



**ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER  
ÜNİVERSİTESİ**

**ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ**

**Cilt (Volume) : 19**

**Sayı (Number) : 1**

**Yıl (Year) : 2024**

**The Journal of Agriculture Faculty**



**ISPARTA  
UYGULAMALI BİLİMLER  
ÜNİVERSİTESİ**

**ISSN : 1304-9984  
e-ISSN : 2687-3419**



# ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ Ziraat Fakültesi Dergisi

Cilt 19, Sayı 1, Yıl 2024

## Isparta University of Applied Sciences Journal of the Faculty of Agriculture

Volume 19, Issue 1, Year 2024

ISSN: 1304-9984 | e-ISSN: 2687-3419

Bu dergi, aşağıda listelenen veri tabanları tarafından taranmaktadır / This journal is indexed by the following abstracting and indexing databases  
Crossref, Directory of Research Journals Indexing (DRJI), Google Scholar, Academic Resource Index, Directory of Open Access  
Scholarly Resources (ROAD), Sobiad, Base, FAO Agris, Academic Researches Index, CAB Abstracts, EBSCO

## **DERGİ HAKKINDA**

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2006 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi yayıncı kimliği ile yayına başlayan ve 2019 yılından itibaren Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi yayıncı kimliği ile yayınlanmaya devam ulusal ve uluslararası bilimsel araştırma dergisidir. Ziraat Fakültesi Dergisi, tarım bilimleri konularında bilim ve teknolojideki gelişmelerin takip edilmesi, katkıda bulunulması ve ülkenin hızlı ve sürdürülebilir kalkınma çabalarını güçlendirilmesi amaçlanmaktadır. Dergide tarım bilimi, biyoloji, orman, gıda, genetik ve çevre bilim dalları ile ilgili alanlarında özgün araştırmalar düzenli olarak yılda iki sayı yayımlanan ulusal-uluslararası hakemli-indeksli bir dergidir. Yayımlanmak üzere gönderilen bütün makaleler; hakemler ve editörler tarafından değerlendirilir. Özgün araştırma makaleleri isteğe bağlı olarak Türkçe veya İngilizce yazılır. İngilizce dilinde yazılmış özgün araştırma makaleleri yayımlanma önceliğine sahiptir. Dergiye yayımlanmak için gönderilen makalelerden herhangi bir değerlendirme ve başvuru ücreti alınmamaktadır.

---

## **ABOUT THE JOURNAL**

Isparta University of Applied Sciences Journal of the Faculty of Agriculture is national and international scientific research journal that started its publication in 2006 under Süleyman Demirel University and continues to be published with the publisher identity of Isparta University of Applied Sciences since 2019. The Journal of the Faculty of Agriculture aims to follow the developments in science and technology related to agricultural sciences, to contribute and to strengthen the country's rapid and sustainable development endeavors. The journal is a national-international refereed-indexed journal that publishes original research in fields related to agricultural science, biology, forestry, food, genetics and environmental sciences regularly and published twice a year. Articles submitted to the journal publication are evaluated by referees, publication board and editors. Original research articles are optionally written in Turkish or English. Original research articles written in English language have priority for publication. There are no submission fees, publication fees or page charges for Journal of the Faculty of Agriculture.



Directory of  
Research Journal  
Indexing



**EBSCO**

## ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

### İMTİYAZ SAHİBİ

Prof. Dr. **Deniz YILMAZ**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı

### BAŞ EDITÖR

Prof. Dr. **Burhan KARA**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

### YARDIMCI EDITÖR

Dr. Öğr. Üyesi **Sercan ÖNDER**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

### EDITÖRLER

Prof. Dr. **Vecdi DEMİRCAN**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Prof. Dr. **Hülya GÜL**  
Süleyman Demirel Üniversitesi  
Prof. Dr. **Müdahir ÖZGÜL**  
Atatürk Üniversitesi  
Prof. Dr. **Oğuzhan ÇALIŞKAN**  
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi  
Doç. Dr. **Arif Behiç TEKİN**  
Ege Üniversitesi

Doç. Dr. **Cemal KURT**  
Çukurova Üniversitesi  
Doç. Dr. **Halil DEMİR**  
Akdeniz Üniversitesi  
Dr. Öğr. Üyesi **Koray KIRIKÇI**  
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi  
Dr. Öğr. Üyesi **Talip ÇAKMAKÇI**  
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Dr. Öğr. Üyesi **Aydın ATAKAN**  
Gaziantep Üniversitesi

### YAYIN KURULU

Prof. Dr. **Sedat AKTAN**  
Kırıkkale Üniversitesi  
Prof. Dr. **İbrahim ERDAL**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Prof. Dr. **Yaşar KARAKURT**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Prof. Dr. **Ercan CEYHAN**  
Selçuk Üniversitesi  
Prof. Dr. **Deniz YILMAZ**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Prof. Dr. **Safder BEYAZİT**  
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi  
Prof. Dr. **Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Prof. Dr. **Bahri KARLI**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Prof. Dr. **Yusuf UÇAR**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Doç. Dr. **Halef DİZLEK**  
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

### YABANCI DİL EDITÖRÜ

Doç. Dr. **Musa YAVUZ**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

### TEKNİK EDITÖR

Dr. Öğr. Üyesi **Sercan ÖNDER**  
Isparta Uygulamalı Bilimler  
Üniversitesi

Arş. Gör. **Bektaş KADAKOĞLU**  
Isparta Uygulamalı Bilimler  
Üniversitesi

Öğr. Gör. **Murat MUTLUCAN**  
Isparta Uygulamalı Bilimler  
Üniversitesi

**ISPARTA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, JOURNAL OF THE FACULTY OF AGRICULTURE**

**PRIVILEGE OWNER**

Prof. Dr. **Deniz YILMAZ**  
Isparta University of Applied Sciences Faculty of Agriculture Dean's Office

**EDITOR IN CHIEF**

Prof. Dr. **Burhan KARA**  
Isparta University of Applied Sciences

**ASSOCIATE EDITORS**

Asst. Prof. Dr. **Sercan ÖNDER**  
Isparta University of Applied Sciences

**EDITORS**

Prof. Dr. **Vecdi DEMİRCAN**  
Isparta University of Applied Sciences  
Prof. Dr. **Hülya GÜL**  
Süleyman Demirel University  
Prof. Dr. **Müdahir ÖZGÜL**  
Atatürk University  
Prof. Dr. **Oğuzhan ÇALIŞKAN**  
Hatay Mustafa Kemal University  
Assoc. Prof. Dr. **Arif Behiç TEKİN**  
Ege University

Assoc. Prof. Dr. **Cemal KURT**  
Cukurova University  
Assoc. Prof. Dr. **Halil DEMİR**  
Akdeniz University  
Asst. Prof. Dr. **Koray KIRIKÇI**  
Kırşehir Ahi Evran University  
Asst. Prof. Dr. **Talip ÇAKMAKÇI**  
Van Yüzüncü Yıl University  
Asst. Prof. Dr. **Aydın ATAKAN**  
Gaziantep University

**PUBLICATION BOARD**

Prof. Dr. **Sedat AKTAN**  
Kırıkkale University  
Prof. Dr. **İbrahim ERDAL**  
Isparta University of Applied  
Sciences  
Prof. Dr. **Yaşar KARAKURT**  
Isparta University of Applied  
Sciences  
Prof. Dr. **Ercan CEYHAN**  
Selçuk University

Prof. Dr. **Deniz YILMAZ**  
Isparta University of Applied  
Sciences  
Prof. Dr. **Safder BEYAZİT**  
Hatay Mustafa Kemal University  
Prof. Dr. **Hülya ÖZGÖNEN**  
**ÖZKAYA**  
Isparta University of Applied  
Sciences

Prof. Dr. **Bahri KARLI**  
Isparta University of Applied  
Sciences  
Prof. Dr. **Yusuf UÇAR**  
Isparta University of Applied  
Sciences  
Assoc. Prof. Dr. **Halef DİZLEK**  
Osmaniye Korkut Ata University

**FOREIGN LANGUAGE EDITOR**

Assoc. Prof. Dr. **Musa YAVUZ**  
Isparta University of Applied Sciences

**TECHNICAL EDITORS**

Asst. Prof. Dr. **Sercan ÖNDER**  
Isparta University of Applied  
Sciences

Res. Asst. **Bektaş KADAKOĞLU**  
Isparta University of Applied  
Sciences

Lecturer **Murat MUTLUCAN**  
Isparta University of Applied  
Sciences

**İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS****Sayfa / Pages**

Örtü Altı Bitkisel Üretiminde Sulama Yönetiminde Toprak Su İçeriğinin Belirlenmesi..... <i>Determination of Soil Water Content in Irrigation Management of Greenhouse Plant Production</i> <b>Harun KAMAN</b>	1-6
Diskli Tırmık Yön Açısı Değişiminin Çeki Gücü Gereksinimi ve Bazı Toprak Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisinin Saptanması..... <i>Determination of the Effect of Disc Harrow Disc Angle Change on Draft Power Requirement and Some Soil Physical Properties</i> <b>Hürkan Tayfun VAROL, Davut AKBOLAT</b>	7-12
Farklı Nane Türlerinde Nane Yaprakbiti, <i>Eucarazzia elegans</i> (Ferrari) (Hemiptera: Aphididae)'ın Biyolojik Özelliklerinin Araştırılması..... <i>Investigation of the Biological Characteristics of the Mint Aphid, Eucarazzia Elegans (Ferrari) (Hemiptera: Aphididae) on Different Mint Species Varieties</i> <b>Şeyma Nur DEV, İsa TELCİ, Ali Kemal BİRGÜCÜ</b>	13-22
Farklı Nane Yağlarının <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)'nın Ergin Öncesi Dönemi Üzerine Etkisi..... <i>The Effect of Different Peppermint Oils on the Pre-Adult Stage of Leptinotarsa decemlineata Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)</i> <b>Şeyma YUMAK, İsa TELCİ, Ali Kemal BİRGÜCÜ</b>	23-30
Bombus Arısı ( <i>Bombus terrestris</i> ) Kolonilerinde Üretilen Farklı Kast Gruplarının Kanat Damar Özellikleri . <i>Wing Vein Characteristics of Different Caste Groups Produced in Bumblebee (Bombus terrestris) Colonies</i> <b>İsmail Yaşhan BULUŞ, Fahriye Gül SALMAN, Ayhan GÖSTERİT</b>	31-37
Derim Öncesi Oksalik Asit Uygulamasının Market Koşullarında Depolanan Pırasada Fiziksel ve Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi..... <i>Effect of Pre-Harvest Oxalic Acid Treatment on Physical and Chemical Properties of Leeks Stored Under Market Conditions</i> <b>Mehmet Ali KOYUNCU, Derya ERBAŞ, Hüsnü ÜNLÜ, Halime ÖZDAMAR ÜNLÜ</b>	38-47
Kırmızı Pitaya ( <i>Hylocereus polyrhizus</i> ) ve Beyaz Pitaya ( <i>Hylocereus undatus</i> ) Türlerinin Fenolik Bileşenlerinin Belirlenmesi..... <i>Determination of the Effect of Disc Harrow Disc Angle Change on Draft Power Requirement and Some Soil Physical Properties</i> <b>Civan ÇELİK, Ayşe Vildan PEPE, Adnan Nurhan YILDIRIM, Fatma YILDIRIM</b>	48-54
Determination of Yield and Fruit Quality Characteristics of Some Beef Type Tomato Lines ..... <i>Bazı Beef Tipi Domates Hatlarının Verim ve Meyve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi</i> <b>Özlem DEMİR, Hüsnü ÜNLÜ, Halime ÖZDAMAR ÜNLÜ</b>	55-62

## Örtü Altı Bitkisel Üretiminde Sulama Yönetiminde Toprak Su İçeriğinin Belirlenmesi

Harun KAMAN\*<sup>1</sup>

Ziraat Fakültesi Dergisi,  
Cilt 19, Sayı 1,  
Sayfa 1-6, 2024

Journal of the Faculty of Agriculture  
Volume 19, Issue 1,  
Page 1-6, 2024

**Öz:** İklim değişikliği ile birlikte sıcaklıkların artması ve su kaynaklarının azalması nedeniyle suya olan ihtiyaç da önemli ölçüde artış göstermektedir. Tarımsal üretimin artırılmasında, diğer etkenlerin yanı sıra sulamanın payının çok büyük olduğu yadsınamaz. Sulamalarda genel uygulama, sulama zamanı belirlendikten sonra, kök bölgesi su içeriğinin tarla kapasitesine gelinceye dek ıslatılmasıdır. Ancak, doğru bir sulama yönetiminin planlanmasında en temel konulardan biri toprak su içeriğinin belirlenmesi ve izlenmesidir. Bu nedenle ele alınan bu çalışmada, bitki kök bölgesi toprak su içeriğinin saptanması ve izlenmesi olanaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, örtü altı bitkisel üretiminin yoğun olarak yapıldığı Antalya'da, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde bir serada yürütülmüştür. Çalışmada, toprak su içeriğinin belirlenmesinde dolaylı bir ölçüm yöntemi olan Profil Prop PR2 metodunun kullanılabilirliği araştırılmıştır. Profil Prop PR2 yönteminin değerlendirilmesinde ise toprak su içeriği için doğrudan bir ölçüm metodu olan gravimetrik yöntem temel araç olarak kullanılmıştır. Araştırmada, toprak su içeriğinin Profil Prop PR2 yöntemiyle hızlı, pratik ve kolay bir şekilde belirlenebileceği sonucuna varılmıştır. Ancak, toprak su içeriğinin Profil Prop PR2 yöntemiyle izlenmesinin tercih edilmesi durumunda, her toprak koşulu için ayrıntılı bir şekilde ve gravimetrik yöntemle kalibrasyon çalışmasının yapılması da önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sulama yönetimi, nötronmetre, TDR, kalibrasyon eğrisi, sebze üretimi

## Determination of Soil Water Content in Irrigation Management of Greenhouse Plant Production

**Abstract:** The need for water increases significantly due to the increase in temperatures and the decrease in water resources with climate change. In increasing agricultural production, along with other factors, it is undeniable that the share of irrigation is very large. The general practice in irrigation is to wet the root zone water content until it reaches field capacity after the irrigation time is determined. However, one of the most fundamental issues in planning a correct irrigation management is the determination and monitoring of soil water content. For this reason, in this study, it was aimed to determine the possibilities of determining and monitoring the soil water content of the plant root zone. The research was carried out in a greenhouse at Akdeniz University Faculty of Agriculture Research and Application Farm in Antalya, where greenhouse crop production is intense. In the study, the usability of the Profile Probe PR2 method, which is an indirect measurement method in determining the soil water content, was investigated. In the evaluation of the Profile Probe PR2 method, the gravimetric method, which is a direct measurement method for soil water content, was used as the basic tool. In the research, it was concluded that the soil water content can be determined quickly, practically and easily with the Profile Probe PR2 method. However, if it is preferred to monitor the soil water content with the Profile Probe PR2 method, it is also recommended to perform a detailed gravimetric calibration study for each soil condition.

**Keywords:** Irrigation management, neutronmeter, TDR, calibration curve, vegetable production

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

Alınış (Received): 28/08/2023  
Kabul (Accepted): 08/01/2024

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 07058,  
Antalya, Türkiye.



## 1. Giriş

Küresel ısınmanın etkisiyle meydana gelen iklim değişikliği kuraklığa neden olmakta ve bu durum günümüzün en önemli sorunlarının başında gelmektedir. Bunun bir sonucu olarak, dünyada kullanılabilir su kaynakları da giderek azalmaktadır. Bu durum bitkisel üretim için ayrılan su üzerinde baskı yaratmaktadır. Dünyada sürekli bir şekilde artış gösteren insan nüfusunun tarımsal yönden ihtiyacını karşılamak için gelecek 50 yıl içinde üretimde en az iki kat artış gerektiği öngörülmektedir (Howell vd., 2001). Bilindiği gibi, bitkisel üretim hem açık alanlarda ve hem örtü altında yapılmaktadır. Dolayısıyla örtü altında yapılan üretim de son derece önemli bir durumdur.

Örtü altı bitkisel üretim; özellikle iklim ve diğer dış etkenlerin olumsuzluklarını en aza indirmek üzere; plastik, cam vb. malzemeler kullanılarak oluşturulan örtüler altında yapılan üretimdir. Örtü altı üretim yerleri, bitkileri yetiştirme periyodu boyunca genellikle olumsuz dış etkenlerden korunmak için kurulan ortamlardır. Bu sayede, bitkinin olağan gelişimi için gerekli iklim koşulları, diğer mevsimlerde de sağlanarak, her zaman üretim yapılabilme olanağına imkan verilir. Bu nedenle, örtü altı bitkisel üretim günümüz koşullarında hem ekonomik anlamda hem de artan nüfusun besin ihtiyacının karşılanması bakımından son derece önemli bitki yetiştirme ortamlarıdır.

Örtü altında bitkisel üretim sırasında, toprak suyunun ölçülmesi başta sulama mühendisliği olmak üzere, toprak ve su muhafaza çalışmaları ile birçok çevre ve mühendislik çalışması için gereklidir (Çetin, 2003). Toprak, tüm canlıların barındığı, bitkilerin yetiştirildiği dinamik ve heterojen bir sistemdir. Bitkiler için en önemli yetiştirme ortamı olması nedeniyle, modern tarımda temel toprak-su ilişkilerinin bilinmesi, yalnız toprak ve sulama ile uğraşanların değil, aynı zamanda bitki ilahçılarının, orman, çevre ve inşaat mühendisliğine kadar çok geniş bir uğraş alanını ilgilendirmektedir. Bunla birlikte, gelecek yıllarda tarım sektöründeki en önemli sorunlardan birisinin örtü altında bitkisel üretimin sürdürülebilirliğidir. "Daha az su ile daha çok ürün elde etmek" hedefine ulaşabilmek için bitki kök bölgesi su içeriği hızlı, pratik ve doğru bir şekilde ölçülmelidir.

Tarımsal üretimde birim alandan daha fazla verim alma ve sulamada kullanılan suyun randımanının artırılmasıyla ilgili çalışmalar su tasarrufu bakımından önemlidir. Bu amaçla sulama yapılan tarım arazilerinde toprak su içeriğinin zahmetsiz, hızlı ve kullanımı kolay yöntemlerle belirlenmesi ve izlenmesi son derece önemli bir hale gelmektedir. Bununla birlikte, kök bölgesi toprak su içeriği bilgisi bitki gelişiminde önemli bir ortam olan toprağın durumunu anlamak temel bir durumdur (Soil Physics Laboratory, 1997). Çünkü topraktaki mevcut su içeriği durumuna göre sulama suyu miktarı, sulama zamanı ve

sulama yöntemi belirlenmelidir. Toprak su içeriğinin belirlenmesi ve izlenmesinde ise: 1) doğrudan ölçüm ve 2) dolaylı ölçüm olmak üzere iki temel yöntem vardır. Doğrudan ölçüm yöntemi araziden bozulmuş veya bozulmamış gravimetrik olarak toprak örneği alınmasını gerektirir. Araziden alınan toprak örneklerinin ivedi bir şekilde mevcut (ıslak) kütlesi belirlenir. Daha sonra söz konusu toprak örnekleri 105-110 °C'de sabit ağırlığa erişinceye dek (yaklaşık 24 saat) fırında/etüvde bekletilir. Ardında fırın kuru kütlesi tartılır. Bundan sonra da toprak suyu; kuru ağırlık yüzdesi, hacim yüzdesi, derinlik ve tansiyon olarak belirlenmesi için gerekli hesaplamalar yapılır (Çevik, 2002; Kırdı ve Sarıyev, 2002; Kanber, 2010, Güngör vd., 2018). Anlaşıldığı üzere, söz konusu toprak su içeriğini doğrudan belirleme yöntemi yorucu, zahmetli ve zaman alıcı bir yöntemdir. Dolaylı yöntemlerle ise toprak su içeriği doğrudan doğruya ölçülemez. Burada yapılan, toprak içinde su içeriğine bağlı olarak değişen başka bir parametrenin ölçülmesi ve bunun toprak su içeriğine karşı kalibre edilmesidir (Kırdı ve Sarıyev, 2002). Kalibrasyon çalışmalarında, doğrudan ölçülen toprak su içeriği ile diğer dolaylı ölçüm yöntemleri arasındaki doğrusal ilişkiyi gösteren en önemli parametrelerden biri  $R^2$  değeridir. Söz konusu  $R^2$  değerinin 1'e yakın olması istenir. Çünkü  $R^2$  değerinin 1'e yakın bir değer alması, dolaylı ölçüm yönteminin, toprak su içeriğini belirlemede güvenilirliğini/geçerliliğini artırmaktadır.

Toprak su içeriğinin ölçülmesinde, dolaylı ölçüm yöntemi üzerine çok sayıda araştırma yürütülmüştür (Tülün, 2005; Evett vd., 2006; Köksal vd., 2011; Kirnak ve Akpınar, 2016; Kaman ve Özbek, 2021). Araştırmalarda ele alınan yöntem, toprak özellikleri vb. diğer etkenlere bağlı olarak bazen farklı ve bazen de paralel sonuçlar ortaya çıkmıştır. Dolaylı yöntemler içerisinde nötronmetre ve TDR (Time Domain Reflectometry) başta olma üzere çok sayıda yöntem sayılabilir. Bunlara, Profil Prop PR2 yöntemi de ilave edilebilir. Profil Prop PR2 yöntemiyle toprağın farklı derinliklerindeki su içeriği ölçülebilmektedir. Toprak su içeriğinin Profil Prop PR2 yöntemiyle ölçülebilmesi için ilk olarak bitki kök bölgesinde en uygun bir noktaya PR2 erişim borusu yerleştirilir. Daha sonra gravimetrik esasa dayanan bir kalibrasyon işlemi gerçekleştirilir. Kalibrasyon sonucu elde edilen ilişki uygun ve yeterli (örneğin;  $R^2 > 0.75$ ) bulunursa, belirlenen zamanlarda bitki kök bölgesinde toprak su içeriği hızlı ve kolay bir şekilde izlenip değerlendirilebilmektedir. Bu çalışmada, son yıllarda kullanımı oldukça yaygın bir hale gelen Profil Prop PR2 yöntemiyle örtü altı bitkisel üretimde kök bölgesi toprak su içeriğinin belirlenmesi ve izlenmesi olanakları ele alınmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde yürütülmüştür. Türkiye'de yaygın

olarak kullanılan ve kuzey-güney yönünde kurulmuş bir serada gerçekleştirilmiştir. Çalışma yerinin denizden yüksekliği ise 54 m'dir (Anonim, 1998). Çalışma alanındaki arazinin toprakları Gölbaşı serisine girmektedir. AC horizonlu ve çok genç olan bu seri topraklarının bütün profilleri killi-tın tekstüre sahiptir. Araştırma alanında farklı profil derinliklerinde; toprak özelliklerinden tarla kapasitesi 0.33-0.42 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>, solma noktası 0.26-0.29 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup> ve birim hacim kütlesi ise 1.30-1.40 g/cm<sup>3</sup> arasında değişim göstermektedir (Kaman vd., 2022). Yine değişik toprak derinliklerinde; organik madde %1.52-%3.43 ve azot içeriği ise %0.44-%0.91 arasında tespit edilmiştir.

Araştırma alanında, Akdeniz ikliminin hüküm sürmekte olup yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Araştırma alanında yıllık ortalama en düşük sıcaklık 13.7 °C, ortalama en yüksek sıcaklık ise 24.2 °C ve ortalama sıcaklık 18.8 °C'dir. Toplam yıllık yağış miktarı ortalaması 1058.3 mm'dir. En sıcak ise Temmuz ayı iken en soğuk Ocak ayıdır (Anonim, 2018).

Çalışmada kullanılan sulama suyu Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde bulunan derin kuyu pompaj sisteminden sağlanmıştır. Sulama suyunun EC değeri 0.443 dS/m, pH değeri 7.35'dir. Kullanılan suyun kalite sınıfı C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> olarak belirlenmiştir.

## 2.2. Metot

Profil Prop PR2 kalibrasyonu için ilk olarak serada ve araziyi temsil edebilecek bir şekilde uygun bir yerde 1x1 m boyutlarında tava oluşturulmuştur. Doğru bir kalibrasyon

çalışmasını gerçekleştirebilmek için çok sayıda gravimetrik toprak örneğine ihtiyaç vardır. Aynı zamanda, kalibrasyon çalışmasının, sera toprağını daha iyi temsil etmesi sağlanmıştır.

Tavanın orta yerine bir adet Profil Prop PR2 akses tüpü yerleştirilmiştir (Şekil 1). Daha sonra, tavadaki toprak kuru durumda iken 10, 20, 30 ve 40 cm derinliklerden gravimetrik toprak örnekleri (W, g/g) alınmıştır. Eş zamanlı olarak ta Profil Prop PR2 ile okumalar (mV) yapılmıştır. Bundan sonra tamamen suya doyurulmuş olan tavadan yine 10, 20, 30 ve 40 cm derinliklerden gravimetrik toprak örnekleri (W, g/g) alınmıştır. Eş zamanlı olarak ta Profil Prop PR2 ile okumalar (mV) yapılmıştır. Gravimetrik toprak örneklemeleri (W, g/g) ve Profil Prop PR2 okumaları (mV) her defasında üçer tekerrürlü olarak kaydedilmiştir. Gravimetrik toprak örneklerinin ağırlık esasına (W, g/g) göre belirlenen su içerikleri, toprak birim hacim kütlesi ( $\rho$ , g/cm<sup>3</sup>) dikkate alınarak hacimsel su içeriğine ( $\theta$ , cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) dönüştürülmüştür. Son olarak, **X** ekseninde Profil Prop PR2 okumaları (mV) ve **Y** ekseninde toprağın hacimsel su içeriği ( $\theta$ , cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) olacak şekilde bilgisayarda bir grafiği yapılmıştır. Benzer şekilde, nötronmetre ile ilgili bir kalibrasyon çalışmasında da **X** ekseninde nötronmetre sayım oranı ve **Y** ekseninde toprağın hacimsel su içeriği ( $\theta$ , cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) olacak şekilde bilgisayarda bir grafik yapılmıştır (Soil Physics Laboratory, 1997). Kirnak ve Akpınar (2016) tarafından yapılan bir başka araştırmada da TDR'in kalibrasyon çalışmasında, **X** ekseninde TDR'in dielektrik sabite (K) ve **Y** ekseninde toprağın hacimsel su içeriği ( $\theta$ , cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) yer almıştır. Grafik üzerinde **R**<sup>2</sup> ve denklem gösterilerek kalibrasyon işlemi tamamlanmıştır.



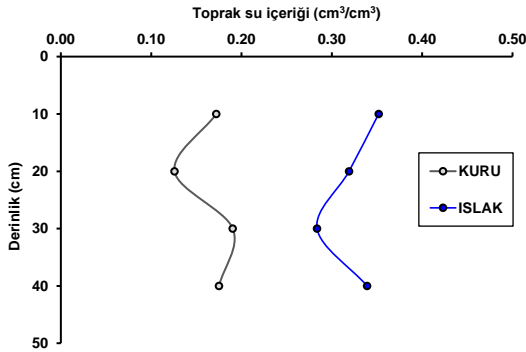
Şekil 1. Örtü altı arazisinde Profil Prop PR2 kalibrasyonuna ait görüntü.

### 3. Bulgular

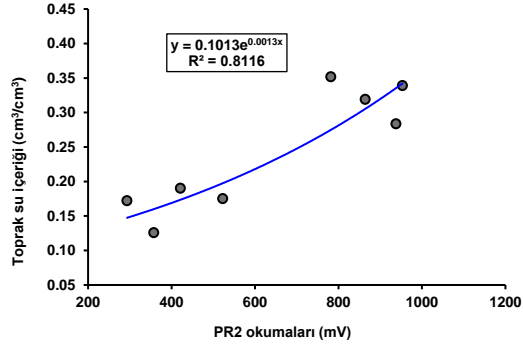
Kalibrasyon çalışması için çok sayıda toprak örneği alınmış ve Profil Prop PR2 okumaları yapılmıştır. İlk olarak, Profil Prop PR2'nin kalibrasyonu için kuru ve ıslak koşullarda yapılan gravimetrik toprak örneklemelerine göre toprak su içeriğinin ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) derinlikle (cm) değişimi Şekil 2'de verilmiştir. Toprak su içeriğinin hacimsel olarak değerleri; kuru koşullarda  $0.1258 - 0.1903 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$  arasında değişirken, ıslak koşullarda  $0.2536 - 0.2518 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$  arasında değişim göstermiştir.

Kalibrasyon çalışmasında toprağın kuru ve ıslak koşullarında; hem hacimsel toprak su içeriği ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) hem de Profil Prop PR2 okumalarının (mV) değerleri kullanılmıştır. Bununla birlikte, kalibrasyon çalışmalarında doğrudan ölçüm yöntemi ile dolaylı ölçüm yöntemleri

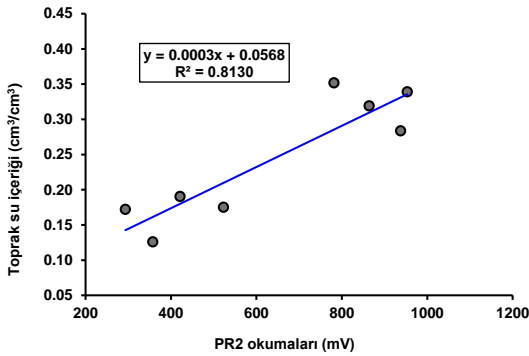
arasındaki doğrusal ilişkiyi gösteren parametre  $R^2$  değeridir. Söz konusu  $R^2$  değerinin 1'e yakın olması istenir. Bu durumda bir bilgisayar programı yardımıyla, hacimsel toprak su içeriği ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) ile Profil Prop PR2 okuma (mV) değerleri karşılıklı olarak grafikleri oluşturulmuştur. Bu durumda, Şekil 3'de görülebileceği gibi, Üstel bir ilişki ve  $R^2$  değeri 0.8116 bulunmuştur. Şekil 4'de verildiği gibi, Doğrusal bir ilişki için  $R^2$  değeri 0.8130 olarak belirlenmiştir. Şekil 5'deki grafikte, Logaritmik bir ilişki ve  $R^2$  değeri 0.7978 olarak hesaplandığı görülmektedir. Şekil 6'da görülebileceği gibi, Polinom bir ilişki ve  $R^2$  değeri 0.8168 olarak saptanmıştır. Şekil 7'de ise Üssel bir ilişki ve  $R^2$  değeri 0.7974 bulunduğu görülmektedir. Bu grafiklerden de (Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7) anlaşıldığı üzere, toprak su içeriğinin hacimsel ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) değerlerini genel olarak, Profil Prop PR2 okumalarının (mV) iyi bir şekilde temsil ettiği görülmektedir.



