genotipi anaçları temin edilmiştir. İzole edilebilen funguslardan daha önemli olduğu düşünülen 12 adet 8-10 günlük taze saf fungal izolatlar her biri her genotip anacına 3 tekrerrüt olacak şekilde inoküle edilmiştir. İnokülasyon işlemi için fidanların kök boğazı ve toprağa yakın gövde kısımlarında mantar delici alet kullanılarak yara açılmış, PDA ortamından alınan patojen fungus parçaları yara açılan kısımlara yerleştirilerek inokülasyon gerçekleştirilmiştir. İşlem sonrası bu alanlar izole edilerek fungus izolatlarıyla numaralandırılmıştır. Patojen inoküle edilen fidanlara gerekli bakım işlemleri yapılmış ve 4 aylık süreyle belirli periyotlarla gözlemleri yapılmıştır. Süre sonunda enfeksiyon alanları incelenerek mm² kare olarak ölçülmüştür.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Antep Fıstığı Alanlarında Ağaç Kurumalarının Yaygınlığı ve Şiddetinin Belirlenmesi

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Antep fıstığı alanlarında 2021 yılı Haziran ve Eylül aylarında olmak üzere 2 kez arazi sörveyi gerçekleştirilmiştir. Sörvey çalışmaları

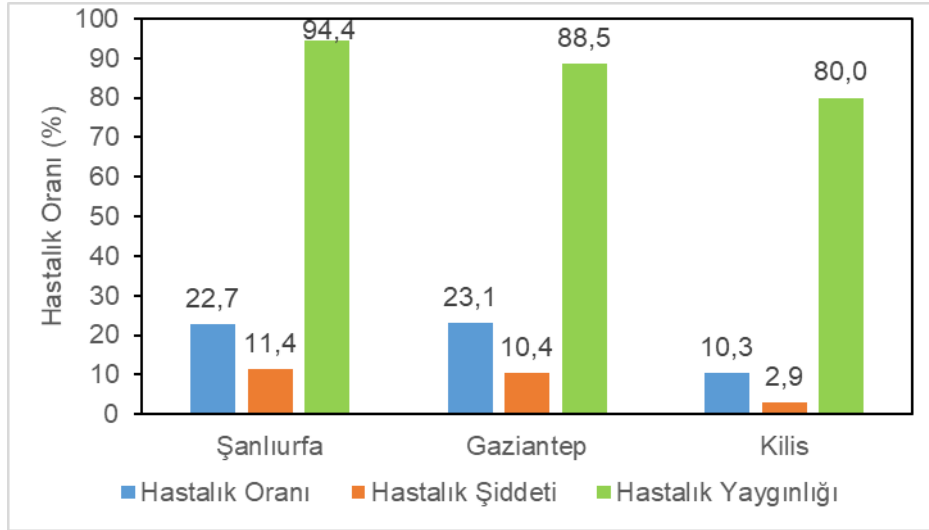
Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

kapsamda Gaziantep ili Nizip, Karkamış ve Merkez ilçelerinde 26, Şanlıurfa ili Birecik ve Karaköprü ilçelerinde 18, Kilis ili Merkez ilçesinde 4 bahçe olmak üzere toplam 48 bahçe, 2.802 dekar alan ve 1.900 Antep fıstığı ağacı incelenmiştir. Çalışma kapsamında hazırlanan 0-4 değerlendirme skalası kullanılarak sörvey alanlarında ki ağaç kurumalarının şiddeti ve oranı (%) belirlenmiştir.

Sörvey yapılan illerde genel hastalık yaygınlığı, oranı (%) ve şiddeti değerlendirildiğinde; Hastalık yaygınlığı %94.4 oran ile en yüksek Şanlıurfa ilinde, en düşük ise %80 oran ile Kilis ilinde tespit edilmiştir. Hastalık oranı %23.1 oran ile en yüksek Gaziantep ilinde, en düşük ise %10.3 oran ile Kilis ilinde tespit edilmiştir. Hastalık şiddeti %11.4 oran ile en fazla Şanlıurfa ilinde, en düşük ise %2.9 oran ile Kilis ilinde tespit edilmiştir (Şekil 2.). Hastalığın yaygınlığı, oranı (%) ve şiddeti birlikte değerlendirildiğinde; Şanlıurfa ve Gaziantep illerinde hastalık oranlarının (%) daha yüksek, Kilis ilinde ise oranların (%) daha düşük olduğu

belirlenmiştir. Bu tablo ile karşılaştırılmasındaki en önemli nedenlerin; Şanlıurfa'nın Birecik ilçesi ve Gaziantep'in Nizip ve Karkamış ilçelerinde Antep fıstığı yetiştiriciliği yapılan alanlarda daha yoğun sulama uygulamalarının yapılması ve yağışların üretim için yetersiz olması nedeni ile oluşan kuraklık stresi sonucunda oluşabileceğini düşündürmektedir.

Çalışmanın bu kısmı bir bütün olarak değerlendirildiğinde; bulguların geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarla örtüştüğü belirlenmiştir. Örneğin; Sörvey çalışması yürütülen bu alanda yürütülen bir çalışmada Antep fıstığı alanlarında geriye doğru ölümlere neden olan *Neoscytalidium novaehollandiae* etmeninin bulaşıklık oranının Birecik ilçesinde %39.34 olarak belirlenmiştir. Aynı çalışma da etmen ile bulaşıklık oranının Birecik ilçesinde, Karaköprü ilçesine oranla daha yoğun olduğu rapor edilmiştir (Kılınç ve ark., 2022).



Şekil 2. Sörvey Yapılan İllerde Antep Fıstığı Alanlarında Hastalığın Değerlendirmesi

Antep Fıstığı Ağaçlarındaki Kurumaların Neden Olan Fungal Etmenler

İki farklı dönemde yapılan sörvey çalışmaları sonucunda; Hastalık belirtisi gözlenen ağaçların gövde ve kök kısımlarından örnekler alınmış ve izolasyon çalışmaları bu örnekler kullanılarak yürütülmüştür. Yapılan izolasyonlar sonucunda farklı olduğu belirlenen ve Polimeraz Zincir Reaksiyonu (Polymerase Chain Reaction) ile

tanılaması yapılan 42 farklı izolat izole edilmiştir. Tanılama işlemi sonrasında elde edilen 42 farklı izolattan 22 farklı fungus türü belirlenmiştir.

İzole edilen funguslardan 2 tanesi mikoparazit (*Clonostachys rosae* ve *Trichoderma tomentosum*), diğer 20 fungus etmenin önemli bir kısmı zayıflık paraziti olarak tespit edilmiştir. İzole edilen funguslardan türe özelleşebilen K-

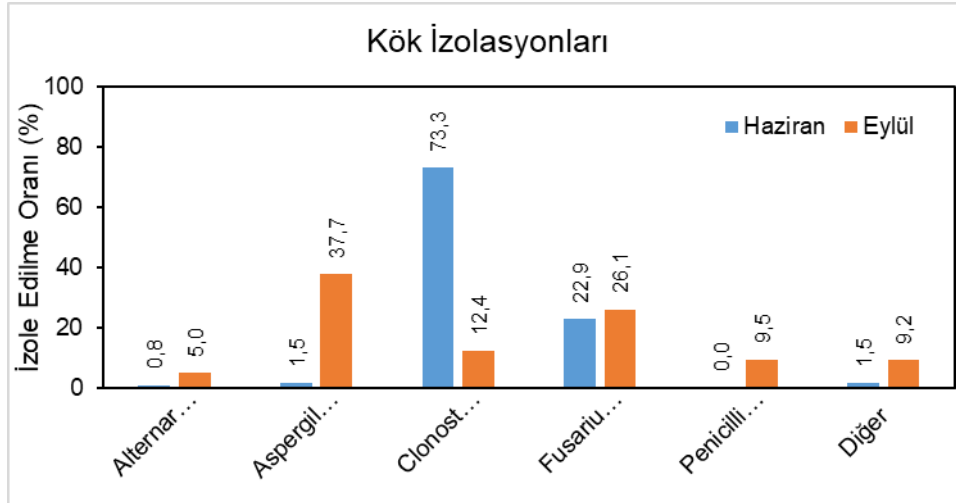
Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

24 (*Fusarium oxysporum*) izolatu arazi şartlarında gözlenen kurumlara neden olabilecek bir etmen olduğu için önemli olarak değerlendirilmiştir. Ancak diğer izole edilen etmenlerden zayıflık paraziti etmeni olanların abiyotik stres faktörlerine bağlı olarak kurumalar oluşturabileceğini düşündürmüştür. Bu bağlamda ağaç kurumalarına yapılan hatalı sulama uygulamaları ve hatalı kültürel işlemlerin neden olabileceği değerlendirilmiştir.

Gerek dünyada gerekse ülkemizde Antep fıstığı üretim alanlarında patojen olan birçok farklı fungus türü tespit edilmiştir. Yürütülen çalışma bir bütün olarak değerlendirildiğinde; Öncelikle bulguların geçmiş yıllarda yapılan birçok çalışma ile örtüştüğü belirlenmiştir. Örneğin; Michailidies ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada Kaliforniya eyaletindeki Antep fıstığı üretim alanlarında *Alternaria Geç Yanıklığı* (*Alternaria alternata*) hastalığını en önemli 4 majör hastalık arasında rapor edilmiştir. Aynı çalışmada *Phomopsis* sp. etmeninin neden olduğu *Phomopsis Sürgün*

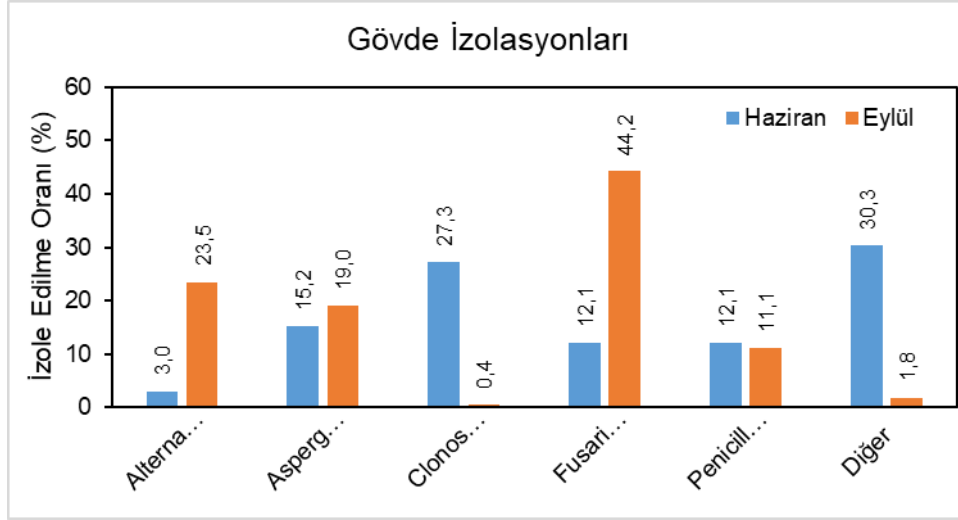
Kurumalarını ise Antep fıstığı üretim alanlarında görülen minör hastalıklardan biri olarak rapor edilmiştir (Michailidies ve ark., 1995). Ülkemiz Güneydoğu Anadolu ve Doğu Akdeniz Bölgelerinde ki Antep fıstığı üretim alanlarında yapılan bir çalışmada yürütülen çalışmaya benzer olarak *Aspergillus* spp. ve *Fusarium* spp. türlerinin belirlendiği rapor edilmiştir (Eskalen ve ark., 2001). Kaliforniya Antep fıstığı üretim alanlarında yapılan farklı bir çalışmada, yürütülen çalışmaya benzer şekilde *Fusarium oxysporum* ve *F. solani* etmenleri tespit edilmiştir. (Crespo ve ark., 2019).

Kök bölgesi için 2021 yetiştiricilik sezonu Haziran ayında yapılan sorvey de en fazla izole edilen fungus %73.3 oranında *Clonostachys rosae* olarak belirlenirken, eylül ayında yapılan sorveyde ise, en fazla izole edilen etmen %37.7 oranında *Aspergillus* spp. olarak belirlenmiştir. Kök bölgesinde yapılan izolasyonlar sonucu *Fusarium* spp. etmenleri de önemli oranda tespit edilmiştir (Şekil 3.).



Şekil 3. Kök Bölgesinde Yapılan İzolasyonlar Sonucu En Fazla İzole Edilen Fungal Etmenler

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması



Şekil 4. Gövde Kısmından Yapılan İzolasyonlar Sonucu En Fazla İzole Edilen Fungal Etmenler

Örnek alınan bitkilerin gövde kısmından, 2021 yetiştiricilik sezonu Haziran ayında alınan örneklerde en fazla izole edilen etmen *Clonostachys rosae* (%27.3) olarak belirlenirken, eylül ayında alınan örneklerde en fazla izole edilen etmen *Fusarium* spp. (%44.2) olarak belirlenmiştir. Gövde kısmından yapılan izolasyonlar sonucu *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., ve *Penicillium* spp. etmenleri de önemli oranda tespit edilmiştir (Şekil 4.). Çalışma kapsamında, kök ve gövde örnekleri birlikte değerlendirildiğinde Haziran ayında

yapılan sürveyler de PDA ortamında 11 farklı fungus izole edilmiştir. Hem kök hem de gövdeden en fazla izole edilen etmenin *Clonostachys rosae* olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1.).

Benzer şekilde, eylül ayında yapılan sürveylerde 11 farklı etmen izole edilmiştir. İzole edilen etmenlerden kök bölgesinde en fazla izole edilen etmen *Aspergillus* spp. olarak belirlenirken, gövde kısmından en fazla izole edilen etmenler *Fusarium* spp. türleri olmuştur (Çizelge 2.).

Çizelge 1. 2021 Yetiştiricilik Sezonu Haziran Ayında Hastalık Belirtisi Gözlenen Antep fıstığı Ağaçlarından Kök ve Gövde Bölgesinden İzole Edilen Fungal Etmenler

Fungus Adı	Koloni Sayısı		İzole Edilme Oranı (%)	
	Kök	Gövde	Kök	Gövde
<i>Alternaria</i> spp.	1	1	0,8	3,0
<i>Aspergillus</i> spp.	2	5	1,5	15,2
<i>Chaetomium grande</i>	1	0	0,8	0,0
<i>Cladosporium colombiae</i>	0	3	0,0	9,1
<i>Clonostachys rosae</i>	96	9	73,3	27,3
<i>Fusarium</i> spp.	30	4	22,9	12,1
<i>Nectria</i> sp	0	2	0,0	6,1
<i>Paecilomyces formosus</i>	0	4	0,0	12,1
<i>Penicillium</i> spp.	0	4	0,0	12,1
<i>Thelonectria truncata</i>	1	0	0,8	0,0
<i>Volutella</i> sp.	0	1	0,0	3,0
TOPLAM	131	33	100	100

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

Çizelge 2. 2021 Yetiştiricilik Sezonu Eylül Ayında Hastalık Belirtisi Gözlenen Antep fıstığı Ağaçlarından Kök ve Gövde Bölgesinden İzole Edilen Fungal Etmenler

Fungus Adı	Koloni Sayısı		İzole Edilme Oranı (%)	
	Kök	Gövde	Kök	Gövde
<i>Alternaria</i> spp.	19	53	5,0	23,5
<i>Aspergillus</i> spp.	143	43	37,7	19,0
<i>Clonostachys rosae</i>	47	1	12,4	0,4
<i>Fusarium</i> spp.	99	100	26,1	44,2
<i>Mucor</i> sp.	12	0	3,2	0,0
<i>Paecilomyces formosus</i>	2	3	0,5	1,3
<i>Penicillium</i> spp.	36	25	9,5	11,1
<i>Phomopsis</i> sp.	16	0	4,2	0,0
<i>Sordaria fimicola</i>	2	0	0,5	0,0
<i>Trichoderma tomentosum</i>	0	1	0,0	0,4
<i>Volutella</i> sp.	3	0	0,8	0,0
TOPLAM	379	226	100	100

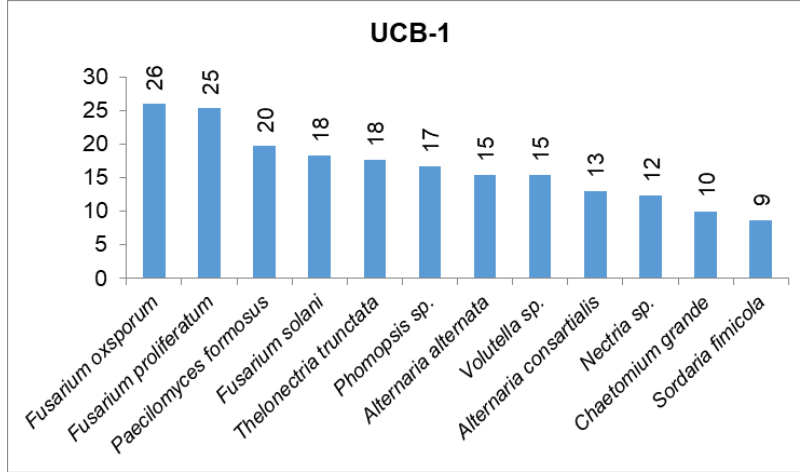
Antep fıstığı üretim alanlarında kuruma belirtisi gözlenen ağaçların kök bölgesinin incelendiği farklı çalışmalarla, yürütülen çalışma ile izole edilebilen patojenlerin önemli bir kısmı rapor edilmiştir. Örneğin; Tunus'ta solgunluk belirtisi gösteren Antep fıstığı ağaçlarının kök bölgesinde yapılan izolasyonlarda *Fusarium solani* etmeninin tespit edildiği rapor edilmiştir (Triki ve ark., 2011). Yapılan diğer bir çalışmada Kaliforniya Antep fıstığı üretim alanlarında Taç Çürümesi ve Kök Kanseri belirtilerinin bulunduğu alandan yapılan izolasyonlarda, *Fusarium oxysporum* ve *F. proliferatum* etmenlerinin izole edildiği rapor edilmiştir (Crespo ve ark., 2019).