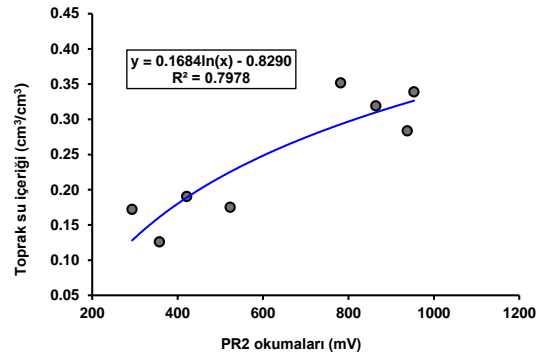
Şekil 2. Kuru ve ıslak koşullarda toprak su içeriğinin ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) derinlikle (cm) değişimi



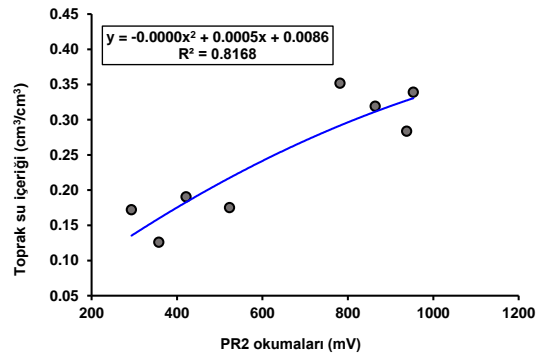
Şekil 3. Toprak su içeriği ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) ile Profil Prop PR2 okumalarının (mV) üstel bir ilişki ile ifadesi



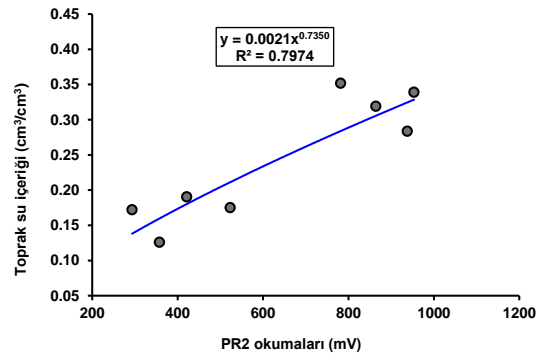
Şekil 4. Toprak su içeriği ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) ile Profil Prop PR2 okumalarının (mV) doğrusal bir ilişki ile ifadesi



Şekil 5. Toprak su içeriği ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) ile Profil Prop PR2 okumalarının (mV) logaritmik bir ilişki ile ifadesi



Şekil 6. Toprak su içeriği ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) ile Profil Prop PR2 okumalarının (mV) polinom bir ilişki ile ifadesi



Şekil 7. Toprak su içeriği ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) ile Profil Prop PR2 okumalarının (mV) üssel bir ilişki ile ifadesi

#### 4. Tartışma

Toprak su içeriğinin ölçümü işlemi bilindiği gibi toprak karakteristik özelliklerinin en rutin işlemlerindedir (Soil Physics Laboratory, 1997). Ele alınan bu araştırmadaki Şekil 1'de meydana gelen su içeriği değişimi beklenildiği gibi, Soil Physics Laboratory (1997)'de yapılan çalışma sonucuna ile benzerlik göstermiştir. Buna ilave olarak, toprak su içeriğinin ölçülmesinde, dolaylı ölçüm yöntemi olarak çok sayıda araştırma yapılmıştır (Tülün, 2005; Evett vd., 2006; Köksal vd., 2011; Kirnak ve Akpınar, 2016; Kaman ve Özbek, 2021). Söz konusu araştırmalarda ele alınan yöntem, toprak özellikleri ve diğer etkenlere bağlı olarak sonuçlarda kısmen farklılıklar meydana gelmiştir. Toprak su içeriğinin ölçülmesiyle ilgili çalışmalarda, dolaylı ölçüm yöntemleri içerisinde en yaygın olarak kullanılanlardan iki tanesi nötronmetre ve TDR (Time Domain Reflectometry) yöntemleridir. Kalibrasyon çalışmalarında, doğrudan ölçüm yöntemi (toprak su içeriği) ile diğer dolaylı ölçüm yöntemleri arasındaki doğrusal ilişkiyi gösteren en önemli parametrelerden biri de  $R^2$  değeridir. Örneğin, nötronmetre ile ilgili bir kalibrasyon çalışmasında 15-165 cm toprak profili derinliği için  $R^2$  değeri 0.58 bulunmuştur (Soil Physics Laboratory, 1997). Bir başka nötronmetre ile ilgili çalışmada 30 cm'lik farklı katmanlar için kalibrasyon eğrisi  $R^2$  değerinin 0.95 ile 98 arasında değiştiği görülmüştür (Can ve Kukul Kurttaş, 2009). Köksal vd. (2011) tarafından yapılan diğer bir araştırmada da  $R^2$  değeri; 0-30 cm toprak derinliği için 0.86, 30-60 cm toprak derinliği için 0.82, 60-90 cm toprak derinliği için 0.81, 90-120 cm toprak derinliği için ise 0.92 olarak kaydedilmiştir. Aynı çalışmada, tüm toprak profili boyunca (0-120 cm toprak derinliği için)  $R^2$  değerinin 0.56 gibi oldukça düşük bir değer aldığı tespit edilmiştir (Köksal vd., 2011).

Kaman ve Özbek (2021) tarafından aynı bölgede yapılan bir başka araştırmada da, farklı toprak su içeriği koşullarında, Profil Prop PR2 yönteminin kullanılma olanakları araştırılmıştır. İlk olarak, 40 cm toprak derinliği içinde Profil Prop PR2 yönteminin kalibrasyonu yapılmıştır. Daha sonra üç farklı toprak su içeriği (%100, %75 ve %50) koşullarında Profil Prop PR2 yöntemiyle topraktaki su içeriği belirli bir süre boyunca izlemeye alınmıştır. Kalibrasyon ilişkileri için  $R^2$  değerleri 0.7947 ile 0.9305 arasında değişim göstermiştir. Araştırmada, Profil Prop PR2 ile toprak su içeriğinin izlenebileceği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla be beklenildiği gibi, ele alınan bu araştırma sonuçları da yine Kaman ve Özbek (2021) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir.

TDR ile toprak su içeriğinin dolaylı ölçümü üzerine de çok sayıda araştırma ele alınmıştır. Örneğin, Kirnak ve Akpınar (2016) tarafından yapılan TDR kalibrasyonu çalışmasında  $R^2$  değeri 0.80 olarak hesaplanmıştır. Tülün (2005) tarafından farklı toprak bünyelerinde yapılan TDR

kalibrasyonu çalışmasında  $R^2$  değeri 0.8583 ile 0.9986 arasında değiştiği saptanmıştır. Söz konusu araştırmada  $R^2$  değerleri; kumlu killi tın için 0.9716, siltli kil için 0.9797, kum için 0.9986, kumlu tın için 0.9344, killi tın için 0.9782, kil için 0.8583 ve tın için 0.9941 şeklinde hesaplanmıştır.

Ele alınan bu araştırmada Profil Prop PR2 verilerinden elde edilen değerler bazı nötronmetre ve TDR ile ilgili yapılan çalışma sonuçlarına genel olarak paralellik göstermektedir. Ancak, Evett vd. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada toprak su içeriği için kalibrasyonun için sıcaklık dalgalanmasına duyarlı olduğunu bildirmişlerdir. Evett vd. (2006) laboratuvar koşullarında EnviroSCAN, Diviner 2000, Delta-T PR1/6 and Trime T3 ile ilgili birçok ayrıntılı bir kalibrasyon çalışması yapmışlardır. Ele alınan bu araştırmada ise olanaklar ölçüsünde daha genel ve ayrıntısı olmayan bir çalışma yürütülmüştür. Çünkü bu çalışmanın amacı, Profil Prop PR2 ile toprak su içeriğini göreceli olarak ölçmektir. Bu durum, aslında, araştırmanın temel gereksinimi karşılanmış olmaktadır. Öte yandan, Profil Prop PR2 ile ilgili kalibrasyon çalışmalarında; sıcaklık, tuzluluk vb. diğer etkenlerin de dikkate alındığı daha detaylı bir araştırmaların yapılması gerektiği de ortaya çıkmaktadır.

#### 5. Sonuç

Araştırma sonucunda ilk olarak, toprağın kuru ve ıslak koşullarda yapılan gravimetrik toprak örneklemeleri, beklenildiği gibi, toprak su içeriğinin ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) derinlikle (cm) değişimi net bir şekilde ve farklılığı ortaya konulmuştur. Toprak su içeriğinin; kuru koşullarda 0.1258 – 0.1903  $\text{cm}^3/\text{cm}^3$  arasında ve ıslak koşullarda ise 0.2536 – 0.2518  $\text{cm}^3/\text{cm}^3$  arasında değiştiği bulunmuştur.

Kalibrasyon için toprağın kuru ve ıslak koşullarında; hem hacimsel toprak su içeriği ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) hem de Profil Prop PR2 okumalarının (mV) değerleri dikkate alınmıştır. Toprak su içeriğinin hacimsel ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) değeri ile Profil Prop PR2 okumalarının (mV) değerleri arasında; Üstel bir ilişkinin  $R^2$  değeri 0.8116, Doğrusal bir ilişki için  $R^2$  değeri 0.8130, Logaritmik bir ilişkinin  $R^2$  değeri 0.7978, Polinom bir ilişki için  $R^2$  değeri 0.8168 ve son olarak Üssel bir ilişkinin  $R^2$  değeri 0.7974 olarak belirlenmiştir. Söz konusu değerlerden de anlaşıldığı üzere, toprak su içeriğinin hacimsel ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) değerlerini genel olarak, Profil Prop PR2 okumalarının (mV) iyi bir şekilde temsil ettiği görülmektedir.

Ele alınan bu araştırma, olanaklar ölçüsünde daha genel ve ayrıntısı olmayan bir çalışma yürütülmüştür. Çünkü bu araştırmanın temel amacı, Profil Prop PR2 ile toprak su içeriğini göreceli olarak ölçmektir. Bu durum, aslında, araştırmanın temel gereksinimi karşılanmış olmaktadır. Çünkü, sonuçlar Profil Prop PR2 ile toprak su içeriğini göreceli olarak ölçülebileceğini göstermiştir Bununla birlikte, Profil Prop PR2 ile ilgili kalibrasyon çalışmalarında;

sıcaklık, tuzluluk vb. diğer etkenlerin de dikkate alındığı daha detaylı bir araştırmaların yapılması gerektiği de ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, Profil Prop PR2 ile ilgili detaylı bir kalibrasyon çalışmasında sıcaklık, tuzluluk vb diğer etkenlerin de dikkate alınması önerilmektedir.

Araştırmada, toprak su içeriğinin Profil Prop PR2 yöntemiyle hızlı, pratik ve kolay bir şekilde belirlenebileceği sonucuna varılmıştır. Ancak, toprak su içeriğinin Profil Prop PR2 yöntemiyle izlenmesinin tercih edilmesi durumunda, her toprak koşulu için ayrıntılı bir şekilde ve gravimetrik yöntemle kalibrasyon çalışmasının yapılması da önerilmektedir.

### Teşekkür

Yazar, araştırmaya sağladığı katkıdan dolayı, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne teşekkür eder.

### Yazar Katkı Oranları

Yazarlar bu çalışmanın hazırlanmasında eşit derecede katkı sunmuşlardır.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir çıkar çatışması beyanımız bulunmadığını bildiririz.

### Etik Kurul Onayı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz.

### Kaynakça

- Anonim. (1998). 1997 yılı çalışma raporu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarım İl Müdürlüğü, Antalya, 71ss.
- Anonim (2018). Antalya ili uzun yıllık iklim verileri. Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, Antalya.
- Can, O., & Kukul Kurttaş, Y. S. (2009). The use of neutron probes to determine evapotranspiration. (in Turkish with English Abstract) X. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojileri Kongresi, 6-9 Ekim 2009, 70-77.
- Çetin, Ö. (2003). Toprak-su ilişkileri ve toprak suyu ölçüm yöntemleri. (in Turkish) T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Eskişehir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No : 258, Teknik Yayın No : 25, Eskişehir, pp, 92.
- Çevik, B. (2002). Sulama ve Drenaj. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 243, Ders Kitapları Yayın No: A-77, Adana.
- Evett, S. R., Tolk, J. A., & Howell, T. A. (2006). Soil profile water content determination: Sensor accuracy, axial response, calibration, temperature dependence, and precision. *Vadose Zone Journal*, 5(3), 894-907.

- Howell, T. A., Evett, S. R., & Tolk, J. A. (2001). Irrigation systems management to meet future food fiber needs and to enhance water use efficiency. USDA-ARS Water Management User Unit Bushland Texas USA.
- Güngör, Y., Erözel, A.Z., & Yıldırım, O. (2018). Sulama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1592, Ders Kitabı: 544 (6. Baskı), Ankara.
- Kaman, H., & Özbek, Ö. (2021). Performance Evaluation of PR2 in Determination of Soil Water Content. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 31(3), 543-550.
- Kaman, H., Özbek, Ö., & Polat, E. (2022). Response of Greenhouse Grown Cucumber to Partial Root Zone Drying and Conventional Deficit Irrigation. *KSU J. Agric Nat* 25 (2): 337-347. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.883294>.
- Kanber, R. (2010). Tarla Sulama Sistemleri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 283, Ders Kitapları Yayın No: A-89, Adana.
- Kırda, C., & Sarıyev, A. (2002). Toprak Fiziği. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 245, Ders Kitapları Yayın No: A-79, Adana.
- Kırnak, H., & Akpınar, Y. (2016). Performance evaluation of TDR soil moisture sensor. *Agronomy Research*, 14(2), 428-433.
- Köksal, E. S., Cemek, B., Artık, C., Temizel, K. E., & Taşan, M. (2011). A new approach for neutron moisture meter calibration: Artificial neural network. *Irrig Sci*, 29, 369-377.
- Soil Physics Laboratory SOIL 415. (1997). Methods of field measurements of soil water content and soil bulk density. University of Idaho, Dept. of Plant, Soil and Entomological Sciences, Laboratory Report No 1.
- Tülün, Y. (2005). The measurement of soil water content and available water levels by TDR (time domain reflectometry) and the calibration of the tool in various soil texture classes. (MSc), Çukurova University, Institute of Natural and Applied Science, Adana, Turkey.

## Diskli Tırmık Yön Açısı Değişiminin Çeki Gücü Gereksinimi ve Bazı Toprak Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisinin Saptanması

Ziraat Fakültesi Dergisi,  
Cilt 19, Sayı 1,  
Sayfa 7-12, 2024

Hürkan Tayfun VAROL\*<sup>1</sup>, Davut AKBOLAT<sup>1</sup>

Journal of the Faculty of Agriculture  
Volume 19, Issue 1,  
Page 7-12, 2024

**Öz:** Bu araştırmada, çekilir tip, tandem çatı yapısına sahip bir diskli tırmığın tınlı bünyeye sahip toprak koşullarında farklı yön açılarının çeki gücü gereksinimi ve bazı toprak fiziksel özellikleri üzerine etkisi saptanmıştır. Bu amaçla, ön bataryalardaki diskler 14° sabit konumda olmak üzere arka bataryadaki diskler ise 14°, 17° ve 20° yön açıları sırasıyla A, B, C ve D (kontrol) uygulamaları olarak ele alınarak çeki güçleri saptanmıştır. Ayrıca denemede, toprak hacim ağırlığı ve porozite, penetrasyon direnci ile toprağı parçalanma derecesini belirlemek için ortalama ağırlık çapları saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, diskli tırmık çeki gücü gereksinimi disk yön açısı artışı ile artmıştır. A, B ve C uygulamaları için sırasıyla 10.51, 11.12 ve 11.56 BG çeki güçleri saptanmış, A ve C uygulamaları arasındaki fark önemli bulunmuştur. Uygulamalara bağlı toprak hacim ağırlıkları arasındaki fark önemsiz bulunurken, toprak penetrasyon direnci disk açısı artışı ile artmıştır. A, B, C ve D uygulamaları için sırasıyla ortalama ağırlık çapları; 10.12, 11.61, 11.60 ve 12.53 mm olarak bulunmuş ve aralarında istatistiksel anlamda fark tespit edilememiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Diskli tırmık, disk yön açısı, toprak işleme, çeki gücü

## Determination of the Effect of Disc Harrow Disc Angle Change on Draft Power Requirement and Some Soil Physical Properties

**Abstract:** In this study, the effects of different direction angles of disc harrow on draft force requirement and some soil physical properties of a trailed type disc harrow with tandem structure in loamy soil conditions were determined. For this purpose, with the discs in the front batteries in a fixed position of 14°, and the discs in the rear battery, 14°, 17° and 20° direction angles were considered as A, B, C and D (control) applications, respectively, and the draft forces were determined. In addition, in the experiment, the mean weight diameter, soil bulk density and soil porosity were determined. According to the results obtained, the disc harrow draft power requirement increased with the increase in disc angle. For A, B and C applications, 10.51, 11.12 and 11.56 HP draft power were determined, respectively, and the difference between A and C applications was found to be significant. While the difference between the soil bulk density depending on the applications was found to be insignificant, the soil penetration resistance increased with the increase of the disc angle. Mean weight diameters for A, B, C and D applications was found to be 10.12, 11.61, 11.60 and 12.53 mm respectively and no statistical difference could be detected between them.

\*Sorumlu yazar (Corresponding author)  
hurkanvarol@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 28/08/2023

Kabul (Accepted): 26/03/2024

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve  
Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 32260,  
Isparta, Türkiye.

**Keywords:** Disc harrow, disc angle, tillage, power force

### 1. Giriş

Toprak işleme, tarımsal üretimde bitki yetiştirme sürecinin ilk aşamasını oluşturmaktadır. Bu süreçte toprağı etkileri bakımından farklı ekipmanlar kullanılmaktadır. Bu ekipmanlardan biri de diskli toprak işleme alet ve makineleridir. Diskli aletler, diskli pulluklar ve diskli

tırmıklardır. Diskli pulluklarda diskler çatıya yön ve durum açıları ile olmak üzere her disk rulmanlı olarak çatıya yerleştirilirken, diskli tırmıklarda ise diskler genellikle yön açısı ile ve bataryalar halinde çatıya yerleştirilmektedir. Kesme, parçalama ve karıştırma etkisini birlikte gösteren diskli tırmıklarda iş derinliği, disklerin çapına, yön açılarına ve aletin genel olarak ağırlığına bağlıdır. Kademesiz olarak

yön açısı 0°...35° arasında değiştirilebilirken, bu açı büyüdükçe iş derinliği de artmaktadır (Dilmaç, 1984).

Diskli tırmıklar bağlantı şekline göre çekilir ve asılır olarak ikiye ayrılırken, disk bataryalarının dizilişine göre ise tandem (X) ve yan (offset) tırmıklar olarak gruplandırılır. Diskli tırmıkların çeki kuvveti gereksinimi tasarım parametrelerine ve çalışma koşullarına bağlı olarak değişmektedir (Keçecioglu ve Gülsoylu, 2002). Optimal ilerleme hızı 5...6 km/h olan diskli tırmığın çeki direnci; disk büyüklüğü, iş derinliği, yön açısı, toprağın direncine ve hareket hızına bağlıdır (Mutaf, 1984). Yön açısının artması iş derinliği ve karıştırma- ufalama etkisini artırırken, küçülmesi ise kesme etkisini artırmaktadır (Öztekin, 2006).

Teksel olarak yataklanmış, yaylı ağır diskli tırmık ile yapılan bir tez çalışmasında; yön açısı artışı ile çeki kuvveti gereksinimi ve iş derinliği artmıştır. Ayrıca uygulamada denenen yön açılarından (20°, 23° ve 27°) en uygun çeki kuvveti 23° yön açısında 27.91 kN olarak belirlenmiştir (Alamin, 2017). Yapılan diğer bir çalışmada, çevresi dışı kompakt diskli tırmık iki farklı toprak tipi, iki farklı iş derinliği, 3 farklı disk açısı (10°, 15° ve 20°) ve üç farklı ilerleme hızındaki yakıt tüketimi belirlenmiştir. Çalışma sonunda en uygun yakıt tüketimi, 10° disk açısı, 3.5 m/s ilerleme hızı ve her iki toprak tipinde elde edildiği bildirilmiştir (Damanauskas vd., 2019).

Pulluk ve diskli tırmık kombinasyonu ile yapılan bir araştırmada; üç farklı toprak derinliği (10, 20, 30 cm) ve üç farklı disk açısının (18°, 20°, 25°) çalışma parametrelerine etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, iş derinliği ve disk açısı arttıkça çeki gücü, yakıt tüketimi ve penetrasyon direncinin arttığı bildirilmiştir (Mankhi ve Jebur, 2022). Kuyruk milinden tahrikli tek etkili ve yerden tahrikli tek etkili diskli tırmık ile yapılan bir denemede, disk çapı ve yön açısı artışının kesme genişliği, deformasyon alanı ve iş derinliğinde artışa sebep olduğu bildirilmiştir (Çıtıl ve Marakoğlu, 2023). Hipotez olarak yan diskli tırmığın çeki gücü gereksiniminin, koni indeksi, ilerleme hızı, iş derinliği ve disk yön açısına bağlılığını test etmek için toprak kanalında bir deneme yapılmıştır. Deneme sonucuna göre, çeki gücü en fazla koni indeksinden etkilenmiş ve bunu sırasıyla iş derinliği, ilerleme hızı ve ön disk yön açısı etkilemiştir. Aynı çalışmada optimum ön batarya disk açısının, denenen 25°, 30°, 35° 40° derece disk açılarından 35° olduğu bulunmuştur (Upadhyay ve Raheman, 2019). Çeşitli toprak işleme uygulamaları ve konfigürasyonlarında bir diskli tırmığın çeki kuvvetinin tahmini için teorik bir denklem geliştirmek ve test etmek için yapılan bir çalışmada 28 diskli tandem diskli tırmık kullanılmıştır. Çalışma sonunda, diskli tırmık ile birincil işlemede 14...42 kN çeki kuvveti, ikincil işlemede ise 15...20 kN çeki kuvveti belirlenmiştir (Ahmadi, 2018).

Önceki çalışmalardan görüleceği üzere, kullanılan alet ve makinelerin yapısal özellikleri ve kullanım sırasındaki koşul

ve değişimleri çeki gücü gereksinimlerini etkilemektedir. Bu çalışmanın amacı, çekilir tip bir tandem diskli tırmığın ön disk açılarının sabit konumunda arka batarya disk açılarının (üç farklı açılarda konum) değiştirilerek çeki gücü gereksinimleri ve bazı toprak fiziksel özelliklerinin saptanmasıdır.

## 2. Materyal ve Metot

Deneme, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'ne ait Araştırma Uygulama Çiftliğinde yürütülmüştür. Deneme alanında 0-23 cm derinlikteki toprak içeriği; %23.1 kil, %33.9 silt ve %43.0 oranında kum içeren organik madde içeriği ortalama %1.34 ve pH değeri de 8.1 olan tınlı toprak bünyesine sahiptir. Topraklar; orta ve orta-ince bünyeli, derin, kireçli, tuzsuz, hafif ve orta derecede alkan karakterli yapıya sahiptir (Akgül ve Başayığit 2005).

Çalışmada toprak işleme makinesi olarak çekilir tip, tandem diskli tırmık kullanılmıştır. Diskli tırmık dört bataryadan oluşmakta olup, ilerleme yönüne göre ön kısımdaki diskler çentikli yapıda, arka kısımdaki diskler ise düz yapıdadır. Ön bataryalarda batarya başına 6 adet, arka bataryalarda ise 6 + 1 (çizi çukuru kapatıcı) disk bulunmaktadır. Diskli tırmığa ilişkin teknik özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Ön disklerin bulunduğu bataryaların yön açısı hidrolik silindir ile ayarlanabilirken, arka disklerin bulunduğu bataryaların yön açıları ise 5 kademeli olarak çatıdaki delikli yapı kullanılarak pim ile ayarlanabilmektedir. Çalışmada, ön diskler 14° yön açısında sabit olarak tutulmuş, arka diskler ise en düşük, orta ve en yüksek yön açıları olacak şekilde 14°, 17° ve 20° açılarda ayarlanıp sırasıyla A, B ve C uygulamaları olarak ele alınmıştır. Bu uygulamalar ile işlenmeyen kısımdan alınan örnekler kontrol uygulaması (D) olarak toprak fiziksel özelliklerinin karşılaştırılmasında kullanılmıştır. Seçilen bu açılarda büyüklükler yapılan diğer çalışmalarda 18° - 25° ve 10° -20° oldukça yakındır. (Manki ve Jebur, 2022; Damanauskas, 2019). Denemelerde diskli tırmığı çekmek için güç kaynağı olarak, çiftlikte bulunan 90 BG'üne sahip çift çeker traktör kullanılmıştır.

**Tablo 1.** Denemede kullanılan diskli tırmığın teknik özellikleri

Özellik	Değer
Toplam disk sayısı (adet)	24
Disk çapı (mm)	560
Disk arası (mm)	225
İş genişliği (mm)	2930
Toplam ağırlık (kg)	1400
Gerekli traktör gücü (BG)	80-95

Diskli tırmığın farklı ilerleme açıları toprak sıkışıklığı üzerine etkisini saptamak için penetrometre kullanılmıştır. Penetrasyon direncinin belirlenmesinde, Eijkelkamp Penetrologger (Model 06.15 Eijkelkamp. Giesbeck The Netherlands) marka penetrometre kullanılmıştır. Penetrasyon direnci kapasitesi 1000 N ve 1 N kuvvet

hassasiyetinde olan Penetrologger 80 cm derinlikte ölçüm yapabilmektedir. Toprağa batan ucun koni alanı farklı toprak tipleri için değişmekle birlikte bu çalışmada ucun koni alanı 1 cm<sup>2</sup> ve uç açısı 60° olarak seçilmiştir (Akbolat vd., 2009).

Diskli tırmık için gerekli olan çeki kuvvetinin belirlenmesinde çeki kuvveti ölçüm düzeneğinden yararlanılmıştır. Çeki kuvveti ölçüm düzeneği, çeki-bası dinamometresi, sayısal indikatör ve bilgisayardan oluşmaktadır. Kullanılan dinamometre, 50 kN kapasiteli, otomatik kayıt yapabilen özelliktedir.

Denemede çift traktör kullanılmış olup bir traktör çeki işini yaparken diğerine diskli tırmık bağlanmıştır. Deneme sırasında diskli tırmığın çeki direncinin saptanması iki aşamadan oluşmuştur. İlk aşamada çeki işini yapan traktör ile tırmığın bağlandığı traktör birlikte kullanılarak toprak işleme sırasında çeki direnci saptanmıştır. İkinci aşamada ise sadece diskli tırmığın bağlandığı traktörün çeki direnci saptanarak iki işlem arasındaki fark alınarak çeki direnci belirlenmiştir. Tarlada tüm uygulamalar için ilerleme hızı 3 km h<sup>-1</sup> olarak sabit tutulmuştur.

Ortalama ağırlık çaplarının belirlenmesinde elek takımı ve sarsıcı kullanılmıştır. Bu amaçla 32, 16, 8, 4, 2, 1, 0.5, 0.25 mm gözenek açıklığına sahip elek takımı kullanılmıştır. Ağırlık çaplarını belirleme amacıyla Fertzh marka sarsıcı 5 dakika süre ile 50 Hz titreşimde kullanılmıştır. Her bir toprak örneği için alınan toprak örnekleri laboratuvar ortamında iki hafta süreyle doğal olarak kurutulduktan sonra yaklaşık 500 gram örnek elek analizinde kullanılmıştır. Ortalama ağırlık çaplarının belirlenmesinde 1 numaralı eşitlik kullanılmıştır (Gee vd., 1986).

$$MWD = \sum(X_i \times W_i) \quad (1)$$

Burada; MWD, ortalama ağırlık çapı (mm); X<sub>i</sub> - her bir parçacığın çapı (mm); W<sub>i</sub> - boyut aralığındaki parçacıkların ağırlığının toplam materyal örneği ağırlığına oranıdır.

Uygulamalara bağlı olarak toprak hacim ağırlığı ve porozitenin bulunması toprak örneği alınırken 100 cm<sup>3</sup> hacimli bozulmamış toprak örneği alma silindirleri kullanılmıştır. Silindirler ile üç tekerrürlü olarak toprağın 0-5, 5-10 ve 10-15 cm derinliklerinden toprak örnekleri alınmıştır. Alınan örnekleri Blake ve Hartge (1986)'ye uygun olarak tartılarak Nüve marka etüvde 24 saat 105 C°'de kurtularak analizleri yapılmıştır

Yön açılarının değişimiyle toprak işleme derinliği değiştiğini belirlemek amacıyla işlenen parsellerden rastgele seçilen noktalardan işleme derinliği değerleri belirlenmiştir. Verilerin karşılaştırılmasında SPSS paket programında TUKEY çoklu karşılaştırma testinde p < 0.05 düzeyinde analizler gerçekleştirilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Deneme sonucunda farklı uygulamalara ait parsellerden üç farklı toprak derinliğinden alınan bozulmamış toprak örnekleri laboratuvarında değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir. Bu değerlendirmelerde uygulamaların hacim ağırlığı ve porozite üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla kontrol (D) ölçümleri ile ilişkisi incelenmiştir. Toprak nemi arazide ortalama %14.84 olarak elde edilmiş olup uygulama ortalamaları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (p<0.05) diğer deyişle, uygulamalar arasında toprak nemi açısından fark bulunmamaktadır.

Toprak hacim ağırlıkları, kullanılan toprak işleme alet ve makinesinin toprağa yaptığı sıkıştırma etkisinin varlığını incelemeye önemlidir. Önceki çalışmalardan da görüleceği üzere (Akbolat vd., 2009) toprağın kabartılma derecesi üst toprak katmanında daha fazla olduğu için denemede de 0-5 cm toprak derinliğinde hacim ağırlığı diğer tüm uygulamalar ve tüm derinliklerden daha az bulunmuştur. Uygulamalara bağlı olarak saptanan hacim ağırlıkları Tablo 2'de verilmiştir.

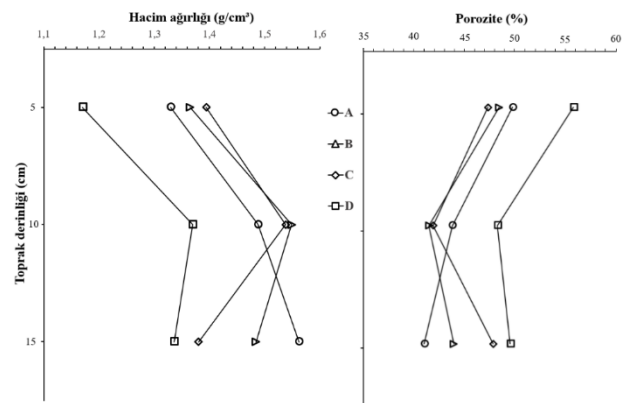
**Tablo 2.** Uygulamalara bağlı belirlenen toprak hacim ağırlıkları

Toprak derinliği/ Uygulamalar	A*	B	C	D*
0-5 cm**	1.32 (±0.241)	1.36 <sup>b</sup> (±0.081)	1.39 <sup>b</sup> (±0.022)	1.17 (±0.104)
5-10 cm**	1.48 (±0.060)	1.54 <sup>a</sup> (±0.057)	1.53 <sup>a</sup> (±0.073)	1.36 (±0.064)
10-15 cm	1.56 <sup>A</sup> (±0.074)	1.48 <sup>abAB</sup> (±0.006)	1.38 <sup>bBC</sup> (±0.039)	1.33 <sup>C</sup> (±0.117)

\* Derinlikler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

\*\* Uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Diskli tırmıklarda yön açısı değişiminin toprağa yapılan basınç-sıkıştırma üzerine etkisinin olup olmadığı merak konusu olmuştur. Hacim ağırlığı sonuçlarına göre bu konuda bir şey söylemek mümkün olmamıştır. Bu durum ileride toprak penetrasyon direncinin incelenmesi sırasında tekrar gözden geçirilmiştir. Uygulamalara bağlı toprak hacim ağırlıkları (a) ve poroziteleri (b) Şekil 1'de verilmiştir.

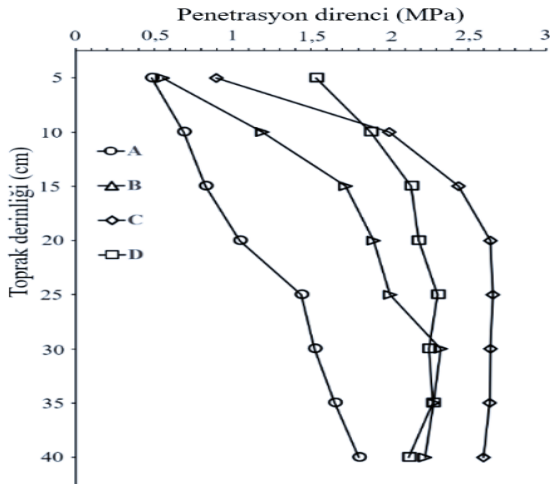


**Şekil 1.** Uygulamalara bağlı hacim ağırlığı (a) ve porozite (b) değişimleri



Porozite sonuçlarına bakıldığında yüzeyde boşluk oranlarının daha fazla olduğu görülmekte ve derinliğin artmasıyla porozitenin azaldığı görülmektedir. Toprağın porozite ve hacim ağırlığı değerleri arasında ters yönlü bir ilişki olduğu daha önce yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur (Barut ve Akbolat, 2005). Araştırmada elde edilen sonuçlarda da benzer şekilde hacim ağırlığı ve porozite zıt bir ilişki içindedir. Tüm derinliklerin ortalamaları alındığında D uygulaması ile A ve B arasındaki fark önemli iken D ile C arasındaki fark önemsizdir ( $p < 0.05$ ). Kontrol konusunda toprağın işlenmediği halde porozitesinin A ve B uygulamasından yüksek çıkması, deneme arazisinin daha önce işlenerek bekletilmiş olması ve aynı zamanda diskli tırmığın toprağı işleme sırasında toprağı sıkıştırma etkisi ile ilişkili olabilir.

Denemeden sonra her uygulamayı temsil eden parsellerden 9 tekerrürlü olmak üzere saptanan penetrasyon dirençleri Şekil 2’de gösterilmiştir. Şekilden görüleceği üzere toprak yüzeyinden derinlere doğru inildikçe tüm uygulamalarda beklenildiği gibi penetrasyon dirençleri artmıştır.



Şekil 2. Uygulamalara bağlı toprak penetrasyon direncinin değişimi

Penetrasyon direnci ile toprak derinliği arasında yaklaşık 20 cm derinliğe kadar doğrusal bir ilişki bulunurken bu derinlikten sonra derinlik daha da artmasına karşın direnç sabit seyretmektedir. Toprak nemleri A, B, C ve D uygulamaları için sırasıyla 14.99, 14.33, 14.92 ve 15.16 olarak belirlenmiştir. Uygulamalar arasında toprak nemleri açısından fark saptanmadığı için nemin penetrasyon direnci üzerinde etki etmediği söylenebilir. Kontrol uygulaması dışarıda tutulacak olursa, diskli tırmık yön açısı arttıkça toprak penetrasyon direnci artmıştır. Uygulamalara bağlı penetrasyon direncinin istatistiksel olarak değerlendirmesi Tablo 3’de verilmiştir.

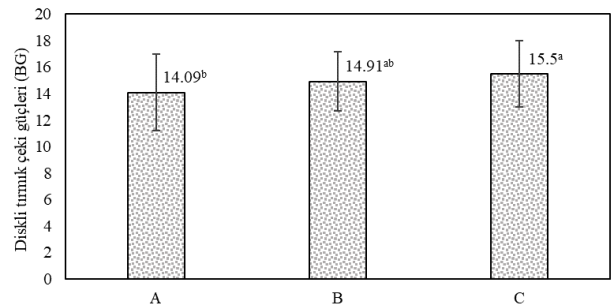
Tablo 3. Toprağın 0-20 cm derinliği için saptanan penetrasyon dirençleri

Toprak derinliği/ Uygulamalar	A	B	C	D
0-5 cm	0.48 <sup>dc</sup> (±0.21)	0.55 <sup>ec</sup> (±0.50)	0.89 <sup>cb</sup> (±0.79)	1.52 <sup>ca</sup> (±0.74)
5-10 cm	0.69 <sup>cd</sup> (±0.56)	1.18 <sup>db</sup> (±0.82)	1.99 <sup>ba</sup> (±0.88)	1.87 <sup>bcA</sup> (±0.77)
10-15 cm	0.82 <sup>cd</sup> (±0.71)	1.71 <sup>cb</sup> (±0.85)	2.43 <sup>abA</sup> (±0.70)	2.13 <sup>abA</sup> (±0.70)
15-20cm	1.04 <sup>bc</sup> (±0.73)	1.89 <sup>cb</sup> (±0.72)	2.64 <sup>abA</sup> (±0.85)	2.18 <sup>abB</sup> (±0.74)
Ortalama	1.15 <sup>D</sup> (±0.83)	1.74 <sup>C</sup> (±0.89)	2.27 <sup>A</sup> (±1.02)	2.07 <sup>B</sup> (±0.71)

Küçük harfler kolonlar arasındaki farklılığı, büyük harfler ise satırlar arasındaki farklılığı belirtmektedir.

Penetrasyon direnci (D uygulaması dışında) diskli tırmık yön açısı artışı ile artmıştır. İlginç bir şekilde, kontrol uygulamasının penetrasyon direnci (toprak işlenmemesine karşın) C uygulamasının ortalama penetrasyon direncinden düşük çıkmıştır ( $p < 0.05$ ). Bunun gerekçesi, deneme parsellerinin daha önceden işlenmiş olması ve denemenin açıl değerleri içinde C uygulamasının en yüksek değere sahip olması nedeniyle yüksek yön açısının sıkıştırma etkisi olabilir.

Diskli tırmığın arkada bulunan disk yön açısının 3 farklı değerinde değişimiyle (14°, 17° ve 20°) çeki güçlerinin değişimi Şekil 3’de gösterilmiştir. Şekilden görüleceği üzere, diskli tırmık yön açısının artmasıyla çeki gücü gereksiniminin arttığı görülmektedir. Uygulamalar; A, B ve C için sırasıyla ortalama çeki güçleri sırasıyla; 14.09 (±2.88), 14.91 (±2.23) ve 15.50 (±2.49) BG olarak saptanmıştır.

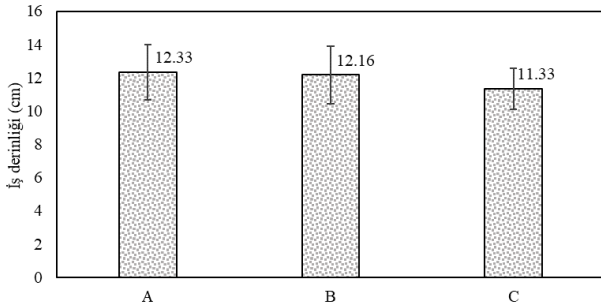


Şekil 3. Uygulamalara göre yön açısı değişiminin çeki gücüne etkisi

Üç farklı uygulama (açısal fark) koşullarındaki diskli tırmığın saptanan çeki güçlerine göre; C uygulamasının A uygulamasından daha büyük fakat B uygulaması ile C uygulaması arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Bu sonuçlardan anlaşılacağı üzere yapılan denemede açılar arasında 3°’lik bir fark bulunmaktadır. Ancak açısal değerler arasındaki farkın daha fazla olması durumunda (örneğin A ve C arasında olduğu gibi 6° fark) iki değer arasındaki farkı önemli düzeye getirebilecektir. Bu durum önceki çalışmalardan Alamin (2017)’in seçtiği ve açılar arasındaki farkın 10° gibi

yüksek değerlere ulaştığı açılarda anlamlı sonuçlar verebilir. Bu sonuçlar, yön açısının artmasının diskin ilerleme yönüne göre dikleşmesini diğer deyişle diskin toprakla temas yüzeyinin artmasıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Benzer literatür sonuçlarını karşılaştırmak her zaman mümkün olamamaktadır. Çünkü disk açısı dışında toprak tipi, disk çapı ve ilerleme hızı gibi sonuçlara etkili birçok faktör de bulunmaktadır. Ayrıca, Upadhyay ve Raheman (2019)'un yaptıkları denemede olduğu gibi birincil (14...42 kN) ve ikincil (15...20 kN) toprak işlemlerde de olduğu gibi farklı çeki kuvvetleri saptanabilmektedir.

Yön açısının artması ile iş derinliğinde de bir artış beklenmekte ve literatür bildirişleri de bu doğrultudadır (Dılmaç, 1984; Öztekin, 2006). Yapılan denemede farklı yön açısı uygulamasının iş derinliğini etkileme durumu da belirlenmiştir. Bunun için her parselden rastgele seçilen 5 noktadan işleme derinlikleri ölçülerek ortalamaları alınmıştır. Uygulamalara bağlı olarak diskli tırmık yön açısı artışıyla literatür bildirişinin aksine denemede iş derinliği disk yön açısı artışı ile azalmıştır (Şekil 4). Fakat bu azalma çok küçük boyutta olduğu için istatistiksel olarak önemsiz düzeyde kalmıştır ( $p < 0.05$ ). Literatür bildirişlerinde yön açısı artışının derinlikte artış sağlar (Alamin, 2017) şeklindeki bildirişe karşın, deneme sonuçlarının bu bildirişin aksine olması toprak koşulları (esas sürüm, tohum yatağı hazırlığı) ile açıklanabilir.



Şekil 4. Uygulamalara bağlı olarak saptanan iş derinliği değerleri

Diskli tırmığın farklı uygulamalarında (yön açısı değişimi) toprağı parçalamaya üzerine etkisinin belirlenmesi için elek analizi yapılmıştır. Bu amaçla, deneme parsellerinden alınan 1000'er gramlık toprak örnekleri laboratuvarında iki hafta süreyle doğal kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan

toprak örnekleri 500 gramdan az olmayacak şekilde standart elek çaplarında sarsıcıya konularak, 50 Hz'de 5 dakika sarsılarak "ortalama ağırlık çap" değerleri bulunmuştur. Elde edilen ortalama ağırlık çapı (MWD) değerleri Tablo 4'de verilmiştir. Doğal hava ile kurutulan toprakların eleme sırasında nem değerlerinin ortalama % 2.34 olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçların ortalamalarına göre (Tablo 4) en küçük agregat çapı 10.12 mm olarak A uygulamasında elde edilirken en büyük agregat çapı ise 12.53 mm olarak D (kontrol) uygulamasında elde edilmiştir. Diğer uygulamalardan B'de 11.61 mm ortalama agregat çapı elde edilirken C uygulamasında ise aynı büyüklükte olmak üzere 11.61 mm agregat çapı tespit edilmiştir. Diğer grup eleklerden 32 mm çap sınıfında ise B uygulamasında ise diğer iki elek grubundan daha büyük agregat boyutu saptanmıştır. Belirlenen uygulamaların ortalamalarına göre agregat boyutları, Öztekin (2006)'e göre disk açısı artışıyla karıştırma ve ufalama etkisi nedeniyle agregat boyutlarının küçüleceği şeklindeki bildirişle uyumlu değildir. Kontrol uygulamasının çap boyutunun toprağın işlenmemesi nedeniyle daha büyük olması beklenirken istatistiksel olarak diğerleri ile aralarındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Bunun nedeninin, belirli bir süre önceden arazinin pulluk ile işlenmiş olması gösterilebilir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada, çekilir tip tandem diskli bir tırmığın ön disklerinin 14° arka disklerinin, 14°, 17° ve 20° disk yön açılarındaki çeki gücü gereksinimi, toprağı parçalamaya olan etkisi ve bazı toprak fiziksel özellikler üzerine etkisi belirlenmiştir. Önceki çalışmalar incelendiğinde, benzer bazı sonuçlara ulaşılabilen ancak kullanılan diskli tırmıklarda farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Buradan hareketle yapılan çalışma sonunda elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Disk yön açısı artışı ile çeki gücü gereksinimi artmıştır. Bu sonucun daha belirgin olarak tespit edilebilmesi için açılarda farkın en az 5° - 6° derece olması gerektiği sonucuna varılmıştır. Çünkü denemede 14° ile 17° arasındaki fark önemsiz iken 14° ile 20° arasındaki fark önemli olarak bulunmuştur.

Tablo 4. Uygulamalara bağlı saptanan ortalama ağırlık çap (MWD) değerleri

Uygulamalar/ Ortalama Çap	<32	24	12	6	3	1.5	0.75	0.375	0.125	MWD
A	2.87 (±4.98)	11.50 (±2.41)	15.51 (±3.32)	13.36 (±0.92)	12.08 (±1.06)	10.97 (±1.76)	13.06 (±0.45)	9.42 (±0.98)	11.25 (±4.83)	10.12 (±2.66)
B	8.30 (±14.37)	11.20 (±4.97)	14.37 (±2.96)	12.45 (±1.51)	11.98 (±1.39)	9.42 (±0.74)	11.71 (±0.76)	8.76 (±1.21)	11.81 (±5.83)	11.61 (±1.82)
C	3.10 (±5.37)	9.69 (±8.04)	13.46 (±0.77)	12.57 (±1.35)	12.01 (±1.58)	10.43 (±1.73)	14.77 (±2.80)	10.50 (±2.63)	13.47 (±6.41)	11.61 (±1.33)
D	0.00 (±0)	11.74 (±1.79)	14.02 (±2.60)	12.63 (±3.46)	13.39 (±3.15)	12.14 (±2.07)	14.78 (±1.61)	9.67 (±2.09)	11.62 (±3.18)	12.53 (±0.16)

Önceki çalışmalardaki bildirişlerin aksine, disk yön açısı artışı ile karıştırma ve ufalama etkisi sonucunda parça boyutunda küçülme olmamıştır. Disk yön açısı artışı ile toprak penetrasyon direnci artmıştır. Bu durum disk açısı artışının sıkışmaya etkili olabileceği şeklinde bir sonucu ortaya koymaktadır. Ancak toprak hacim ağırlığı değerleri bu durumu teyit eder nitelikte değildir. Diğer deyişle toprak sıkışmasının tespiti için disk açısı artışına paralel olarak hacim ağırlığı artmamıştır.

Sonuç olarak, halen kullanılmakta olan diskli tırmıkların çok çeşitli tip ve özellikte olanlarının uygulamada kullanılıyor olması nedeniyle toprak işleme ve tohum yatağı hazırlığı sırasındaki en uygun yön açılarının saptanmasına yönelik çalışmaların devam ettirilmesi gerekmektedir.

#### Yazar Katkı Oranları

Yazarlar bu çalışmanın hazırlanmasında eşit derecede katkı sunmuşlardır.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir çıkar çatışması beyanımız bulunmadığını bildiririz.

#### Etik Kurul Onayı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz.

#### Kaynakça

- Ahmadi, I. (2018). A draught force estimator for disc harrow using the laws of classical soil mechanics. *Biosystems Engineering*, 171, 52-62. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.04.008>
- Akbolat, D., Evrendilek F., Coskan, A., & Ekinci, K. (2009). Quantifying soil respiration in response to short-term tillage practices: a case study in southern Turkey. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science*, 59(1), 50-56. <https://doi.org/10.1080/09064710701833202>
- Akgül, M., & Başyigit, L. (2005). Süleyman Demirel Üniversitesi Çiftlik arazisinin detaylı toprak etüdü ve haritalanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9 (3): 1-10. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sdufenbed/issue/20778/221742>
- Alamin, M.A.A. (2017). Bireysel yataklarılmış yaylı goble diskarda disk yön ve durum açılarının işletme parametreleri üzerindeki etkisi ve boyutsal analiz yöntemiyle modellemesi (Doctoral dissertation, Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı. İzmir).

- Barut, Z. B., & Akbolat, D. (2005). Evaluation of conventional and conservation tillage systems for maize. *Journal of Agronomy*, 4(2), 122-126. <https://doi.org/10.3923/ja.2005.122.126>
- Blake, G.R., & Hartge, K.H., 1986. Bulk density. In: Klute A ed. *Methods of soil analysis. Part I. Physical and mineralogical methods. Agronomy Monographs 9. American Society of Agronomy (ASA) and Soil Science Society of America (SSSA). Madison. Wisconsin, Pp. 363–375.*
- Çıtıl, E., & Marakoğlu, T. (2023). Determination and comparison of soil deformation areas, stubble burial rates and stubble quantities of single-acting disc harrow driven by the tail shaft and single-acting disc harrow that takes its movement from the soil. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 37(1), 167-178. <https://doi.org/10.15316/SJAIFS.2023.017>
- Dilmaç, M. (1984). Toprak İşleme Aletlerinin, Teori Hesap ve Konstrüksiyonu. *Türkiye Ziraat Donatım Kurumu Mesleki Yayınları*, No: 36., Zonguldak.
- Damauskas, V., Velykis, A., & Satkus, A. (2019). Efficiency of disc harrow adjustment for stubble tillage quality and fuel consumption. *Soil and Tillage Research*, 194, 104311. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104311>
- Gee, G. W., Bauder, J. W., & Klute, A. 1986. Particle-size analysis. *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods*, 383-411.
- Keçecioglu, G., & Gülsoylu, E. (2002). Toprak İşleme Makineleri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları*, No: 545. Bornova-izmir.
- Mutaf, E. (1984). Tarım Alet ve Makinaları I. Cilt. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları* No: 218. Bornova-izmir.
- Mankhi, A. A., & Jebur, H. A. (2022, July). A study Some Technical Indicators Under Impact Tillage Depth and Disk harrow Angle of the Compound Machine. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1060, No. 1, p. 012137). IOP Publishing. <https://doi:10.1088/1755-1315/1060/1/012137>
- Öztekin, S. (2006). Toprak işleme makineleri. Editör Serdar Öztekin. *Tarım Makinaları 2*. Nobel kitabevi. Adana. ss: 13-53.
- Upadhyay, G., & Raheman, H. (2019). Specific draft estimation model for offset disc harrows. *Soil and Tillage Research*, 191, 75-84. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.03.021>

## Farklı Nane Türlerinde Nane Yaprakbiti, *Eucarazzia elegans* (Ferrari) (Hemiptera: Aphididae)'ın Biyolojik Özelliklerinin Araştırılması

Şeyma Nur DEV<sup>1</sup> , İsa TELCİ<sup>2</sup> , Ali Kemal BİRGÜCÜ<sup>1\*</sup> 

Ziraat Fakültesi Dergisi,  
Cilt 19, Sayı 1,  
Sayfa 13-22, 2024

Journal of the Faculty of Agriculture  
Volume 19, Issue 1,  
Page 13-22, 2024

**Öz:** Bu çalışmada nane yaprakbiti, *Eucarazzia elegans* (Ferrari) (Hemiptera: Aphididae)'ın *Mentha arvensis*, *M. dumetorum*, *M. pulegium*, *M. spicata* ve *M. suaveolens* nane türlerinde bazı biyolojik özellikleri belirlenmiştir. Denemede *E. elegans* erginlerinden elde edilen nimfler kullanılmış ve tüm bireyler ölünceye kadar denemelere devam edilmiştir. Deneme sonucunda çift eşeyli yaşam çizelgesi teorisine göre analizler yapılmıştır. Zararlı ergin öncesi gelişme süresini en uzun 7,533 gün ile *M. suaveolens* türü üzerinde, en kısa ise 5,900 gün ile *M. pulegium* türü üzerinde tamamlamıştır. Nane yaprakbitinin net üreme gücü ( $R_0$ ), en yüksek *M. arvensis*'da yetiştirilen bireylerde 63,102 dişi/dişi olarak tespit edilmiştir. Kalıtsal üreme yeteneği ( $r$ ) değeri en yüksek *M. pulegium*'da yetiştirilen bireylerde 0,371 dişi/dişi/gün olarak belirlenmiş, en düşük değer olarak 0,252 dişi/dişi/gün ile *M. dumetorum*'da yetiştirilen bireylerde belirlenmiştir. Artış oranı sınırı ( $\lambda$ ), en yüksek 1,450 gün<sup>-1</sup> ile *M. pulegium*'da yetiştirilen bireylerde görülmüştür. Popülasyonun ikiye katlanma süresi (DT) değeri en uzun *M. dumetorum*'da yetiştirilen bireylerde 2,516 gün olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada *M. pulegium* nane türü, *E. elegans*'a karşı diğer türlere göre daha hassas bulunmuştur. *Mentha dumetorum* türünün ise diğer türlere oranla *E. elegans* için daha dayanıklı olduğu düşünülmektedir. Zararlı ile yoğun bulaşık alanlarda dayanıklı olduğu belirlenen *M. dumetorum* nane türünün yetiştirilmesinin daha uygun olacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Dayanıklılık, *Mentha dumetorum*, *Mentha pulegium*, yaprakbiti, yaşam çizelgesi

## Investigation of the Biological Characteristics of the Mint Aphid, *Eucarazzia Elegans* (Ferrari) (Hemiptera: Aphididae) on Different Mint Species Varieties

**Abstract:** In this study, some biological characteristics of the Mint aphid, *Eucarazzia elegans* (Ferrari) (Hemiptera: Aphididae) were determined on *Mentha arvensis*, *M. dumetorum*, *M. pulegium*, *M. spicata* and *M. suaveolens* mint varieties. The nymphs obtained from *E. elegans* individuals raised for this purpose were used in the experiment and the experiments were continued until all individuals died. The data obtained from the experiment were analyzed according to the theory of the two-sex life table. The longest pre-adult development time was 7.533 days in individuals reared on *M. suaveolens* and the shortest was 5.900 days in individuals reared on *M. pulegium*. The net reproductive rate ( $R_0$ ) of the mint aphid was highest in individuals reared on *M. arvensis* variety with 63.102 females/female. The intrinsic rate of increase ( $r$ ) value was highest in individuals reared on *M. pulegium* cultivar, 0.371 females/female/day, and lowest in individuals reared on *M. dumetorum* variety, 0.252 females/female/day. The finite rate of increase ( $\lambda$ ) was 1.450 day<sup>-1</sup> in individuals reared on *M. pulegium*. The longest population doubling time (DT) value was calculated as 2.516 days in individuals reared on *M. dumetorum* variety. In this study, the mint variety *M. pulegium* was found to be more susceptible to *E. elegans* than other varieties. *Mentha dumetorum* variety is thought to be more resistant to *E. elegans* than other varieties. It is thought that it would be more appropriate to cultivate *M. dumetorum* mint variety, which is determined to be resistant in areas heavily contaminated with *E. elegans*.

**Keywords:** Resistance, *Mentha dumetorum*, *Mentha pulegium*, mint, aphid, life table

\*Sorumlu yazar (Corresponding author)  
alibirgucu@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 09/02/2024

Kabul (Accepted): 16/05/2024

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,  
Isparta, Türkiye.

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,  
Isparta, Türkiye.

## 1. Giriş

İnsanlık tarihinin en eski dönemlerinden itibaren bitkiler, insanların beslenmesinden barınmasına, şifa bulmasına kadar hemen hemen her alanda kullanılmıştır (Subutay, 2019). Tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de tıbbi bitkiler, çok uzun zamandan beri geleneksel olarak hastalıkların tedavisi amacıyla kullanılmaktadır (Koçyiğit, 2021). Geçmişten bu yana bahçe ve tarlalarda yetiştiriciliği yapılan nane, tıbbi açıdan spazm ve gaz giderici, mide rahatlatıcı, serinletici ve uyarıcı etkilere sahiptir (Kumar ve Chattopadhyay, 2007; Telci, 2019). Nane, Lamiaceae familyasına ait uçucu yağ ve baharat amacıyla üretilen *Mentha* türlerine verilen genel bir isimdir (Telci, 2019). Bünyesinde oldukça fazla endemik tür bulunduran Lamiaceae familyasına ait bitkilerin uçucu yağ verimi oldukça yüksektir (Koçyiğit, 2021). Uçucu yağlarının dünyada değerli olması nedeniyle *Mentha* türlerinin birçok yerde ticari olarak tarımı yapılmakta olup, nane yağı, ilaç, gıda ve kozmetik sanayinde geniş ticari alana sahip olan mentolün en zengin doğal kaynağı olan bitki olup ilaç ve gıda sanayisi gibi farklı alanda kullanılmaktadır (Baytop, 1992; Koçyiğit, 2021). Nane, türleri oldukça yaygın ve çeşitli olan bir bitkidir. Pek çok türü olmasına karşın nanenin her türünün yetiştiriciliği ya da kullanımı mevcut olmamakta, nane bitkisi üstünde yapılan çalışmalar ve geliştirmeler genellikle dünya çapında nanenin en önemli üç türü üzerinde yapılmaktadır (Subutay, 2019). Buradan da anlaşılacağı üzere nane çeşitleri üzerinde yapılan çalışmaların sayısının sınırlı olması bu çalışmanın özgünlüğünü daha iyi vurgulamaktadır.

Her türlü tarımsal üründe olduğu gibi nanede de verim ve kaliteyi düşüren hastalık, zararlı ve yabancı ot kaynaklı sorunlar bulunmaktadır. Nanede zararlı olan nane yaprakbiti, benekli yeşil renklidir ve bitkinin gövdesinde ve yapraklarında bulunur. Antenler arasında iki belirgin çıkıntı vardır. Kanatlı formları, kanatsız formlardan daha büyük olur ve abdomenin ortasında siyah nokta bulunur (Taşkın, 2022). Yaprakbitleri kendilerine özgü üreme ve yaşam döngüleri nedeniyle ekonomik ve tarımsal açıdan en önemli böcek gruplarından biridir. Yaprakbitleri bitkilerin floeminden beslenerek ve bitki virüslerinin yaklaşık %60'ının vektörü olduklarından direkt ve dolaylı olarak ürün kaybına yol açarlar (Tayat, 2021). Yaprakbitleri, bitki öz suyunu emerek beslenen partenogenetik üremeleri ve nispeten kısa bir yaşam döngülerinin olması nedeniyle hızlı çoğalan böceklerdir (Mülayim vd., 2020). Yaprakbitleri bitki öz suyunu emerek yaprak ve sürgünlerin kıvrılmasına, çıkardıkları tatlımsı maddeler üzerinde saprofit fungusların gelişmesiyle fumajin adı verilen zarara neden olurlar. Fumajin, ağır salgınlarda bitkilerin üzerini kaplayarak solunum ve fotosentez faaliyetlerini engelleyen ve böylece gelişmesinin gerilemesine yol açan maddenin

meydana gelmesine neden olurlar. Bu doğrudan zararlının yanı sıra bazı virüs hastalıklarını taşıyarak da dolaylı olarak zararlı olurlar (Ayyıldız ve Atlıhan, 2006).