Mandollu (2021) tarafından yürütülen bir çalışmada; Şanlıurfa Birecik ilçesinde Antep fıstığı üretim alanlarında dallarda kuruma ve geriye doğru ölüm belirtileri gözlenen bitki kısımlarından yapılan izolasyonlarda *Fusarium* spp. ve *Trichoderma* spp. türlerinin teşhis edildiği rapor etmiştir.

Fungusların Antep Fıstığı Anaçlarında Hastalık Oluşturma Potansiyelleri

İzole edilebilen etmenlerden önemli olduğu öngörülen ve bu tip de kurumalara yol açabilecek 12 fungus etmeni belirlenmiş, belirlenen etmenler sörvey yapılan üretim alanlarında en fazla kullanılan 'UCB-1, *P. khinjuk* ve *P. vera* genotip anaçlarına inoküle edilmiştir. İnokülasyon işleminden 4 ay sonra inokülasyon noktaları açılarak infeksiyon alanları ölçülmüştür. UCB-1 genotip anacına yapılan inokülasyonlar sonucu en geniş infeksiyon alanı *Fusarium oxysporum* etmeni (26 mm²), en dar infeksiyon alanı ise *Sordaria fimicola* etmeni tarafından oluşturmuştur (9 mm²). Fungusların oluşturduğu infeksiyon alanları (mm²) genel olarak birbirine yakın değerler olduğu ve oluşan alanlardaki farklılıkların çok fazla olmadığı değerlendirilmiştir (Şekil 5.).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması



Şekil 5. Fungal Etmenlerin Antep fıstığı UCB-1 Genotipi Anacında Oluşturduğu İnfeksiyon Alanları (mm²)

Kaliforniya eyaleti Antep fıstığı üretim alanlarında yapılan bir çalışmada *Fusarium oxysporum* ve *F. proliferatum* etmenlerinin UCB-1 genotip anaçlarının gövdelerinde çürüme ve renk değişikliği oluşturabildiği bildirilmiştir (Crespo ve ark., 2019). Ancak yaptığımız çalışmada çalışma süresi sonunda bu etmenlerle inoküle edilmiş UCB-1 genotip fidanlarında bu belirtiler gözlenmemiştir.

Yapılan simptomatolojik gözlemlerde UCB-1 genotip anaçlarında solgunluk ve kuruma belirtilerinin olduğu gözlenmiş ancak pozitif kontrol olarak alanda bulunan diğer UCB-1 genotip anaçlarında da aynı belirtilerin gözlenmesi ve patojenisite testinde infeksiyon alanlarının yeterli büyüklükte olmaması nedeniyle gözlenen bu belirtilerin fungustan kaynaklı olmadığı, fizyolojik bir streten kaynaklı olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

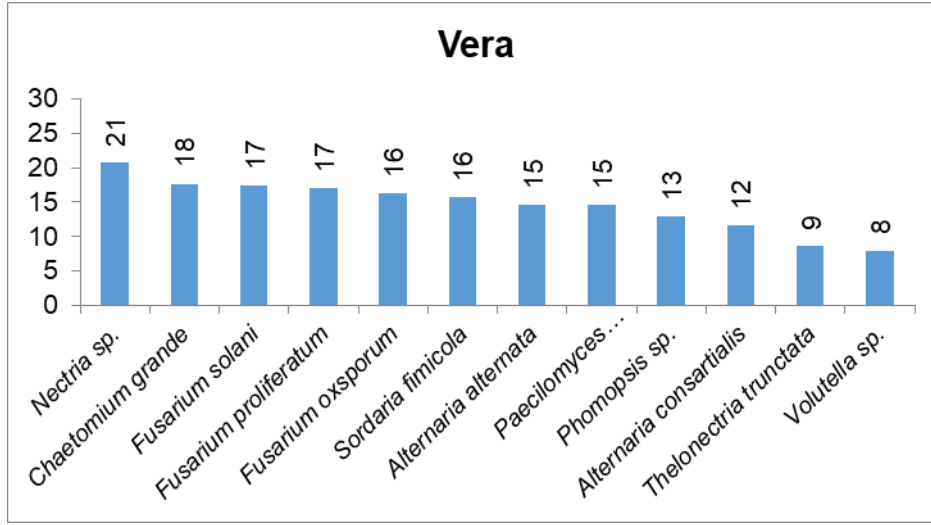
P. vera genotipi anacına yapılan inokülasyonlar sonucu en geniş infeksiyon alanının *Nectria sp.* etmeni (21 mm²), en dar infeksiyon alanı ise

Volutella sp. (8 mm²) etmenince oluşturulmuştur.

Fungusların oluşturduğu infeksiyon alan değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu ve UCB-1 genotipi anacı ile karşılaştırıldığında infeksiyon alan büyüklük değerlerinin daha az olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6.).

Yapılan simptomatolojik gözlemlerde *P. vera* genotipi anacında *Fusarium* türleri inokülasyonları sonrası hafif solgunluk ve kuruma belirtileri gözlenirken diğer fungus türleri ile inoküle edilen fidanlarda daha hafif solgunluk belirtileri gözlenmiştir. Antep fıstığı üretim alanlarında *Botryosphaeria obtusa* etmeninin neden olduğu Gövde Çürümelere üzerine yapılan bir çalışmada, etmenin *P. vera* genotip anaçlarında yüksek virülent etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Swart ve Botes, 1995). Belirtilen çalışmaya benzer olarak yürütülen çalışma kapsamında *P. vera* genotip anaçlarında solgunluk ve kuruma belirtilerinin diğer genotip anaçlara oranla daha fazla olduğu gözlenmiştir.

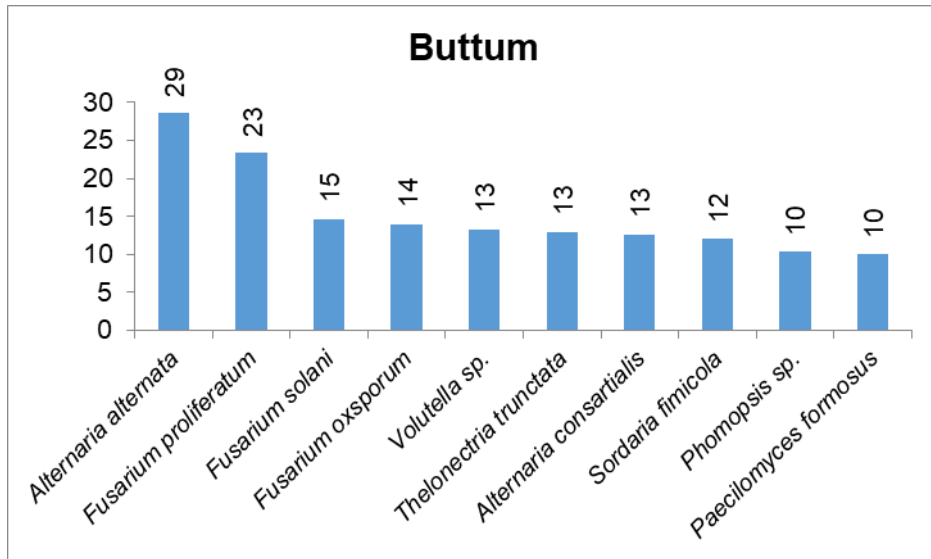
Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması



Şekil 6. Fungal Etmenlerin Antep Fıstığı Vera Genotipi Anacında Oluşturduğu İnfeksiyon Alanları (mm²)

Buttum (*P. khinjuk*) genotip anacına yapılan inokülasyonlarda 10 fungus etmeni kullanılmıştır. Kullanılan fungus etmenlerinden en geniş infeksiyon alanını *Alternaria alternata* (29 mm²) etmeni tarafından oluştururken, en dar

infeksiyon alanı ise 10 mm² infeksiyon alanı ile *Phomopsis sp.* ve *Paecilomyces formosus* etmenlerince oluşturmuştur (Şekil 7.).



Şekil 7. Test Edilen Fungal Etmenlerin Antep fıstığı Buttum Genotipi Anacında Oluşturduğu İnfeksiyon Alanları (mm²)

Yapılan simptomatolojik gözlemlerde Buttum genotipi anaçlarında herhangi bir solgunluk ve kuruma belirtisi gözlenmemiştir. Fidanların dış görünüş olarak sağlıklı gözlemlendiği ancak yapılan patojenisite testi sonunda gövde de infeksiyon alanlarının oluştuğu tespit edilmiştir. Bu durum

buttum genotipi anaçlarının diğer anaçlara göre test edilen etmenlere karşı daha dayanıklı ve belirtilerin bitkinin tepe kısmına doğru daha yavaş ilerlediği öngörüsünü düşündürmüştür. Banihashemi, tarafında yürütülen bir çalışmada *Pistacia mutica* ve *P. khinjuk* anaçlarının

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

Phytophthora türlerine karşı *P. vera* genotipi anacına oranla daha hassas oldukları tespit edilirken, *P. atlantica* ve UCB-1 genotipleri anaçlarının ise tüm *Phytophthora* türlerine karşı dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Banihashemi, 1998). Bildirilen bu çalışma ile yürütülen çalışmanın sonuçlarının örtüşmediği değerlendirilmiştir. Yürütülen çalışma kapsamında; inokule edilen fungal etmenlere karşı *P. khinjuk* (Buttum) genotip anacının diğer genotip anaçlarına oranla genel olarak test edilen etmenlere daha dayanıklı olduğu ve fidanların tepe kısımlarında belirtilerin gözlenmediği değerlendirilmiştir. Antep fıstığı üretim alanlarında kök kanseri ve geriye doğru ölüm belirtilerinin gözlendiği Antep fıstığı bahçelerinde yapılan bir çalışmada, *Diaporthe ambigua* etmeninin Antep fıstığı fidanlarında 14 ila 32 mm uzunluğunda kanser lezyonları oluşturduğu bildirilmiştir (Sakçı ve Kurt, 2022). Yapılan patojenisite testlerinde ölçülen infeksiyon alanları birlikte değerlendirildiğinde; Alan ölçüm değerlerinin birbirine yakın ve sınırlı düzeyde geliştiği tespit edilmiştir. Özellikle izole edilen fungusların önemli bir kısmını zayıflık paraziti olduğunu ve yapılan patojenisite testlerinde oluşturduğu infeksiyon alanlarını göz önünde bulundurulduğunda izole edilen fungusların bu tip de ağaç kurumalarına tek başına neden olamayacağı öngörülmüştür. Antep fıstığı üretim alanlarında yetiştiricilik şartları, yapılan kültürel ve diğer uygun olmayan üretici uygulamaları ile abiyotik stres faktörleri dikkate alınmayarak yapılan birçok çalışmada, belirlenen solgunluk, kuruma belirtileri ve ağaç ölümlerinin çalışmamızda izole ettiğimiz *Fusarium solani*, *F. proliferatum* ve *F. oxysporum* etmenleri tarafından meydana getirildiği bildirilmiştir (Naffaa ve Rasheed, 2017; Crespo ve ark., 2019; Nouri ve ark., 2019; Eskalen ve ark., 2001; Mandollu, 2021). Yürütülen çalışma ile bu konu üzerinde benzer olarak yürütülen diğer çalışmalardan farklı olarak hastalık belirtisi gösteren Antep fıstığı

bahçelerinin yetiştiricilik şartları, yapılan kültürel ve diğer üretici uygulamaları ile abiyotik stres faktörleri gibi etkenler değerlendirilmiştir. Yürütülen çalışmada benzer amaçla yürütülen diğer çalışmalardan farklı olarak meydana gelen ağaç kurumalarının, izole edilebilen ve teşhislerinin yapılabildiği sadece fungal etmenlerce meydana getirilemeyebileceği düşünülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Yürütülen çalışma kapsamında; Güneydoğu Anadolu Bölgesi bazı Antep fıstığı üretim alanların da görülen ve kurumalara neden olabilecek toprak kökenli fungal etmenler araştırılmış ve sörvey çalışmaları sonucu araziden toplanan hastalıklı bitki örneklerinden izole edilen patojen fungal etmenler, Antep fıstığı anaçlarına inoküle edilerek değerlendirilmiştir. Sörvey çalışması yürütülen illerde en fazla hastalık şiddeti ve yaygınlığı Şanlıurfa ilinde, en yüksek hastalık oranı (%) ise Gaziantep ilinde tespit edilmiş olup yapılan her üç değerlendirme için en düşük düzey Kilis ilinde tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda izole edilen fungus türlerinin önemli bir kısmının zayıflık paraziti olduğu ve bu tip de kurumalara neden olabilecek fungal etmen sayısının sınırlı olması, genel anlamda inokülasyon yapılan genotip anaçlarda infeksiyon alanlarının çok geniş olmaması ağaç kurumalarında patojenlerin tek başına rol oynayamayabileceği düşündürmüştür.

İzole edilen patojenlerin önemli bir kısmının zayıflık paraziti olması nedeniyle ağaçlarda herhangi bir zarar veya yara oluşumunun varlığı incelenmiştir. Yapılan sörvey çalışmalarında özellikle yer altı damla sulama sistemi kullanılan bahçelerde ağaç köklerinin oldukça yüzeysel geliştiği (Şekil 8.) ve yapılan derin ve sık toprak işleme uygulamaları sırasında köklerin yaralandığı tespit edilmiştir (Şekil 9.).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması



Şekil 8. Antep Fıstığı Ağaçlarında Yüzeysel Kök Gelişimi (Orijinal)

Yer altı damla sulama sisteminde farklı nedenlere bağlı olarak oluşabilen arızalar nedeniyle damıtıcının debisinin yükselebildiği ve kök bölgesinde aşırı su birike bildiği ve bu durumun bir sonucu olarak özellikle kök çürüklüğü etmeni olan *Fusarium* spp. türlerinin ağaçları kurutabildiği çalışma kapsamında belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada; Antep fıstığı ağaçlarında görülen kurumaların yalnızca fitopatojen kaynaklı olamayabileceği, yapılan hatalı kültürel ve sulama uygulamalarının patojenlerin etkisini artırarak ağaç kurumalarına yol açabildiği belirlenmiştir.



Şekil 9. Antep Fıstığı Ağaçlarında Gelişen Yüzeysel Köklerin Toprak İşleme Sırasında Aldığı Yaralanmalar (Orijinal)

Ağaç kurumalarının kontrolünde öncelikle yüzeysel kök oluşumunu engelleyen sıra üzeri çift hortumlu yer üstü damla sulama sistemi veya ağaç taç izdüşümüne çanak açmak suretiyle sulama yapılması önerilmelidir.

Derin ve sık toprak işlemeden kaçınılması, ağaç köklerinde oluşan yaraları azaltacaktır. Bununla birlikte yeterli ve dengeli bitki besleme programlarının oluşturulması ile ağaçların

sağlıksız yetişmesi engellenerek zayıflık parazitlerinin etkisi azaltılabilir. Sezon içerisinde ağaçlarda farklı nedenlerle oluşan yaralardan patojen girişini önlemek amacıyla koruyucu bakır uygulamaların yapılması yararlı olacaktır. Üreticilere anaç seçimi konusunda dayanıklı olan ve bölgenin şartlarına daha iyi uyum sağlamış çalışmada yapılan gözlemlerde test edilen fungal hastalık etmenlerin belirtilerini

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

bitkinin tepe kısmına taşımayan ve iletim demetinde sınırlandıran buttum genotipi anacı önerilebilir.

Antep fıstığı üreticilerine entegre bir mücadele programının önerilmesi ağaç kurumalarıyla mücadelede başarı oranını arttırmakla beraber, ürünün verim ve kalitesini daha da arttıracaktır.

Teşekkür: Bu çalışma Kander KOÇ'un Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalında yürütülen "Güneydoğu Anadolu bölgesi Antep fıstığı alanlarında toprak kökenli patojenlerin neden olduğu ağaç kurumalarının araştırılması" isimli yüksek lisans tezinin (YÖK Tez No: 758075 / Tarih: 07/09/2022) bir kısmını kapsamaktadır. Tez jürisinde bulunan sayın Prof. Dr. Yeşim AYSAN, sayın Doç. Dr. Kadir AKAN'a ve önder Antep fıstığı üreticisi Kasım BÖLER'e katkılarından dolayı teşekkür ederiz. Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından finanse (Proje No: FYL-2021-13935) edilmiştir.

Kaynakça

Anonim, 1997. Descriptors for Pistachio (*Pistacia vera* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 53 p.

Anonim, 2023. Türkiye Antep fıstığı üretim ve üretim alanları, <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 25.02.2023).

Anonymous, 2023. Dünya Antep fıstığı üretimi, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi: 25.02.2023).

Atlı, H.S., Arpacı, S., Akgün, A., Kaşka, N., Eskalen, A., Can, C., Özgüven, A.I., Küsek, M., Karadağ, S., ve Sarpkaya, K., 2003. *Pistacia khinjuk* Stocks'un *Pistacia* cinsinin değişik türleri arasında kontrollü melezleme yolu ile sulu koşullarda Antep fıstıkları için anaç ıslahı. TUBİTAK-TARP Proje No: TOGTAG/TARP-2190 (Sonuç raporu).

Banihashemi, Z., 1998. Assessment of Pistacia rootstocks to *Phytophthora* spp. The causal agents of *Pistachio gummosis*. Iranian Journal of Plant Pathology, 343-

4:63-66. (In Persian with English Abstract).

Banihashemi, Z., and Moradi, M., 2004. The frequency of isolation of *Phytophthora* spp. from crown and root of Pistachio nut tree and reaction of the crown and root to the casual agents. Iranian Journal of Plant Pathology, 40:57-77.

Barnet, H.L., and Hunter, B.B., 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Burges Publishing Company, Minnesota, 241 p.

Bilgen, A.M., 1973. Antep fıstığı, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Yayını. Ankara, 123s.

Crespo, M., Lavrance D.P., Nouri M.T., Doll, D.A., and Trouillas, F.P., 2019. Characterization of *Fusarium* and *Neocosmospora* species associated with crown rot and stem canker of Pistachio rootstocks in California. Plant Disease, 103:931-1939.

Çağlar, A., Tomar, O., Vatansever, H., ve Ekmekçi, E., 2017. Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) ve insan sağlığı üzerine etkileri. Akademik Gıda 15(4):436-447.

Demiray, S., ve Akçalı, E., 2020. Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde Antep fıstığında salkım ve sürgün yanıklık hastalığı (*Botryosphaeria dothidea*)'nin patojenik ve moleküler karakterizasyonu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 30 (4):721-731. doi:10.29133/yyutbd.715163.

Domsch, K.H., Gams, W., and Anderson, T., 1980. Compendium of soil fungi. Academic Press, London, 859 p.

Doyle, J.J., and Doyle, J.L., 1990. A rapid total DNA preparation procedure for fresh plant tissue. Focus, 12:13-15.

Eskalen A., Küsek M., Danisti L., and Karadağ S., 2001. Fungal diseases in Pistachio trees in East-Mediterranean and Southeast Anatolian regions. In: AkBE.(ed.). XIGREMPA Seminar on Pistachios and Almonds, Zaragoza: CIHEAM, p. 261-264 (Cahiers Options Méditerranéennes; n.56).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

- Hirano, Y., and Arie, T., 2006. PCR-based differentiation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* and *radices-lycopersici* and races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Journal of General Plant Pathology*, 72:273–283.
- Kılınç, B., Güldür, M.E., ve Dikilitaş, M. 2022. Şanlıurfa ilinde Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) ağaçlarında *Neoscytalidium novaehollandiae*'nin bulaşıklık oranının belirlenmesi, morfolojik ve genetik karakterizasyonu. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(1):25-39. doi:10.29050/harranziraat.1028027.
- Mandollu, M., 2021. Antep fıstığı ağaçlarında dal kurumalarına ve geriye doğru ölümlere neden olan fungal etmenlerin araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana, Yüksek Lisans Tezi, 89s.
- Michailides, T.J., Morgan, D.P., and Doster, M.A., 1995. Diseases of Pistachio in California and their significance Kaşka, N. (ed), Kuden, AB. (ed). Ferguson, L. (ed). First International Symposium on Pistachio Nut, Adana, Turkey 20- 24 Sep, 419 337-343.
- Mirabolfathy, M., Cooke, D., Duncan, J.M, Williams, N.A, Ershad, D., and Alizadeh, A., 2001. *Phytophthora pistaciae* sp. nov and *P. melonis*: The principal causes of *Pistachio gummosis* in Iran. *Mycological Research*, 105(10): 1166-1175.
- Moradi, M., 2015a. Assessment of application of systemic and protective fungicides for long-term control of Pistachio crown and root rot. Final Report of Iranian Pistachio Research Institute, 2-06-06-88008. ACIST Register number: 47569.
- Moradi, M., 2015b. Effect of Elit® fungicide on root and crown rot diseases Pistachio under greenhouse and field condition. Pistachio Research Institute of Iran, ACIST Register number, 42608.
- Moradi, M., Mohammadi, A.H., and Haghdel, M., 2017. Efficiency of elite fungicide for control of *Pistachio gummosis* Pistachio Research Center. Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran *Journal of Nuts*, 8(1):11-20.
- Naffaa, W., and Rasheed, A., 2017. First report of *Fusarium solani* causing root rot of Pistachio seedlings *Pistacia vera* L. in nurseries in Syria. *The Arab Journal for Arid Environments*, 10:32-36.
- Nejat, N., Sijam, K., Abdullah, S., N., A., Vadamalai, G., and Dickinson, M., 2009. Molecular characterization of a Phytoplasma associated with coconut yellow decline in Malaysia. *American Journal of Applied Sciences*, 6(7):1331-1340.
- Nouri, M.T., Lawrence, D.P., Holland, L.A., Doll, D.A., Kallsen, C.E., Culumber C.M., and Trouillas, F.P., 2019. Identification and pathogenicity of fungal species associated with canker diseases of Pistachio in California. *Plant Disease*, 103: 2397-2411.
- Saberi, R.R., and Fathia, F., 2018. The management of *Pistachio gummosis* by biocontrol strategies. *Pistachio and Health Journal*, 1(3): 44-51.
- Sakçı, N., and Kurt, Ş., 2022. First report of *Diaporthe ambigua* causing canker and dieback on Pistachio trees in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 104:851–852. <https://doi.org/10.1007/s42161-022-01058-6>.
- Sutton, B.C.,1973. Coelomycetes. In 'The Fungi. IV A, A Imperfecti'. Pp. 513-582, Academic Press, London, 621p.
- Swart, W., and Botes, W.M., 1995. First report of stem canker caused by *Botryosphaeria obtusa* on Pistachio. *Plant Disease*, 79:1036-1038.
- Tekin, H., Arpacı, S., Atlı, H.S., Karaca, R., Mart, C., ve Turan, K., 1995. Antep fıstığı yetiştirme tekniği. Tarım ve Köy İşleri Bak. Antep fıstığı Araştırma Enstitüsü Yayın No: 4, Gaziantep, 136 s.
- Tekin, H., Arpacı, S., Atlı, H.S., Açar, İ., Karadağ, S., Yükçeken, Y., ve Yaman, A., 2001. Antep fıstığı Yetiştiriciliği. Tarım ve Köy İşleri Bak. Antep fıstığı

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

- Araştırma Enstitüsü Yayın No: 13, Gaziantep, 132 s.
- Tomaino, A., Martorana, M., Arcoraci, T., Monteleone, D., Giovinazzo, C., and Saija, A. 2010. Antioxidant activity and phenolic profile of Pistachio (*Pistacia vera* L., variety Bronte) seeds and skins. *Biochimie*, 92(9):1115-1122.
- Tunabaş, E., 2022. Domates rizosferindeki fungusların domatesteki solgunluk etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı antagonistik etkilerinin araştırılması, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana, Yüksek Lisans Tezi, 77s.
- Triki, M.A., Rhouma, A., Chaabouni, A.C., and Ioos, R. 2011. Emergence of *Fusarium solani* causing root rot of Pistachio trees in Tunisia. *Acta Hort.* 912: 717-721. doi:10.17660/ActaHortic.2011.912.107.
- White, T.J., Bruns, T.D., Lee, S.B., and Taylor, J.W. (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA Genes for phylogenetics. (In: Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J. and White, T.J., Eds.), *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*, Academic Press, New York, 18 (1): 315-322.



Araştırma Makalesi
Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi İçin Yeni Bir İstilacı Tür:
***Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)**
Çağlar KALKAN^{1*}, Serdar SATAR¹

ÖZET

Kahverengi kokarca, *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), 300'den fazla konukçusu olan, dünya genelinde yayılmaya devam eden istilacı bir türdür. Türkiye'de bulunduğu bölgelerde özellikle findıktaki zararı ile oldukça ön plandadır. Zararının 2016 yılında Gürcistan'da tespit edilmesinin ardından, 2017 yılında Artvin ilinde kayıt altına alınmıştır. Aynı yıl zararlı İstanbul'da da gözlemlenmiştir. Türkiye'nin kuzey sahil şeridinde yayılımına devam etmektedir. 2020 yılında Türkiye'nin batısında yer alan İzmir'de de zararlı tespit edilmiştir. Bu çalışma ile *H. halys*, Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Adana'da ilk defa rapor edilmektedir. Adana'da yetiştiriciliği yapılan turunçgiller, mısır, soya vb. kültür bitkilerinde *H. halys*'in potansiyel bir tehlike oluşturacağı ortaya konulmaktadır. Adana'da bulunan iklim koşulları bu istilacı zararlının üremesi ve gelişimi için uygun olabilir. Bu nedenle, Adana'da henüz biyolojisi bilinmeyen bu zararlının popülasyonu ve zararı takip edilerek gerekli önlemler alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Adana, ilk kayıt, Kahverengi kokarca, mısır, soya fasülyesi, turunçgil.

A New Invasive Species for the Eastern Mediterranean Region of Turkey:
***Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)**

ABSTRACT

The brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), is an invasive species with more than 300 hosts that continues to spread worldwide. It is at the forefront in the regions where it is found in Turkey, especially with its damage to hazelnuts. After the pest was detected in Georgia in 2016, it was recorded in Artvin/Turkey in 2017. In the same year, the pest was also observed in Istanbul/Turkey. It continues to spread along the northern coastline of Turkey. In 2020, the pest was also detected in Izmir, located in the west of Turkey. With this study, *H. halys* is reported for the first time in Adana in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. It has been explained that *H. halys* may be a potential threat to cultivated plants such as citrus, maize, soybean, etc. grown in Adana. The climatic conditions in Adana may be suitable for the reproduction and development of this invasive pest. For this reason, the population and damage of this pest, whose biology is not yet known in Adana, should be monitored and necessary precautions should be taken.

Keywords: Adana, brown marmorated stink bug, citrus, first record, maize, soybean.

ORCID ID (Yazar Sırasına Göre)

0000-0003-3915-4827, 0000-0003-0449-205X

¹ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 01330, Sarıçam/ADANA

*E-posta: ckalkan@cu.edu.tr

Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi İçin Yeni Bir İstilacı Tür: *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)

Giriş

İstilacı böceklerin iklim değişikliği ve küresel ticaretle birlikte her geçen yıl yayılış gösterdiği alanlar/ülkeler artmakta (Skendžić ve ark., 2021) ve dünya çapında yıllık 70 milyar \$ civarında ekonomik kayba neden olmaktadır (Bradshaw ve ark., 2016). *Halyomorpha halys* (Stål), Kahverengi kokarca, (Hemiptera: Pentatomidae) 300'den fazla konukçusu ile önemli bir istilacı zararlı türdür (Bergmann ve ark., 2016; Kriticos ve ark., 2017). Orjini kuzeydoğu Asya olan *H. halys* 1996 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde Pennsylvania'da, (Hoebeke ve Carter, 2003) kaydedilmesinin ardından 2021 yılında 47 eyalete yayılmış durumdadır (StopBMSB, 2021). Avrupa ülkeleri arasında ise İsviçre'de 2004 yılında ilk kaydının (Haye ve ark., 2015) ardından, Almanya (Heckmann, 2012), Avusturya (Rabitsch ve Friebe, 2015), Bulgaristan (Vétek ve ark., 2014), Fransa (Callot ve Brua, 2013), Hırvatistan (Šapina ve Jelaska, 2018), İspanya (Dioli ve ark., 2016), İtalya (Maistrello ve Dioli, 2014), Liechtenstein (Arnold, 2009), Romanya (Macavei ve ark., 2015), Sırbistan (Šeat, 2015), Slovakya (Hemala ve Kment, 2017), Slovenya (Rot ve ark., 2018), Yunanistan (Milonas ve Partsinevelos, 2014)'da tespit edilmiştir. Bu ülkeler haricinde Türkiye'nin kuzeydoğusunda yer alan Abhazya (Gapon, 2016), Gürcistan (Gapon, 2016) ve Rusya'da da (Gapon, 2016; Mityushev, 2016) yayılım göstermektedir. Ülkemizde ise ilk olarak 2017 yılında İstanbul'da kayıt edilmiştir (Çerçi ve Koçak, 2017). Aynı yıl içerisinde Artvin'de de zararlı kayıt altına alınmıştır (Güncan ve Gümüş, 2019). Zararının ülkemizde ilk tespitinin ardından Karadeniz Bölgesi'nde Rize, Trabzon, Giresun, Ordu, Samsun'da zararlıya rastlanırken (Ak ve ark., 2019; Göktürk ve Tozlu, 2019; Ak ve ark., 2023), Marmara Bölgesi'nde Sakarya ve Yalova'da (Öztemiz ve ark., 2019; Özdemir ve Tunçer, 2021), Ege Bölgesi'nde ise İzmir'de tespit edilmiştir (Çerçi, 2021).

Kahverengi kokarca orjini olan Güney Asya ülkelerinde yılda 4-6 döl verebilmektedir (Hoffman, 1931; Rice ve ark., 2014). Popülasyon yoğunluğunun yüksek olduğu orta Atlantik ABD'inde, yılda bir ila iki döl görülmektedir (Nielsen ve ark., 2008). ABD'nin

kuzeydoğusunda, Pensilvanya eyaletinde ise zararının bir döl verebildiği belirtilmektedir (Nielsen ve Hamilton, 2009). Bu ülkeler haricinde İtalya'da ise zararının 2 döl verebildiği tespit edilmiştir (Costi ve ark., 2017). Türkiye'nin kuzeybatısında ise zararlı 2 döl verebilmektedir (Özdemir ve ark., 2023a). Döl sayısını genel olarak etkileyen başlıca faktörler sıcaklık ve fotoperiyottur (Haye ve ark., 2014; Nielsen ve ark., 2016; Costi ve ark., 2017). Erginler kışı insan yapımı ve doğal barınaklarda geçirirler ve nisan ayından itibaren yavaş yavaş kışlama alanlarından çıkarlar. Ülkemizde kışlama alanı olarak ahırları, çatıları, depoları, evlerin içini ve odunlukları tercih etmektedirler (Göktürk ve Tozlu, 2019).

Dişiler çiftleştikten sonra tipik olarak yaprakların alt kısmına 28 yumurtadan oluşan kümeler (ortalama 26.08 ± 0.31) bırakırlar (Nielsen ve ark., 2008). *H. halys*'in laboratuvarında yumurta gelişimi 15 ila 33°C arasında gerçekleşir (Nielsen ve ark., 2008). Yumurtaların gelişim süreleri sıcaklık arttıkça azalmakta en kısa 30°C'de (3-4 gün) gelişim göstermektedir (Haye ve ark., 2014; Nielsen ve ark., 2008). Diğer yandan, sıcaklık toplam gelişim süresini de önemli ölçüde etkilemektedir. Yine artan sıcaklıkla birlikte gelişim süresi kısalmaktadır ve 30°C sıcaklıkta bu süre 33.4 gündür (Nielsen ve ark., 2008). Türkiye'nin kuzeybatısında ise gelişim süresinin 1. döl için doğal koşullarda 47.85 gün, 2. döl için 25°C'de kontrollü koşullarda 47.13 gün olduğu tespit edilmiştir (Özdemir ve ark., 2023a). Yapılan başka bir çalışmada toplam gelişme süresi, 20 ve 30°C'de sırasıyla 75.8 ve 33.2 gün olduğu hesaplanmıştır (Haye ve ark., 2014). Yumurtadan ergine gelişimin tamamlanabilmesi için etkili sıcaklıklar toplamının 537.63 (Nielsen ve ark., 2008)-588.24 gün dereceye (Haye ve ark., 2014) ulaşması gerekmektedir. Türkiye'de 1 döl için gerekli olan etkili sıcaklıklar toplamının, 12.0, 12.5, 13.0 ve 13.5°C gelişme eşiği değerlerine göre sırasıyla 608.69, 584.76, 560.84 ve 536.91 gün derece olduğu hesaplanmıştır (Özdemir ve ark., 2023a). Aynı zamanda zararlı ergin olduktan sonra yumurta bırakmasına kadar geçen sürede (preovipozisyon) 117.65 gün dereceye ihtiyaç

Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi İçin Yeni Bir İstilacı Tür: *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)

duymaktadır (Haye ve ark., 2014). Kahverengi kokarca, bezelye, soya fasulyesi, tatlı mısır, domates, biber, patlıcan, bamya gibi bitkilerin yanı sıra turunçgiller, zeytin, fındık, elma, şeftali ve kiraz gibi birçok meyvede önemli bir zararlı konumundadır (Nielsen ve Hamilton, 2009; Kuhar ve ark., 2012; Leskey ve ark., 2012; Pansa ve ark., 2013; Daher ve ark., 2023). Ülkemizde ise zararlı, yoğun dağılışı gösterdiği alanlarda, başta fındık, daha sonra kivi, mısır, narenciye, fasulye, armut, biber, böğürtlen, domates, elma, frenk üzümü, süs bitkileri, şeftali, yaban mersini ve yabancı otlarda beslenmektedir (Ak ve ark., 2019; Göktürk ve Tozlu, 2019; Özdemir ve Tunçer, 2021; Ak ve ark., 2023; Özdemir ve ark., 2023b). *H. halys* özellikle generatif aksamı (meyve veya ürün) sokup-emerek beslenmesi ile verim ve kalite üzerine önemli kayıplara sebep olmaktadır (Rice ve ark., 2014). Zararlının erginleri ve nimfleri olmak üzere her iki biyolojik dönemi bu beslenme tarzıyla ürünlerde önemli kalite kayıpları oluşturmakta ve dolayısıyla ürünler pazarlanamaz hale gelmektedir (Rice ve ark., 2014).