Yaprakbitleri, tarım ve tarım dışı alanlarda oldukça ciddi verim kayıplarına sebep olmalarından dolayı tarımsal üretimi kısıtlayan sorunların başında değerlendirilmektedir. Bu bakımdan yaprakbitlerinin konukçu seçiminin hem tarım hem de tarım dışı alanlarda ayrıntılı bir şekilde araştırılması ve tarımsal ürünler üzerindeki popülasyon gelişiminin iyi bilinmesi tarımsal üretimde ekonomik kayıpların azaltılması açısından önemlidir (Kindlman ve ark., 2010). Bu çalışmada nane yaprakbiti, *Eucarazzia elegans* (Ferrari) (Hemiptera: Aphididae)'ın farklı nane türleri üzerindeki bazı biyolojik özellikleri araştırılmıştır. Zararlının biyolojik özelliklerinin belirlenmesi zararlı ile mücadele, stratejilerinin araştırılması ve ekonomik kayıpların azaltılması açısından önemlidir. Çalışmamızın en önemli amacı, üzerinde fazla çalışılmamış olan farklı nane türlerinin *Eucarazzia elegans* (Ferrari) (Hemiptera: Aphididae)'ın biyolojisine ne gibi etkileri olduğu ve elde edilen veriler ışığında zararlıya karşı bu beş nane türünden hangilerinde yaprakbiti popülasyonunun daha yüksek olabileceğinin belirlenmesidir.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmanın ana materyalini *Mentha arvensis* (Adana), *M. dumetorum* (Dum1), *M. pulegium* (Pulegium 1 Sütçüler), *M. spicata* (Tokat spicata) ve *M. suaveolens* (Pinedo) nane türleri ile *Eucarazzia elegans* (Ferrari) (Hemiptera: Aphididae) bireyleri oluşturmuştur.

### 2.1. Nane bitkilerinin yetiştirilmesi

Bitki üretimi için Lamiaceae familyasından *Mentha arvensis* (Adana), *M. dumetorum* (Dum1), *M. pulegium* (Pulegium 1 Sütçüler), *M. spicata* (Tokat spicata) ve *M. suaveolens* (Pinedo) nane türleri kullanılmıştır. Nane fideleri Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü iklim odalarında yetiştirilmiştir. Sterilize edilmiş toprak, 1.5 litrelik saksıların yarısına kadar doldurulup üzerine nane fideleri koyularak şaşirtma işlemi yapılmıştır. Saksılara şaşirtılmış olan nane bitkileri küvetlere yerleştirilmiştir. Temiz iklim odasına taşınarak can suyu verilmiştir ve daha sonra 2-3 gün aralıklarla düzenli sulamalar yapılmıştır. Fidelerin yetiştirilmesi sırasında herhangi bir gübre ve ilaç uygulaması yapılmamıştır. Hastalık ve zararlı görülen bitkiler ortamdaki uzaklaştırılmıştır.

### 2.2. *Eucarazzia elegans* bireylerinin üretimi

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi üretim alanından toplanan *E. elegans* bireyleri ile iklim

**Tablo 1.** Hesaplanan yaşam çizelgesi parametreleri ve formülleri

Parametre	Formül
Yaşa ve döneme bağlı canlı kalma oranları, $S_{xj}$	$S_{xj} = \frac{n_{xj}}{n_{01}}$
Yaşa bağlı canlılık oranı, $l_x$	$l_x = \sum_{j=1}^{\beta} S_{xj}$
Doğurganlık oranı, $m_x$ (dişi/dişi/gün)	$m_x = \frac{\sum_{j=1}^{\beta} S_{xj} f_{xj}}{\sum_{j=1}^{\beta} S_{xj}}$
Net üreme gücü, $R_0$ (dişi/dişi)	$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$
Kalıtıl üreme yeteneği, $r$ (dişi/dişi/gün)	$\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1$
Üreme Oranı, $F$ (dişi/dişi)	$F = \frac{\sum_{x=1}^{N_f} E_x}{N_f}$
Artış Oranı Sınırı, $\lambda$ (gün <sup>-1</sup> )	$\lambda = e^r$
Ortalama döl süresi, $T$ (gün)	$T = \frac{\ln(R_0)}{r}$
Popülasyonun ikiye katlanma süresi, $DT$ (gün)	$DT = \frac{\ln 2}{r}$

odalarında nane bitkisi [*Mentha piperita* L. (Lamiaceae)] üzerinde stok kültür oluşturulmuştur. *E. elegans* üretimi ve devamlılığı için iklim kabininde 25±1°C ve %60±5 orantılı nem koşulları sağlanmıştır. Stok kültürden alınan *E. elegans* bireyleri ile bulaşık yapraklar, şaşırtılan nane fidelerinin üzerine aktararak bulaşma sağlanmıştır. Böcek kültürünün sürekliliğini sağlamak için gerektiğinde yıpranmış bitkiler temizleri ile değiştirilmiştir. Deneme süresince bitkilere herhangi bir ilaç ve gübre uygulaması yapılmamıştır. Hastalık ve zararlı görülen bitkiler ortamdaki uzaklaştırılmıştır.

### 2.3. Denemelerin kurulması

İklim odasında yetiştirilen *E. elegans* bireylerinden rastgele seçilen 10 adet 4. dönem nimfler tabanında kurutma kâğıdı bulunan petri kabındaki nane yaprağı üzerine aktarılmıştır. Ergin döneme gelen yaprakbitleri her gün kontrol edilerek yeni doğan I. nimf dönemindeki 30 adet yaprakbiti, ayrı ayrı olarak deneme düzeneği içerisindeki nane yapraklarına aktarılmıştır. Günlük olarak yavru bireylerin deri değişimleri kontrol edilmiş ve atık derileri ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Günlük olarak bu şekilde sayımlar tüm bireyler ölünceye kadar yapılmıştır.

### 2.4. İstatistiksel analizler

Denemeler her bir nane türünde 30 tekerrürlü olarak yürütülmüştür ve tüm bireyler ölünceye kadar denemelere devam edilmiştir. Deneme sonucunda elde edilen veriler kullanılarak two-sex teorisine göre yaşam çizelgesi parametreleri hesaplanmıştır (Chi ve Liu 1985;

Chi 1988). Yaşam çizelgesi parametreleri hesaplanırken kullanılan formüllerde yer alan  $x$ : dişi bireylerin gün olarak yaşını,  $e$ : Euler sayısı, doğal logaritma tabanını,  $\ln$ : doğal logaritmayı ifade etmektedir (Tablo 1).

Popülasyonların hesaplanan kalıtsal üreme yeteneği değerlerini karşılaştırma testlerinde kullanabilmek için Bootstrap yeniden örnekleme yöntemi 100.000 kere tekrarlanarak pseudo- $r_{i,boot}$  değerleri ve standart hataları hesaplanmıştır (Meyer et al., 1986; Lawo and Lawo, 2011; Huang and Chi, 2012; Yu et al., 2013 a, b). Daha sonra tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA), akabinde Tukey çoklu karşılaştırma testi (Tukey, 1949) uygulanmıştır. İstatistiksel analizler için IBM® SPSS® Statistics (Versiyon 20.0, Ağustos 2011, SPSS Inc., Chicago, Illinois, ABD.) ve MS Excel 2010 (Versiyon 14.0) paket programlarından yararlanılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Birinci nimf dönemi süresi en kısa 1,667 gün ile *M. arvensis* ve *M. pulegium* türleri üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinde, en uzun ise 1,900 gün ile *M. suaveolens* türü üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinde görülmüştür. Ancak bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. İkinci nimf dönemi süresi en kısa 1,500 gün ile *M. pulegium* türü üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinde, en uzun ise 2,067 gün ile *M. suaveolens* türü üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinde gerçekleşmiştir. Üçüncü nimf dönemi en kısa 1,367 gün ile *M. pulegium* türü üzerinde yetiştirilen bireylerde, en uzun ise 1,833 gün ile *M. suaveolens* ve *M. dumetorum* çeşitleri üzerinde yetiştirilen bireylerde hesaplanmıştır. Dördüncü nimf dönemi en kısa 1,300 gün olarak *M. spicata* üzerinde yetiştirilen bireylerde, en uzun 1,733 gün olarak *M. suaveolens* üzerinde yetiştirilen bireylerde sürmüştür. Ayrıca II., III. ve IV. Nimf dönemlerinde görülen bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 2).

Gelişme süresi en uzun *M. suaveolens* üzerinde yetiştirilen bireylerde (7,533 gün) görülürken, en kısa sürdüğü bireyler ise *M. pulegium* türü üzerinde yetiştirilen bireyler (5,900 gün) olmuştur. Ömür uzunluğu ve toplam yaşam süresi en uzun olan bireyler sırasıyla 22,200 ve 29,400 gün ile *M. dumetorum* türü üzerinde yetiştirilen bireyler olmuştur. En kısa sürdüğü bireyler ise *M. pulegium* türü üzerinde yetiştirilen bireyler (sırasıyla 17,833 ve 23,733 gün) olarak belirlenmiştir. Gelişme süresinin aksine, ömür uzunluğunda ve toplam yaşam süresinde görülen bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 2).

Preovipozisyon süresi en kısa 0,200 gün ile *M. spicata* türü üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinde, en uzun ise 0,433 gün ile *M. arvensis* türü üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinde görülmüştür. Ovipozisyon süresi en

**Tablo 2.** Farklı nane türleri üzerinde yetiştirilen *Eucarazzia elegans* bireylerinin gelişme dönemleri ve yaşam uzunluğu süreleri (Gün)\*

Biyolojik Dönem	Tür	n	Ortalama	
I. Nimf Dönemi Süresi	<i>Mentha arvensis</i>	30	1,667±0,088	a
	<i>Mentha dumetorum</i>	30	1,800±0,074	a
	<i>Mentha pulegium</i>	30	1,667±0,088	a
	<i>Mentha spicata</i>	30	1,733±0,106	a
	<i>Mentha suaveolens</i>	30	1,900±0,088	a
II. Nimf Dönemi Süresi	<i>Mentha arvensis</i>	30	1,667±0,13	ab
	<i>Mentha dumetorum</i>	30	1,867±0,063	ab
	<i>Mentha pulegium</i>	30	1,500±0,115	b
	<i>Mentha spicata</i>	30	1,767±0,124	ab
	<i>Mentha suaveolens</i>	30	2,067±0,117	a
III. Nimf Dönemi Süresi	<i>Mentha arvensis</i>	30	1,467±0,104	ab
	<i>Mentha dumetorum</i>	30	1,833±0,097	a
	<i>Mentha pulegium</i>	30	1,367±0,102	b
	<i>Mentha spicata</i>	30	1,533±0,093	ab
	<i>Mentha suaveolens</i>	30	1,833±0,097	a
IV. Nimf Dönemi Süresi	<i>Mentha arvensis</i>	30	1,400±0,091	abc
	<i>Mentha dumetorum</i>	30	1,700±0,085	ab
	<i>Mentha pulegium</i>	30	1,367±0,102	bc
	<i>Mentha spicata</i>	30	1,300±0,085	c
	<i>Mentha suaveolens</i>	30	1,733±0,095	a
Gelişme süresi	<i>Mentha arvensis</i>	30	6,200±0,260	bc
	<i>Mentha dumetorum</i>	30	7,200±0,206	ab
	<i>Mentha pulegium</i>	30	5,900±0,260	c
	<i>Mentha spicata</i>	30	6,333±0,333	bc
	<i>Mentha suaveolens</i>	30	7,533±0,317	a
Ergin Dişi Ömrü	<i>Mentha arvensis</i>	30	19,967±1,679	a
	<i>Mentha dumetorum</i>	30	22,200±2,035	a
	<i>Mentha pulegium</i>	30	17,833±1,371	a
	<i>Mentha spicata</i>	30	20,100±1,550	a
	<i>Mentha suaveolens</i>	30	19,567±1,461	a
Toplam Yaşam Süresi	<i>Mentha arvensis</i>	30	26,167±1,805	a
	<i>Mentha dumetorum</i>	30	29,400±2,046	a
	<i>Mentha pulegium</i>	30	23,733±1,464	a
	<i>Mentha spicata</i>	30	26,433±1,702	a
	<i>Mentha suaveolens</i>	30	27,100±1,590	a

\*Her bir biyolojik dönem için ayrı ayrı olmak üzere aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar ( $\pm$  standart hatalar) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (Tukey's HSD test,  $P < 0,05$ ).

kısa 15,233 gün ile *M. pulegium* türü üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinde, en uzun 19,633 gün ile *M. dumetorum* türü üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinde gerçekleşmiştir. Postovipozisyon süresi en kısa 2,200 gün ile *M. pulegium* türü üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinde, en uzun 2,800 gün ile *M. arvensis* türü üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinde hesaplanmıştır. Ayrıca Preovipozisyon, ovipozisyon ve postovipozisyon dönemlerinde görülen bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 3). Günlük yavru sayısı en az *M. pulegium* üzerinde yetiştirilen bireylerde (6,300 adet) görülürken, en çok birey sayısı ise *M. suaveolens* türü üzerinde yetiştirilen bireylerde (7,800 adet) görülmüştür. Toplam yavru sayısı en az *M. dumetorum* türü üzerinde yetiştirilen bireylerde

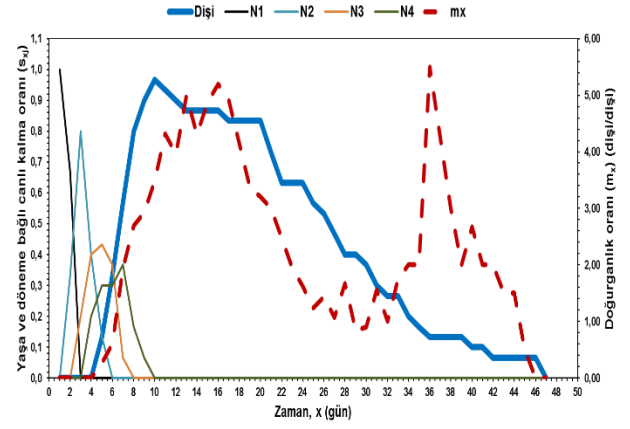
(2,205 adet) görülürken, en çok birey sayısı ise *M. pulegium* türü üzerinde yetiştirilen bireylerde (3,483 adet) hesaplanmıştır. Günlük yavru sayısı ile toplam yavru sayısında görülen bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 3).

Kalıtısal üreme yeteneği ( $r$ ) en kısa 0,252 gün ile *M. dumetorum* türü üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinde, en uzun 0,371 gün ile *M. pulegium* türü üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinde görülmüştür. Net üreme gücü ( $R_0$ ) en az 49,172 dişi birey sayısı ile *M. suaveolens* türü üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinde, en çok 63,102 dişi birey sayısı ile *M. arvensis* türü üzerinde yetişen *E. elegans* bireylerinde gerçekleşmiştir. Artış oranı sınırı ( $\lambda$ ) en kısa 1,317 gün ile *M. dumetorum* türü üzerinde yetişen *E. elegans* bireylerinde, en uzun 1,450 gün ile *M. pulegium* türü

üzerinde yetişen *E. elegans* bireylerinde hesaplanmıştır. Ayrıca kalıtsal üreme yeteneği ( $r$ ), net üreme gücü ( $R_0$ ) ve artış oranı sınırı ( $\lambda$ ) dönemlerinde görülen bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4).

Üreme oranı (F) en az *M. suaveolens* türü üzerinde yetiştirilen bireylerde (49,172 dişi) görülürken, en çok birey sayısı ise *M. arvensis* türü üzerinde yetiştirilen bireyler (63,102 dişi) olmuştur. Ortalama döl süresi (T) ve popülasyonun ikiye katlanma süresi (DT) en kısa olan bireyler sırasıyla 10,987-1,865 gün ile *M. pulegium* türü üzerinde yetiştirilen bireyler olarak belirlenmiştir. En uzun sürdüğü bireyler ise *M. dumetorum* türü üzerinde yetiştirilen bireyler (sırasıyla 14,424-2,516 gün) olarak hesaplanmıştır (Tablo 4).

*Mentha arvensis* üzerinde yetiştirilen *Eucarazzia elegans* bireylerinin yaşa ve döneme bağlı canlı kalma oranı ( $s_{xj}$ ) ve doğurganlık oranı ( $m_x$ ) eğrilerinin verildiği Şekil 1'de, dişi yaprakbiti bireylerinin yaşa ve döneme bağlı canlı kalma oranının ( $s_{xj}$ ) 10. günden sonra azalmaya başladığı görülmektedir. Dişi yaprakbiti bireylerinin tamamının 47. günde öldükleri belirlenmiştir. Dişi ergin bireylerin doğurganlık oranı ( $m_x$ ) eğrisi 36. günde en üst seviyeye ulaşmış ve 46. günde sıfıra düşmüştür (Şekil 1).



**Şekil 1.** *Mentha arvensis* üzerinde yetiştirilen *Eucarazzia elegans* bireylerinin yaşa ve döneme bağlı canlı kalma oranları ( $s_{xj}$ ) ve doğurganlık oranı ( $m_x$ ). (N1: Birinci nimf dönemi, N2: İkinci nimf dönemi, N3: Üçüncü nimf dönemi, N4: Dördüncü nimf dönemi).

*Mentha dumetorum* üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinin yaşa ve döneme bağlı canlı kalma oranı ( $s_{xj}$ ) ve doğurganlık oranı ( $m_x$ ) eğrilerinin verildiği Şekil 2'de, dişi yaprakbiti bireylerinin yaşa ve döneme bağlı canlı kalma oranının ( $s_{xj}$ ) 9. günden sonra azalmaya başladığı belirlenmiştir. Dişi yaprakbiti bireylerinin tamamının 50.

**Tablo 3.** Farklı nane türleri üzerinde yetiştirilen *Eucarazzia elegans* bireylerinin preovipozisyon, ovipozisyon ve postovipozisyon süreleri (Gün) ve yavru sayıları (Adet)\*

Parametre	Tür	n	Ortalama	
Preovipozisyon Süresi	<i>Mentha arvensis</i>	30	0,433±0,092	a
	<i>Mentha dumetorum</i>	30	0,333±0,088	a
	<i>Mentha pulegium</i>	30	0,400±0,103	a
	<i>Mentha spicata</i>	30	0,200±0,074	a
	<i>Mentha suaveolens</i>	30	0,267±0,095	a
Ovipozisyon Süresi	<i>Mentha arvensis</i>	30	16,733±1,517	a
	<i>Mentha dumetorum</i>	30	19,633±1,954	a
	<i>Mentha pulegium</i>	30	15,233±1,266	a
	<i>Mentha spicata</i>	30	17,233±1,278	a
	<i>Mentha suaveolens</i>	30	17,033±1,313	a
Postovipozisyon Süresi	<i>Mentha arvensis</i>	30	2,800±0,617	a
	<i>Mentha dumetorum</i>	30	2,233±0,621	a
	<i>Mentha pulegium</i>	30	2,200±0,576	a
	<i>Mentha spicata</i>	30	2,667±0,674	a
	<i>Mentha suaveolens</i>	30	2,267±0,457	a
Günlük Yavru Sayısı (D+E)	<i>Mentha arvensis</i>	30	6,633±0,29	bc
	<i>Mentha dumetorum</i>	30	7,533±0,224	ab
	<i>Mentha pulegium</i>	30	6,300±0,280	c
	<i>Mentha spicata</i>	30	6,533±0,331	bc
	<i>Mentha suaveolens</i>	30	7,800±0,337	a
Toplam Yavru Sayısı (D+E)	<i>Mentha arvensis</i>	30	3,237±0,257	ab
	<i>Mentha dumetorum</i>	30	2,205±0,234	b
	<i>Mentha pulegium</i>	30	3,483±0,313	a
	<i>Mentha spicata</i>	30	3,029±0,284	ab
	<i>Mentha suaveolens</i>	30	2,507±0,245	ab

\*Her bir parametre için aynı harf ile gösterilen ortalamalar ( $\pm$  standart hatalar) arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Tukey's HSD test,  $P < 0,05$ ).



**Tablo 4.** Farklı nane türleri üzerinde yetiştirilen *Eucarazzia elegans* bireylerinin yaşam çizelgesi parametreleri\*

Parametre	Tür	n	Ortalama	
Kalıtsal üreme yeteneği, r (dişi/dişi/gün)	<i>Mentha arvensis</i>	47	0,3441±0,0002	b
	<i>Mentha dumetorum</i>	50	0,2528±0,0002	e
	<i>Mentha pulegium</i>	41	0,3716±0,0003	a
	<i>Mentha spicata</i>	49	0,3418±0,0004	c
	<i>Mentha suaveolens</i>	44	0,2854±0,0002	d
Net üreme gücü, R <sub>0</sub> (dişi/dişi)	<i>Mentha arvensis</i>	47	63,102±0,247	a
	<i>Mentha dumetorum</i>	50	53,166±0,200	d
	<i>Mentha pulegium</i>	41	59,301±0,275	b
	<i>Mentha spicata</i>	49	58,036±0,279	c
	<i>Mentha suaveolens</i>	44	49,172±0,205	e
Artış Oranı Sınırı, λ (gün <sup>-1</sup> )	<i>Mentha arvensis</i>	47	1,411±0,013	b
	<i>Mentha dumetorum</i>	50	1,317±0,008	e
	<i>Mentha pulegium</i>	41	1,450±0,014	a
	<i>Mentha spicata</i>	49	1,408±0,013	c
	<i>Mentha suaveolens</i>	44	1,330±0,008	d
Üreme Oranı, F (dişi/dişi)	<i>Mentha arvensis</i>	47	63,102±0,218	
	<i>Mentha dumetorum</i>	50	53,166±0,127	
	<i>Mentha pulegium</i>	41	59,301±0,253	
	<i>Mentha spicata</i>	49	58,036±0,195	
	<i>Mentha suaveolens</i>	44	49,172±0,160	
Ortalama döl süresi, T (gün)	<i>Mentha arvensis</i>	47	12,046±0,290	
	<i>Mentha dumetorum</i>	50	14,424±0,224	
	<i>Mentha pulegium</i>	41	10,987±0,280	
	<i>Mentha spicata</i>	49	11,880±0,331	
	<i>Mentha suaveolens</i>	44	13,648±0,337	
Popülasyonun ikiye katlanma süresi, DT (gün)	<i>Mentha arvensis</i>	47	2,015	
	<i>Mentha dumetorum</i>	50	2,516	
	<i>Mentha pulegium</i>	41	1,865	
	<i>Mentha spicata</i>	49	2,028	
	<i>Mentha suaveolens</i>	44	2,429	

\*Her bir parametre için aynı harf ile gösterilen ortalamalar (± standart hatalar) arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Tukey's HSD test, P<0,05).

günde öldükleri görülmüştür. Dişi ergin bireylerin doğurganlık oranı ( $m_x$ ) eğrisi 37. günde en üst seviyeye ulaşmış ve 49. günde sifıra düşmüştür (Şekil 2).

Dişi yaprakbiti bireylerinin tamamı 49. günde öldükleri belirlenmiştir. Dişi ergin bireylerin doğurganlık oranı ( $m_x$ ) eğrisi 12. günde en üst seviyeye ulaşmış ve 41. günde sifıra düşmüştür (Şekil 3).

*Mentha spicata* üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinin yaşa ve döneme bağlı canlı kalma oranı ( $s_{xj}$ ) ve doğurganlık oranı ( $m_x$ ) eğrilerinin verildiği Şekil 4'te, dişi yaprakbiti bireylerinin yaşa ve döneme bağlı canlı kalma oranı ( $s_{xj}$ ) 12. günden sonra azalmaya başladığı görülmektedir. Dişi yaprakbiti bireylerinin tümünün 49. günde öldükleri gözlenmiştir. Dişi ergin bireylerin doğurganlık oranı ( $m_x$ ) eğrisi 38. günde en üst seviyeye ulaşmış ve 46. günde sifıra ulaşmıştır (Şekil 4).

*Mentha suaveolens* üzerinde yetiştirilen *E. elegans* bireylerinin yaşa ve döneme bağlı canlı kalma oranı ( $s_{xj}$ ) ve doğurganlık oranı ( $m_x$ ) eğrilerinin verildiği Şekil 5'te,

dişi yaprakbiti bireylerinin yaşa ve döneme bağlı canlı kalma oranının ( $s_{xj}$ ) 11. günden sonra azalmaya başladığı görülmektedir. Dişi yaprakbiti bireylerinin tamamının 44. günde öldükleri belirlenmiştir. Dişi ergin bireylerin doğurganlık oranı ( $m_x$ ) eğrisi 16. günde en üst seviyeye ulaşmıştır ve 43. günde sifıra ulaşmıştır (Şekil 5).

Karsavuran ve Anaç (2014) Aphidiade (Hemiptera) familyasına bağlı önemli zararlılardan biri olan yeşil seftali yaprakbiti (*Myzus persicae* Sulzer)'nin biyolojisine ana yaşının etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, farklı yaştaki anaların bıraktığı nimflerin her dönemine ait gelişme süreleri, toplam gelişme süresi, preovipozisyon, ovipozisyon ve postovipozisyon süreleri ile ömür ve ömrü boyunca bıraktığı toplam yavru sayıları ayrı ayrı hesaplamışlardır ve ortalamalarını almışlardır. Denemeleri, sıcaklığı 26±1°C, orantılı nemi % 65±5 ve aydınlanma süresi 16:8 saat olan iklim odasında yapmışlardır. I. nimf dönemini en kısa on beşinci gün bırakılan bireyler ortalama 1,29 günde, birinci gün ve yedinci gün bırakılan bireyler ise 1,64 ve 1,38 günde,

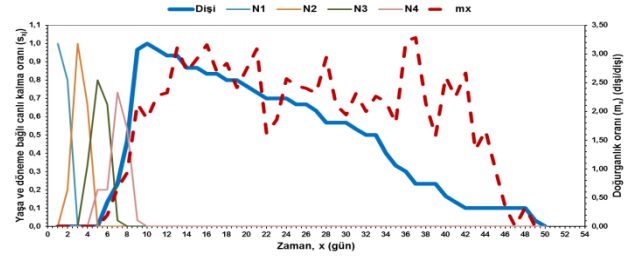
üçüncü nimf dönemi gelişme süresini, birinci gün bırakılan bireyler en kısa sürede ortalama 1,24 günde, yedinci gün ve on beşinci gün bırakılan bireyler 1,52 ve 1,61 günde tamamladıklarını hesaplamışlardır. En kısa ovipozisyon süresi ortalama 8,23 günle birinci gün bırakılan bireylerde görmüşlerdir. En uzun ömür 13,88 günle on beşinci gün bırakılan bireylerde görmüşlerdir, en yüksek toplam yavru sayısı 51,45 ile birinci gün bırakılan bireylerde görmüşlerdir. Elde edilen verilerle bu çalışma arasında benzerlik görülemez bunun nedeni farklı tür bitki ve böcek kullanılmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Polat Akköprü ve Yılmaz (2020) yaptıkları çalışmada, Van Gölü havzasındaki önemli ceviz zararlılarından ceviz küçük yaprakbiti (*Chromaphis juglandicola*) (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) ve ceviz yeşil yaprakbiti (*Panaphis juglandis*) (Goeze) (Hemiptera: Callaphididae) zararlılarının biyolojik mücadelesine yönelik en önemli avcılarında biri olan *Chrysoperla carnea* (Stephen) (Neuroptera: Chrysopidae)'nin her iki yaprakbiti ile beslenmesine dayalı popülasyon büyüme oranı parametrelerini belirlemişlerdir. Denemeler  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $65 \pm 5\%$  nem ve 16:8 (L:D) h (5.000 lüks) ışıklandırma süresi koşullarındaki iklim odalarında gerçekleştirmişlerdir. *Chromaphis juglandicola* ve *P. juglandis* ile beslenen *C. carnea*'nın kalıtsal üreme yeteneği ( $r$ )  $0,082 \text{ gün}^{-1}$ , üreme gücü sınırı ( $\lambda$ )  $1,082 \text{ gün}^{-1}$ , net üreme gücü ( $R_0$ ) 59,47 yumurta/döl ve ortalama döl süresi ( $T$ ) 49,76 gün olarak belirlemişlerdir. Elde edilen verilerle bu araştırma arasında bir benzerlik görülemez.

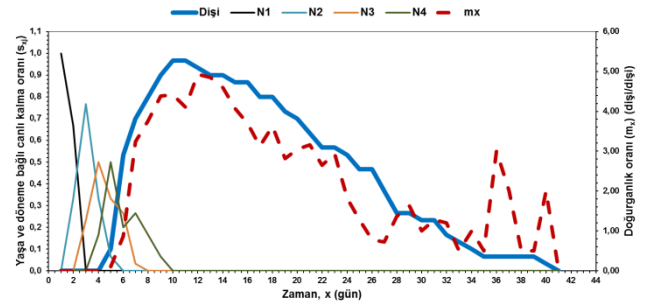
Yazıcı ve Akça (2016) yaptıkları çalışmada, Samsun'da yaygın olarak yetiştirilen Aydın Siyahı ve B.T Aykara F1 Hibrit patlıcan (*Solanum melongina* L.) çeşitlerinde, *Aphis gossypii*'nin bazı biyolojik parametrelerini belirlemişlerdir. Pamuk yaprak biti (*Aphis gossypii*)'nin üretilmesi ve yaprak bitinin bazı biyolojik parametrelerinin ortaya çıkarılması ile ilgili denemeler,  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklık,  $70 \pm 5\%$  orantılı nem ve 16:8 saat aydınlık ve karanlık koşullarının sabit tutulduğu iklim kabininde yapmışlardır. Çalışma sonucunda *A. gossypii*'nin gelişme süresi bütün çeşitlerde ortalama 5 gün, üreme döneminin ise 13-14 gün arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Toplam dişi ömür süresinin ise yaklaşık 25-26 gün civarında sürdüğünü tespit etmişlerdir. *Aphis gossypii*'nin ortalama yavru sayısı 50-55 nimf arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Kalıtsal üreme yeteneği ( $r_m$ ), Aydın Siyahı çeşidinde 0,392 afit/afit/gün, Aykara çeşidinde 0,372 afit/afit/gün olarak bulmuşlardır.

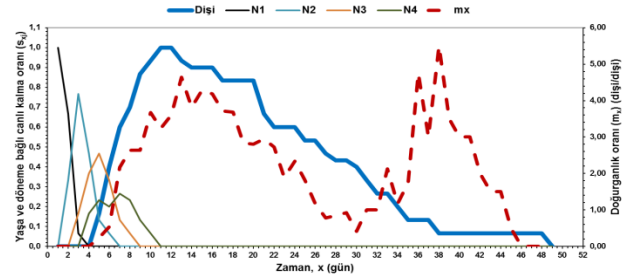
Sonuç olarak *A. gossypii*'nin Aydın Siyahı çeşidinin Aykara çeşidine göre daha uygun olduğu belirlemişlerdir. Bahsedilen çalışmada bulunan sonuçlarla, bu çalışmada elde edilen bulgular benzerlik göstermemektedir.