Bugüne kadar ülkemizin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde *H. halys* varlığı ile ilgili bir kayıt bulunmamaktadır. Zararlının popülasyonunun her geçen yıl artması ve ülke içerisinde nakliyecilik/ticarette birlikte zararlı yayılışına devam etmektedir. Bu çalışmada *H. halys*'in Doğu Akdeniz'de Türkiye içerisinde dağılımı hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Zararlı Tespiti

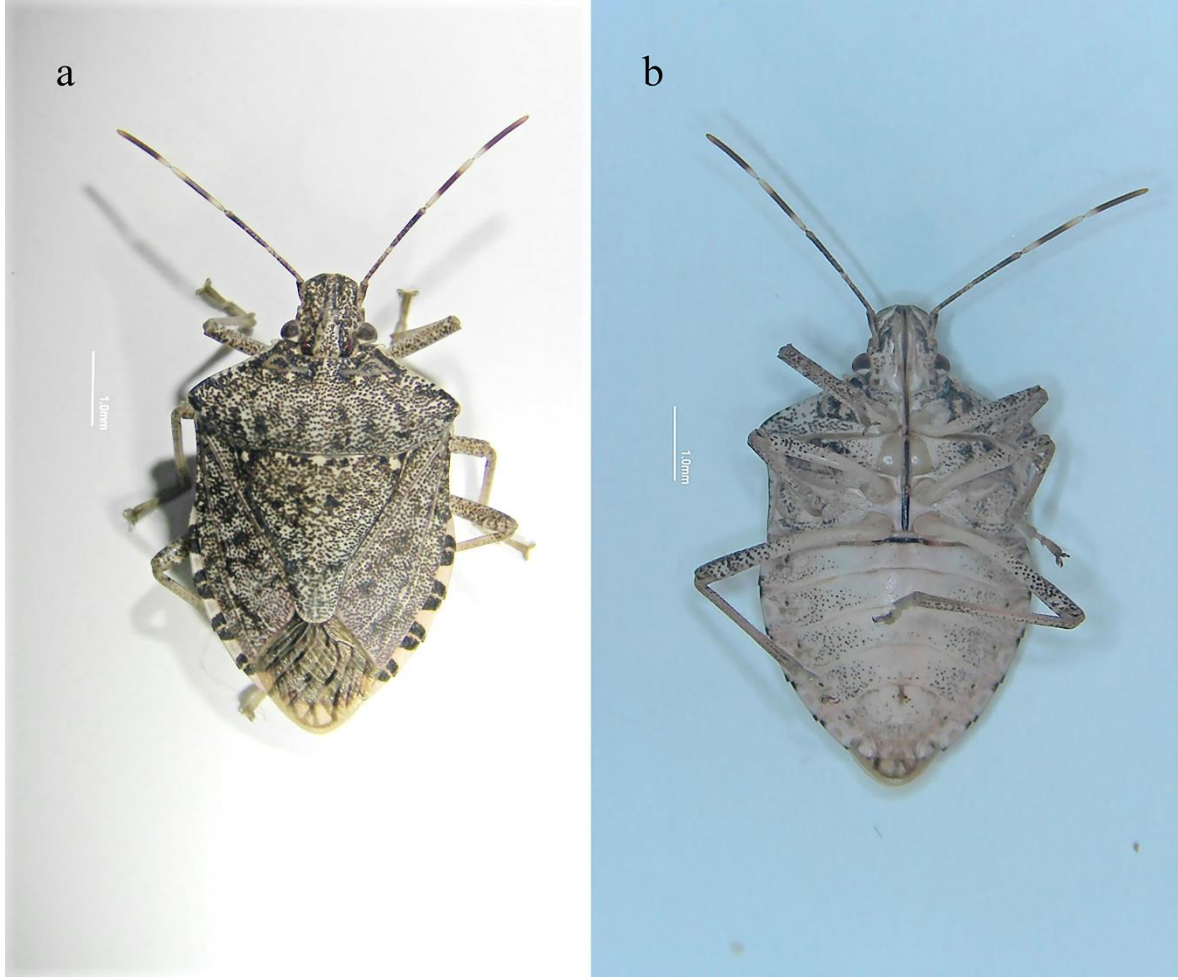
Zararlı ilk olarak, Adana, Çukurova Üniversitesi/Ziraat Fakültesi/Bitki Koruma Bölümü binası içerisinde 03.11.2023 tarihinde görülmüştür. Alınan materyal Turunçgil Zararlıları Laboratuvarı'na getirilerek Leica S8

APO stereobinoküler mikroskop altında incelenmiştir. Zararlı tespiti tarafımızdan teşhis kriterlerine bakılarak yapılmış ve Dr. Öğr. Üyesi İsmail Oğuz ÖZDEMİR tarafından teyit edilmiştir. Fotoğraflar DMSZ7P Dijital Mikroskop ile çekilmiştir. Zararlılar Çukurova Üniversitesi/Ziraat Fakültesi/Bitki Koruma Bölümü/Turunçgil Zararlıları Laboratuvarı'nda saklanmaktadır.

Morfolojik Teşhis

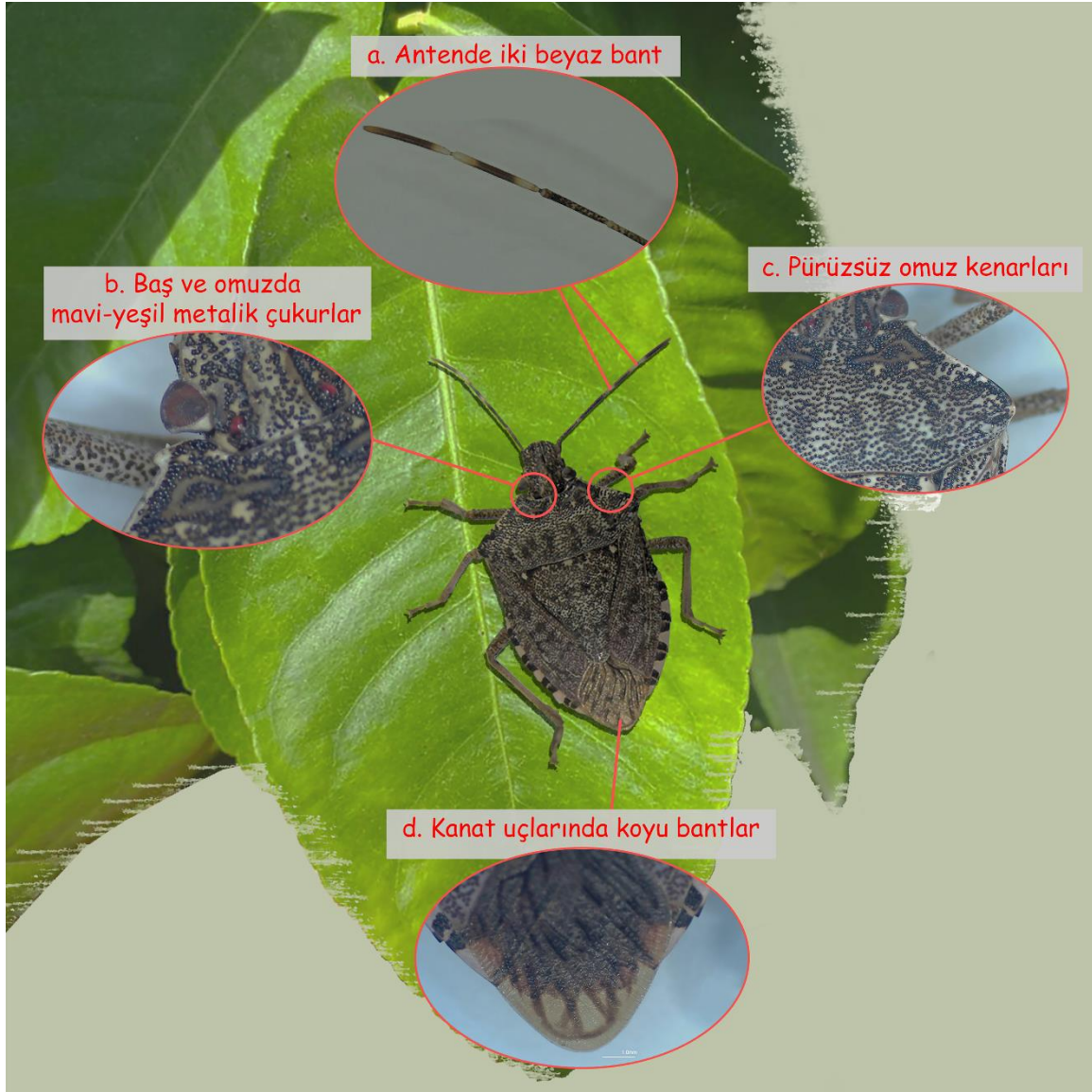
Erginlerin uzunluğu 12 ila 17 mm arasında değişiklik göstermektedir (Medal ve ark., 2013). Vücudun arka kısmının rengi değişkendir, ancak genellikle hafif kırmızımsı bir renk tonuyla beneklidir ve abdomenin dış kenarı çevresinde belirgin siyah ve beyaz şeritler vardır (Şekil 1a). Vücudun ventrali beyaz veya soluk ten rengidir, bazen gri veya siyah noktalar bulunmaktadır (Şekil 1b). Ayırt edici en önemli özellik, son iki anten segmentinde bulunan beyaz bantlardır (Şekil 2a). Burada sondan bir önceki segmentin apikal ve temel kısımları ile, son anten segmentinin temel kısmı açık renklidir ve son anten segmentinde temelde bulunan beyaz renkle, sondan bir önceki segmentin apikal kısmında bulunan beyaz renk tek bir bant şeklinde görülmektedir (Şekil 2a) (Hoebeker ve Carter, 2003; Avustralya Hükümeti Tarım ve Su Kaynakları Bakanlığı, 2017). Baş ve omuzda mavi-yeşil renkli çukurluklar bulunmaktadır (Şekil 2b). Bunların haricinde böceğin dorsal görünümünde omuz kenarlarında, vücut üzerinde bulunan çukurluklar ve lekeler yer almamaktadır (Şekil 2c). Kanatların uç kısımlarında ise koyu renkli bantlar yer almaktadır (Şekil 2d) (Milonas ve Partsinevelos, 2014; Ingels ve Zalom, 2017).

Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi İçin Yeni Bir İstilacı Tür: *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)



Şekil 1. *Halyomorpha halys*'in, a) dorsal görünümü, b) ventral görünümü.

Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi İçin Yeni Bir İstilacı Tür: *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)



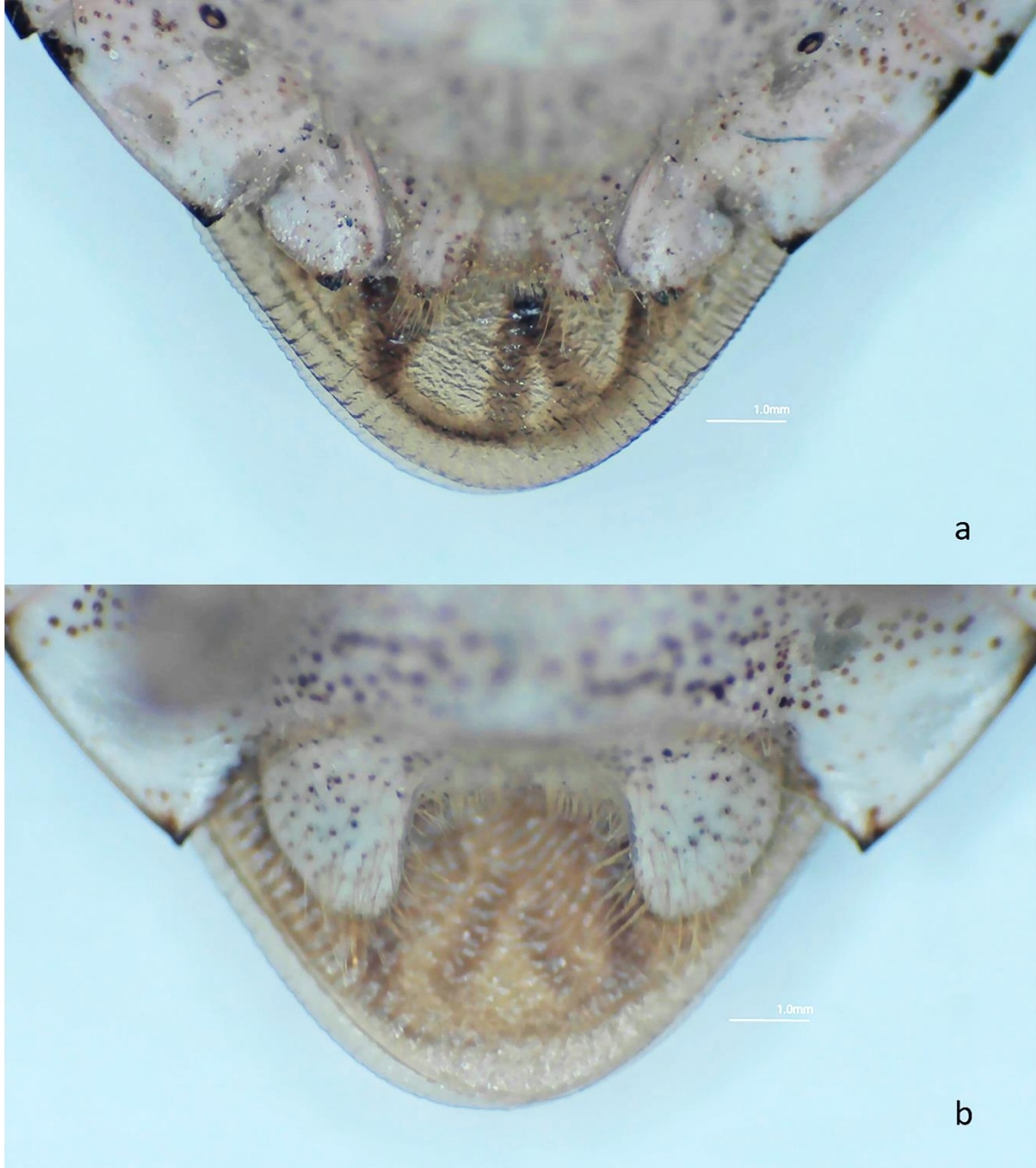
Şekil 2. *Halyomorpha halys*'in tespitinde kullanılabilecek önemli ayırt edici özellikleri.

Bulgular ve Tartışma

Halyomorpha halys'in şu ana kadar toplamda 2 dişi, 3 erkek bireyi Adana, Çukurova

Üniversitesi kampüsünde bulunmuştur. Elde edilen ilk erginlerin cinsiyet durumları genital bölgeye bakılarak belirlenmiştir (Şekil 3).

Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi İçin Yeni Bir İstilacı Tür: *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)



Şekil 3. *Halyomorpha halys*'in a) dişi bireyinin, b) erkek bireyinin genital bölgesi.

Bu çalışma ile zararlı Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Adana'da ilk kez rapor edilmektedir. Zararlı'nın ülkeler içerisinde ilk tespit edildiği alanlara bakıldığında, ticaretin ve taşımacılığın yoğun olarak yapıldığı yerler olduğu görülmektedir (Milonas ve Partsinevelos, 2014; Rabitsch ve Friebe, 2015). Zararlı'nın Türkiye içerisinde tespit edildiği noktalara bakıldığında ise, Adana'ya oldukça uzakta bulunan yerler olduğu bilinmektedir. Bu da

zararlı'nın ülke içerisinde görülen ürün hareketliliği ile birlikte Adana'ya ulaşmış olabileceğini düşündürmektedir. Kahverengi kokarca Türkiye'ye giriş yaptığı yıldan itibaren önemli bir zararlı olarak görülmeye başlanmıştır. Karadeniz Bölgesi'nde, çok önemli bir ihracat ürünü olan fındıkta doğrudan meyvelerde emgi yaparak beslenmesi sonucunda, lekeli iç oluşumuna neden olarak hem verimi hem de kaliteyi azaltıp pazar değerinin düşmesine yol

Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi İçin Yeni Bir İstilacı Tür: *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)

açmaktadır (Ak ve ark., 2019; Özdemir ve Tunçer, 2021; Özdemir ve ark., 2023b). Karadeniz Bölgesi'nde bu tarımsal ürünün haricinde mısırdaki da önemli düzeyde popülasyon yoğunluğu görülmektedir (Göktürk ve Tozlu, 2019). Adana'nın içerisinde bulunduğu Çukurova Bölgesi'nde mısır yetiştiriciliği hem 1. ürün hem de 2. ürün olarak yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Kahverengi kokarca'nın bölgemize yerleşmesi halinde mısır üretiminde kayıplara neden olması kaçınılmazdır. Romanya'da, Kahverengi kokarca'nın Ağustos ayında mısır tarlalarında yüksek düzeyde kalite kaybına neden olduğu bildirilmiştir (Ciceoi ve ark., 2016). Kahverengi kokarca'nın Adana ve çevre illerinde yaygın bulunan diğer konukçularından biri ise turuncgillerdir. Türkiye'de portakal üretiminin %51, mandarin üretiminin %89, greylift üretiminin %94 ve limon üretiminin %90'ını karşılayan Adana, Mersin ve Hatay illeridir (TÜİK, 2022). Kahverengi kokarca'nın, Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi açısından oldukça önemli olan bu ürünlerde zarar yapması halinde hem kalite hem de verim açısından kayıpların meydana gelmesi muhtemeldir. Abhazya'da, *H. halys*'in mandalinada yüksek popülasyon oluşturduğu, ülkeye 2015 yılında girmesine rağmen 2016 yılında, mandalinada gerçekleşen 14.1±0.4 ton/ha'lık zararın %28.2'sinin bu zararlı tarafından gerçekleştiği tahmin edilmektedir (Musolin ve ark., 2018). Gürcistan'da ise, mandalina meyvelerinin erken gelişim döneminde, Kahverengi kokarca'nın beslenmesi sonucunda zarar oranının %90'ın üzerine çıktığı, olgunlaşmış olan meyvelerin ise tamamının döküldüğü, ancak limonda herhangi bir beslenme zararının görülmediği rapor edilmiştir (Kereselidze ve ark., 2022). Yukarıdaki çalışmalardan çıkarılan sonuçlara göre, Kahverengi kokarca'nın Türkiye'nin mandalina üretimini ciddi boyutta tehdit altında bırakabileceği öngörülmektedir. Diğer yandan Mainali ve ark. (2014), *H. halys*'in gelişme süresinin, sadece portakal ile beslendiğinde, soya fasülyesi+yer fıstığı besinine kıyasla yaklaşık iki kat daha uzun olduğunu, nimflerin sadece %14'lik bir kısmının ergin hale gelebildiğini ve ergin olan bireylerin yumurta veremediklerini bildirmişlerdir. Dolayısıyla,

zararlıının sezon içerisinde yüksek bir hareket kabiliyetiyle pek çok tarımsal üründen beslenmesi ve sezona bağlı olarak farklı kültür bitkilerini tercih etmesi sezon içerisinde zararın önemli oranda artmasına sebep olan faktörler arasındadır.