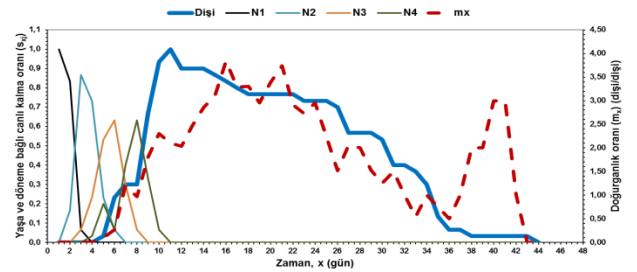
**Şekil 2.** *Mentha dumetorum* üzerinde yetiştirilen *Eucarazzia elegans* bireylerinin yaşa ve döneme bağlı canlı kalma oranları ( $S_{xj}$ ) ve doğurganlık oranı ( $m_x$ ). (N1: Birinci nimf dönemi, N2: İkinci nimf dönemi, N3: Üçüncü nimf dönemi, N4: Dördüncü nimf dönemi).



**Şekil 3.** *Mentha pulegium* üzerinde yetiştirilen *Eucarazzia elegans* bireylerinin yaşa ve döneme bağlı canlı kalma oranları ( $S_{xj}$ ) ve doğurganlık oranı ( $m_x$ ). (N1: Birinci nimf dönemi, N2: İkinci nimf dönemi, N3: Üçüncü nimf dönemi, N4: Dördüncü nimf dönemi).



**Şekil 4.** *Mentha spicata* üzerinde yetiştirilen *Eucarazzia elegans* bireylerinin yaşa ve döneme bağlı canlı kalma oranları ( $S_{xj}$ ) ve doğurganlık oranı ( $m_x$ ). (N1: Birinci nimf dönemi, N2: İkinci nimf dönemi, N3: Üçüncü nimf dönemi, N4: Dördüncü nimf dönemi).



**Şekil 5.** *Mentha suaveolens* üzerinde yetiştirilen *Eucarazzia elegans* bireylerinin yaşa ve döneme bağlı canlı kalma oranları ( $S_{xj}$ ) ve doğurganlık oranı ( $m_x$ ). (N1: Birinci nimf dönemi, N2: İkinci nimf dönemi, N3: Üçüncü nimf dönemi, N4: Dördüncü nimf dönemi).

Bunun nedeni farklı çeşitlerin ve farklı koşulların kullanılmasından dolayı olduğu düşünülmektedir.

Çekin vd., (2017), aşı ve aşısız yağ güllerinde *Myzaphis rosarum* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae)'un yaşam çizelgesini hesaplamışlardır. *Myzaphis rosarum* Isparta ve Burdur illerinde *Rosa damascena* Miller (Rosaceae) (yağ gülü) üretim alanlarında zararlı bir tür olduğunu belirtmişlerdir. Denemeler 25±1°C sıcaklık, %65±5 orantılı nem ve 16:8 saatlik aydınlanma periyodundaki iklim odasında yürütmüşlerdir. Zararlının aşı ve aşısız yağ gülleri üzerinde toplam ergin öncesi dönemlerinin gelişme sürelerini ortalama 13 günde tamamladığını belirtmişlerdir. *M. rosarum*'un yaşam çizelgeleri oluşturulduğunda net üreme gücünün ( $R_0$ ) aşı ve aşısız yağ gülünde sırasıyla; 10,77 ve 4,41 dişi/dişi/gün; kalıtsal üreme kapasitesinin ( $r_m$ ) 0,184 ve 0,099 dişi/dişi/gün; popülasyonun ikiye katlanma süresinin (DT) 3,426 ve 6,341 gün; ortalama döl süresinin ( $T_0$ ) 12,92 ve 14,93 gün ve üreme gücü sınırının ( $\lambda$ ) 1,224 ve 1,116 (dişi/dişi/gün) olduğunu hesaplamışlardır.

Yeşil ve ark. (2017) farklı pamuk çeşitleri üzerinde *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)'nin bazı biyolojik parametrelerini araştırmışlardır. Denemeler iklim odasında 25±1°C sıcaklık, %65±5 orantılı nem ve 16:8 saat uzun gün aydınlatmalı koşullarda gerçekleştirmişlerdir. Farklı pamuk çeşitlerinde ergin öncesi toplam gelişme süresini ortalama 5-7 gün günde tamamladığını saptamışlardır. *A. gossypii*'nin net üreme gücü ( $R_0$ ), en yüksek Beyaz Altın 119 çeşidinde 50,17 dişi/dişi/gün olarak tespit etmişlerdir. Kalıtsal üreme yeteneği ( $r_m$ ) değeri en yüksek Beyaz Altın 119 çeşidinde 0,347 dişi/dişi/gün olarak bulmuşlardır, en düşük ise Monsanto 499 çeşidinde 0,260 dişi/dişi/gün olarak saptamışlardır. Bahsedilen çalışmada bulunan sonuçlarla, bu çalışmada elde edilen bulgular benzerlik göstermektedir.

Güneyi ve Karsavuran (2011) yaptıkları çalışmada, Ege Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilen farklı tütün çeşitlerinin *Myzus persicae* Sulzer (Şeftali yaprakbiti)'nin biyolojisine etkisini araştırmışlardır. Akhisar 97, Ege 97 ve Sarıbağlar 407 tütün çeşitleri üzerinde beslenen *M. persicae* bireylerinin, nimf gelişme süreleri, canlı kalma oranları, preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon ve ömür süreleri ile bir erginin doğurduğu ortalama nimf sayılarını araştırmışlardır. Denemeler, sıcaklığın 26±1°C, orantılı nemin %65±5 olduğu ve 16 saat aydınlık 8 saat karanlık koşullarının sabit tutulduğu iklim odasında yapmışlardır. *M. persicae*'nin gelişme süresinin ortalama 5-6 gün sürdüğünü saptamışlardır. Ege 97 çeşidinde bireylerin %93,33'ü ergin olurken, Sarıbağlar 407'de %80'i, Akhisar 97 çeşidinde ise %73,33'ü ergin olduğunu belirtmişlerdir. *M. persicae* ovipozisyon dönemini en kısa sürede 13,48 gün ile Sarıbağlar 407 üzerinde tamamladığını hesaplamışlardır. Ege 97 ve Akhisar 97

çeşitlerinde bu süre sırasıyla 13,70 ve 13,75 gün olduğunu belirtmişlerdir. En uzun ömür 20,18 gün ile Ege 97 çeşidinde görülürken en yüksek yavru sayısı ise ortalama 73,41 adet ile aynı çeşitte görüldüğünü belirtmişlerdir. Sonuç olarak bu üç çeşitten Ege 97'nin diğer iki çeşide göre böceğin biyolojisi için daha uygun olduğu, Akhisar 97'nin ise diğer iki çeşide göre daha az uygun olduğu ortaya koymuşlardır. Elde edilen verilerle bu çalışma arasında benzerlik görülemediği.

Bayındır Erol ve Birgücü (2019) bir çalışmada, pamuk yaprakbiti *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)'nin en iyi gelişme, üreme ve canlı kalma oranlarının hangi ana yaşında doğan yavrularından elde edildiğini araştırmışlardır. Bu amaçla ana bireyin 1., 2., 3. günlerde, 7., 8., 9. günlerde ve 13., 14., 15. günlerde doğurduğu yavru bireylerden genç, orta ve yaşlı popülasyon grupları oluşturmuşlardır. Pamuk bitkileri ve yaprakbitlerini 25±1 °C, %60±5 orantılı nem ve 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık koşullarının sağlandığı iklimlendirme dolaplarında yetiştirmişlerdir. Çalışma sonucunda genç, orta ve yaşlı popülasyon gruplarının hesaplanan yaşam çizelgesi parametreleri; kalıtsal üreme yeteneği ( $r_m$ ) 0,292, 0,363 ve 0,305 dişi/dişi/gün, net üreme gücü ( $R_0$ ) ortalama 22-23 dişi/dişi, ortalama döl süresi ( $T_0$ ) 10,610, 8,673 ve 10,259 gün, toplam üreme oranı ( $GRR$ ) 37-44 dişi/dişi, artış oranı sınırı ( $\lambda$ ) 1,339, 1,438 ve 1,356 dişi/gün olarak bulunmuşlardır. Ergin ömrü ortalama 10-12 gün, preovipozisyon süresi tüm popülasyon gruplarında 0,00 gün, ovipozisyon süresi sırasıyla ortalama 13-14 gün, postovipozisyon süresi sırasıyla 1,60, 1,47 ve 1,80 gün ve döl süresi sırasıyla ortalama 6-7 gün olarak belirlemişlerdir. Bahsedilen çalışmada bulunan sonuçlarla, bu çalışmada elde edilen bulgular paralellik göstermemektedir. Buna dayanan sebebin farklı tür böcekle çalışılmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, nane bitkisinin önemli zararlılarından biri olan *Eucarazzia elegans*'ın, farklı nane türlerinde [*Mentha arvensis* (Adana), *M. dumetorum* (Dum1), *M. pulegium* (Pulegium 1 Sütçüler), *M. spicata* (Tokat spicata) ve *M. suaveolens* (Pinedo)] yetiştirilmiş ve bazı biyolojik parametreleri araştırılmıştır.

Elde edilen verilerle yapılan yaşam çizelgesi analizlerine göre, *E. elegans*'ın gelişme süresi, en uzun 7,533 gün ile *M. suaveolens* çeşidinde görülürken, en kısa süresini 5,900 gün ile *M. pulegium* çeşidi üzerinde tamamlamış olduğu tespit edilmiştir. Zararlının net üreme gücü ( $R_0$ ) en yüksek 63,102 (dişi/dişi) değeriyle *M. arvensis* çeşidinde görülürken, en düşük ise 49,172 değeriyle *M. suaveolens* çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Ortalama döl süresi ( $T$ ) en kısa 10,987 gün ile *M. pulegium* çeşidinde hesaplanmıştır. En uzun ortalama döl süresi ( $T$ )

ise 14,424 gün ile *M. dumetorum* çeşidinde görülmüştür. Kalıtsal üreme yeteneği ( $r$ ) *Mentha pulegium* çeşidinde en yüksek olarak 0,371 ( $\text{gün}^{-1}$ ) hesaplanırken en düşük ise 0,252 gün ile *M. dumetorum* çeşidinde belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre *E. elegans*'a karşı hassas olan çeşidin *M. pulegium* olduğu düşünülmektedir. *Mentha dumetorum* çeşidinin ise diğer çeşitlere oranla *E. elegans* için daha dayanıklı olduğu düşünülmektedir. *Eucarazzia elegans* ile yoğun bulaşık alanlarda *M. dumetorum nane* çeşidinin tercihi zararlı popülasyonunu daha az seviyelerde tutmak adına daha avantajlı olabileceği kanısına varılmıştır.

### Teşekkürler

2209/A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programı kapsamında çalışmanın gerçekleşmesinde maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

### Yazar Katkı Oranları

Çalışmada, denemelerin kurulması, verilerin alınması ve yazılması yazarlardan Şeyma Nur DEV tarafından yapılmıştır.

Denemelerde kullanılan nane türlerinin seçimi ve temini İsa TELCİ tarafından yapılmıştır.

Çalışmanın planlanması, elde edilen verilerin analizi ve son halinin gözden geçirilmesi, düzenlenmesi Ali Kemal BİRGÜCÜ tarafından yapılmıştır.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları olarak herhangi bir çıkar çatışması beyanımız bulunmadığını bildiririz.

### Etik Kurul Onayı

Makale yazarları olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz.

### Kaynakça

Ayyıldız, Y., & Atlıhan, R. (2006). Balıkesir ili sebze alanlarında görülen yaprakbiti türleri ve doğal düşmanları. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16(1), 1-5.

Bayındır Erol, A., & Birgücü, A. K. (2020). *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)'nin biyolojik özelliklerine ana yaşının etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(1), 60-65.

Baytop, T. (1992). Türkçe Bitki Adları Sözlüğü Türk Dil Kurumu. No:578, 1992, Ankara.

Chi, H. (1988). Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rate among individuals. *Environmental Entomology*, 17, 26-34.

Chi, H., & Liu, H. (1985). Two new methods for the study of insect population ecology. *Bull. Inst. Zool. Acad. Sin. (Taipei)*, 24, 225-240.

Çekin, D., Yaşar, B., & Aydın, G. (2017). *Myzaphis rosarum* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae)'un aşılı ve aşısız yağ güllerindeki (*Rosa damascena* Miller) yaşam çizelgeleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 607-613.

Dizdar, E. (2020). Farklı fındık türlerinde fındık yaprakbiti *Myzocallis coryli* (Goeze) (Hemiptera: Aphididae)'nin bazı popülasyon parametrelerinin karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Güneyi, P., & Karsavuran, Y. (2011). Bazı tütün çeşitlerinin *Myzus persicae* (Sulz.) (Hom.: Aphididae)'nin biyolojisine etkileri üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(3), 241-247.

Huang, Y. B., & Chi, H. (2012). Assessing the application of the jackknife and bootstrap techniques to the estimation of the variability of the net reproductive rate and gross reproductive rate: a case study in *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). *Journal of Agriculture and Forest Entomology*, 61(1), 37-45.

Karsavuran, Y., & Anaç, Ö. (2014). *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae)'nin biyolojisine ana yaşının etkileri üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(2), 153-163.

Koçyiğit, R. (2021). *Mentha pulegium*'un invitro antioksidan, antimikrobiyal özellikleri ve cox-1/cox-2 enzim inhibisyon aktivitesinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

Kök, Ş., (2019). Çanakkale ve Balıkesir illeri yaprakbiti (Hemiptera: Aphidoidea) faunası ile doğal düşmanlarının belirlenmesi ve Kiraz siyah yaprakbiti, *Myzus cerasi* (Fabricius, 1775)'nin biyolojisi üzerine çalışmalar. *Ç.O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 274, Çanakkale.

Kumar, A., & Chattopadhyay, S. (2007). DNA damage protecting activity and antioxidant potential of pudina extract., *Food Chemistry*, 100, 1377-1384.

Lawo, J-P., & Lawo, N. C. (2011). Misconceptions about the comparison of intrinsic rates of natural increase. *Journal of Applied Entomology*, 135, 715-725.

Meyer, J. S., Ingersoll, C. G., McDonald, L. L., & Boyce, M. S. (1986). Estimating uncertainty in population

growth rates: Jackknife vs. Bootstrap techniques. *Ecology*, 67, 1156-1166.

- Mülayim, Ö. Alaoğlu Ö., & Çetin, H. (2020). Bazı bitkisel uçucu yağların *Aphis craccivora* (Koch) ve *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)'ya karşı fumigant etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(2), 195-243.
- Subutay, C. (2019). Türkiye'de yetiştirilen farklı nane (*Mentha* spp.) türlerinden mentol üretiminin araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Taşkın, T. (2022). Tıbbi ve aromatik bitkilerde bitki koruma sorunları. *TÜRKTOB Dergisi*, 15, 48-53.
- Tayat, E. (2021). Tekirdağ ili tek yıllık ve otsu bitkilerde bulunan Aphidoidea (Hemiptera) türleri üzerinde araştırmalar. (Doktora Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Telci, İ., & Yasak, S. (2019). Isparta ekolojik koşullarında yetiştirilen spearmint grubu nane klon ve çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2), 270-275.
- Tukey, J. W. (1949). Comparing individual means in the analyses of variance. *Biometrics*, 5, 99-114.
- Yazıcı, E., & Akça, İ. (2016). *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)'nin farklı patlıcan çeşitlerinde bazı biyolojik parametrelerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31, 33-39.
- Yeşil, B., Yardım, N. E., & Bayhan, E. (2017). *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)'nin bazı biyolojik parametrelerine pamuk çeşitlerinin etkisi. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(3), 121-129.
- Yılmaz, M., & Akköprü, E. P. (2020). Ceviz yaprakbitleri (*Chromaphis juglandicola* (Goeze) (Hemiptera: Callaphididae) ve *Panaphis juglandis* (Goeze) (Hemiptera: Callaphididae)) ile Beslenen *Chrysoperla carnea* (Stephen) (Neuroptera: Chrysopidae)'nın popülasyon parametrelerinin belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(8), 1656-1661.
- Yu, J. Z., Chi, H., & Chen, B. H. (2013a). Comparison of the life tables and predation rates of *Harmonia dimidiata* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) at different temperatures. *Biological Control*, 64, 1-9.
- Yu, L. Y., Chen, Z. Z., Zheng, F. Q., Shi, A. J., Guo, T. T., Yeh, B. H., Chi, H., & Xu, Y. Y. (2013b). Demographic analysis, a comparison of the

jackknife and bootstrap methods, and predation projection: A Case Study of *Chrysopa pallens* (Neuroptera: Chrysopidae). *Journal of Economic Entomology*. 106(1), 1-9.

## Farklı Nane Yağlarının *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)'nin Ergin Öncesi Dönemi Üzerine Etkisi

Ziraat Fakültesi Dergisi,  
Cilt 19, Sayı 1,  
Sayfa 23-30, 2024

Şeyma YUMAK<sup>1</sup>, İsa TELCİ<sup>2</sup>, Ali Kemal BİRGÜCÜ<sup>1\*</sup>

Journal of the Faculty of Agriculture  
Volume 19, Issue 1,  
Page 23-30, 2024

**Öz:** Nane uçucu yağlarının patatesten zararlı olan *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) üzerinde etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, destilasyon yöntemiyle elde ettiğimiz beş farklı türdeki nane yağları 0,01, 0,1 ve 0,2 µl/ml dozlarda dördüncü dönem larvalara uygulanmış ve 24 saat aralıklarla canlı ve ölü birey sayıları kontrol edilerek kaydedilmiştir. Deneme sonucunda, *Mentha arvensis* uçucu yağının uyguladığı bireylerde en fazla ölüm, 0,10 µl/ml uygulanan bireylerde 9. günde %30,56 oranında belirlenmiştir. *Mentha dumetorum* uçucu yağının uygulandığı bireylerde en fazla ölüm 0,01 µl/ml uygulanmış bireylerde 3. günde %23,33 oranındadır. *Mentha pulegium* uçucu yağının uygulandığı bireylerde ise bu oran %25,93 olmuştur. *Mentha spicata* uçucu yağının etkisi en fazla 0,10 µl/ml uygulanmış bireylerde %32,31 oranında 7. günde görülmüştür. *Mentha suaveolens* uçucu yağı uygulanan bireylerde en yüksek ölüm oranı, 0,01 µl/ml uygulanmış bireylerde 7. günde %18,7 oranında gözlemlenmiştir. Çalışmada elde edilen verilere göre uçucu yağların kontrole göre etkisinin daha yüksek olduğu ancak birbirleriyle aralarında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı anlaşılmıştır. Yapılan çalışmayla daha sonra yapılabilecek olan çalışmalar için fikir oluşturabilecek veriler elde edilmiştir. Bitkisel eksteraktların çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkilerinin ya hiç ya da son derece az olduğu düşünüldüğünde *L. decemlineata*'ya karşı nane bitkisinin ekstraktlarının, yapılacak detaylı çalışmalarla kimyasal ilaçlara alternatif olarak kullanılabilme potansiyelinin artırılabilirliği düşünülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Alternatif mücadele, nane, patates, patates böceği, uçucu yağ

## The Effect of Different Peppermint Oils on the Pre-Adult Stage of *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)

**Abstract:** In the study carried out to determine whether peppermint essential oils have lethal effects on *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae), 5 different peppermint oils obtained by distillation method were applied to fourth instar larvae at doses of 0.01, 0.1 and 0.2 µl/ml, and the numbers of live and dead individuals were checked and recorded at 24-hour intervals. Because of the experiment, the highest mortality rate in *Mentha arvensis* essential oil-treated individuals was determined as 30.56% on day 9 in 0.10 µl/ml dose-treated individuals. In *M. dumetorum* essential oil-treated individuals, the highest mortality rate was 23.33% on day 3 in 0.01 µl/ml dose-treated individuals. As for in *M. pulegium* essential oil-treated individuals, this rate was 25.93%. The highest effect of *M. spicata* essential oil was observed on day 7 with a rate of 32.31% in 0.10 µl/ml dose-treated individuals. In *M. suaveolens* essential oil-treated individuals, the highest mortality rate was 18.7% in 0.01 µl/ml dose-treated individuals on day 7. According to the data obtained in the study, it was understood that the effect of essential oils was higher than the control, but there were no statistically significant differences between each other. The study obtained data that could form ideas for future studies. Considering that, the adverse effects of herbal extracts on the environment and human health are either none or extremely low, it was thought that the potential of using mint extracts against *L. decemlineata* as an alternative to chemical pesticides could be increased with detailed studies.

**Keywords:** Alternative control, peppermint, potato, the Colorado potato beetle, essential oil

\*Sorumlu yazar (Corresponding author)  
alibirgucu@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 08/02/2024  
Kabul (Accepted): 16/05/2024

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,  
Isparta, Türkiye.

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,  
Isparta, Türkiye.

## 1. Giriş

Patates, ülkemizin tarımsal ekonomisinde çok önemli bir yere sahiptir. Geniş alanlarda tarımı yapılan patatesin, ihracat ve ithalatımızda önemli payı bulunmaktadır. TÜİK, 2009 verilerine göre ülkemizde patates ekiliş alanı 198.000 hektara ulaşmıştır (TAGEM, 2017). Tarımsal İhracat ve ithalatımızda önemli bir yere sahip olan patateste, ürün kaybına neden olan pek çok hastalık, zararlı ve yabancı ot türü bulunmaktadır. Bunların en önemlileri; Patates böceği, Patates güvesi, Patates mildiyösü, yabancı otlar, nematodlar ile bakteri ve virüs hastalıklarıdır (TAGEM, 2017). Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) (Coleoptera: Chrysomelidae), polifag bir zararlı olup Solanaceae familyasından patates, patlıcan, domates, biber ve bazı yabancı otlar da dahil olmak üzere birçok bitkide beslenmektedir (Hsiao, 1978; Hare, 1990). Ergin ve larvaları bitkilerin yeşil aksamında beslenmekte ve en fazla zararı da özellikle son dönem larvaları oluşturmaktadır. Zararının yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaştığı yıllarda larvaları, bitkilerin özellikle erken dönemlerinde yüksek oranda zarara neden olmaktadır. Herhangi bir mücadele yapılmaması durumunda zarar oranı %100'e kadar çıkabilmektedir. Patates böceği aynı zamanda bakteriyel Halka kök çürüklüğü hastalığının vektörüdür. Bu hastalık iklimsel koşullar uygun olduğunda patateslerde önemli derecede ürün kaybına neden olmaktadır (Christie et al., 1991). Bitki ekstraktlarının Patates böceğinin farklı dönemleri üzerine mide zehri ve toksik kalıntı etkileri bulunmaktadır (Erdoğan ve Toros, 2007). Birinci ve ikinci larva döneminde bitkinin yaprak epidermisini yiyerek, üçüncü ve dördüncü larva döneminde yaprakları yiyerek ve yumrular da galeri açarak bitkiye zarar verirler (Öztekin vd., 2017; Bayındır Erol ve Birgücü, 2021; Çınar ve Birgücü, 2021). Yüksek zarara potansiyeli olan bir zararlı olduğu için patates üreticileri bu böceğe karşı kimyasal mücadeleye yoğun bir şekilde başvurmaktadır. Yoğun kimyasal uygulamalarının insan ve çevre sağlığına olumsuz etkileri yanında zararının daha çabuk kimyasal ilaçlara karşı direnç kazanması açısından da önemli olumsuz etkileri olabilmektedir.

Kimyasalların yukarıda değinilen olumsuz etkileri nedeniyle alternatif mücadele yöntemleri de zararlıya karşı kullanılmaya başlamıştır. En çok başvurulan alternatif mücadele yöntemi bitkisel kökenli ekstraktlar ve uçucu yağlar zararlıya karşı kullanımları olmuştur. Zararlıya karşı bitkilerden elde edilen semiyokimyasallardan da yoğun şekilde yararlanılmaya çalışılmaktadır. Böcekler karşı test edilen semiyokimyasallar arasında bitki ekstraktları, uçucu yağlar ve olerosinler bulunmaktadır. Bu bitkisel kökenli maddeler böcekler üzerinde fümigant, değme, uzaklaştırıcı, cezbedici, yumurta bırakmayı ve yemeyi engelleyici gibi etkiler gösterebilmektedir (Öztekin vd., 2017).

Nane, Lamiaceae familyasına ait *Mentha* türlerine verilen bir isim olup, çok yıllık sürünücü gövdeye sahip otsu bir

bitkidir (Baytop, 1992). Geçmişten bu yana bahçe ve tarlalarda yetiştiriciliği yapılan nane tıbbi açıdan spazm ve gaz giderici, mide rahatlatıcı, serinletici ve uyarıcı etkilere sahiptir (Kumar ve Chattopadhyay, 2007). Nane, keskin yağ içeriği dolayısıyla böcekler üzerinde de fümigant, değme, uzaklaştırıcı, cezbedici, yumurta bırakmayı ve yemeyi engelleyici olarak kullanılabilme potansiyeli olan bir bitkidir. Ayrıca, Isparta ilinin ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı nane çeşitlerinin uçucu yağ verimleri önemli miktarda yüksektir (Yasak ve Telci, 2019).

Yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı bu çalışmada, *Mentha arvensis* (Adana), *M. dumetorum* (Dum1), *M. pulegium* (Pulegium 1 Sütçüler), *M. spicata* (Tokat spicata) ve *M. suaveolens* (Pinedo) olmak üzere 5 farklı nane çeşidinden distilasyon yöntemi ile elde edilen uçucu yağların *L. decemlineata*'nın 4. dönem larvalarına etkinliğinin olup olmadığı araştırılmıştır. Böylelikle patates üretim alanlarında önemli ekonomik zararlara neden olan bu zararlıya karşı sentetik kimyasallara alternatif olarak kullanılabilir ve çevre ile insan sağlığına olumsuz etkisi bulunmayan nane uçucu yağları belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

*Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae)'nin 4. dönem larvalar ile *Mentha arvensis* (Adana), *M. dumetorum* (Dum1), *M. pulegium* (Pulegium 1 Sütçüler), *M. spicata* (Tokat spicata) ve *M. suaveolens* (Pinedo) olmak üzere 5 farklı nane çeşidi çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur.

### 2.1. Patates bitkileri üretimi

Patates bitkileri Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Böcek Ekolojisi Laboratuvarı iklim odalarında yetiştirilmiştir. Sterilize edilmiş olan toprak, saksıların yarısına kadar doldurulup üzerine patates yumruları koyularak ekim işlemi yapılmıştır. Patates yumruları ekilmiş olan saksılar küvetlere yerleştirilmiştir. Temiz iklim odalarına taşınarak sulama işlemi yapılmıştır ve daha sonra gerekli görüldükçe sulama yapılmıştır. Hastalık ve zararlı görülen bitkiler ortamdaki uzaklaştırılmıştır.

### 2.2. Nane uçucu yağlarını elde etme yöntemi

Uçucu yağların elde edildiği, Prof. Dr. İsa TELCİ (Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü) tarafından tanılaması yapılan *Mentha arvensis* (Adana), *M. dumetorum* (Dum1), *M. pulegium* (Pulegium 1 Sütçüler), *M. spicata* (Tokat spicata) ve *M. suaveolens* (Pinedo) türleri Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanlarında 2022 yılında yetiştirilmiştir. Temmuz ayı sonunda nane bitkileri sabah erken saatte hasat edilmiştir. Hasat edilen bitki örnekleri gölgede ve oda sıcaklığında sabit ağırlığa (%11-13 nem) gelinceye kadar kurutulmuştur. Kuruyan bitki materyalleri uçucu yağlar elde edilinceye kadar oda sıcaklığında, karanlık koşullarda ve kese kâğıtları içinde

saklanmıştır. Çalışmada kullanılan nane uçucu yağları Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında destilasyon (damıtma) yöntemi ile elde edilmiştir. Elde edilen nane yağları buzdolabında muhafaza edilmiştir.

### 2.3. *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) bireylerinin üretimi

Denemede kullanılacak patates böcekleri, ilk popülasyon Afyonkarahisar, Dinar/ Akgün Köyünden alınmıştır. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Böcek Ekolojisi Laboratuvarına ait iklim odalarında üretilen patates bitkisi üzerinde üretilmiştir. *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) üretimi ve devamlılığı için iklim odalarında 25±1°C ve %60±5 orantılı nem koşulları sağlanmıştır.

### 2.4. Denemelerin kurulması

Denemede patates bitkisinden alınacak yaklaşık 3 cm uzunluğundaki yapraklı dal parçaları kullanılmıştır. Bu dal parçalarının kurumasını engellemek amacıyla bitkilerin kesilmiş kısımları, içinde su bulunan 1,5 ml'lik eppendorf tüpe yerleştirilecek ve pamuk yardımıyla sabitlenmiştir.

Böceğin kitle üretiminin yapıldığı kafeslerden alınan 4. dönem larvalar, dikkatli bir şekilde ince samur fırça yardımıyla tabanına kurutma kâğıdı yerleştirilmiştir, kapağında delik bulunan 75x15 mm boyutlarındaki plastik kültür kabı içerisindeki besin üzerine konulmuştur. Nane uçucu yağı emdirilmiş pamuk düzenek içerisine yerleştirilmiştir. Bireyler 24 saat aralıklarla kontrol edilerek 9 gün ölü ve canlı birey sayıları kaydedilmiştir. Denemeler bu şekilde 4. dönem larvalar için 5 farklı nane çeşidinde 3 farklı doz (0.01, 0.1 ve 0.2 µl/ml) olacak şekilde ve her tekrerde 10 birey kullanılarak 3 tekrerrülü tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Ayrıca uçucu yağların etkinliğini karşılaştırılabilmesi için kontrol grubu olarak saf su kullanılmıştır. Nane yağlarının seyreltilerek dozların hazırlanması, 10 ml metanol içerisine farklı konsantrasyonlardaki yağlar eklenip homojen oluncaya kadar karıştırılarak yapılmıştır.