Mücadelede zararlıların orijininde bulunan doğal düşmanlarının araştırılarak bulunması, zararlıların yeni giriş yaptığı ve doğal düşmanı bulunmayan alanlara anavatanındaki doğal düşmanların getirilerek salınması yöntemiyle yapılacak olan klasik biyolojik mücadele oldukça önemlidir. *H. halys*'in orijininde bulunan en önemli doğal düşmanlarından birisi yumurta parazitoiti *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae)'tur (Yang ve ark., 2009; Rice ve ark., 2014). Bu parazitoitin üretimi ve salımı ülkemizde T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yapılmaktadır (Anonim, 2023). Bunun haricinde Türkiye'de yerli yumurta parazitoitleri olarak *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy) (Hymenoptera: Eupelmidae) (Altanlar ve ark., 2023), *Telenomus turesis* Walker (Hymenoptera: Platygasteridae) (Özdemir, 2023) ve ergin parazitoiti olarak *Cylindromyia bicolor* (Olivier) (Diptera: Tachinidae) tespit edilmiştir (Göktürk ve ark., 2023). Mücadelede diğer bir yaklaşım olarak, entomopatojen bakterilerden *Bacillus cereus*, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*, *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus sphaericus*, *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas fluorescens*, *Vibrio hollisae* ve funguslardan *Beauveria bassiana*'nın kontrollü koşullarda yapılan denemeleri sonucunda %75-100 arasında değişen oranlarda ölüme neden olduğu bildirilmiştir (Tozlu ve ark., 2019; Özdemir ve ark., 2022). Kısa vadede biyoteknik mücadelede ise ışık ve feromon tuzaklarının birlikte kullanımının zararlıının popülasyonunu azaltabileceği ve funnel tipi tuzakların etkili olduğu tespit edilmiştir (Göktürk, 2020; Altanlar ve Tunçer, 2023). *Halyomorpha halys*'in mücadelesi için çok sayıda pestisit uygulanmakta ve dolayısıyla entegre mücadele takvimleri bozulmaktadır. Dahası sekonder zararlılar patlak vermekte ve çevre insan sağlığı üzerine bu kimyasallar önemli bir tehdit oluşturmaktadır (Lee ve ark., 2013).

Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi İçin Yeni Bir İstilacı Tür: *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)

Sonuç

Kahverengi kokarca, ülkemize 2017 yılında giriş yaptıktan sonra hızlı bir şekilde yayılım göstermiş ve bu çalışmaya göre de yayılımına devam etmektedir. Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Çukurova'yı da içerisinde bulunduran bu alanda polikültür tarım yapılmaktadır. Kahverengi kokarca'nın önemli konukçularından olan mısır, soya, turuncgiller, sert çekirdekli ve yumuşak çekirdekli meyveler yoğun olarak tarımı yapılan bitkisel ürünlerdir. Bölge içerisinde dağılımının devam etmesi durumunda ekonomik anlamda önemli olan bu konukçularında ciddi zararlara neden olabileceği tahmin edilmektedir. Bu nedenle zararlının popülasyonu tuzaklarla takip edilmeli, gerektiği durumlarda baskı altına alınabilmesi amacıyla kısa vadede kimyasal mücadelesi yapılmalıdır. Kahverengi kokarca'nın bölge koşullarına adaptasyonunun güçlü olabileceği ve ülkemizdeki yapılan çalışmalarda olduğu gibi yılda iki döl verebileceği tahmin edilmektedir.

Teşekkür

Örneğin tespit edilmesi konusunda yardımlarını esirgemeyen Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Dr. Öğretim Üyesi İsmail Oğuz ÖZDEMİR'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Ak, K., Uluca, M., Aydın, Ö., Göktürk, T. (2019) Important invasive species and its pest status in Turkey: *Halyomorpha halys* (Stål)(Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 126(5):401-408.
- Ak, K., Uluca, M., Tunçer, C. (2023) Distribution and population density of *Halyomorpha halys* (Stål, 1855)(Hemiptera: Pentatomidae) in Black Sea Region of Türkiye. *Turkish Journal of Zoology*, 47(2):120-129.
- Altanlar, E., Kılıç, M., Altaş, K., Talamas, E., Tunçer, C. (2023) First Record of Native Egg Parasitoid, *Anastatus bifasciatus*, on *Halyomorpha halys* (Stål, 1855)(Hemiptera: Pentatomidae) Eggs in Türkiye. *Kahramanmaraş Sütçü İmam*

Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 26(3):545-551.

- Altanlar, E., Tunçer, C. (2023) Kahverengi Kokarca [*Halyomorpha halys* (Stål, 1855)(Hemiptera: Pentatomidae)]'ya Karşı Mücadelede Kullanılan Feromon ve Tuzak Tiplerinin Etkinliğinin Belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 38(3):473-492.
- Anonim, (2023) URL: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Sayfalar/AlbumDetay.aspx?OgeId=1464> (Erişim tarihi: 06.11.2023).
- Arnold, K. (2009) *Halyomorpha halys* (Stål, 1855), eine für die europäische Fauna neu nachgewiesene Wanzenart (Insecta: Heteroptera: Pentatomidae: Cappaeini). *Mitteilungen des Thüringer Entomologenverbandes e.V.* 16, 19.
- Australian Government Department of Agriculture and Water Resources (2017) Guide to the identification of brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, and other similar bugs. Department of Agriculture and Water Resources, Canberra, 28 pp
- Bergmann, E. J., Venugopal, P. D., Martinson, H. M., Raupp, M. J., Shrewsbury, P. M. (2016) Host plant use by the invasive *Halyomorpha halys* (Stål) on woody ornamental trees and shrubs. *PloS one*, 11(2):e0149975.
- Bradshaw, C. J., Leroy, B., Bellard, C., Roiz, D., Albert, C., Fournier, A., Barbet-Massin, M., Salles, J.-M., Simard, F., Courchamp, F. (2016) Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects. *Nature communications*, 7(1):12986.
- Callot, H., Brua, C. (2013) *Halyomorpha halys* (Stål, 1855), la Punaise diabolique, nouvelle espèce pour la faune de France (Hemiptera: Pentatomidae). *L'Entomologiste*, 69(2):69-71.
- Ciceoi, R., Mardare, E., Teodorescu, E., Dobrin, I. (2016) The status of brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Bucharest area. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 20(4):18-25.

**Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi İçin Yeni Bir İstilacı Tür: *Halyomorpha halys*
(Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)**

- Costi, E., Haye, T., Maistrello, L. (2017) Biological parameters of the invasive Brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in southern Europe. *Journal of Pest Science*, 90(4):1059-1067.
- Çerçi, B., Koçak, Ö. (2017) Further contribution to the Heteroptera (Hemiptera) fauna of Turkey with a new synonymy. *Acta Biologica Turcica*, 30(4):121-127.
- Çerçi, B. (2021) First record of *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Pentatomidae: Heteroptera) in Aegean Region of Turkey. *Acta Biologica Turcica*, 34(1):35-37.
- Daher, E., Chierici, E., Urbani, S., Cinosi, N., Rondoni, G., Servili, M., Famiani, F., Conti, E. (2023) Characterization of Olive Fruit Damage Induced by Invasive *Halyomorpha halys*. *Insects*, 14(11):848.
- Dioli, P., Leo, P., Maistrello, L. (2016) Prime segnalazioni in Spagna e in Sardegna della specie aliena *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) e note sulla sua distribuzione in Europa (Hemiptera, Pentatomidae). *Revista gaditana de Entomología*, 7(1):539-548.
- Gapon, D. A. (2016) First records of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Heteroptera, Pentatomidae) in Russia, Abkhazia, and Georgia. *Entomological Review*, 96:1086-1088.
- Göktürk, T. (2020) *Halyomorpha halys* (Stål) mücadelesinde ışık ve feromon tuzaklarının etkinliklerinin araştırılması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 21(2):270-275.
- Göktürk, T., Tozlu, G. (2019) Türkiye İçin Önemli Bir Tarımsal Zararlı: İstilacı Tür *Halyomorpha halys*. *International Black Sea Coastline Countries Symposium*. s. 283-297
- Göktürk, T., Burjanadze, M., Tozlu, G. (2023) First record of *Cylindromyia bicolor* (Diptera: Tachinidae) as an adult parasitoid of *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in the world. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 24(1):249-253.
- Güncan, A., Gümü, E. (2019) Brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Heteroptera, Pentatomidae), a new and important pest in Turkey. *Entomological News*, 128(2):204-210.
- Haye, T., Abdallah, S., Garipey, T., Wyniger, D. (2014) Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Europe. *Journal of Pest Science*, 87:407-418.
- Haye, T., Garipey, T., Hoelmer, K., Rossi, J. P., Streito, J. C., Tassus, X., Desneux, N. (2015) Range expansion of the invasive brown marmorated stinkbug, *Halyomorpha halys*: an increasing threat to field, fruit and vegetable crops worldwide. *Journal of Pest Science*, 88:665-673.
- Heckmann, R. (2012) Erster Nachweis von *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Heteroptera: Pentatomidae) für Deutschland. *Heteropteron*, 36:17-18
- Hemala, V., Kment, P. (2017) First record of *Halyomorpha halys* and mass occurrence of *Nezara viridula* in Slovakia (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). *Plant Protection Science*, 53(4):247-253.
- Hoebeker, E. R., Carter, M. E. (2003) *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae): a polyphagous plant pest from Asia newly detected in North America. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 105(1):225-237.
- Hoffman, W. E. (1931) A pentatomid pest of growing beans in South China. *Peking Natural History Bulletin*, 5:25-26.
- Ingels C., Zalom F. G. (2017) Brown Marmorated Stink Bug Provisional Guidelines for Peach. *University of California Agriculture & Natural Resources Publication*, <https://ipm.ucanr.edu/PMG/r602301711.html>
- Kereselidze, M., Pilarska, D., Guntadze, N., Linde, A. (2022) *Halyomorpha halys* Stål, (Hemiptera: Pentatomidae) feeding effects on some agricultural fruits in Georgia. *Turkish Journal of Zoology*, 46(3):298-303.

**Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi İçin Yeni Bir İstilacı Tür: *Halyomorpha halys*
(Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)**

- Kriticos, D. J., Kean, J. M., Phillips, C. B., Senay, S. D., Acosta, H., Haye, T. (2017) The potential global distribution of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, a critical threat to plant biosecurity. *Journal of Pest Science*, 90:1033-1043.
- Kuhar, T. P., Kamminga, K. L., Whalen, J., Dively, G. P., Brust, G., Hooks, C. R. R., Hamilton, G., Herbert, D. A. (2012) The pest potential of brown marmorated stink bug on vegetable crops. *Plant Health Progress*, 13(1):41.
- Lee, D. H., Short, B. D., Joseph, S. V., Bergh, J. C., Leskey, T. C. (2013) Review of the biology, ecology, and management of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in China, Japan, and the Republic of Korea. *Environmental entomology*, 42(4):627-641.
- Leskey, T. C., Short, B. D., Butler, B. R., Wright, S. E. (2012) Impact of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål), in mid-Atlantic tree fruit orchards in the United States: case studies of commercial management. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2012:1-14.
- Macavei, L. I., Băețan, R., Oltean, I., Florian, T., Varga, M., Costi, E., Maistrello, L. (2015) First detection of *Halyomorpha halys* Stål, a new invasive species with a high potential of damage on agricultural crops in Romania. *Lucrări Științifice seria Agronomie*, 58 (1):105-108.
- Mainali, B. P., Kim, H. J., Yoon, Y. N., Oh, I. S., Bae, S. D. (2014) Evaluation of apple and orange fruits as food sources for the development of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Korean Journal of Applied Entomology*, 53(4):473-477.
- Maistrello, L., Dioli, P. (2014) *Halyomorpha halys* Stål 1855, trovata per la prima volta nelle Alpi centrali italiane (Insecta: Heteroptera: Pentatomidae). *Naturalista valtellinese*, 25:51-57.
- Medal, J., Smith, T., Santa Cruz, A. (2013) Biology of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in the laboratory. *Florida Entomologist*, 96(3):1209-1212.
- Milonas, P. G., Partsinevelos, G. K. (2014) First report of brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* Stål (Hemiptera: Pentatomidae) in Greece. *EPPO Bulletin*, 44(2):183-186.
- Mityushev, I. M. (2016). First report of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* Stål, in the Russian Federation. In *Monitoring and biological control methods of woody plant pests and pathogens: from theory to practice. Proceedings of International Conference. Moscow* (pp. 147-148).
- Musolin, D. L., Konjević, A., Karpun, N. N., Protsenko, V. Y., Ayba, L. Y., Saulich, A. K. (2018) Invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) in Russia, Abkhazia, and Serbia: history of invasion, range expansion, early stages of establishment, and first records of damage to local crops. *Arthropod-Plant Interactions*, 12:517-529.
- Nielsen, A. L., Chen, S., Fleischer, S. J. (2016) Coupling developmental physiology, photoperiod, and temperature to model phenology and dynamics of an invasive heteropteran, *Halyomorpha halys*. *Frontiers in Physiology*, 7:165.
- Nielsen, A. L., Hamilton, G. C. (2009) Seasonal occurrence and impact of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in tree fruit. *Journal of Economic Entomology*, 102:1133-1140.
- Nielsen, A. L., Hamilton, C., Matadha, D. (2008) Developmental rate estimation and life table analysis for *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Environmental Entomology*, 27:348-355.
- Özdemir, İ. O., Tunçer, C. (2021) Türkiye'de Yeni Bir İstilacı Polifag Zararlı, Kahverengi Kokarca [*Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)]: Tanımı, Benzer Türler ve Mevcut Durum. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 4(2):58-67.
- Özdemir, İ. O., Yildirim, E., Uluca, M., Tunçer, C. (2022) Efficacy of Native *Beauveria*

**Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi İçin Yeni Bir İstilacı Tür: *Halyomorpha halys*
(Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)**

- bassiana* and *B. pseudobassiana* Isolates Against Invasive Brown Marmorated Stink Bug, *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae). *Black Sea Journal of Agriculture*, 5(3):227-233.
- Özdemir, İ. O. (2023) Türkiye'de istilacı kahverengi kokarcanın [*Halyomorpha halys* Stål (Hemiptera: Pentatomidae)] yerli yumurta parazitoiti *Telenomus turesis* (Walker)'in ilk kaydı. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 38(2):373-384.
- Özdemir, İ. O., Doğan, F., Tunçer, C. (2023a) The Preliminary Study on the Biology of An Invasive Species, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in Northwest Türkiye. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(8):1380-1385.
- Özdemir, İ. O., Karakaya, O., Ates, U., Ozturk, B., Uluca, M., Tunçer, C. (2023b) Characterization of hazelnut kernel responses to brown marmorated stink bug [*Halyomorpha halys* Stål (Hemiptera: Pentatomidae)] infestations: Changes in bioactive compounds and fatty acid composition. *Journal of Food Composition and Analysis*, 124:105696.
- Öztemiz, S., Sağut, M., Adak, Y. (2019) *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): A New Invasive Species In North-Western Of Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 14(2):634-637.
- Pansa, M. G., Asteggiano, L., Costamagna, C., Vittone, G., Tavella, L. (2013) First discovery of *Halyomorpha halys* in peach orchards in Piedmont. *Informatore Agrario*, 69(37):60-61.
- Rabitsch, W., Friebe, G. J. (2015) From the west and from the east? First records of *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) in Vorarlberg and Vienna, Austria. *Beiträge zur Entomofaunistik*, 16:115-139.
- Rice, K. B., Bergh, C. J., Bergmann, E. J., Biddinger, D. J., Dieckhoff, C., Dively, G., Fraser, H., Garipey, T., Hamilton, G., Haye, T., Herbert, A., Hoelmer, K., Hooks, C. R., Jones, A., Krawczyk, G., Kuhar, T., Martinson, H., Mitchell, W., Nielsen, A. L., Pfeiffer, D. G., Raupp, M. J., Rodriguez-Saona, C., Shearer, P., Shrewsbury, P., Venugopal, P. D., Whalen, J., Wiman, N. G., Leskey, T. C., Tooker, J. F. (2014) Biology, ecology, and management of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Integrated Pest Management*, 5(3):A1-A13.
- Rot, M., Devetak, M., Carlevaris, B., Žežlina, J., Žežlina, I. (2018) First record of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae) in Slovenia. *Acta Entomologica Slovenica*, 26(1):5-12.
- Šapina, I., Jelaska, L. Š. (2018) First report of invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) in Croatia. *EPPO Bulletin*, 48(1):138-143.
- Šeat, J. (2015) *Halyomorpha halys* (Stål, 1855)(Heteroptera: Pentatomidae) a new invasive species in Serbia. *Acta Entomologica Serbica*, 20:167-171.
- Skendžić, S., Zovko, M., Pajač Živković, I., Lešić, V., Lemić, D. (2021) Effect of climate change on introduced and native agricultural invasive insect pests in Europe. *Insects*, 12(11):985.
- StopBMSB, 2021. Where Is BMSB? (<https://www.stopbmsb.org/where-is-bmsb/>)(Erişim tarihi: 29.11.2023).
- Tozlu, E., Saruhan, I., Tozlu, G., Kotan, R., Dadaşoğlu, F., Tekiner, N. (2019) Potentials of some entomopathogens against the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1):1-8.
- TÜİK, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu, (<http://www.tuik.gov.tr>)
- Vétek, G., Papp, V., Haltrich, A., Rédei, D. (2014) First record of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae), in Hungary, with description of the genitalia of both sexes. *Zootaxa*, 3780(1):194-200.

Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi İçin Yeni Bir İstilacı Tür: *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)

Yang, Z. Q., Yao, Y. X., Qiu, L. F., Li, Z. X. (2009) A new species of *Trissolcus* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing eggs of *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in China with comments on its biology. *Annals of the Entomological Society of America*, 102(1):39-47.



Araştırma Makalesi

**Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.)
Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi**

Özlem KILIÇ-BÜYÜKKURT¹, Onur SEVİNDİK², Gamze GÜÇLÜ³, Haşim KELEBEK²,
Serkan SELLİ^{3*}

ÖZ

Bu çalışmanın amacı farklı yağ ekstraksiyon yöntemlerinin [çözgen destekli soğuk ekstraksiyon (SE), 80°C'de Soxhlet ekstraksiyon (SH-80) ve 160°C'de Soxhlet ekstraksiyon (SH-160)] sakız ağacı ham meyve yağı verimi ve aroma profili üzerine etkisini incelemektir. Yağ verimleri sırasıyla %4.69, %4.84 ve %6.99 olarak tespit edilmiştir. Bütün yağlarda toplam 56 adet aroma bileşiği saptanmış ve yağ örneklerini oluşturan aroma gruplarının monoterpenler, monoterpenoidler, seskiterpenler, seskiterpenoidler, aldehitler, alkoller, esterler, ketonlar ve furan olduğu belirlenmiştir. Aroma profilleri karşılaştırıldığında SE ile SH-80 yöntemlerinde baskın aroma grubunun monoterpenler olduğu; SH-160 ile elde edilen yağda ise aldehitler olduğu saptanmıştır. Elde edilen bulgular ışığında SE yönteminin en uygun ekstraksiyon metodu olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *P. lentiscus* L., sakız ağacı, ham meyve yağı, aroma, HS-SPME, GC-MS

**Effect of Different Oil Extraction Methods on the Fruit Oil Aroma Profile of Mastic
Tree (*Pistacia lentiscus* L.)**

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effect of different oil extraction methods [solvent-assisted cold (SE), Soxhlet at 80°C (SH-80), and Soxhlet at 160°C (SH-160)] on the yield and aroma profile of mastic tree unripe fruit oil. The oil yields were determined as 4.69%, 4.84%, and 6.99%, respectively. A total of 56 aroma compounds were identified in all oil samples, and the aroma groups constituting the oil samples were found to be monoterpenes, monoterpenoids, sesquiterpenes, sesquiterpenoids, aldehydes, alcohols, esters, ketones, and furans. When comparing aroma profiles, it was found that monoterpenes were the dominant aroma group in the SE and SH-80 methods, while aldehydes were dominant in SH-160. In light of the findings, it was concluded that the SE method is the most suitable extraction method for the current study.

Keywords: *P. lentiscus* L., mastic tree, unripe fruit, yield, aroma, HS-SPME, GC-MS

ORCID ID

0000-0001-5786-6655, 0000-0002-2761-6695, 0000-0001-7317-6101, 0000-0002-8419-3019, 0000-0003-0450-2668

¹Gıda Teknolojisi Bölümü, Kadirli Uygulama Bilimler Fakültesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, 80760-Osmaniye

² Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Adana

³ Gıda Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Adana

*E-posta: sseli@cu.edu.tr

Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

Giriş

Sakız ağacı (*Pistacia lentiscus* L.), yapraklarını dökmeyen ve her daim yeşil yaprakları olan 3-4 m uzunluğunda çalı şeklinde bir ağaçtır (Mezni ve ark., 2012; Mohand ve ark. 2020). Bu ağaç, Anacardiaceae familyasının içinde yer almakta ve birçok Akdeniz ülkesi, özellikle Yunanistan, Türkiye, Tunus, Cezayir, Fas, İspanya, ve İtalya gibi bölgelerde geniş bir yayılım göstermektedir (Trabelsi ve ark., 2012; Negro ve ark., 2015). Bu bitki, sadece coğrafi olarak sınırlı olmamakla birlikte, aynı zamanda antifungal, antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri gibi çeşitli tedavi edici özelliklere sahip olmasıyla da uluslararası alanda tanınmaktadır (Chouaibi ve ark., 2020). Sakız ağacının gövdesinden bir reçine salgılanmakta ve bu nedenle sakız ağacı (mastic tree) olarak bilinmektedir (Gardeli ve ark., 2008; Boudieb ve ark., 2019). Bu ağaç, iki evcikli (erkek ve dişi ayrı ağaçlardan oluşan) ve dişi ağaçları, 4-5 mm çapında küre şekilde meyvelere sahiptir (Milia ve ark., 2021). Ağaçta kısa, küçük salkım şeklinde bulunan bu meyvelerin rengi ilk başta yeşil, yeşilimsi-kırmızı iken olgunlaştıkça siyaha dönmektedir (Nahida ve ark., 2012; Boudieb ve ark., 2019). Özellikle Tunus, Cezayir gibi ülkelerde, bu olgun meyvelerden bitkisel yağ elde edilmektedir. Elde edilen bu yağ, geleneksel tıpta özellikle yaraları iyileştirmek, mide rahatsızlıklarını ve astımı tedavi etmek amacıyla kullanıldığı bildirilmiştir. Bunun yanı sıra yapılan çalışmalarda içerdiği fenolik bileşikler sayesinde antioksidan, antimikrobiyal ve antikanser özellikler sergilediği de belirtilmiştir (Mezni ve ark., 2012; Daoued ve ark., 2016; Mezni ve ark., 2018).

Çeşitli bölgelerde yetişen sakız ağacının farklı kısımlarındaki uçucu yağların kimyasal bileşimi üzerine çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda, α -pinen, β -mirsen (Castola ve ark., 2000; Amhamdi ve ark., 2009), terpinen-4-ol (Ben Youssef ve ark., 2005), limonen (Gardeli ve ark., 2008), germakren-D ve 3-karen (Congiu ve ark., 2002) gibi bileşikler temel bileşikler olarak tanımlanmıştır. Sakız ağacının kimyasal bileşimi, yetiştiği bölgenin iklimi, toprak yapısı, hasat zamanı ve bitkinin gelişim aşaması gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Yapılan önceki çalışmalarda yağ veriminin

olgunlaşmayla birlikte arttığı bildirilmiştir (Charef ve ark., 2008; Trabelsi ve ark., 2012). Ayrıca, yağ eldesinde kullanılan ekstraksiyon yöntemleri de oldukça önemli etkiye sahip olabilmektedir (Rallo ve ark., 2018; Boudieb ve ark., 2019). Bu nedenle, meyvelerden yağ eldesi için uygun ekstraksiyon yönteminin seçimi, hem maksimum verimi almak hem de en iyi aroma profilini elde etmek için oldukça önemlidir. Bu amaçla, bir çok çalışmada farklı yağ ekstraksiyon teknikleri (buhar distilasyonu, presleme, Soxhlet ekstraksiyon, çözücü destekli soğuk ekstraksiyon) kullanılmıştır (Vidrich ve ark., 2004; Charef ve ark., 2008; Daoued ve ark., 2016; Djebari ve ark., 2021). Geleneksel ekstraksiyon yöntemleri, yüksek miktarda çözücü gereksinimine, zaman ve enerji tüketimine rağmen, yıllardır yaygın olarak kullanılmaktadır (Bampouli ve ark., 2014). Bunun yanı sıra, çözücü destekli yöntemlerde mekanik presleme yöntemlerine göre daha yüksek verim sağlanabilmektedir (Sevindik ve Selli, 2017). Bu yöntemlerden biri olan Soxhlet ekstraksiyonunda, yağ elde edilecek örnekler çözgen içerisine konularak yüksek sıcaklık ve basınç altında yağı çıkarılmaktadır. Ancak bu yöntemde uygulanan yüksek sıcaklık bazı hassas bileşenleri olumsuz etkileyebilmektedir. Bir diğer yöntem ise çözücü destekli soğuk ekstraksiyondur ve bu yöntemde yağlı tohum ve/veya bitki materyali, oda sıcaklığındaki uygun bir çözgen içerisinde karıştırılarak yağın çözgene geçmesi sağlanmaktadır. Daha sonra çözgen buharlaştırılarak geri kazanılmakta ve yağ elde edilmektedir.

Çeşitli bölgelerden sakız ağacının reçinesi ve yapraklarının kimyasal bileşimi üzerine yapılan çalışmalar bulunsu da (Douissa ve ark., 2005; Dob ve Dahmane, 2006; Derwich ve ark., 2010; Paraschos ve ark., 2011; Negro ve ark., 2015; Chaabani ve ark., 2020; Sehaki ve ark., 2022), ham meyve yağının aroma profilinin incelendiği sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Vidrich ve ark., 2004; Trabelsi ve ark., 2015; Daoued ve ark., 2016; Yosr ve ark., 2018; Bouyahya ve ark., 2019; Djebari ve ark., 2021). Bu nedenle, farklı sıcaklıklarda (80°C ve 160°C) uygulanan Soxhlet ekstraksiyon ile çözücü destekli soğuk ekstraksiyonun sakız ağacı ham meyve yağı verimi ve aroma profili üzerindeki etkisini

Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

araştırmak ve bunları karşılaştırmak amaçlanmıştır.

Materyal-Yöntem

Materyal

Sakız ağacının yeşil renkli ham meyve örnekleri 2020 yılı İzmir-Karaburun bölgesinden temin edilmiştir. Yağ eldesi için kullanılan ham meyve örnekleri nem içeriği %10'un altında olacak şekilde laboratuvar ortamında yaklaşık 25°C oda sıcaklığında kurutulmuş ve yağ elde edilinceye kadar serin bir yerde muhafaza edilmiştir (Barbouchi ve ark., 2020). Bu çalışmada yağ eldesinde kullanılan hekzan Sigma Aldrich'ten (Steinheim, Almanya) temin edilmiştir.

Yöntem

Yağ eldesinde kullanılan ekstraksiyon yöntemleri

Soxhlet ekstraksiyonu

Ham meyve yağlarının Soxhlet ekstraksiyonu ile elde edilmesi için, Barbouchi ve ark. (2020) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Öncelikle, ham meyve örnekleri bir öğütücü yardımıyla (Sinbo SCM 2934, İstanbul, Türkiye) öğütülerek boyutu küçültülmüş ve hekzan (yaklaşık 150 ml) ile 6 saat boyunca farklı sıcaklıklar uygulanarak (80°C ve 160°C) ekstrakte edilmiştir. Elde edilen yağda iz miktarda bulunan hekzan 45°C sıcaklıkta etüv kullanılarak uzaklaştırılmıştır.

Çözücü destekli soğuk ekstraksiyon

Ham meyve yağlarının elde edilmesi için, Boudieb ve ark. (2019) tarafından önerilen çözücü destekli soğuk ekstraksiyon yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Öğütülmüş örnek ve hekzan çözücüsü oranı 1:15 olacak şekilde bir cam erlene konulmuş ve ağzı pamuk ve alüminyum folyo ile kapatılmıştır. Ekstraksiyon işlemi, çalkalayıcıya yerleştirilen örneklerin 25°C sıcaklıkta ve 24 saat boyunca çalkalanmıştır. Ekstraksiyon tamamlandığında, elde edilen karışım, partiküllerden ayrılmak için kaba filtre kağıdı kullanılarak süzülüş ve çözücü, düşük basınçta 45°C sıcaklıkta bir döner vakum evaporatör (Buchi, Rotavapor, İsviçre) ile uzaklaştırılmıştır. Elde edilen yağda iz miktarda bulunan hekzan 45°C sıcaklıkta bir etüvde buharlaştırılmıştır.

Yağ Ekstraksiyon verimi

Farklı yağ ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak elde edilen ham meyve yağlarının verimleri aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır (Barbouchi ve ark., 2020):

$$\% \text{ verim} = (m_1/m_2) * 100$$

m_1 : Elde edilen ham meyve yağının ağırlığı (g)

m_2 : Ham meyvenin başlangıç ağırlığı (g)

Aroma Ekstraksiyonu

Ham meyve yağlarının aroma bileşik ekstraksiyonu tepe boşluklu katı faz mikro ekstraksiyon (Headspace solid-phase microextraction, HS-SPME) kullanılarak Kilic-Buyukkurt, (2021) ve Pino ve Barzola-Miranda, (2020)'de belirtilen yöntemler modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon için, 50/30 µm karboksen/divinilbenzen/polidimetilsiloksan (CAR/DVB/PDMS; Supelco, Bellefonte, Pensilvanya, ABD) kaplı erimiş silika fiber kullanılmıştır. Fiber, yaklaşık 1 g ham meyve yağı içeren 20 ml'lik kapaklı bir şişenin üst boşluğuna maruz bırakılmış ve GC enjektör portunda koşullandırılmıştır. Yağ örnekleri 15 dakika boyunca 60°C'de inkübe edilmiş ve bu süre boyunca 250 rpm'de çalkalanmıştır. Bu inkübasyonun sonunda fiber, 250°C'de 5 dakika süreyle (Splitless mode, bölünmemiş mod 0.8 dakika) GC-MS enjektörüne desorbe edilmiştir.

Aroma bileşiklerinin GC-MS analizi

Ham meyve yağlarının aroma bileşikleri, gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS) ile analiz edilmiştir. GC-MS sistemi, alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve Agilent 7010B Kütle Dedektörü (Network Mass Selective Detector, MSD) ile donatılmış bir Agilent 7890B gaz kromatografisinden oluşmaktadır. Aroma bileşiklerinin ayrımında DB-Wax kolon (60 m x 0,25 mm, 0,25 µm kalınlık; J&W Scientific, Folsom, CA) kullanılmıştır. Her seferinde toplam 2 µl ekstrakt darbeli bölünmez modda (pulsed splitless mode) 40 psi'de 0.5 dakika süreyle enjekte edilmiştir. FID ve enjektör sıcaklıkları sırasıyla 280 ve 270°C'ye ayarlanmış ve taşıyıcı gaz olan helyumun akış hızı 1.5 ml/dk olarak belirlenmiştir. Fırın sıcaklık programı; önce 5°C/dk hızla 50°C'den 200°C'ye, ardından 8°C/dk hızla 260°C'ye ve 260°C'de 5 dk tutma

Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

süresine çıkarılmıştır. MSD, 70 eV'luk elektronik darbe iyonizasyon enerjisi ve m/z 30-300 a.m.u kütle aralığında, 2.0 tarama/s hızında tarama modunda çalıştırılmıştır. GC-MS ara yüzü ve iyonizasyon kaynağı sıcaklıkları sırasıyla 250 ve 180°C'ye ayarlanmıştır. Aroma bileşikleri, kütle spektrumları Wiley 9, NIST 14 kütle spektral veri kütüphaneleri ve alkan standartları (C₈-C₃₂) kullanılarak oluşturulan kütüphane karşılaştırılarak aroma bileşiklerinin tanımlaması yapılmıştır (Keskin ve ark., 2021). Aroma bileşiklerinin miktarı % alan olarak hesaplanmıştır.

İstatiksel Analiz

Yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler SPSS paket program (v.23.0, SPSS Inc., Chicago, IL) yardımıyla tek yönlü Varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Ortalamalardaki anlamlı farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi testine göre değerlendirilmiş ve değerler ortalama ± standart hata şeklinde düzenlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Ham meyve yağlarının verimi

Ham meyve yağının elde edilmesinde Soxhlet ve çözücü destekli soğuk ekstraksiyon yöntemleri olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır. Soxhlet yönteminde 80°C (SH-80) ve 160°C (SH-160) olmak üzere iki farklı sıcaklık kullanılmış ve çözücü destekli soğuk ekstraksiyon (SE) yöntemi ise 25°C oda sıcaklığında uygulanmıştır. Çalışma sonucuna göre elde edilen yağların verimleri Çizelge 1.'de gösterilmiştir. SE, SH-80 ve SH-160 ile elde edilen yağların verimleri sırasıyla %4.69, %4.84 ve %6.99 olarak tespit edilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, farklı ekstraksiyon yöntemlerinin ve uygulama sıcaklıklarının ham meyve yağı verimi üzerine istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) düzeyde etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Soxhlet ve çözücü destekli soğuk ekstraksiyon yöntemlerinin yağ verimleri (%)

	SH-160	SH-80	SE
Ham meyve yağı	%6.99 ^a ± 0.21	%4.84 ^b ± 0.05	%4.69 ^b ± 0.02

Yapılan önceki bir çalışmada, Trabelsi ve ark. (2012) farklı olgunluktaki ham meyve yağ verimlerini incelemişlerdir. Farklı olgunluk aşamalarındaki (tamamen yeşilden kırmızı-yeşil renk olana kadar) ham meyvelerin yağ verimlerinin, çalışmamıza benzer olarak, ortalama %2.16 ila %11.95 arasında değiştiği ve ham meyvelerin yağ içeriğinin hasat zamanının önemli bir fonksiyonu olduğu bildirilmiştir. Yağ veriminin incelendiği bir başka çalışmada ise kırmızı meyvelerin yağ veriminin %11.70 olduğu belirtilmiştir (Charef ve ark., 2008). Bu çalışmada kullanılan yöntem benzer olarak Boudieb ve ark. (2019) Kuzey Cezayir'den topladıkları sakız ağacı kırmızı meyvelerinin yağını çözen destekli soğuk ekstraksiyon yöntemine göre elde etmişlerdir. Buna göre kırmızı meyvelerin yağ veriminin %11.25 olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir. Fas'ın farklı bölgelerinden temin ettikleri olgun meyve yağlarını Soxhlet yöntemi ile elde ettikleri bir çalışmada ise olgun meyvelerin yağ verimlerinin %7.67-21.63 arasında değiştiğini ve meyve yağ verimlerinin örnekleme bölgesinden önemli ölçüde etkilendiğini bildirmişlerdir (Mohand ve ark. 2020). Yapılan literatür taramasına göre ham meyve yağ veriminin bölgelere göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun nedeninin meyvelerin farklı olgunluk aşamasında toplanmış olması, yetiştirildiği coğrafya, iklim şartları ve toprak yapısı gibi çeşitli faktörlerden kaynaklı olabileceği değerlendirilmiştir (Chouaibi ve ark., 2020).