### 2.5. İstatistiksel analizler

Tek faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenen deneme, 4. dönem larvalar için 5 farklı nane çeşidinden elde edilen uçucu yağın 3 farklı dozu (0.01, 0.10 ve 0.20 µl/ml) olacak şekilde ve her tekrerde 10 birey kullanılarak 3 tekrerrülü olarak yürütülmüştür.

Uygulamaya maruz bırakılan gruplarda ve kontrol grubundaki canlı birey sayıları 9 gün boyunca her gün kontrol edilerek kaydedilmiştir. Bu veriler üzerinden Abbott formülü kullanılarak yüzde ölüm değerleri hesaplanmıştır (Abbott, 1925). Bu yüzde değerlere aç

transformasyonu uygulandıktan sonra tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmış ve akabinde varsa farklılıkların kaynağını belirlemek için de Tukey's HSD çoklu karşılaştırma testi (Tukey, 1949) yapılmıştır. İstatistiksel analizler SPSS® Statistics (Versiyon 20.0, Ağustos 2011, SPSS Inc., Chicago, Illinois, ABD) paket programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Farklı nane yağlarının 0.01, 0.10 ve 0.20 µl/ml dozlarının uygulandığı 4. dönem *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae) larvalarında, uygulamadan sonraki 1. günde en düşük ölüm oranı %3.33 olurken, en yüksek ölüm oranı %10 olmuştur. Ancak ortalamalar arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 1).

Uygulamalardan sonraki 2. günde en fazla ölüm (%20 oranında) *Mentha arvensis* (Adana)'den elde edilen yağın 0.01 µl/ml dozunda uygulandığı larvalarda görülmüştür. En az ölüm (%3.33 oranında) ise *M. dumetorum* (Dum1)'den elde edilen yağın 0.20 µl/ml dozunda ve *M. spicata* (Tokat spicata)'dan elde edilen yağın 0.01 µl/ml dozunda uygulandığı larvalarda belirlenmiştir. *M. dumetorum* (Dum1)'den elde edilen yağın uygulandığı larvalarda, 2. gün en fazla ölüm 0.01 µl/ml dozunda %10 oranında görülürken, *M. pulegium* (Pulegium 1 Sütçüler)'den elde edilen yağın uygulandığı larvalarda, 2. gün en fazla ölüm 0.10 ve 0.20 µl/ml dozunda yine %10 oranında hesaplanmıştır. Ancak ortalamalar arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 1).

Uygulamalardan sonraki 3. Günde ise en fazla ölüm (%23) oranında *M. dumetorum* (Dum1)'den elde edilen yağın 0.01 µl/ml dozunda ve *M. pulegium* (Pulegium 1 Sütçüler)'den elde edilen nane yağı türünde görülmüştür. Ancak ortalamalar arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 1).

Uygulamanın 4. gününde 0.01 µl/ml, 0.10 µl/ml ve 0.20 µl/ml dozlarının uygulandığı 4. dönem *L. decemlineata* larvalarında, (%26.67) oranında en fazla ölüm *M. spicata* (Tokat spicata)'dan elde edilen yağın uygulandığı 0.10 µl/ml dozunda saptanmıştır. En az ise *M. spicata* (Tokat spicata)'den elde edilen yağın 0.20 µl/ml dozunda (%6.67) oranında görülmüştür. *M. arvensis* (Adana) çeşidinden elde edilen yağda ise en fazla ölüm (%20) oranında 0,20 µl/ml dozunun uygulandığı 4. Dönem *L. decemlineata* larvalarında, *M. dumetorum* (Dum1)'den elde edilen yağların uygulandığı larvalarda (%20) oranında 0.01 µl/ml dozunda belirlenmiştir. *M. pulegium* (Pulegium 1 Sütçüler)'den elde edilen yağların uygulandığı larvalarda en fazla ölüm (%20.37) oranında 0.20 µl/ml dozunda, *M. spicata* (Tokat spicata) çeşidinden elde edilen yağların uygulandığı larvalarda ise (%10.37) oranında 0.10 µl/ml



dozunun uygulandığı larvalarda, *M. suaveolens* (Pinedo) çeşidinden elde edilen yağların uygulandığı 4. dönem *L. decemlineata* larvalarında en fazla ölüm (%10.37) oranında 0.01 µl/ml ve 0.10 µl/ml dozlarında olduğu belirlenmiştir. Ancak ortalamalar arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 1).

Uygulama yapılan 5. Günde uygulama yapılan 4. dönem *L. decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae) larvalarında en fazla ölüm *M. arvensis* (Adana) çeşidinden elde edilen yağların uygulamasında (%25.19) oranında 0.01 µl/ml dozunda gözlemlenmiştir. Ancak ortalamalar arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 1).

Farklı nane yağlarının 0.01, 0.10 ve 0.20 µl/ml dozlarının uygulama yapıldığı 4. dönem *L. decemlineata* Say.

(Coleoptera: Chrysomelidae) larvalarında, uygulamadan sonraki 6. gün en fazla ölüm *M. spicata* (Tokat spicata) türünde 0.10 µl/ml dozunun uygulandığı larvalarda (%28.52) oranı olarak hesaplamıştır. *M. arvensis* (Adana) çeşidinden elde edilen yağların uygulamasında en fazla ölüm (%25.19) oranında 0.01 µl/ml dozunun uygulandığı larvalarda, *M. dumetorum* (Dum1)'dan elde edilen yağın uygulamasında en fazla ölüm (%17.41) oranında 0.20 µl/ml dozunun uygulandığı larvalarda görülmüştür. *M. pulegium* (Pulegium 1 Sütçüler) çeşidinden elde edilen yağların uygulandığı larvalarda en fazla ölüm (%21.48) oranında 0.20 µl/ml dozu olarak belirlenmiş, *M. suaveolens* (Pinedo) çeşidinden elde edilen yağın 0.01 µl/ml dozunun uygulandığı larvalarda ise en fazla ölüm (%17.72) oranında görülmüştür. Ancak ortalamalar

**Tablo 1.** Farklı nane yağlarının farklı konsantrasyonlarının uygulandığı 4. dönem *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae) larvalarında görülen ölüm oranları (%)\*

Doz (µl/ml)	1. Gün	2. Gün	3. Gün	4. Gün	5. Gün	6. Gün	7. Gün	8. Gün	9. Gün
<b><i>Mentha arvensis</i> (Adana)</b>									
0.01	6.67±0.33 a	20.00±0.77 a	20.00±0.77 a	17.41±0.76 a	25.19±0.12 a	25.19±0.12 a	22.41±1.45 a	23.15±0.93 a	26.85±0.34 a
0.10	3.33±0.33 a	13.33±0.33 a	16.67±0.67 a	13.33±0.82 a	16.67±0.67 a	24.07±0.96 a	24.07±1.46 a	22.22±0.83 a	30.56±0.99 a
0.20	10.00±0.77 a	13.33±0.82 a	20.00±0.45 a	20.00±1.28 a	18.15±0.46 a	21.85±0.30 a	21.48±1.85 a	22.22±1.83 a	26.39±0.45 a
<b><i>Mentha dumetorum</i> (Dum1)</b>									
0.01	3.33±0.33 a	10.00±0.77 a	23.33±0.82 a	20.00±1.55 a	17.04±0.92 a	17.04±0.92 a	12.87±1.18 a	14.35±1.52 a	14.35±1.52 a
0.10	3.33±0.33 a	6.67±0.33 a	10.00±0.00 a	13.33±0.82 a	10.74±0.43 a	10.74±0.43 a	14.44±0.88 a	14.81±1.81 a	14.81±1.81 a
0.20	6.67±0.33 a	3.33±0.33 a	16.67±0.33 a	17.04±0.96 a	14.07±0.96 a	17.41±0.30 a	13.7±0.76 a	11.11±0.42 a	11.11±0.42 a
<b><i>Mentha pulegium</i> (Pulegium 1 Sütçüler)</b>									
0.01	3.33±0.33 a	6.67±0.67 a	13.33±0.67 a	13.33±0.67 a	10.37±0.79 a	10.37±0.85 a	10.37±0.79 a	7.41±0.70 a	7.41±0.72 a
0.10	6.67±0.33 a	10.00±0.00 a	10.00±0.00 a	13.33±0.82 a	10.74±0.43 a	17.78±0.39 a	14.07±0.07 a	11.11±0.42 a	25.93±1.35 a
0.20	3.33±0.33 a	10.00±0.77 a	23.33±0.82 a	20.37±0.82 a	21.48±0.46 a	21.48±0.46 a	17.78±0.69 a	18.52±0.80 a	22.22±1.83 a
<b><i>Mentha spicata</i> (Tokat spicata)</b>									
0.01	3.33±0.33 a	3.33±3.33 a	13.33±0.33 a	10.00±0.77 a	6.67±0.67 a	10.37±0.79 a	14.54±0.76 a	11.57±0.46 a	15.74±0.63 a
0.10	10.00±0.77 a	16.67±0.67 a	20.00±0.23 a	26.67±1.53 a	24.81±0.09 a	28.52±0.65 a	32.31±0.99 a	30.09±0.36 a	30.09±0.36 a
0.20	3.33±0.33 a	6.67±0.33 a	6.67±0.33 a	6.67±0.67 a	2.96±0.10 a	6.67±0.25 a	10.46±1.91 a	15.28±0.72 a	18.98±1.23 a
<b><i>Mentha suaveolens</i> (Pinedo)</b>									
0.01	6.67±0.67 a	6.67±0.67 a	13.33±3.33 a	10.37±0.37 a	7.04±0.53 a	17.78±0.39 a	18.7±0.06 a	15.74±0.63 a	15.74±0.63 a
0.10	6.67±0.33 a	6.67±3.33 a	10.00±0.77 a	10.37±0.37 a	7.04±0.53 a	10.74±0.37 a	14.07±0.07 a	11.11±0.42 a	11.11±0.42 a
0.20	6.67±0.33 a	6.67±0.33 a	10.00±0.77 a	10.00±0.77 a	10.00±0.00 a	10.00±0.97 a	17.41±0.99 a	14.81±0.41 a	18.52±0.81 a

\*Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar (±standart hatalar) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (Tukey's HSD test, p>0.05; n=3, her bir uygulama 30 birey üzerinden yürütülmüştür).

arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 1).

Farklı nane yağlarının 0.01, 0.10 ve 0.20 µl/ml dozlarının uygulandığı 4. dönem *L. decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae) larvalarında, uygulamadan sonraki 7. günde en fazla ölüm *M. spicata* (Tokat spicata) çeşidinden elde edilen yağın uygulandığı larvalarda (%32.31) oranında 0.10 µl/ml dozu olarak belirlenmiştir. Ancak ortalamalar arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 1).

Uygulamanın 8. gününde farklı nane yağlarının 0.01, 0.10 ve 0.20 µl/ml dozlarının uygulandığı 4. dönem *L. decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae) larvalarında, 8. günde en fazla ölümün *M. spicata* (Tokat spicata) çeşidinden elde edilen yağın uygulandığı larvalarda (%30.09) oranında 0.10 µl/ml dozunda olduğu tespit edilmiştir. *M. arvensis* (Adana)'den elde edilen yağın uygulamasında 8. gün en fazla larva ölümü (%23.15) oranında 0.01 µl/ml dozunda görülmüştür. *M. dumetorum* (Dum1) çeşidinden elde edilen yağın uygulandığı 4. dönem larvalarında en fazla ölüm (%14.81) oranında 0.10 µl/ml dozunda olmuştur. *M. pulegium* (Pulegium 1 Sütçüler) çeşidinden elde edilen yağın uygulandığı larvalarda en fazla (%18.52) oranında 0.20 µl/ml dozunda ölüm olduğu gözlemlenmiştir. *M. suaveolens* (Pinedo)'den elde edilen yağ uygulamasında 8. gün larvalarda en fazla ölüm (%15.75) oranında 0.01 µl/ml dozunda görülmüştür. Ancak ortalamalar arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 1).

Farklı nane yağlarının 0.01, 0.10 ve 0.20 µl/ml dozlarının uygulandığı 4. dönem *L. decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae) larvalarında, uygulamadan sonraki 9. gün *M. arvensis* (Adana) çeşidinden elde edilen nane yağlarının uygulandığı larvalarda en fazla ölüm (%30.56) oranında dozunda görülmüştür. Ancak ortalamalar arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 1).

Uçucu yağ içeren bitkiler, içerisinde bulunan terpenoit, alkaloit ve flavonoid gibi zararlılara karşı kullanılacak biyoaktif bileşenler açısından zengindir ve kullanılmakta olan insektisitlere alternatif olarak uygulanabilir (Aydın ve Mammadov, 2017). Çalışmada *L. decemlineata* zararlısına uygulanabilecek insektisite alternatif olarak farklı türde nane yağları incelenmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada, uygulama yaptığımız 4. dönem larvalarında insektisitlere alternatif olabilmesi açısından incelediğimiz *M. arvensis* (Adana), *M. dumetorum* (Dum1), *M. pulegium* (Pulegium 1 Sütçüler), *M. spicata* (Tokat spicata) ve *M. suaveolens* (Pinedo) türlerinden elde ettiğimiz yağların patates böceği üzerinde ki etkisini görmemiz açısından büyük önem kazanmıştır. Uygulamada kullanılan nane yağı türlerinin *L. decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae) üzerinde ölümcül etkisi saptanmıştır. Uygulanan *M. arvensis*

(Adana) türünde en fazla ölüm, 9. gün de olup 0.10 µl/ml (%30.56) oranında görülmüştür. *M. dumetorum* (Dum1) uygulamasında görülen en fazla ölüm, (%23.33) oranında 0.01 µl/ml dozunun uygulandığı 3. günde belirlenmiştir. *M. pulegium* (Pulegium 1 Sütçüler)'den elde edilen yağın uygulamasında en fazla kayıp uygulamanın 9. gününde 0.10 µl/ml dozunda (%25.93) oranında görülmüştür. *M. spicata* (Tokat spicata)'daki yağın uygulamasında gözlemlenen en fazla ölüm 0.10 µl/ml dozunda uygulandığı 7. günde (%32.31) oranı olmuştur. *M. suaveolens* (Pinedo) çeşidinden elde edilen yağın uygulamasın ise en fazla ölüm, 0,01 µl/ml dozunun uygulanmış olduğu 7. günde (%18.7) oranında gözlemlenmiştir (Tablo 1).

Benzer amaçla *L. decemlineata* zararlısına karşı yapılan çalışmaları incelersek; Erdoğan ve Toros (2005) yaptığı çalışmada, *Melia azedarach L.*'in aseton, etanol ve metanolla elde ettikleri ekstratların farklı yöntemler kullanılarak Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) larvalarına uygulama yapıldığında larvaların gelişimine etki ettiklerini gözlemlenmişlerdir. Yaptıkları araştırma sonucunda, larva döneminde yapılan tüm yöntemlerde uygulanan ekstratların konsantrasyon artışına bağlı olarak, larva ve pupa dönemi süresini uzattığı, larva ve pupa dönemlerinde yüksek oranda ölüme sebep olduğu, anormal görünümlü bireylerin meydana geldiği, pupadan çıkan ergin sayısında azalma ve pupadan çıkan sağlıklı dişilerin daha az yumurta bıraktığı gözlemlenmiştir. Bu uygulama sayesinde yapmış olduğumuz çalışma gibi zararlının larva döneminde yapılan uygulamalar ile zararlı popülasyonu baskılanabilir.

Çalışmamıza benzer olarak Çam vd. (2012) yapmış oldukları çalışmada, *Hedera helix L.*, *Reseda lutea L.*, *Humulus lupulus L.*, *Sambucus nigra L.*, *Chenopodium album L.*, *Solanum nigrum L.* ve *Lolium temulentum L.* gibi nane farklı bitkilerinin metanol ekstratlarının patates böceğinin farklı gelişim dönemlerinde laboratuvar koşulları altında test etmişlerdir. Uyguladıkları tüm bitki ekstratları 4. dönem larva ile ergin dönem hariç diğer tüm dönemlerde çeşitli oranlarda ölümlere sebep olmuşlardır. Yaptıkları çalışmada *H. lupulus* ekstratı en yüksek etkiyi göstermiştir. LC50 değerleri 1. Dönem larva için %66,6, 2. dönem için %41,1 ve 3. dönem için % 28,7 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, *H. lupulus* ekstratının patates böceğinin kontrolünde kullanılabilir olduğunu ortaya koymaktadır.

Patates böceği üzerinde bitkisel kökenli ekstratların etkisi bakımından yapılan bir diğer çalışma, zararlıyla mücadelede sentetik pestisitlere alternatif olabilecek bitkisel kökenli preparatların laboratuvar ve tarla koşullarında etkisini belirlenmek için yaptıkları çalışmadır. Bu çalışmada *L. decemlineata* bireylerine imidakloprid, azadiraktin, *Bacillus thuringiensis*, adaçayı ve biberiye

ekstraktları uygulanmıştır. İmidakloprid, biyolojik ve bitkisel kökenli preparatların patates böceğinin ölüm oranına etkisi önemli ( $p < 0.01$ ) olmuştur. Laboratuvar ve tarla koşullarında kontrol parsellerinde patates böceğinde ölüm olmazken, imidakloprid uygulamasında ölüm oranı %100 olarak belirlemişlerdir. Azadiraktin, *Bacillus thuringiensis*, adaçayı ve biberiye ekstraktı uygulamalarında patates böceğinin ölüm oranı tarla koşullarında sırasıyla %92.9, %85.9, %82.5 ve %85.9 ve laboratuvar koşullarında ise sırasıyla %97.5, %94.5, %88.5 ve %89.9 olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonucuna göre adaçayı ve biberiye ekstraktlarının patates böceğinin 4. dönem larvaları üzerindeki ölümcül etkisinin, imidakloprid'e göre daha az oranda olduğu ancak kültür bitkilerinde zararlılara karşı yaygın olarak kullanılan bitkisel kökenli azadiraktin ve *Bacillus thuringiensis* preparatlarıyla benzer oranlarda olduğu saptanmıştır (Kara vd., 2014).

Yapılan başka bir çalışmada farklı bitkilerden farklı yöntemler ile elde edilen 7 bitkisel kökenli yağ ve bileşenlerin (Citronella, carvacrol, eugenol, linalol, biberiye, kekik, sarımsak) daldırma yöntemi kullanılarak *Leptinotarsa decemlineata* L.'nin larvalarına toksisitesi araştırılmıştır. Bu yağ ve bileşenlerden patates böceği larvalarına 100 µl/ 10 ml sabit konsantrasyonda carvacrol, kekik ve eugenol uygulamadan 72 saat sonra %70-100 larva ölümüne sebep olurken, diğer yağ ve bileşenler daha az larva ölümüne sebep olmuştur. Ayrıca bu üç yağ ve bileşende uygulama konsantrasyonu ve uygulama sürelerinin artışına bağlı olarak patates böceği larva ölümlerinin artışı gözlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre *L. decemlineata*'nın larva mücadelesinde carvacrol ve kekik yağının geliştirilerek ileride kimyasal ilaçlar yerine bioinsektisit olarak kullanılabilirliğini göstermektedir (Öztekın vd., 2017).

Karakoç vd. (2005) çalışmamıza benzer olarak nane yağından elde ettikleri ekstraktları *Acanthoscelides obtectus*, *Sitophilus granarius* ve *Sitophilus oryzae* zararlılarına karşı uygulayarak nane yağının böcekler etkisini inceleyerek bu zararlılara uygulanabilecek bitki ekstraktları üzerinde çalışmışlardır. Bu çalışmada, *Salvia officinalis*, *Cuminum cyminum*, *Anethum graveolens*, *Mentha spicata spicata*, *Micromeria fruticosa brachycalyx* ve *Ocimum minimum*"dan elde edilen uçucu yağların fumigant toksisiteleri üç önemli depo zararlısı, *Acanthoscelides obtectus*, *Sitophilus granarius* ve *Sitophilus oryzae* üzerinde laboratuvar şartlarında test etmişlerdir. Ön denemelerde uçucu yağların fumigant toksisiteleri tek dozda üç farklı sıcaklıkta (10, 20 ve 30°C) test edilmiştir. Tek-doz tarama testleri sonucunda her üç zararlıda da taş nanesi ve nane uçucu yağlarının yüksek oranda fumigant etkiye sahip olduğu ve test edilen böceklerin tümünün 24 saat içerisinde ölümüne sebep olduğu saptanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde tek-doz tarama testlerinde ümit var sonuçlar elde edilen bitkiler ile

20°C'de doz-ölüm denemeleri kurulmuştur. Bu çalışma sonucunda *A. obtectus* için kimyon, *S. granarius* için dereotu ve *S. oryzae* içinde taş nanesi en yüksek fumigant toksisite gösteren bitkiler olarak belirlenmiştir.

Güner vd. (2023) yaptığı çalışmada, fumigant olarak uygulanan farklı dozlardaki (1, 3, 5 µl/l hava dozu) nane uçucu yağının *Ephestia kuehniella* (Zeller)'nin iki farklı gelişim evresinin (son dönem larva ve ergin dişi) biyolojik parametreleri üzerindeki zamana bağlı etkisi araştırılmıştır. Nane uçucu yağının fumigant olarak uygulandığı son evre larvaların koza örme süresi, pupa olma süresi, pupa dönemi, ergin öncesi gelişim süresi ve ergin ağırlığı ile bu larvalardan gelişen dişilerin hayat uzunluğu ile yumurta verimi incelemiştir. Nane uçucu yağının fumigant olarak düşük dozlarda uygulandığı çalışmada uygulama dozuna bağlı olarak, *E. kuehniella*'nın biyolojik parametrelerinin değiştiğini gözlemlemişlerdir.

Farklı zamanlarda havaya karıştırılan nane uçucu yağının, *E. kuehniella*'nın farklı evrelerini farklı şekillerde etkilediğini belirlemişlerdir. Fumigant etkiye maruz kalan *E. kuehniella*'nın koza örme süresinin ve ergin öncesi gelişme süresinin 24 saatten sonra kısaldığı 72 saatten sonra etkilenmediği belirlenmiştir. Pupa olma süresinin ise iki zaman diliminde de kısaldığı gözlenirken, pupa olma süresinin 24 saatten sonra kısaldığı ancak 72 saatten sonra uzadığı belirlenmiştir. İki farklı gelişim evresine uygulanan nane, doza bağlı olarak yumurta verimi azalmasıyla daha sonraki nesillerde popülasyonu düşürerek ürünlere de verilen zararın azalmasına sebep olacağını belirlemişlerdir. Bu çalışmalarda da görüldüğü gibi bitkisel ekstraktların böcekler üzerinde yumurta, pupa ve ergin evrelerinde böcekler üzerinde olumsuz etkilere sebep olarak popülasyon azaltıcı, ürün kaybının fazla olmasını engelleme ve böceğin biyolojik döngüsüne etkisi ile tarım alanlarında kullanılabilir ve kimyasal preparatlara alternatif olabileceği görülmüştür. Yapmış olduğumuz çalışma *L. decemlineata* zararlısının üzerinde nane bitkisinden elde edilen uçucu yağların uygulanmasına örnek bir çalışma olmamasından ve bu çalışmamızla birlikte ileriki zamanlarda bioinsektisit olarak kullanımı fikrine, yapılacak olan daha sonra ki çalışmalara katkı sağlayacak olmasından çalışmamız ayrıyetken büyük öneme sahiptir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bitkisel ekstraktlar, tarımsal alanlarda zararlılara karşı kullanılan insan ve çevre sağlığını büyük ölçüde tehlikeye sokan kimyasal ilaçlara alternatif olarak zararlı böceklerle mücadele kapsamında kullanılmaktadır.

Çalışmada, patates üretiminde verimi düşüren ve mücadele edilmemesi sonucunda büyük kayıplara sebep olabilecek potansiyele sahip olan *Leptinotarsa decemlineata*'ya karşı mücadelede kimyasal ilaçlara

alternatif olarak bazı nane ekstraktlarının kullanılabilme potansiyelleri araştırılmıştır. Bu amaçla, 5 farklı nane çeşidinden elde edilen ekstraktların 0,01, 0,10 ve 0,20 µl/ml dozları, *Leptinotarsa decemlineata*'nın 4. dönem larvalarına uygulanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre en fazla ölümün *Mentha spicata* (Tokat spicat) çeşidinden elde edilen nane yağının 0.10 µl/ml dozunda uygulandığı bireylerde, 7. günde %32.31 olarak gözlenmiştir (Tablo 1). Ancak yapılan uygulamalar arasında, istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu söylenemez. Bu nedenle, nane çeşitlerinin sayısı artırılarak yapılacak daha detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan çalışma ile daha sonra yapılabilecek olan çalışmalar için fikir oluşturabilecek veriler elde edilmiştir. Bitkisel ekstraktların çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkilerinin ya hiç ya da son derece az olduğu düşünüldüğünde *L. decemlineata*'ya karşı mücadelede nane bitkisinin ekstraktlarının yapılacak detaylı çalışmalar sonucunda kimyasal ilaçlara alternatif olarak kullanılabilme potansiyelinin artırılabilirliği düşünülmüştür.

#### Teşekkürler

2209/A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programı kapsamında çalışmanın gerçekleşmesinde maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

#### Yazar Katkı Oranları

Çalışmada, denemelerin kurulması, verilerin alınması ve yazılması yazarlardan Şeyma YUMAK tarafından yapılmıştır.

Denemelerde kullanılan nane uçucu yağ türlerinin seçimi ve ekstraktların elde edilmesi İsa TELCİ tarafından yapılmıştır.

Çalışmanın planlanması, elde edilen verilerin analizi ve son halinin gözden geçirilmesi, düzenlenmesi Ali Kemal BİRGÜCÜ tarafından yapılmıştır.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları olarak herhangi bir çıkar çatışması beyanımız bulunmadığını bildiririz.

#### Etik Kurul Onayı

Makale yazarları olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz.

#### Kaynakça

Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.

- Bayındır Erol, A., & Birgücü, A. K. (2021). *Leptinotarsa decemlineata*'nın zarar miktarı üzerine bazı araştırmalar. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 5(4), 537-541.
- Aydın, Ç., & Mammadov, R. (2017). İnsektisit Aktivite gösteren bitkisel sekonder metabolitler ve etki mekanizması. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21, 30-37.
- Baytop, T. (1992). Türkçe Bitki Adları Sözlüğü Türk Dil Kurumu. No:578, 1992, Ankara.
- Christie, R. D., Sumalde, A. C., Schutz, J. T., & Gudmestad, N. C. (1991). Insect transmission of the bacterial ring rot pathogen. *American Potato Journal*, 68, 363-372.
- Çam, H., Gökçe, A., Kadioğlu, İ., Yanar, Y., Demirtaş, İ., Gören, N., & Whalon, M. E. (2012). Bitki ekstraktlarının Patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)]'nin farklı dönemleri üzerine mide zehri ve rezidüel toksisite etkileri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 36(2), 249-254.
- Çınar, B. B., & Birgücü, A. K. (2021). Farklı sıcaklıkların *Leptinotarsa decemlineata* (Say.) (Coleoptera: Chrysomelidae)'nin beslenme miktarı üzerine etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 34(2), 175-180.
- Erdoğan, P., & Toros, S. (2005). *Melia azedarach* L. (Meliaceae) ekstraktlarının Patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say. (Col.: Chrysomelidae)] larvalarının gelişimi üzerine etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 45(1-4), 99-11.
- Erdoğan, P., & Toros, S. (2007). Investigations on the effects of *Xanthium strumarium* L. extracts on Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say., 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Munis Entomology and Zoology*, 2, 423-432.
- Güner, P., Çeklik Biçer, E., & Er, A. (2023). Nane (*Mentha spicata* L.) uçucu yağının depo zararlısı *Ephesia kuehniella* Z. (Lepidoptera: Pyralidae)'nin iki farklı gelişim evresine etkisi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(2), 661-674.
- Hare, J. D. (1990). Ecology and management of the Colorado potato beetle. *Annual Review of Entomology*, 35, 81-100.
- Hsiao, T. H. (1978). Host-plant adaptations among geographic populations of the Colorado potato beetle. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 24, 237-247.
- Kara, N., Salman, S. Y., & Baydar, H. (2014). Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ekstraktlarının Patates Böceği (*Leptinotarsa*

*decemlineata* Say.) ile mücadelede kullanımı. Türkiye Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(2), 248-254.

Karakoç, Ö. C., Gökçe, A., & Telci, İ. (2006). Bazı bitki uçucu yağlarının *Sitophilus oryzae* L., *Sitophilus granarius* L. (Col.: Curculionidae) ve *Acanthoscelidis obtectus* Say. (Col.: Bruchidae)'a karşı fumigant etkileri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 30(2), 123-135.

Kumar, A., & Chattopadhyay, S. (2007). DNA damage protecting activity and antioxidant potential of pudina extract. Food Chemistry, 100, 1377-1384.

Öztekin, E. K., Işıkber, A. A., Er, M. K., & Tunaz, H. (2017). Bitkisel Kökenli Bazı Yağların ve Bileşenlerin Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* L.), (Col.: Chrysomelidae)'nın Larvalarına Karşı Toksik Etkisi. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(1), 325-332.

TAGEM (2017). Patates Entegre Kontrolü için Teknik Talimatlar; TC. Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırma ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırma Daire Başkanlığı, Ankara, 123s.

Yasak, S., & Telci, İ. (2019). Isparta ekolojik koşullarında yetiştirilen spearmint grubu nane klon ve çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(2), 270-275.

## Bombus Arısı (*Bombus terrestris*) Kolonilerinde Üretilen Farklı Kast Gruplarının Kanat Damar Özellikleri

Ziraat Fakültesi Dergisi,  
Cilt 19, Sayı 1,  
Sayfa 31-37, 2024

İsmail Yaşhan BULUŞ<sup>\*1</sup>, Fahriye Gül SALMAN<sup>2</sup>, Ayhan GÖSTERİT<sup>2</sup>

Journal of the Faculty of Agriculture  
Volume 19, Issue 1,  
Page 31-37, 2024

**Öz:** Bombus arılarında bazı türler belirgin morfolojik özellikleri sayesinde birbirinden ayrılabilirken, bazı türlerin tanımlanmasında morfolojik özellikler yeterli değildir. Kanat damar özelliklerinin kullanılması arı tür veya alt türlerinin tanımlanmasında kullanılan önemli yöntemlerden birisidir. *Bombus terrestris* kolonilerinde yaşam döngüsü boyunca (i) işçi arılar, (ii) genç ana arılar, (iii) kurucu ana arı tarafından yumurtlanan haploid yumurtalardan üretilen erkek arılar ve (iv) işçi arılar tarafından yumurtlanan haploid yumurtalardan üretilen erkek arılar olmak üzere 4 farklı kast grubuna ait bireyler yetiştirilmektedir. Bu çalışmada *B. terrestris* kolonilerinde üretilen bu 4 farklı kast grubuna ait bireylerin kanat damar özellikleri incelenerek bu özelliklere ait değerler belirlenmiştir. Bu kapsamda araştırmada 160 adet (her bir kast grubu için 40 adet) birey kullanılmıştır. Çalışma kapsamında belirlenen her bir özellik için gruplar arasında görülen fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Çalışma sonuçları bombus arılarının kanat özellikleri ile ilgili gelecekte yapılacak çalışmalara kaynak oluşturacak niteliktedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bombus arısı, *Bombus terrestris*, kanat morfometrisi, morfolojik özellikler, kast grupları

## Wing Vein Characteristics of Different Caste Groups Produced in Bumblebee (*Bombus terrestris*) Colonies

**Abstract:** Some species of bumblebees can be discriminated from each other based on distinct morphological features, while for some species, morphological characteristics are not sufficient for identification. The use of wing vein characteristics is one of the important methods used in the identification of bee species or subspecies. In *Bombus terrestris* colonies, individuals belonging to four different caste groups are grown throughout the life cycle, namely (i) worker bees, (ii) young queen bees, (iii) male bees produced from haploid eggs laid by the founding queen, and (iv) male bees produced from haploid eggs laid by worker bees. In this study, wing vein characteristics of individuals belonging to these 4 different caste groups produced in *B. terrestris* colonies were examined, and values for these characteristics were determined. For this purpose, 160 individuals (40 for each caste group) were used in the study. The difference between the groups for each characteristic determined in the study was found statistically significant ( $P<0.05$ ). The results of the study are of a nature to contribute to future research on wing characteristics of bumblebees.

**Keywords:** Bumblebees, *Bombus terrestris*, wing venation, morphological characteristics, caste groups

\*Sorumlu yazar (Corresponding author)  
y.bulus@alparslan.edu.tr

Alınış (Received): 04/04/2024  
Kabul (Accepted): 29/04/2024

<sup>1</sup>Muş Alparslan Üniversitesi,  
Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvansal  
Üretim ve Teknolojileri Bölümü,  
Muş, Türkiye.

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü,  
Isparta, Türkiye.

### 1. Giriş

Arılar bitkilerin tozlaşmasında kritik öneme sahiptir. Yeryüzünde 11 familya içinde, 509 cinse ait yaklaşık 25,000 arı türü bulunmaktadır. Bu türler arasında en yaygın olanı bal arıdır (*Apis mellifera* L.). Bunun yanı sıra, son

yıllarda örtü altı domates yetiştiriciliğinde vazgeçilmez bir tozlaşma aracı haline gelen bombus arıları (*Bombus spp.*), özellikle yonca bitkisinin tozlaşması ve tohum üretimi için kullanılan Megachilidae familyasındaki arılar, *Amegilla cingulata*, *Osmia lignaria* gibi diğer arı türleri de

tozlaşmada önemli bir role sahiptir (Bosch vd., 2000; Gösterit, 2012; Davies vd., 2013; Türk vd., 2018).

Bombus arıları, yaklaşık 25-40 milyon yıl önce Palearktık bölgede evrimleşmiş ve bugüne kadar 15 farklı alt cinsine ait 265 bombus türü tanımlanmıştır (Hines, 2008; Arbetman vd., 2017; Dehon vd., 2019; Cameron ve Sadd, 2020). *Bombus terrestris* arılarının yaşam döngüsü, bal arılarından farklı olarak mevsimseldir. Doğal yaşam döngüsü, ana arıların diyapoz sürecini geçirmek için toprak altından çıkması ve yuva yeri aramasıyla başlar. Yuva yeri bulan ana arı, diploid (2n) işçi arı yumurtalarını yumurtlar ve sosyal faz (ilk işçi arıların çıkışı) başlayana kadar kuluçkanın bakımını yapar. Sosyal fazın başlamasıyla kurucu ana arı, işçi arılara tarlacılık faaliyetlerini devreder ve yumurtlama faaliyetlerini hızlandırır. Yaşam döngüsünün sonuna yaklaşıldığında işçi arılar, ana arılar gibi yumurtlama yeteneği kazanır ve bu işçi arıların haploid (dölsüz) yumurtalarından erkek arılar gelişir (Cnaani vd., 2000; Gösterit vd., 2016). Kolonilerde erkek (ana ve işçi arı kaynaklı) ve genç ana arılar üretilmeye başlanır ve üretilen genç ana ve erkek arılar cinsel olgunluğa ulaştıktan sonra çiftleşmek üzere koloniden ayrılır (Gürel vd., 2008). Koloni içinde tüm bireyler ölür ve sadece çiftleşen genç ana arılar bir sonraki neslin kolonilerini oluşturmak üzere diyapoz girer.

Bombus arılarının sosyal böcekler olarak kabul edilmesinin nedeni, kendi aralarında iş bölümü yapmaları ve ana, erkek ve işçi arıdan oluşan bir koloni düzenine sahip olmalarıdır. Ancak ana arılar ve işçi arılar arasındaki üreme rekabeti nedeniyle kolonilerde üretilen erkek arılar için iki ayrı kaynak bulunmaktadır. Hem ana arılar hem de işçi arılar tarafından yumurtlanan haploid yumurtalardan çiftleşme yeteneği olan sağlıklı erkek arılar gelişir (Alaux vd., 2004). Klasik tanıma göre, bu iki erkek arı grubu arasında dayı-yeğen düzeyinde akrabalık ilişkisi vardır ve bu erkek arılar dış görünüşleri bakımından çıplak gözle birbirlerinden ayırt edilemezler (Gösterit ve Buluş, 2019). Bombus arıları, son otuz yılda önemli bir tozlaştırıcı arı grubu haline gelmelerini sağlayan çeşitli özelliklere sahiptir. Örneğin, bombus arıları çiçekler arasında bilgi aktarımı yaparak tarlacılık etkinliklerini artırır (Leadbeater ve Chittka, 2009). Yuva içindeki işçi arılara besin kaynaklarının varlığı ve kalitesi hakkında bilgi iletebilirler (Dornhaus ve Cameron, 2003; Molet vd., 2009). Ayrıca, diğer birçok arı türünden farklı olarak daha iri ve tüylü yapıları sayesinde güçlü ve hızlı bir şekilde tozlaşma yapabilme yetenekleri vardır (Willmer vd., 1994). Soğuk ve yağışlı hava koşullarında bile tarlacılık yapabilme yeteneğine sahip olan bazı bombus arısı türleri, düşük sıcaklık derecelerinde aktif kalabilirler (Corbet vd., 1993). Bal arılarına göre daha büyük vücut yapısına sahip olan bombus işçi arıları arasında aynı zamanda vücut büyüklüğü bakımından da bir varyasyon söz konusudur. Bu durum bombus işçi arılarına farklı çiçek türlerine uyum sağlama konusunda avantaj sağlamaktadır (Goulson,

2003). Bu özelliklerin birleşimi, bombus arılarının tozlaşma ekosistemlerinde önemli bir rol oynamalarını sağlamaktadır. Bitkilerin tozlaşmasında dolayısıyla da üreme başarısında arıların etkisi büyük olduğundan, bombus arılarının varlığı ekosistemlerin dengesini korumada ve bitki çeşitliliğinin sürdürülmesinde kritik bir faktördür.

Kanat morfolojisi, bazı böcekleri türler ve hatta alt türler düzeyinde tanımlamak için kullanılmaktadır (Kozmus vd., 2011, Schachat ve Gibbs, 2016). Bu nedenle, bazı araştırmacılar böcek türlerini, hatta alt türleri ve populasyonları ayırt etmek için kanat bilgilerine odaklanmıştır (Villemant vd., 2007, Oleksa ve Tofilski, 2015). Arılarda kanat paterni morfometrisinin iyi tanımlama oranları sağlayabileceği bildirilmiştir (Mendes vd., 2007; Francoy vd., 2009). Bal arılarıyla ilgili yapılan çalışmalarda da dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de kanat damar özellikleri yaygın şekilde kullanılmaktadır (Güler, 1999; Güler vd., 2013; Gür vd., 2018). Bal arısı ırklarının belirlenmesi ve ayırımının yapılabilmesi için kanat açılı (A<sub>1</sub>, A<sub>4</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, D<sub>7</sub>, E<sub>9</sub>, G<sub>7</sub>, G<sub>18</sub>, H<sub>12</sub>, J<sub>10</sub>, J<sub>16</sub>, K<sub>19</sub>, N<sub>23</sub>, L<sub>13</sub>, M<sub>17</sub>, Q<sub>21</sub> ve Q<sub>26</sub>), indeksler, kanat alanları, uzunluklar ve damar kavşak noktaları gibi özelliklerin bilinmesi gerekmektedir (Ruttner, 1988; Rattanawanee vd., 2010; Francoy vd., 2006; Bouga ve Hatjina, 2005; Kekeçoglu vd., 2007). Bal arılarında damar kavşak noktaları bazı çalışmalarda 19 adet (Bouga ve Hatjina, 2005; Tofilski, 2008), bazı çalışmalarda ise 20 adet olarak bildirilirken (Çakmak vd., 2011), bu sayı bombus arılarında 19 adet olarak bildirilmiştir (Kozmus vd., 2011). Ancak, bombus arılarında morfolojik özelliklere dayalı tanımlamaların güvenilirliği ve tutarlılığının bal arılarına göre daha sorunlu olduğu bildirilmiştir (Kozmus vd., 2011). Sunulan araştırma ile *B. terrestris* türüne ait kolonilerde üretilen farklı kasta ait bireylerin kanat damar özelliklerinin incelenmesi ve bu konuda yapılacak çalışmalar için kullanılabilecek bilimsel bulgu üretilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Araştırma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü bünyesinde yer alan Arıcılık Araştırma ve Uygulama Laboratuvarlarında yürütülmüştür. Çalışmanın materyali için bombus arısı kolonileri satın alınmıştır. Temin edilen koloniler yaşam döngülerinin sonuna kadar standart yetiştirme koşullarına uygun sıcaklık (27-28°C) ve oransal neme (RH %45-50) sahip laboratuvar ortamında şeker şurubu (50 Briks) ve polen keki ile ad-libitum beslenmiştir (Gürel vd., 2011).

### 2.2. Yöntem

Sunulan bu çalışmada 4 farklı kast grubuna ait bireylerin [(i) işçi arılar, (ii) genç ana arılar, (iii) ana arılar tarafından

yumurtlanan haploid yumurtalardan üretilen erkek arılar ve (iv) işçi arılar tarafından yumurtlanan haploid yumurtalardan üretilen erkek arılar] kanat damar özellikleri belirlenmiştir. Her bir kast grubu için 4 farklı koloniden 10'ar birey olmak üzere 40 birey, toplamda ise 160 bireyin kanat özellikleri incelenmiştir.

### 2.2.1. Farklı kast grubuna ait bireylerin elde edilmesi

*İşçi arıların elde edilmesi:* Ticari firmadan temin edilen 4 farklı koloniden 10'ar adet işçi arı toplanmıştır.

*Ana arıların elde edilmesi:* Kolonilerin ana arı üretmeleri için buldukları ortam sıcaklığı yaşam döngüsü sonuna doğru 30°C'ye çıkarılmış ve böylece kolonilerde ana arı üretimi teşvik edilmiştir (Gürel ve Karşlı, 2013). Dört farklı kolonide üretilen ana arılardan 10'ar tanesi ana arı kanat damar özellikleri için kullanılmıştır. Kolonilerde bulunan geriye kalan diğer genç ana arılar, ana arı kaynaklı erkek arıların üretiminde kullanılmıştır.

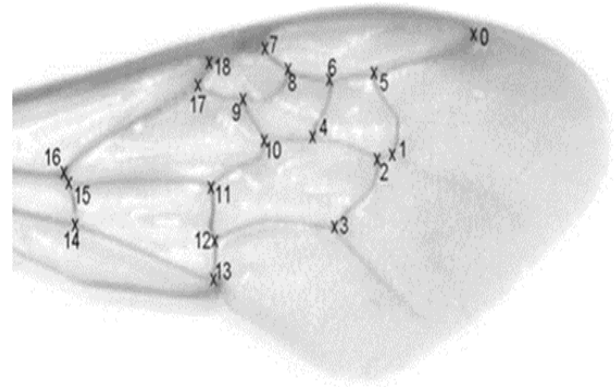
*Ana arı kaynaklı erkek arıların elde edilmesi:* Bombus arısı kolonilerindeki bir erkek arının ana arı tarafından mı yoksa işçi arı tarafından yumurtlanan bir yumurtadan mı üretildiği çıplak gözle bakıldığında anlaşılabilir. Bu nedenle, ana arı kaynaklı erkek arı üretilebilmesi için bir takım özel uygulamaların yapılması gerekmektedir. Bu amaçla 4 farklı kolonide üretilen ana arılar çiftleştirilmeden diyapoz (+2,5°C) konulmuş ve daha sonra çiftleşmemiş ana arılar 2 aylık diyapoz dönemi sonunda 20'şer adetlik gruplar halinde özel yetiştirme kutularına transfer edilmiştir. Bu ana arılar standart yetiştirme koşullarında (27-28°C, %45-50 R.H) ad libitum beslenerek yumurtlamaları ve ergin erkek arı üretmeleri sağlanmıştır. Böylece ana arılar tarafından üretilen erkek arılar elde edilmiştir (Gösterit ve Buluş, 2019).

*İşçi arı kaynaklı erkek arıların elde edilmesi:* Ana arı kaynaklı erkek arı üretmek için gerekli olan işlemlerin bir benzeri işçi arı kaynaklı erkek arı üretmek için uygulanmıştır. Bu iki erkek kaynağının üretiminde kullanılan yöntemdeki tek fark işçi arıların diyapoz

konulmadan yumurtlatılmasıdır. Dört farklı kolonideki yaşlı işçi arılar 20 adetlik gruplar halinde özel yetiştirme kutularına konulmuş ve standart yetiştirme koşullarında (27-28°C, %45-50 R.H) ad libitum beslenerek yumurtlamaları ve yeterli ergin erkek arı üretmeleri sağlanmıştır (Gösterit ve Buluş, 2019).

### 2.2.2. Kanat damar özelliklerinin belirlenmesi

Araştırmada kullanılan bireylerin sağ ön kanatları göğüs ile birleştiği yerden pens yardımıyla kopartılıp 2 lam arasına yerleştirilmiştir. Daha sonra hangi gruba ve hangi bireye ait olduğu kolaylıkla anlaşılabilmesi için lam üzerine ait olduğu çalışma grubu kodlanarak fotoğraflanmıştır. Ruttner (1988) ve Kozmus vd. (2011)'nin bildirdiğine göre fotoğraflar üzerinde 19 adet kanat damar kavşak noktası fotoğraf analiz programı yardımıyla belirlenmiş (Şekil 1) ve bu sayede kanat özellikleri ölçülmüştür (Tablo 1).



Şekil 1. Sağ ön kanat üzerindeki kanat damar kavşak noktaları (Kozmus vd., 2011).

### 2.2.3. İstatistik analizi

Veriler MINITAB istatistik paket programları kullanılarak analiz edilmiştir. Her özelliğe ait tanımlayıcı istatistik değerler saptanmış, özellikler bakımından gruplar varyans analizi ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 1. Kanat özellikleri için ölçülen özellikler (Kozmus vd., 2011).

Açılar	Kavşak noktalar	Açılar	Kavşak noktalar	Uzunluk	Kavşak noktalar	İndeksler	Kavşak noktalar
A <sub>1</sub>	2,1,4	J <sub>10</sub>	6,9,10	Radyal Alan	0,7	Kubital (CI)	2,4/1,2
A <sub>4</sub>	4,1,5	J <sub>16</sub>	8,9,18	A	2,4	PreKubital (PCI)	4,9/8,10
B <sub>3</sub>	1,4,3	K <sub>19</sub>	12,11,14	B	1,2	Dumb-bell (DBI)	1,4/5,6
B <sub>4</sub>	1,4,5	L <sub>13</sub>	5,7,6	C	3,4	Radyal (RI)	0,7,3
D <sub>7</sub>	4,3,13	M <sub>17</sub>	7,8,18	D	11,15	6 bölgenin toplam alanı (AREA6)	1,2,3,12,13,14,15, 16,17, 18,7,8,6,5
E <sub>9</sub>	6,5,10	N <sub>23</sub>	9,18,17	Uzunluk	1,14		
G <sub>7</sub>	3,13,4	O <sub>26</sub>	15,14,16	Genişlik	7,13		
G <sub>18</sub>	12,13,14	Q <sub>21</sub>	11,16,17				
H <sub>12</sub>	11,10,12						



### 3. Bulgular

Çalışmada 4 farklı kast grubunda yer alan arıların 19 kanat damar kavşak noktası belirlenmiştir (Tablo 2). Bulgulara göre, ölçülen 19 kanat damar açısı bakımından gruplar arasında görülen fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Çalışma gruplarında bulunan kast gruplarının kanat özelliklerinde ölçülen uzunluk değerlerine ait bulgular Tablo 3'de sunulmuştur. Elde edilen bulgular

incelendiğinde, 4 farklı kast grubuna ait bireylerin kanatlarına ait uzunluk değerlerinde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Her bir özellik için gruplar arasında görülen farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ).

Tablo 4'de, çalışma gruplarında bulunan kast gruplarının kanat indekslerine ait değerler sunulmuştur. Sunulan değerler incelendiğinde, diğer kanat özelliklerinde olduğu gibi gruplar arasında her bir indeks değeri bakımından belirlenen farklılıklar önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

**Tablo 2.** Farklı kast gruplarının kanat damar açıları (°).

Açılar	N	Ana arı	İşçi arı	Ana arı kaynaklı erkek arı	İşçi arı kaynaklı erkek arı
		Ort. ± S.H.	Ort. ± S.H.	Ort. ± S.H.	Ort. ± S.H.
A <sub>1</sub>	40	25.98 ± 0.39 <sup>b</sup>	27.18 ± 0.25 <sup>a</sup>	26.29 ± 0.30 <sup>ab</sup>	26.38 ± 0.27 <sup>ab</sup>
A <sub>4</sub>	40	60.66 ± 0.40 <sup>c</sup>	61.95 ± 0.37 <sup>bc</sup>	62.95 ± 0.46 <sup>ab</sup>	63.83 ± 0.45 <sup>a</sup>
B <sub>3</sub>	40	77.34 ± 0.39 <sup>a</sup>	69.23 ± 0.43 <sup>c</sup>	73.20 ± 0.43 <sup>b</sup>	69.80 ± 0.42 <sup>c</sup>
B <sub>4</sub>	40	53.55 ± 0.38 <sup>a</sup>	48.65 ± 0.29 <sup>b</sup>	47.75 ± 0.37 <sup>b</sup>	47.90 ± 0.41 <sup>b</sup>
D <sub>7</sub>	40	107.13 ± 0.42 <sup>a</sup>	97.75 ± 0.46 <sup>c</sup>	101.20 ± 0.65 <sup>b</sup>	97.85 ± 0.70 <sup>c</sup>
D <sub>9</sub>	40	13.28 ± 0.21 <sup>a</sup>	13.08 ± 0.20 <sup>a</sup>	12.88 ± 0.27 <sup>a</sup>	11.65 ± 0.18 <sup>b</sup>
G <sub>7</sub>	40	22.31 ± 0.15 <sup>c</sup>	23.90 ± 0.16 <sup>a</sup>	23.18 ± 0.18 <sup>b</sup>	23.23 ± 0.15 <sup>b</sup>
G <sub>18</sub>	40	84.05 ± 0.60 <sup>a</sup>	78.98 ± 0.41 <sup>b</sup>	83.20 ± 0.67 <sup>a</sup>	82.08 ± 0.60 <sup>a</sup>
H <sub>12</sub>	40	23.95 ± 0.21 <sup>ab</sup>	23.88 ± 0.18 <sup>b</sup>	24.65 ± 0.18 <sup>a</sup>	23.50 ± 0.26 <sup>b</sup>
J <sub>10</sub>	40	48.73 ± 0.23 <sup>c</sup>	52.13 ± 0.33 <sup>ab</sup>	51.24 ± 0.36 <sup>b</sup>	52.73 ± 0.43 <sup>a</sup>
J <sub>16</sub>	40	109.53 ± 0.49 <sup>b</sup>	110.78 ± 0.61 <sup>ab</sup>	109.95 ± 0.65 <sup>b</sup>	112.35 ± 0.52 <sup>a</sup>
K <sub>19</sub>	40	84.92 ± 0.47 <sup>c</sup>	85.93 ± 0.30 <sup>bc</sup>	88.58 ± 0.42 <sup>a</sup>	86.53 ± 0.38 <sup>b</sup>
L <sub>13</sub>	40	10.54 ± 0.14 <sup>b</sup>	12.43 ± 0.13 <sup>a</sup>	12.13 ± 0.20 <sup>a</sup>	12.15 ± 0.17 <sup>a</sup>
M <sub>17</sub>	40	28.20 ± 0.37 <sup>b</sup>	30.45 ± 0.37 <sup>a</sup>	27.88 ± 0.33 <sup>b</sup>	28.25 ± 0.39 <sup>b</sup>
N <sub>23</sub>	40	86.16 ± 0.56 <sup>bc</sup>	88.15 ± 0.57 <sup>ab</sup>	85.28 ± 0.56 <sup>c</sup>	90.08 ± 0.52 <sup>a</sup>
O <sub>26</sub>	40	8.90 ± 0.39 <sup>b</sup>	10.98 ± 0.31 <sup>a</sup>	10.03 ± 0.35 <sup>ab</sup>	11.38 ± 0.44 <sup>a</sup>
Q <sub>21</sub>	40	30.85 ± 0.27 <sup>a</sup>	30.55 ± 0.15 <sup>a</sup>	28.85 ± 0.24 <sup>b</sup>	29.20 ± 0.17 <sup>b</sup>

Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir; a, b, c:  $P<0.05$

**Tablo 3.** Farklı kast gruplarının kanat özelliklerine ait değerler (mm)

Uzunluklar	N	Ana arı	İşçi arı	Ana arı kaynaklı erkek arı	İşçi arı kaynaklı erkek arı
		Ort. ± S.H.	Ort. ± S.H.	Ort. ± S.H.	Ort. ± S.H.
<b>Radyal Alan</b>	40	4.09 ± 0.04 <sup>a</sup>	3.31 ± 0.03 <sup>c</sup>	4.29 ± 0.11 <sup>a</sup>	3.80 ± 0.02 <sup>b</sup>
<b>A</b>	40	1.15 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.99 ± 0.01 <sup>d</sup>	1.22 ± 0.03 <sup>a</sup>	1.07 ± 0.01 <sup>c</sup>
<b>B</b>	40	0.28 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.23 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.27 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.26 ± 0.01 <sup>b</sup>
<b>C</b>	40	1.31 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.07 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.26 ± 0.03 <sup>a</sup>	1.13 ± 0.01 <sup>b</sup>
<b>D</b>	40	2.66 ± 0.02 <sup>a</sup>	2.12 ± 0.02 <sup>c</sup>	2.82 ± 0.11 <sup>a</sup>	2.41 ± 0.01 <sup>b</sup>
<b>Uzunluk</b>	40	6.53 ± 0.06 <sup>a</sup>	5.31 ± 0.04 <sup>c</sup>	6.55 ± 0.18 <sup>a</sup>	5.82 ± 0.03 <sup>b</sup>
<b>Genişlik</b>	40	3.64 ± 0.04 <sup>a</sup>	2.92 ± 0.02 <sup>c</sup>	3.54 ± 0.09 <sup>a</sup>	3.12 ± 0.02 <sup>b</sup>

Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir; a, b, c, d:  $P<0.05$

**Tablo 4.** Farklı kast gruplarının kanat indeksi değerleri

İndeksler	N	Ana arı	İşçi arı	Ana arı kaynaklı erkek arı	İşçi arı kaynaklı erkek arı
		Ort. ± S.H.	Ort. ± S.H.	Ort. ± S.H.	Ort. ± S.H.
<b>Kubital (CI)</b>	40	4.14 ± 0.09 <sup>b</sup>	4.38 ± 0.10 <sup>ab</sup>	4.56 ± 0.11 <sup>a</sup>	4.24 ± 0.09 <sup>ab</sup>
<b>PreKubital (PCI)</b>	40	1.81 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.69 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.75 ± 0.01 <sup>c</sup>	1.76 ± 0.01 <sup>b</sup>
<b>Dumb-bell (DBI)</b>	40	1.71 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.58 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.57 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.47 ± 0.01 <sup>c</sup>
<b>Radyal (RI)</b>	40	65.29 ± 0.23 <sup>a</sup>	63.44 ± 0.21 <sup>b</sup>	63.70 ± 0.23 <sup>b</sup>	61.48 ± 0.24 <sup>c</sup>
<b>6 bölgenin toplam alanı (AREA6)</b>	40	13.54 ± 0.28 <sup>a</sup>	8.63 ± 0.11 <sup>c</sup>	13.55 ± 0.66 <sup>a</sup>	10.18 ± 0.11 <sup>b</sup>

Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir; a, b, c:  $P<0.05$

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Arılarda bulunan zar kanatlar gerek tür gerekse de alt tür tanımlamada oldukça önemli bir yere sahiptir. Ancak bombus arısı kanatlarında ölçülen her bir özelliğe ait değerler bilgi verici düzeyde olsa da bal arılarındaki kadar net değildir (Kozmus vd., 2011). Bal arılarında kubital indeksin tür ve alt tür hakkında önemli düzeyde bilgi verici bir özellik olduğu bilinmektedir (Ruttner, 1988). Tofilski (2008), *Apis mellifera carnica* alt türünde bulunan kubital indeksin *A. m. caucasica*, *A. m. mellifera* alttürlerine kıyasla görece daha büyük olduğunu bildirmiştir. Ancak, Kozmus vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada, bombus arılarında bu bilgiyi veren özelliklerin J16, A4 ve diskoidal kayma iken en az bilgi verici özelliklerin A1 ve O26 açılarının olduğu bildirilmiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlardan, bombus arılarının koloni gelişim özellikleri ve bireylerin morfolojik yapıları bakımından görülen varyasyonun kanat damar özellikleri için de geçerli olduğu belirlenmiştir. Çalışma kapsamında kanat damar özellikleri belirlenen işçi ve ana arı kaynaklı erkek arıların neredeyse tüm kanat özelliklerinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. Çalışma gruplarında yer alan bireylere ait her bir kanat damar özelliklerinde görülen bu farkların nedenlerinden birinin vücut büyüklüğündeki varyasyon olduğu düşünülebilir. Ancak, bal arısında yapılan bir çalışmada işçi, ana ve erkek arıların vücut büyüklüklerinde görülen farkların, gruplarda yer alan bireylerin kanat büyüklüğündeki farklılıklara karşılık gelmediği bildirilmiştir (Es'kov ve Es'kova, 2013).

Sonuç olarak, gerek türlerin ve alttürlerin teşhis edilmesi gerekse de aynı türe ve alttürlerine ait popülasyonların özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan kanat morfometrisi çalışmalarında kullanılan geleneksel morfoloji yaklaşımı, diğer morfoloji yöntemlerine kıyasla daha ekonomik olması nedeniyle hala tercih edilmektedir. Bu yöntemin tercih edilmesindeki bir başka etken ise, taksonomi ve morfoloji konuları hakkında yeterince pratiğe ve tecrübeye sahip olmayan araştırmacıların tecrübe kazanmasıdır. Bazı durumlar özelinde, çalışmadan elde edilecek sonuçların önceki çalışmalar ile kıyaslanabilmesi için geleneksel morfoloji yaklaşımının tercih edilmesi gerektiği de literatürde bildirilmiştir (Tofilski, 2011). Çalışmadan elde edilen sonuçlar bombus arılarının kanat özellikleri ile yapılacak sonraki çalışmalara kaynak olabilecek niteliktedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 2209-A kapsamında desteklenmiştir.

#### Yazar Katkı Oranları

Yazarlar bu çalışmanın hazırlanmasında eşit derecede katkı sunmuşlardır.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir çıkar çatışması beyanımız bulunmadığını bildiririz.

#### Etik Kurul Onayı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz.

#### Kaynakça

- Alaux, C., Savarit, F., Jaisson, P., & Hefetz, A. (2004). Does the queen win it all? Queen-worker conflict over male production in the bumblebee, *Bombus terrestris*. *Naturwissenschaften*, 91, 400-403.
- Arbetman, M. P., Gleiser, G., Morales, C. L., Williams, P., & Aizen, M. A. (2017). Global decline of bumblebees is phylogenetically structured and inversely related to species range size and pathogen incidence. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1859), 20170204. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0204>.
- Bosch, J., Kemp, W. P., & Peterson, S. S. (2000). Management of *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae) populations for almond pollination: methods to advance bee emergence. *Environmental Entomology*, 29(5), 874-883. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-29.5.874>.
- Bouga, M., & Hatjina, F. (2005). *Genetic variability in Greek honey bee (A. mellifera L.) populations using geometric morphometrics analysis*. In Proceedings of The Balkan Scientific Conference of Biology, May 19-21, 2005, Plovdiv, Bulgaria. 19-21.
- Cameron, S. A., & Sadd, B. M. (2020). Global trends in bumble bee health. *Annual Review of Entomology*, 65, 209-232. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011118-111847>.
- Cnaani, J., Robinson, G. E., Bloch, G., Borst, D., & Hefetz, A. (2000). The effect of queen-worker conflict on caste determination in the bumblebee *Bombus terrestris*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 47, 346-352. <https://doi.org/10.1007/s002650050675>.
- Corbet, S. A., Fussell, M., Ake, R., Fraser, A., Gunson, C., Savage, A., & Smith, K. (1993). Temperature and the pollinating activity of social bees. *Ecological Entomology*, 18(1), 17-30. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1993.tb01075.x>.
- Çakmak, İ., Özkan, A., Çakmak, S. S., & Kandemir, İ. (2011). A preliminary study on discrimination of different infestation levels of parasite (*Varroa destructor*) by wing geometric morphometric analysis on honey bees. *Uludağ Bee Journal*, 11(4), 118-123.