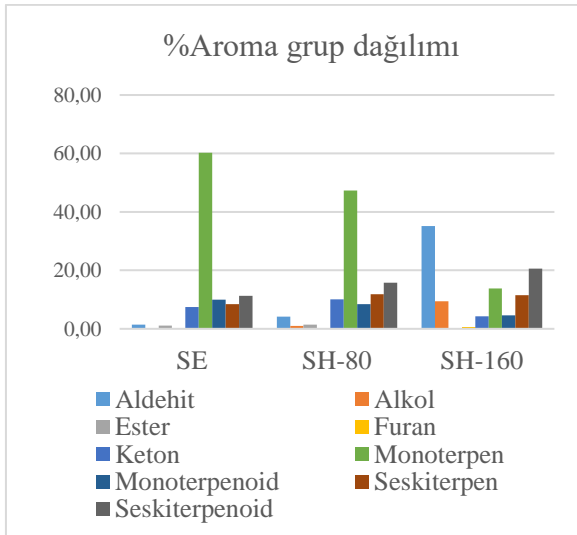
Ham meyve yağlarının aroma profili

Farklı ekstraksiyon yöntemleri ile elde edilen ham meyve yağlarının aroma bileşikleri HS-SPME yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve tespit edilen bileşikler Çizelge 2.'de verilmiştir. Buna göre, bütün yağ örneklerinde toplam 56 adet aroma bileşiği saptanmıştır. Yağ örneklerini oluşturan aroma grupları monoterpenler, monoterpenoidler, seskiterpenler, seskiterpenoidler, aldehytler, alkoller, esterler, ketonlar ve furan bileşiklerinden oluşmaktadır. Yağ örneklerinin aroma profilini oluşturan bu aroma gruplarının yüzde olarak dağılımı Şekil 1.'de gösterilmiştir.

SE ile elde edilen yağda 13 adet monoterpen, 13 adet monoterpenoid, 8 adet seskiterpenoid, 5 adet aldehit, 4 adet seskiterpen, 2 adet keton, 1

Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

adet alkol ve 1 adet ester olmak üzere toplam 47 bileşik belirlenmiştir. SH-80 ile elde edilen yağda 13 adet monoterpen, 13 adet monoterpenoid, 8 adet aldehit, 7 adet seskiterpenoid, 4 adet seskiterpen, 2 adet keton, 1 adet alkol ve 1 adet ester olmak üzere toplam 49 bileşik tespit edilmiştir. SH-160 ile elde edilen yağda ise 11 adet monoterpen, 9 adet aldehit, 8 adet monoterpenoid, 6 adet seskiterpenoid, 4 adet seskiterpen, 4 adet keton, 2 adet alkol ve 1 adet furan bileşiği olmak üzere toplam 45 bileşik saptanmıştır. Çizelge 2. incelendiğinde en fazla sayıda bileşik SH-80 ile elde edilen yağda belirlenmiş ve en az bileşik ise SH-160 ile elde edilen yağda tespit edilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, farklı ekstraksiyon yöntemlerinin ham meyve yağı aroma profili üzerine genel olarak istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) düzeyde etkisinin olduğu saptanmıştır.



Şekil 1. Sakız ağacı ham meyve yağlarının aroma grup dağılımları (%)

Monoterpenler

SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarda en fazla oranda bulunan aroma grubu monoterpenler olarak belirlenmiş ve yağ örneklerinde toplam monoterpen oranları sırasıyla %60.29 ve %47.35 olarak tespit edilmiştir (Şekil 1). Benzer şekilde yapılan önceki çalışmalarda sakız ağacı meyve yağlarının baskın aroma grubunun monoterpenler olduğu bildirilmiştir (Boelens ve Jimenez, 1991; Congiu ve ark., 2002; Ben Khedir ve ark., 2016; Yosr ve ark., 2018; Djebari

ve ark., 2021). SH-160 ile elden yağda ise oldukça düşük bir oranda (%13.82) monoterpen grubu aroma bileşikleri belirlenmiştir. Bütün yağ örnekleri karşılaştırıldığında monoterpenler oranı en fazla olan yağ örneği SE ile elde edilen yağ olarak tespit edilmiştir. SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarda monoterpen grubu içerisinde en yüksek orana sahip olan bileşik α -pinen olarak saptanmış ve bu yağlarda sırasıyla %19.42 ve %14.77 oranlarında tespit edilmiştir. SE ve SH-80 yağlarında kamfen, β -pinen, (*E*)- β -osimen, β -osimen ve sitral monoterpen bileşikleri belirlenirken bu bileşikler, SH-160 yağ örneğinde tespit edilememiştir. Bunun nedeninin ekstraksiyon sırasında uygulanan yüksek sıcaklık nedeniyle bileşiklerin kaybolmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışma bulgularımıza benzer olarak, Vidrich ve ark. (2004) Toskana'dan (İtalya) topladıkları sakız ağacının meyvelerinden distilasyon yöntemiyle elde ettikleri esansiyel yağların kimyasal kompozisyonunu GC-MS ile incelemişler ve meyvelerinden elde edilen bu esansiyel yağın ana bileşenlerinin α -pinen (%7.5-11.2), mirsen (%68.2-71.0) ve limonen (%9.6-19.7) olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada ise sakız ağacı meyvelerinden elde edilen esansiyel yağda 22 bileşiğin tanımlandığını ve meyve esansiyel yağının majör bileşenlerinin limonen (%18.26) ve α -pinen (%20.46) olduğunu bildirmişlerdir (Bouyahya ve ark., 2019).

Seskiterpenoidler

SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarda monoterpenlerden sonra en fazla oranda bulunan aroma grubu sırasıyla %11.26 ve %15.79 oranlarında bulunan seskiterpenoidlerdir. SH-160 ile elde edilen yağlarda da, diğer iki yağ benzer şekilde %20.61 oranla ikinci en baskın grup olarak belirlenmiştir. γ -Muuroolen bileşiği seskiterpenoidler arasından en fazla oranda bulunan bileşiktir ve SE, SH-80 ve SH-160 ile elde edilen yağlarda sırasıyla %5.61, %8.66 ve %8.45 oranlarında tespit edilmiştir. Bütün yağ örneklerinde toplam 8 adet (ylangen, α -himahalen, alloaromandendren, γ -muuroolen, α -muuroolen, kalamenen, α -kalakoren ve α -kadinol) seskiterpenoid grubu aroma bileşiği belirlenmiştir. Bu bileşiklerden ylangen ve α -

Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

himahalen SH-160 ile elde edilen yağlarda tespit edilemezken, α -kalakoren ise sadece SH-80 ile elde edilen yağda tespit edilememiştir.

Monoterpenoidler

Yağ örneklerinde tespit edilen bir diğer önemli aroma grubu monoterpenoidlerdir. Toplam 13 adet monoterpenoid bileşiği tespit edilmiş ve SE, SH-80 ve SH-160 ile elde edilen yağlarda sırasıyla %9.93, %8.46 ve %4.66 oranlarında belirlenmiştir (Şekil 1). Bu bileşiklerden allosimen, pinokarvon, (*E*)-pinokarveol, *p*-mentha-1(7),8-dien-2-ol ve (*Z*)-karveol sadece SH-160 ile elde edilen yağlarda tespit edilememiştir.

Seskiterpenler

Her üç yöntem kullanılarak elde edilen yağlarda kopaen, β -karyofilen, δ -kadinen ve karyofillen oksit olmak üzere toplam 4 adet seskiterpen bileşiği belirlenmiştir. SE, SH-80 ve SH-160 ile elde edilen yağlarda bulunan bu bileşiklerin toplam oranları sırasıyla %8.41, %11.81 ve %11.51 olarak tespit edilmiştir. En baskın seskiterpen bileşiği üç yağ örneğinde de δ -kadinen olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Çalışmamıza benzer şekilde Mecherara-Idjeri ve ark. (2008) sakız ağacı olgun meyve yağlarının kimyasal kompozisyonunu inceledikleri çalışmada α -kopaen, β -karyofilen, δ -kadinen ve karyofillen oksit bileşiklerini tespit etmişlerdir.

Aldehitler

SH-160 yağında toplam aroma profilinin %35.17'sini oluşturan ve bu yağda en bol bulunan aroma grubu aldehitler olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Yağ örneğinde aldehit miktarının oldukça fazla olması kokuyu olumsuz etkilediği için istenmeyen bir durumdur. SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarda ise aldehitler sırasıyla %1.41 ve %4.16 oranlarında tespit edilmiş ve SH-160 ile elde edilen yağa kıyasla oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. SH-160 yağında en baskın bulunan aldehit %10.42 ile (*E*)-2-dekanal ve ardından %7.86 ile heksanal olarak saptanmıştır. Aldehitlerden, heptanal ve (*Z*)-4-heptenal bileşikleri SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarda tespit edilemezken sadece SH-160 ile elde edilen yağlarda belirlenmiştir. Bunlara ek olarak, (*E*)-oktanal, 2-nonenal ve (*E*)-2-dekenal, bileşikleri de sadece SE ile elde edilen yağda tespit edilememiştir. α -Kampholenal

bileşiği ise sadece SH-160 ile elde edilen yağda saptanamamıştır. Çizelge 2 incelendiğinde genel olarak aldehit bileşiklerinin SH-160 ile elde edilen yağlarda diğer iki yağa kıyasla daha fazla sayıda ve oranda olduğu belirlenmiştir. Düz zincirli aldehitlerin doymamış yağ asitlerinin lipit oksidasyonu sonucu oluştuğu belirtilmekte (Oussou ve ark., 2022) ve bu da yağın sahip olduğu kokuyu olumsuz yönde etkilemektedir. Yağ eldesinde uygulanan yüksek sıcaklık nedeniyle daha fazla oksidasyonun geliştiği ve dolayısıyla aldehit miktarının arttığı düşünülmektedir.

Ketonlar

Yağ örneklerinde 1-okten-3-on, 6-metil-5-hepten-2-on, 2-nonanon ve 2-undekanon olmak üzere toplam 4 adet keton bileşiği belirlenmiştir. Bu bileşiklerden 1-okten-3-on ve 6-metil-5-hepten-2-on SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarda tespit edilemezken sadece SH-160 ile elde edilen yağlarda belirlenmiştir. 2-Nonanon ve 2-undekanon bileşikleri ise üç yağ örneğinde de ortak olarak saptanmıştır. SE, SH-80 ve SH-160 ile elde edilen yağlarda tespit edilen keton bileşiklerinin toplam oranları sırasıyla %7.43, %10.04 ve %4.34 olarak belirlenmiştir (Şekil 1). En fazla sayıda keton bileşiği SH-160 ile elde edilen yağ içermesine rağmen oldukça düşük bir orana sahiptir. Bütün yağ örneklerinde en yüksek orana sahip keton bileşiği ise 2-undekanon olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Yapılan önceki bir çalışmada 2-undekanon bileşiğinin ise sakız ağacı ham meyve yağının olfaktometrik açıdan önemli bir bileşeni olabileceği bildirilmiştir (Boelens ve Jimenez, 1991).

Diğer aroma grupları

Yağ örneklerinde, yukarıda bahsedilen baskın aroma gruplarının yanı sıra alkol, ester ve furan gibi minör aroma grupları da tespit edilmiştir. Alkollerden 1-okten-3-ol bütün yağ örneklerinde tespit edilirken, 1-pentanol sadece SH-160 ile elde edilen yağda saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada bu bileşiklerin lipit oksidasyonu sonucu oluştuğu belirtilmiştir. Bir ester bileşiği olan izoamil heksanoat ise SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarda belirlenirken SH-160 ile elde edilen yağda tespit edilememiştir. Benzer

Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

şekilde Cezayir'in 8 farklı bölgesinden topladıkları sakız ağacı meyvelerinden elde edilen yağların büyük çoğunluğunda izoamil heksanoat tespit edilmiştir (Mecherara-Idjeri ve ark., 2008). Bir diğer aroma grubu olan furanlardan 2-pentil furan bileşiği sadece SH-160 ile elde edilen yağda tespit edilmiştir. Benzer şekilde iki farklı ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen üzüm çekirdek yağında Soxhlet ekstraksiyonu ile elde edilen yağda 2-pentil furan bileşiğinin belirlendiği bildirilmiştir (Sevindik ve ark., 2022). Bunun nedeninin ekstraksiyon sırasında uygulanan yüksek sıcaklık uygulaması nedeniyle lipit oksidasyonundan oluştuğu düşünülmektedir (Wang ve ark., 2017). Ayrıca bu bileşiğin oluşumunun sadece lipit oksidasyonundan değil aynı zamanda Strecker bozunmasından ve Maillard reaksiyonlarından da kaynaklandığı belirtilmiştir (Ho ve ark., 2007; Sevindik ve ark., 2022).

Sonuç

Farklı ekstraksiyon metotları kullanılarak sakız ağacı ham meyvelerinin yağları elde edilmiş ve bu yağların yağ verimleri ile aroma profilleri karşılaştırılmıştır. Farklı ekstraksiyon tekniklerinin sakız ağacı meyvesinin yağ ve aroma profili üzerine önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. SE ve SH-80 ile elde edilen yağların verimleri benzer iken SH-160 ile elde edilen yağın verimi diğer iki yönteme göre daha yüksek çıkmıştır. SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarında baskın aroma grubu monoterpenler iken SH-160 ile elde edilen yağda ise aldehitler olarak belirlenmiştir. Ayrıca, en az sayıda aroma

bileşiğinin yine SH-160 ile elde edilen yağlarda belirlendiği tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen bir diğer önemli sonuç ise yağ ekstraksiyonu sırasında uygulanan yüksek sıcaklığın yağın aroma profiline olumsuz etkisi olmuştur. Uçucu halde bulunan bazı önemli aroma bileşikleri SH-160'da uygulanan yüksek sıcaklık nedeniyle oranı azalmış, kaybolmuş veya başka bileşiklere dönüşmüş olabilir. Ham meyve yağı için önemli ve temel bir aroma grubu olan monoterpenler SE ile elde edilen yağda en fazla oranda bulunurken bu oran yüksek sıcaklığın uygulandığı SH-160'da oldukça azalmıştır. Bunun yanı sıra uygulanan yüksek sıcaklık nedeniyle SH-160 ile elde edilen yağda bir adet furan bileşiği de oluşmuştur. Bu sonuçlar ışığında çözgen destekli soğuk ekstraksiyon yönteminin sakız ağacı meyve yağının aroma profilinin belirlenmesinde etkili yöntem olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, aroma bileşiklerinin incelendiği çalışmalarda uçucu halde bulunan aroma bileşiklerinin Soxhlet gibi yüksek sıcaklık uygulanan yöntemlerde aroma bileşiklerinin kaybına neden olabilmektedir. Bu nedenle uygulanan ekstraksiyon yöntemlerinde daha düşük sıcaklıkların uygulanabileceği çözücü destekli soğuk ekstraksiyon gibi çeşitli yöntemler tercih edilmelidir.

Teşekkür

Bu çalışma Özlem Kılıç Büyükkurt'un doktora tezinden üretilmiş olup, Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi (FDK-2020-12813) ve TÜBİTAK 1002-B Hızlı Destek (222O036) tarafından desteklenmiştir.

Çalışmada, örneklerin temin edilmesini sağlayan Mustafa ÖZER'e teşekkür ederiz.

Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

Çizelge 2. Farklı ekstraksiyon yöntemleri elde edilen ham meyve yağlarının aroma profilleri

No	LRI ¹	Bileşik	SE % Alan	SH-80 % Alan	SH-160 % Alan	Tanımlama ²
1	979	Pentanal	0.20 ± 0.01 ^b	0.16 ± 0.01 ^b	1.38 ± 0.10 ^a	LRI, MS, std
2	1011	α -Pinen	19.42 ± 1.37 ^a	14.77 ± 1.04 ^b	0.48 ± 0.03 ^c	LRI, MS, std
3	1057	Kamfen	0.73 ± 0.05 ^a	0.36 ± 0.03 ^b	-	LRI, MS, std
4	1078	Hekzanal	0.3 ± 0.02 ^b	1.01 ± 0.07 ^b	7.86 ± 0.56 ^a	LRI, MS, std
5	1096	β -Pinen	14.44 ± 1.02 ^a	10.31 ± 0.73 ^b	-	LRI, MS, std
6	1161	3-Carene	1.36 ± 0.10 ^a	0.78 ± 0.06 ^b	0.13 ± 0.01 ^c	LRI, MS, std
7	1167	β -Mirsen	0.65 ± 0.05 ^a	0.74 ± 0.05 ^a	0.18 ± 0.01 ^b	LRI, MS, std
8	1186	Heptanal	-	-	0.64 ± 0.05	LRI, MS, std
9	1196	D-Limonen	8.93 ± 0.63 ^a	7.62 ± 0.54 ^a	2.60 ± 0.18 ^b	LRI, MS, std
10	1212	β -Felandren	7.69 ± 0.54 ^a	6.24 ± 0.44 ^b	2.88 ± 0.20 ^c	LRI, MS, std
11	1220	(Z)-4-Heptenal	-	-	0.39 ± 0.03	LRI, MS, std
12	1231	Furan, 2-pentil-	-	-	0.46 ± 0.03	LRI, MS, std
13	1242	(E)- β -Ocimen	0.51 ± 0.04 ^a	0.51 ± 0.04 ^a	-	LRI, MS, std
14	1241	1-Pentanol	-	-	0.85 ± 0.06	LRI, MS, std
15	1251	γ -Terpinen	0.90 ± 0.06 ^b	0.59 ± 0.04 ^c	1.41 ± 0.10 ^a	LRI, MS, std
16	1252	β -Osimen	1.20 ± 0.08 ^a	1.30 ± 0.09 ^a	-	LRI, MS, std
17	1265	p -Simen	4.11 ± 0.29 ^b	3.83 ± 0.27 ^b	5.84 ± 0.41 ^a	LRI, MS, std
18	1287	Oktanal	-	0.51 ± 0.04 ^b	4.23 ± 0.30 ^a	LRI, MS, std
19	1290	1-Okten-3-on	-	-	1.39 ± 0.10	LRI, MS, std
20	1339	6-metil-5-Hepten-2-on	-	-	0.70 ± 0.05	LRI, MS, std
21	1372	Allo-osimene	0.25 ± 0.02 ^a	0.24 ± 0.02 ^a	-	LRI, MS, std
22	1386	2-Nonanon	3.06 ± 0.22 ^a	3.42 ± 0.24 ^a	0.14 ± 0.01 ^b	LRI, MS, std
23	1396	Nonanal	0.28 ± 0.02 ^b	0.58 ± 0.04 ^b	4.94 ± 0.35 ^a	LRI, MS, std
24	1424	(E)-2-Oktenal	0.26 ± 0.02 ^b	0.39 ± 0.03 ^b	4.37 ± 0.31 ^a	LRI, MS, std
25	1456	1-Okten-3-ol	0.21 ± 0.01 ^b	0.95 ± 0.07 ^b	8.59 ± 0.61 ^a	LRI, MS, tent
26	1453	İzoamil heksanoat	1.06 ± 0.08 ^b	1.43 ± 0.10 ^a	-	LRI, MS, std
27	1447	α -Kampholenal	0.36 ± 0.03 ^a	0.18 ± 0.01 ^b	-	LRI, MS, tent
28	1460	Ylangen	0.66 ± 0.05 ^a	0.79 ± 0.06 ^a	-	LRI, MS, std
29	1475	Kopaen	2.14 ± 0.15 ^a	2.57 ± 0.18 ^a	0.29 ± 0.02 ^b	LRI, MS, std
30	1532	2-Nonenal, (E)-	-	0.17 ± 0.01 ^b	0.94 ± 0.07 ^a	LRI, MS, std
31	1561	Pinokarvon	1.42 ± 0.10 ^a	0.92 ± 0.07 ^b	-	LRI, MS, std
32	1585	β -Karyofilen	4.37 ± 0.31 ^b	6.63 ± 0.47 ^a	2.11 ± 0.15 ^c	LRI, MS, std
33	1610	2-Undekanon	0.38 ± 0.03 ^b	0.52 ± 0.04 ^a	0.25 ± 0.02 ^c	LRI, MS, tent
34	1612	Mirtenal	0.61 ± 0.04 ^a	0.55 ± 0.04 ^a	0.31 ± 0.02 ^b	LRI, MS, std
35	1643	(E)-2-Dekenal,	2.13 ± 0.15 ^a	1.66 ± 0.12 ^b	0.47 ± 0.03 ^c	LRI, MS, std
36	1651	(E)-Pinokarveol	-	1.16 ± 0.08 ^b	10.42 ± 0.74 ^a	LRI, MS, std
37	1655	α -Himahalen	1.12 ± 0.08 ^a	0.83 ± 0.06 ^b	-	LRI, MS, std
38	1660	Alloaromandendren	0.56 ± 0.04 ^a	0.53 ± 0.04 ^a	-	LRI, MS, std
39	1663	(Z)-Verbenol	0.94 ± 0.07 ^b	1.67 ± 0.12 ^a	1.10 ± 0.08 ^b	LRI, MS, std
40	1666	Sitral	0.20 ± 0.01 ^a	0.15 ± 0.01 ^b	-	LRI, MS, std
41	1669	(E)-Verbenol	0.20 ± 0.01 ^a	0.12 ± 0.01 ^b	0.21 ± 0.01 ^a	LRI, MS, std

Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

42	1680	α -Terpineol	0.24 ± 0.02 ^b	0.17 ± 0.01 ^b	2.49 ± 0.18 ^a	LRI, MS, std
43	1685	α -Terpinil asetat	5.61 ± 0.40 ^b	8.66 ± 0.61 ^a	8.45 ± 0.60 ^a	LRI, MS, std
44	1690	γ -Muurolen	0.30 ± 0.02 ^b	0.22 ± 0.02 ^b	1.46 ± 0.10 ^a	LRI, MS, std
45	1691	Piperiton	1.16 ± 0.08 ^b	1.74 ± 0.12 ^a	0.57 ± 0.04 ^c	LRI, MS, std
46	1714	<i>D</i> -Karvon	0.66 ± 0.05 ^a	0.35 ± 0.02 ^b	0.19 ± 0.01 ^c	LRI, MS, std
47	1720	α -Muurolen	1.33 ± 0.09 ^c	1.95 ± 0.14 ^b	3.85 ± 0.27 ^a	LRI, MS, std
48	1749	δ -Kadinen	5.61 ± 0.40 ^b	8.66 ± 0.61 ^a	8.45 ± 0.6 ^a	LRI, MS, std
49	1763	Mirtenol	1.11 ± 0.08 ^a	0.78 ± 0.06 ^b	0.16 ± 0.01 ^c	LRI, MS, std
50	1797	<i>p</i> -Mentha-1(7),8-dien-2-ol	0.31 ± 0.02 ^a	0.29 ± 0.02 ^a	-	LRI, MS, tent
51	1816	(<i>Z</i>)-Karveol	0.34 ± 0.02 ^a	0.28 ± 0.02 ^b	-	LRI, MS, std
52	1836	Kalamenen	0.94 ± 0.07 ^c	2.12 ± 0.15 ^b	6.77 ± 0.48 ^a	LRI, MS, tent
53	1901	α -Kalakoren	0.28 ± 0.02 ^a	-	0.21 ± 0.01 ^b	LRI, MS, tent
54	1953	Karyofillen oksit	0.36 ± 0.03 ^b	0.37 ± 0.03 ^b	1.31 ± 0.09 ^a	LRI, MS, std
55	2189	Karvakrol	0.16 ± 0.01 ^b	0.14 ± 0.01 ^b	0.30 ± 0.02 ^a	LRI, MS, std
56	2224	α -Kadinol	0.94 ± 0.07 ^a	0.08 ± 0.01 ^c	0.23 ± 0.02 ^b	LRI, MS, std

¹LRI: Alikonma indeks değerleri DB-Wax kolona göre yapılmıştır.

% Alan: Alan değerleri 2 ekstraksiyondan elde edilen verilerin ortalamasıdır. Bileşiklerin standart sapma değerleri %10'un altındadır.

²Tanımlama: MS (kütle spektrometresi kütüphanesi), Std (Standart kimyasal madde), LRI (Alikonma indeksi), Tent: MS ile Tentatif tanımlama

Kaynaklar

- Amhamdi, H., Aouinti, F., Wathelet, J.P., Elbachiri, A. (2009). Chemical composition of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from eastern Morocco. *Records Nat Prod* 3(2): 90–95.
- Bampouli, A., Kyriakopoulou, K., Papaefstathiou, G., Louli, V., Krokida, M., Magoulas, K. (2014). Comparison of different extraction methods of *Pistacia lentiscus* var. chia leaves: Yield, antioxidant activity and essential oil chemical composition. *J Appl Res Med Aromat Plant* 1(3): 81–91.
- Barbouchi, M., Elamrani, K., El Idrissi, M., Choukrad, M. (2020). A comparative study on phytochemical screening, quantification of phenolic contents and antioxidant properties of different solvent extracts from various parts of *Pistacia lentiscus* L., *J King Saud Univ Sci* 32(1): 302-306.
- Ben Khedir, S., Mzid, M., Bardaa, S., Moalla, D., Sahnoun, Z., Rebai, T. (2016). In Vivo Evaluation of the Anti-Inflammatory Effect of *Pistacia lentiscus* Fruit Oil and Its Effects on Oxidative Stress. *Evidence-Based Complement Altern Med* 12.
- Ben Youssef, E.H., Charchari, S., Nacer-Bey, N., Benyoussef, E.H., Charchari, S., Nacer-Bey, N. (2005). The essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Algeria. *J Essent Oil Res* 17: 642–644.
- Boelens, M. H., ve Jimenez, R., 1991. Chemical Composition of the Essential Oils from the Gum and from Various Parts of *Pistacia lentiscus* L. (Mastic Gum Tree). *Flavour Fragrance J* 6: 271-275.
- Boudieb, K., Ait Slimane-Ait Kaki, S., Amellal-Ciibane, H. (2019). Effect of Maturation Degree on the Fixed Oil Chemical Composition, Phenolic Compounds, Mineral Nutrients and Antioxidant Properties of *Pistacia lentiscus* L. Fruits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(3): 836–847.

Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

- Bouyahya, A., Chadon Asseman, I.C., Mouzount, H., Bourais, I., Et-Touys, A., Fellah, H., Benjouad, A., Dakka, N., Bakri, Y. (2019). Could volatile compounds from leaves and fruits of *Pistacia lentiscus* constitute a novel source of anticancer, antioxidant, antiparasitic and antibacterial drugs? *Ind Crop Prod* 128: 62–69.
- Castola, V., Bighelli, A., Casanova, J. (2000). Intraspecific chemical variability of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Corsica. *Biochem Syst Ecol* 28: 79–88.
- Chaabani, E., Vian, M.A., Bott, R., Ginies, C., Defoort, C., Ksouri, R., Chemat, F. (2020). Extraction of aromas from *Pistacia lentiscus* L. leaves using alternative solvents: COSMO-RS-assisted solvent screening and GC-MS metabolites profiling, *Sep Sci Technol* 55:4, 716-727.
- Charef, M., Yousfi, M., Saidi, M., Stocker, P. (2008). Determination of the fatty acid composition of acorn (quercus), *Pistacia lentiscus* seeds growing in Algeria, *J Am Oil Chem Soc* 85(10): 921-924.
- Chouaibi, M., Rezig, L., Gaout, N., Daoued, K. B., Msaada, K., Hamdi, S. (2020). Green Technology, Bioactive Compounds, Functionality, and Applications, Cold pressed *Pistacia lentiscus* seed oils. *Cold Press Oil* 373–384.
- Congiu, R., Falconieri, D., Marongiu, B., Piras, A., Porcedda, S. (2002). Extraction and isolation of *Pistacia lentiscus* L. essential oil by supercritical CO₂. *Flavour Fragrance J* 17(4): 239–244.
- Daoued, K. B., Chouaibi, M., Gaout, N., Haj, O.B., Hamdi, S. (2016). Chemical composition and antioxidant activities of cold pressed lentisc (*Pistacia lentiscus* L.) seed oil. *Rivista Italiana delle Sostanze Grass*, 93(1): 31–38.
- Derwich, E., Manar, A., Benziane, Z., Boukir, A. (2010). GC/MS Analysis and In vitro Antibacterial Activity of the Essential Oil Isolated from Leaf of *Pistacia lentiscus* Growing in Morocco. *World Appl Sci J* 8 (10): 1267-1276.
- Djebari, S., Wrona, M., Boudria, A., Salafranca, J., Nerin, C., Bedjaoui, K., Madani, K. (2021). Study of bioactive volatile compounds from different parts of *Pistacia lentiscus* L. extracts and their antioxidant and antibacterial activities for new active packaging application. *Food Control* 120: 107514.
- Dob, T., ve Dahmane, D., 2006. Chemical Composition of the Essential Oils of *Pistacia lentiscus* L. from Algeria. *J Essent Oil Res* 18: 335-338
- Douissa, F. B., Haydar, N., Ghedira, L., Hammami, M., Ghedira, K., Mariotte, A. M. (2005). New study of the essential oil from leaves of *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae) from Tunisia. *Flavour Fragr J* 20: 410–414.
- Gardeli, C., Vassiliki, P., Athanasios, M., Kibouris, T., Komaitis, M. (2008). Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L.: evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts. *Food Chem* 107: 1120–1130.
- Ho, C.W., Aida, W.W., Maskat, M.Y., Osman, H. (2007). Changes in volatile compounds of palm sap (*Arenga pinnata*) during the heating process for production of palm sugar. *Food Chem* 102(4): 1156–1162.
- Keskin, M., Guclu, G., Sekerli, Y.E., Soysal, Y., Selli, S., Kelebek, H. (2021). Comparative assessment of volatile and phenolic profiles of fresh black carrot (*Daucus carota* L.) and powders prepared by three drying methods. *Sci Horti* 287: 110256.
- Kilic-Buyukkurt, O. (2021). Characterization of aroma compounds of cold-pressed avocado oil using solid-phase microextraction techniques with gas

Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

- chromatography–mass spectrometry. *J Raw Mater Process Foods* 2: 1-7.
- Mecherara-Idjeri, S., Hassani, A., Castola, V., ve Casanova, J. (2008). Composition and Chemical Variability of the Essential Oil from *Pistacia lentiscus* L. Growing Wild in Algeria Part I: Leaf Oil. *J Essent Oil Res* 20(1): 32-38.
- Mezni, F., Maaroufi, A., Msallem, M., Boussaid, M., Khouja, M. L., ve Khaldi, A. (2012). Fatty acid composition, antioxidant and antibacterial activities of *Pistacia lentiscus* L. fruit oils. *J Med Plant Res* 6(39): 5266-5271.
- Mezni, F., Slama, A., Ksouri, R., Hamdaoui, G., Khoujaa, M. L., Khaldi, A. (2018). Phenolic profile and effect of growing area on *Pistacia lentiscus* seed oil. *Food Chem* 257: 206-210.
- Milia, E., Bullitta, S.M., Mastandrea, G., Szotáková, B., Schoubben, A., Langhansová, L., Quartu, M., Bortone, A., Eick, S. (2021). Leaves and Fruits Preparations of *Pistacia lentiscus* L.: A Review on the Ethnopharmacological Uses and Implications in Inflammation and Infection. *Antibiot*, 10(4): 425.
- Mohand, B. A., El Antari, A., Benkhalti, F. (2020). Chemical Composition of *Pistacia lentiscus* Seeds' Oil from Moroccan High Atlas Mountain, *Food Qual* 2020:1-5.
- Nahida, S., Ansari, H., Siddiqui, A.N. (2012). *Pistacia Lentiscus*: A Review On Phytochemistry and Pharmacological Properties. *International J Pharm Pharm Sci* 4(4): 16-20.
- Negro, C., De Bellis, L., Miceli, A. (2015). Chemical composition and antioxidant activity of *Pistacia lentiscus* essential oil from Southern Italy (Apulia). *J Essent Oil Res* 27(1): 23-29.
- Oussou, K. F., Guclu, G., Sevindik, O., Starowicz, M., Kelebek, H., Selli, S. (2022). Comparative Elucidation of Aroma, Key Odorants, and Fatty Acid Profiles of Ivorian Shea Butter Prepared by Three Different Extraction Methods. *Sep* 9: 245.
- Paraschos, S., Magiatis, P., Gousia, P., Economou, V., Sakkas, H., Papadopoulou, C., Skaltsounis, A. L., (2011). Chemical investigation and antimicrobial properties of mastic water and its major constituents. *Food Chem* 129(3): 907–911.
- Pino, J.A., Barzola-Miranda, S.E. (2020). Characterization of odor-active compounds in pechiche (*Vitex cymosa* Bertero ex Speng) fruit. *J Raw Mater Process Foods* 1(2): 33-39.
- Rallo, L., Díez, C.M., Morales-Sillero, A., Miho, H., Priego-Capote, F., Rallo, P. (2018). Quality of olives: A focus on agricultural preharvest factors. *Sci Horti* 233:491-509.
- Sehaki, C., Jullian, N., Choque, E., Dauwe, R., Xavier Fontaine, J., Molinie, R., Ayati, F., Fernane, F., Gontier, E. (2022). Profiling of Essential Oils from the Leaves of *Pistacia lentiscus* Collected in the Algerian Region of Tizi-Ouzou: Evidence of Chemical Variations Associated with Climatic Contrasts between Littoral and Mountain Samples. *Molecules* 27: 4148.
- Sevindik, O., Selli, S. (2017). Üzüm Çekirdek Yağı Eldesinde Kullanılan Ekstraksiyon Yöntemleri. *Gıda* 42(1): 95-103.
- Sevindik, O., Kelebek, H., Rombolà, A.D., Selli, S. (2022). Grape seed oil volatiles and odour activity values: a comparison with Turkish and Italian cultivars and extraction methods. *J Food Sci Technol* 59: 1968–1981.
- Trabelsi, H., Cherif, O. A., Sakouhi, F., Villeneuve, P., Renaud, J., Barouh, N., Boukhchin, S., Mayer, P. (2012). Total lipid content, fatty acids and 4-desmethylsterols accumulation in developing fruit of *Pistacia lentiscus* L.

Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

- growing wild in Tunisia. *Food Chem* 131(2): 434–440.
- Trabelsi, H., Renaud, J., Herchi, W., Boukhchina, S., Mayer, P. (2015). Triacylglycerols and aliphatic alcohols from fruits of three Tunisian *Pistacia lentiscus* populations. *J Sci Food Agric* 95(10): 2028–2032.
- Yosr, Z., Yahya Imen, B. H., Rym, J., Chokri, M., Mohamed, B. (2018). Sex-related differences in essential oil composition, phenol contents and antioxidant activity of aerial parts in *Pistacia lentiscus* L. during seasons. *Ind Crop Prod* 121: 151–159.
- Vidrich, V., Fusi, P., Graziano, A., Silvestrini, E., Michelozzi, M., Marco, F. (2004). Chemical Composition of the Essential Oil of *Pistacia lentiscus* L.. *J Essent Oil Res* 16(3): 223-226.
- Wang, D., Duan, C. Q., Shi, Y., Zhu, B. Q., Javed, H. U., Wang, J. (2017). Free and glycosidically bound volatile compounds in sun-dried raisins made from different fragrance intensities grape varieties using a validated HS-SPME with GC–MS method. *Food chem* 228, 125-135.