- Davies, O. K., Groom, S. V., Ngo, H. T., Stevens, M. I., & Schwarz, M. P. (2013). Diversity and origins of Fijian leaf-cutter bees (Megachilidae). *Pacific Science*, 67(4), 561-570. <https://doi.org/10.2984/67.4.7>.
- Dehon, M., Engel, M. S., Gérard, M., Aytakin, A. M., Ghisbain, G., Williams, P. H., Rasmont, P., & Michez, D. (2019). Morphometric analysis of fossil bumble bees (Hymenoptera, Apidae, Bombini) reveals their taxonomic affinities. *ZooKeys*, 891, 71. <https://doi.org/10.3897/zookeys.891.36027>.
- Dornhaus, A., & Cameron, S. (2003). A scientific note on food alert in *Bombus transversalis*. *Apidologie*, 34(1), 87-88. <https://doi.org/10.1051/apido:2002045>.
- Es' kov, E. K., & Es' kova, M. D. (2013). Factors influencing wing size and body weight variation in the western honeybee. *Russian Journal of Ecology*, 44(5), 433-438. <https://doi.org/10.1134/S1067413613050056>.
- Francoy, T. M., Prado, P. R. R., Gonçaves, L. S., da Fontoura Costa, L., & De Jong, D. (2006). Morphometric differences in a single wing cell can discriminate *Apis mellifera* racial types. *Apidologie*, 37(1), 91-97. <https://doi.org/10.1051/apido:2005062>.
- Francoy, T. M., Silva, R. A. O., Nunes-Silva, P., Menezes, C., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2009). Gender identification of five genera of stingless bees (Apidae, Meliponini) based on wing morphology. *Genetics and Molecular Research*, 8(1), 207-214. <https://doi.org/10.4238/vol8-1gmr557>.
- Goulson, D. (2003). Effects of introduced bees on native ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(1), 1-26. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132355>.
- Gösterit, A. (2012). Örtüaltı yetiştiricilikte bombus arısı kullanımı ve Türkiye'deki durum. *Standard Ekonomik ve Teknik Dergi*, 601, 108-112.
- Gösterit, A., Koşkan, O., & Gürel, F. (2016). The relationship of weight and ovarian development in *Bombus terrestris* L. workers under different social conditions. *Journal of Apicultural Science*, 60(2), 51-58. <https://doi.org/10.1515/jas-2016-0016>.
- Gösterit, A., & Buluş, İ. Y. (2019). Ana arı ve işçi arıların haploid yumurtalarından üretilen erkek arılar ile çiftleşen *bombus terrestris* ana arılarının koloni gelişim özellikleri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 104-111.
- Güler, A. (1999). The study on morphological and physiological characters affecting the productivity of some honey bee (*Apis mellifera* L.) genotypes of Turkey. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 23(8), 393-400.
- Güler, A., Bıyık, S., & Güler, M. (2013). Morphological characterization of the honey bee (*Apis mellifera* L.) population of the western Black Sea Region. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1), 39-46. <https://doi.org/10.7161/anajas.2013.281.39>
- Gür, D., Soysal, M. İ., & Kekeçoğlu, M. (2018). Trakya ve Yığılca bal arılarının morfometrik yöntemlerle karşılaştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 14-25.
- Gürel, F., Gösterit, A., & Eren, Ö. (2008). Life-cycle and foraging patterns of native *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera, Apidae) in the Mediterranean region. *Insectes Sociaux*, 55, 123-128. <https://doi.org/10.1007/s00040-008-0984-7>.
- Gürel, F., Gösterit, A., & Karsli, B. A. (2011). Sera koşullarının *Bombus terrestris* L. kolonilerinin tozlaşma performansına etkileri. *Derim*, 28(1), 47-55.
- Gürel, F., & Karsli, B. (2013). Techniques to increase queen production in *Bombus terrestris* L. colonies. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(2), 351-353.
- Hines, H. M. (2008). Historical biogeography, divergence times, and diversification patterns of bumble bees (Hymenoptera: Apidae: Bombus). *Systematic Biology*, 57(1), 58-75. <https://doi.org/10.1080/10635150801898912>.
- Kekeçoğlu, M., Bouga, M., Soysal, M. İ., & Harizanis, P. (2007). Morphometrics as a tool for the study of genetic variability of honey bees. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1), 7-15.
- Kozmus, P., Virant-Doberlet, M., Meglič, V., & Dovč, P. (2011). Identification of *Bombus* species based on wing venation structure. *Apidologie*, 42, 472-480. <https://doi.org/10.1007/s13592-011-0037-5>.
- Leadbeater, E., & Chittka, L. (2009). Bumble-bees learn the value of social cues through experience. *Biology Letters*, 5(3), 310-312. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2008.0692>.
- Mendes, M. F. M., Francoy, T. M., Nunes-Silva, P., Menezes, C., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2007). Intra-populational variability of *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Meliponini) using relative warp analysis. *Bioscience Journal*, 23, 147-152.
- Molet, M., Chittka, L., & Raine, N. E. (2009). How floral odours are learned inside the bumblebee (*Bombus terrestris*) nest. *Naturwissenschaften*, 96, 213-219. <https://doi.org/10.1007/s00114-008-0465-x>.
- Oleksa, A., & Tofilski, A. (2015). Wing geometric morphometrics and microsatellite analysis provide similar discrimination of honey bee subspecies. *Apidologie*, 46, 49-60. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0300-7>.
- Rattanawanee, A., Chanchao, C., & Wongsiri, S. (2010). Gender and species identification of four native honey bees (Apidae: Apis) in Thailand based on wing morphometric analysis. *Annals of the Entomological Society of America*, 103(6), 965-970. <https://doi.org/10.1603/AN10070>.
- Ruttner F. (1988). *Biogeography and Taxonomy of Honeybees* (1st Ed.), Berlin: Springer Verlag.
- Schachat, S. R., & Gibbs, G. W. (2016). Variable wing venation in Agathiphaga (Lepidoptera: Agathiphagidae) is key to understanding the evolution of basal moths. *Royal Society Open Science*, 3(10), 160453. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139972>.
- Tofilski, A. (2008). Using geometric morphometrics and standard morphometry to discriminate three honeybee subspecies. *Apidologie*, 39(5), 558-563. <https://doi.org/10.1051/apido:2008037>.

- Tofilski, A. (2011). Homology of submarginal crossveins in forewings of bees (Hymenoptera: Apiformes). *Journal of Apicultural Science*, 55(2), 131-140.
- Türk, M., Gösterit, A., Alagöz, M., & Buluş, İ. Y. 2018. *Korunma Tohum Üretiminde Bal arıların Rolü*. 6. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 15-19 Ekim, Muğla, 698.
- Villemant, C., Simbolotti, G., & Kenis, M. (2007). Discrimination of Eubazus (Hymenoptera, Braconidae) sibling species using geometric morphometrics analysis of wing venation. *Systematic Entomology*, 32(4), 625-634. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.2007.00389.x>.
- Willmer, P. G., Bataw, A. A. M., & Hughes, J. P. (1994). The superiority of bumblebees to honeybees as pollinators: insect visits to raspberry flowers. *Ecological Entomology*, 19(3), 271-284.

## Derim Öncesi Oksalik Asit Uygulamasının Market Koşullarında Depolanan Pırasada Fiziksel ve Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi

Mehmet Ali KOYUNCU<sup>1</sup>, Derya ERBAŞ<sup>\*1</sup>, Hüsnü ÜNLÜ<sup>1</sup>, Halime ÖZDAMAR ÜNLÜ<sup>1</sup>

Ziraat Fakültesi Dergisi,  
Cilt 19, Sayı 1,  
Sayfa 38-47, 2024

Journal of the Faculty of Agriculture  
Volume 19, Issue 1,  
Page 38-47, 2024

**Öz:** Çalışmada derim öncesi oksalik asit (OA) uygulamasının market koşullarında depolama süresince minimal işlenmiş pırasaların kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla içerisinde 0 (kontrol), 1, 2 ve 3 mM OA ve % 0.1'lik Tween-20 içeren çözelti pırasalara tahmini derimden 6, 4 ve 2 hafta önce püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Optimum dönemde derilen pırasalar hızlı bir şekilde laboratuvara nakledilerek önce seçilmiş, yıkanmış ve minimal olarak işlenmiştir. Daha sonra pırasalar köpük kaselere yerleştirilerek üzerleri streç film (12 µ) ile kaplanmıştır. Paketlenmiş pırasalar 12±1°C ve % 90±5 oransal nemde 21 gün depolanmıştır. OA uygulaması kontrole göre minimal işlenmiş pırasalarda ağırlık kayıplarını azaltmış ve yalancı gövde sertliğini daha iyi korumuştur. Uygulama yapılan pırasalarda depolama boyunca solunum hızı net bir şekilde baskılanmıştır. Her ne kadar istatistik olarak önemli bulunmasa da OA uygulamaları kontrole kıyasla pırasaların görsel kalitelerini kısmen daha iyi korumuştur. Derim öncesi OA uygulamasının L\* değeri dışında renk değişimi üzerine bariz bir etkisi olmamıştır. Sonuç olarak, derim öncesi OA uygulanmış pırasaların belirtilen koşullarda 14 gün boyunca başarılı bir şekilde depolanabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Allium porrum* L., hasat sonu, market koşulları, taze kesilmiş

## Effect of Pre-Harvest Oxalic Acid Treatment on Physical and Chemical Properties of Leeks Stored Under Market Conditions

**Abstract:** In the present study, the effects of pre-harvest oxalic acid (OA) treatment on the quality of minimally processed leek during storage under marketing conditions were investigated. For this purpose, leek plants were treated with a solution containing 0 (control), 1, 2 and 3 mM OA and 0.1 % Tween 20 with a pump 6, 4 and 2 weeks before harvest. Leek samples, harvested at optimum stage, were immediately transferred to the laboratory and sorted, washed and minimally processed. After all these treatments, leeks were placed in foam plates and covered with stretch film (12 µ). The packaged leeks were stored at 12±1 °C and 90±5 % relative humidity (RH) for 21 days. The OA treatment decreased weight loss and preserved firmness of minimally processed leeks compared to control. The respiration rate of OA treated leeks was clearly suppressed during storage. Although it was not statistically significant, the OA treatments preserved the visual quality of the leeks relatively better than control samples during storage. The effect of preharvest OA treatment on the color change of leeks except for L\* value was not clear. As a result, it was determined that pre-harvest OA treated leeks could be stored for 14 days under marketing conditions (12±1°C and 90±5 % RH).

**Keywords:** *Allium porrum* L., postharvest, marketing conditions, fresh cut

\*Sorumlu yazar (Corresponding author)  
deryaerbas@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 04/04/2024  
Kabul (Accepted): 18/04/2024

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,  
Isparta, Türkiye.

### 1. Giriş

Pırasa (*Allium porrum* L.) ülkemizde ve tüm dünyada yaygın olarak yetiştirilmektedir (Salk vd., 2008). Büyük

ölçekli yetiştiricilik yapan ülkeler arasında Türkiye, Fransa, Belçika ve Polonya yer almaktadır (Bernaert vd., 2013). Ülkemizin hemen her bölgesinde yetiştirilen pırasanın yıllık üretim miktarı 160.853 tondur (TÜİK, 2024). Önemi

bir lif kaynağı olan pırasa beslenmede son derecede önemlidir (Gülal ve Koyuncu, 2023). Lif yanında amino asitler (glutamin, glutamik asit, arginin), organik asitler (malik asit ve askorbik asit), biyoaktif bileşikler (saponinler,  $\beta$ -karoten, tokoferoller, polifenoller) ve vitaminler (A, B ve C) bakımından da son derece zengindir (Golubkina vd., 2019). Sahip olduğu bu bileşenler pırasayı antikanserojen, antiinflamatuvar ve antimikrobiyal özellikler bakımında önemli kılmaktadır. Kendine has lezzeti ve zengin besin değeri nedeniyle pişmiş, kızartılmış veya taze olarak salatalarda kullanılmaktadır (Poojary vd., 2017; Pourzand vd., 2018; Putnik vd., 2019). Taze olarak tüketilen bahçe ürünlerinde olduğu gibi pırasada da derimden tüketici sofrasına ulaşıncaya kadar geçen süreçte ciddi kalite kayıpları olabilmektedir. Özellikle derim, taşıma, paketlenme ve depolama aşamalarında yeterli özenin gösterilmemesi, biyoaktif bileşenleri ve besin içeriğini etkileyecek düzeyde kayıpları arttırmaktadır. Teknolojik olarak değerlendirme aşamalarında ısı işleme tabii tutulduğunda, pırasaya antioksidan özellik kazandıran askorbik asit, tokoferol, polifenoller ve karotenoid gibi temel bileşenlerin içeriği azalmaktadır (Gabrić vd., 2018). Bu nedenle bütün yada taze kesilmiş olarak pırasanın depolanması ve pazara hazırlanması aşamalarında özenli olmak gerekmektedir.

Günümüzde tüketicilerin sağlıklı beslenmenin önemini fark etmesi ve yemek hazırlamak için daha az zamana sahip olması nedeniyle taze kesilmiş veya minimal düzeyde işlenmiş bahçe ürünleri her geçen gün daha önemli hale gelmektedir (Yousuf vd., 2018; Erbaş vd., 2024). Gelişmiş toplumlarda tüm bu gelişmeler tüketicilerin gıda güvenliğine ilgisini arttırmıştır (Çolakoğlu vd., 2022). Gıda güvenliği tüketicilerin gıdaya bakış açısını ve gıda tercihlerini etkilemektedir (Niyaz ve Demirbaş, 2018). Ülkemizde de son yıllarda tüketicilerin gıda güvenliği ve taze kesilmiş bahçe ürünlerine karşı ilgisi artmaktadır. Uluslararası Taze Kesilmiş Ürün Birliği taze kesilmiş ürünleri % 100 kullanılabilir özelliğe sahip soyulmuş, kesilmiş veya parçalara ayrılarak paketlenmiş, tazeliğini koruyan ve besin değeri yüksek meyve ve sebzeler olarak tanımlamaktadır (Küçükbasmacı Sabır, 2017). Bahçe ürünleri farklı özellikleri nedeniyle minimal işleme aşamalarında değişik işlemlere tabii tutulurlar (Siddiqui ve Rahman, 2015). Taze kesme ya da minimal işleme aşamalarındaki bu farklılıklar meyve ve sebzelerde derim sonrası dönemde kalite kayıplarını da farklılaştırmaktadır. Örneğin pırasada minimal işleme ve taze kesim işlemleri kükürtlü bileşikler, polifenol ve vitamin içeriğinde değişikliğe yol açmaktadır (Bernaert vd., 2013; Gülal ve Koyuncu, 2023). Pırasaların minimal işlenmesi aşamasında kökler kesilir, dış tabakadaki yeşil yaprakların ya da çürük yaprakların bir kısmı uzaklaştırılır ve saplar belli bir uzunluğa kadar kesilir (Vandekinderen vd., 2009). Bu işlemler ürün yüzeyinde oksidasyona ve polifenol içeriğinde azalmalara neden olmaktadır (Bernaert vd., 2013). Ayrıca taze kesim işlemleri, ürüne

göre değişmekle beraber fizyolojik bozulmalara, biyokimyasal değişikliklere ve mikrobiyolojik bozulmalara neden olmaktadır (Suttirak ve Manurakchinakorn, 2010). Taze kesim işlemlerinden sonra artan enzim aktivitesi bu süreçte önemli rol oynamaktadır. Metabolik aktivite ve mikrobiyal yükteki artış ile tat ve renkteki değişiklikler, taze kesilmiş sebzelerin depolanmasını ciddi şekilde kısıtlayan faktörlerdir (Hosseinezhad vd., 2023). Bunun yanında minimal işlenmiş pırasalarda yaprak büyümesi, renk değişiklikleri ve ağırlık kaybı kalite kaybının temel nedenleri arasında yer almaktadır (Tsouvaltzi vd., 2007). Başta taze kesme işlemi olmak üzere, derimden tüketici sofrasına kadar geçen dönemde gösterilen özen ve doğru depolama tekniklerinin kullanılması bu aşamadaki kayıpların azaltılmasında önemlidir. Bu nedenle depolama sürecinde taze kesilmiş veya minimal işlenmiş ürünlerde metabolik faaliyetleri yavaşlatmaya yönelik uygulamalar tercih edilmelidir. Son yıllarda minimal işlenmiş ürünlerde, depolama boyunca kalite kayıplarının azaltılması için oksalik asit (OA) gibi maddelerin kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır (Ruiz-Jimenez vd., 2014; Cefola ve Pace, 2015; Barberis vd., 2019). Yapılan literatür taramasında minimal işlenmiş enginar (Ruiz-Jimenez vd., 2014), kuşkonmaz (Barberis vd., 2019) ve ıspanak (Cefola ve Pace, 2015) gibi ürünlerde derim sonrası OA uygulamasının etkileri üzerine araştırmalar olmasına rağmen, taze kesilmiş pırasada derim öncesi OA uygulamasının depolama süresince kalite değişimi üzerine etkisi henüz araştırılmamıştır. Bütün bu bilgiler doğrultusunda mevcut çalışmada, derim öncesi farklı dozda OA uygulamalarının minimal işlenmiş pırasaların depolanması süresince kalite değişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Bitki materyali ve derim öncesi uygulamala

Isparta (Yalvaç)'da Mart ayı başında ekilen pırasa (*Allium porrum* L. cv. İnegöl 92) tohumlarından elde edilen fideler, Temmuz ayının ikinci haftasında tarla koşullarına dikilmiştir. Pırasalara tahmini derim tarihinden 6, 4 ve 2 hafta önce sırt pompası yardımıyla (püskürtme şeklinde) 0 mM (kontrol, saf su), 1 mM (OA1), 2 mM (OA2) ve 3 mM (OA3) konsantrasyonlarında oksalik asit (OA) ve % 0.1 Tween 20 içeren çözelti uygulanmıştır.

### 2.2. Derim, minimum işleme ve depolama

Pırasalar, yalancı gövde uzunluğu ve çapı dikkate alınarak elle derilmiştir. Derilen pırasalar 4 grup halinde (kontrol, 1 mM, 2 mM ve 3 mM) bir saat içerisinde laboratuvara nakledilmiştir. Yaprak ve yalancı gövdeleri zarar görmüş pırasalar ayrılarak deneme dışı bırakılmış ve 2.5 – 3.5 cm çapındaki kusursuz pırasalar araştırmada kullanılmak üzere ayrılmıştır. Sararmış dış yapraklar çıkarılarak kökler kesilmiştir. Toz vb. kalıntıları uzaklaştırmak için çeşme suyuyla yıkandıktan sonra pırasalar keskin bir bıçakla 12-

15 cm uzunluğunda kesilmiştir. Minimal işlemeye tabii tutulmuş pırasa örnekleri, dezenfeksiyon için sodyum hipoklorit çözeltisine ( $100 \mu\text{L L}^{-1}$ ) 10 saniye daldırılmış ve ardından saf suya daldırılarak dezenfektan kalıntısı uzaklaştırılmıştır. Tüm bu işlemlerden sonra pırasalar oda koşullarında ( $21 \pm 1^\circ\text{C}$  ve %  $50 \pm 5$ ) kurutma kağıdı üzerinde 30 dk kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan pırasa örnekleri yaklaşık 450-500 g olacak şekilde köpük kaselere ( $18.5 \text{ cm} \times 13.5 \text{ cm} \times 3.0 \text{ cm}$ ) yerleştirilip üzeri streç film ( $12 \mu$ ) ile kaplanmıştır. Tüm derim sonrası işlemler steril koşullar altında gerçekleştirilmiştir. Pırasanın işlenmesinde kullanılan ekipmanlar etil alkol (% 96) ile sterilize edilmiştir. Paketlenen pırasalar  $12 \pm 1^\circ\text{C}$  ve %  $90 \pm 5$  oransal nemde 21 gün depolanmıştır.

### 2.3. Fiziksel ve biyokimyasal analizler

**Solunum hızı:** Yaklaşık 120-140 g pırasa örneği tartılarak 0.5 L'lik gaz geçirmez kavanozlara konulmuş ve oda koşullarında ( $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ) 2-3 saat bekletilmiştir. Gaz sızdırmaz bir şırınga ile kavanozlardan alınan 10-15 mL gaz numunesi, gaz kromatografisine (Agilent, GC-6890N) enjekte edilmiştir. Sonuçlar  $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Altıkardeş vd., 2018).

**Paket içi gaz bileşimi:** Paket içi  $\text{CO}_2$  ve  $\text{O}_2$  oranları gaz analizörü (Systec Instrument Gaspacer) yardımıyla yüzde (%) olarak belirlenmiştir.

**Ağırlık kaybı:** Ağırlık kaybı, bu amaçla ayrılan paketlenmiş pırasa örneklerinin her dönem tartılıp başlangıç ağırlığına kıyaslanması yoluyla belirlenmiştir. Tartımı yapılan örnekler bir sonraki dönem tartılmak üzere tekrar soğuk odaya yerleştirilmiştir. Depolama boyunca her dönem çıkarılan paketler 0.01g hassasiyetteki terazi ile ölçülmüş ve ağırlık kaybı % olarak hesaplanmıştır (Erbaş, 2023).

**Yalancı gövde sertliği:** Yalancı gövdenin (10 pırasada) beyaz ve hafif yeşilimsi kısımlarında iki sertlik ölçümü yapılmıştır. Ölçümler tekstür analiz cihazı (Lloyd-LF) ve 5 mm çapındaki paslanmaz silindirik prob (6 mm batırılmış) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Newton (N) cinsinden verilmiştir (Erbaş vd., 2024).

**Yalancı gövde rengi:** Renk değişimi renk ölçüm cihazı (Minolta, CR-300) ile saptanmıştır. Her bir pırasa diliminde, baş ve orta kısımdan iki ölçüm yapılmıştır. Sonuçlar  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ , değerleri cinsinden belirlenmiş ve buna göre kroma ( $C^*$ ) ve hue ( $h^\circ$ ) değerleri hesaplanmıştır (Erbaş ve Koyuncu, 2016).

**Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı:** Pırasa örneklerinin suyu katı meyve sıkacağı yardımıyla çıkartılmış ve SÇKM dijital refraktometre (Atago Pocket PAL-1) kullanılarak yüzde (%) olarak belirlenmiştir.

**Dış görünüş:** Pırasanın dış görünüşü, 5 eğitimli panelistten oluşan bir grup tarafından 1-9 hedonik skalası (1-4 puan: pazarlanamaz, 9 puan: çok iyi) kullanılarak değerlendirilmiştir. Panelistler pırasa dilimlerinin bütününde ve kesim yüzeylerindeki renk değişimi, solma-sararma, büzüşme ve gözle görülebilir mikroorganizma oluşumlarını dikkate alarak değerlendirme yapmışlardır (Erbaş ve Koyuncu, 2016).

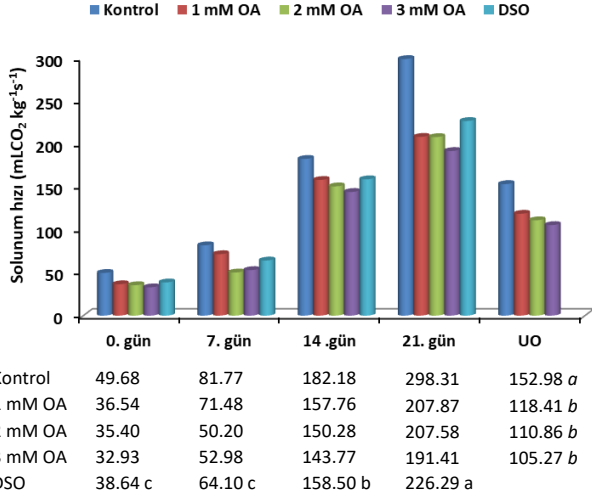
### 2.4. İstatistik analiz

Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve verilerin istatistik analizleri JMP 7 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Grup ortalamaları arasındaki farkların belirlenmesinde Tukey Testi kullanılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Solunum hızı

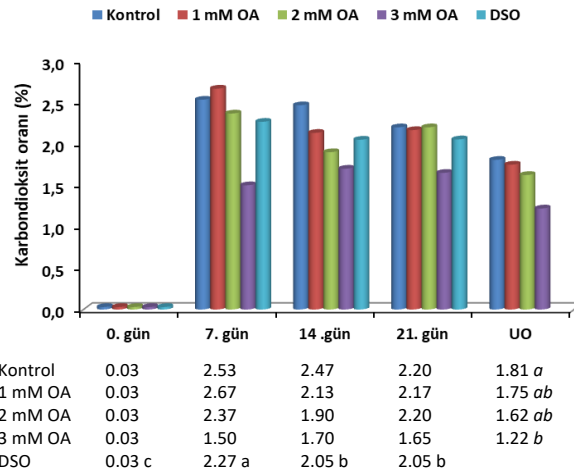
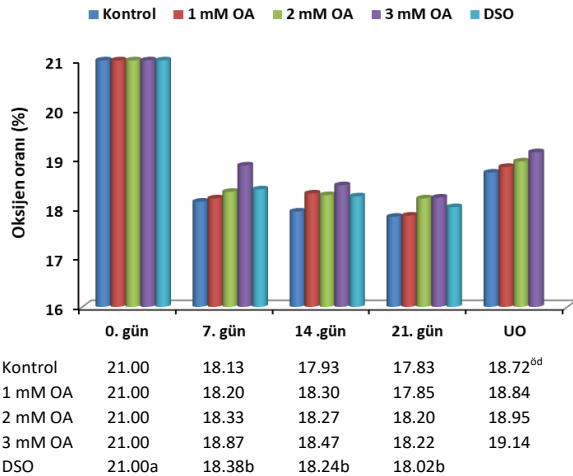
Solunum hızı bahçe ürünlerinde metabolik aktivitenin en önemli göstergesi olup, meyvelerin derim sonrası yaşam potansiyelini etkilemektedir. Genel olarak solunum hızı yüksek olan ürünlerin depolanma süreleri kısadır (Türk vd., 2017). Mevcut çalışmada minimal işlenmiş pırasaların solunum hızı üzerine OA uygulamaları ve muhafaza süresinin etkisi önemli ( $P < 0.05$ ) olmuştur (Şekil 1). Bütün uygulamalarda depolama boyunca solunum hızları artmış, ancak OA uygulamaları pırasaların solunum hızlarını önemli ölçüde baskılamıştır. Derim öncesi OA uygulamalarının solunum hızını azaltma etkisi derim anında görülmüş ve bu eğilim depolama boyunca devam etmiştir. Depolamanın 0. gününde OA uygulanan pırasaların solunum hızları  $32.93$  (3 mM) ile  $36.54$  (1 mM)  $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$  arasında değişirken, kontrolde bu değer  $49.68 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$  olarak saptanmıştır. Depolama süresince doz arttıkça OA'nın solunumu baskılama etkinliği artmıştır. Benzer şekilde Erbaş vd. (2024), taze kesilmiş pırasalarda OA dozları arttıkça soğukta depolama süresince solunum hızlarının daha fazla baskılandığını rapor etmişlerdir. Öte yandan OA uygulanmış erik (Erbaş ve Koyuncu, 2019) ve narlarda (Koyuncu vd., 2019) OA'nın depolama boyunca meyvelerin solunum hızlarını baskıladığı bildirilmiştir. OA'nın solunum hızını baskılaması, solunumda rol alan enzimlerin aktivitelerini yavaşlatmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Nitekim Serna-Escobano vd. (2021) OA'nın bahçe ürünlerinde solunumu yavaşlatmasını doğrudan meyvelerin metabolik aktivitelerini baskılamasıyla açıklamışlardır. Benzer şekilde Martinez-Espla vd. (2017), derim öncesi OA uygulanmasının kuşkonmazlarda olgunlaşma ve yaşlanma ile ilgili metabolik değişimleri hücresel düzeyde yavaşlatarak solunum hızını baskılamış olabileceğini kaydetmişlerdir.



**Şekil 1.** Derim öncesi OA uygulamalarının minimal işlenmiş pırasaların solunum hızı üzerine etkileri. DSO: Depolama süresi ortalamaları, UO: Uygulama ortalamaları. Küçük harfler depolama süreleri arasındaki farklılıkları, küçük italik harfler ise uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

### 3.2. Paket içi gaz bileşimi

MAP kullanarak yürütülen depolama çalışmalarında, ambalaj içi gaz bileşimindeki değişimin solunum hızı verileriyle uyumlu olması beklenir. Çalışmamızda paket içi O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki değişim solunum hızı verilerini doğrular niteliktedir (Şekil 1 ve Şekil 2). Depolama boyunca artan solunum hızına paralel olarak tüm uygulamalarda O<sub>2</sub> konsantrasyonları azalmıştır. Her ne kadar istatistik olarak önemli çıkmasa da solunum hızıyla uyumlu olarak en düşük ortalama O<sub>2</sub> oranı kontrol paketinde (% 18.72) bulunurken, en yüksek değer 3 mM OA uygulamasında (% 19.14) ölçülmüştür. Öte yandan en yüksek CO<sub>2</sub> oranı kontrol paketinde (% 1.81) elde edilirken, artan doza bağlı olarak paket içi % CO<sub>2</sub> değerleri (% 1.75, % 1.62 ve % 1.22) azalmıştır (Şekil 2). Bu sonuçlar derim öncesi OA uygulamalarının, depolama boyunca pırasalarda solunum hızını yavaşlattığını göstermektedir.



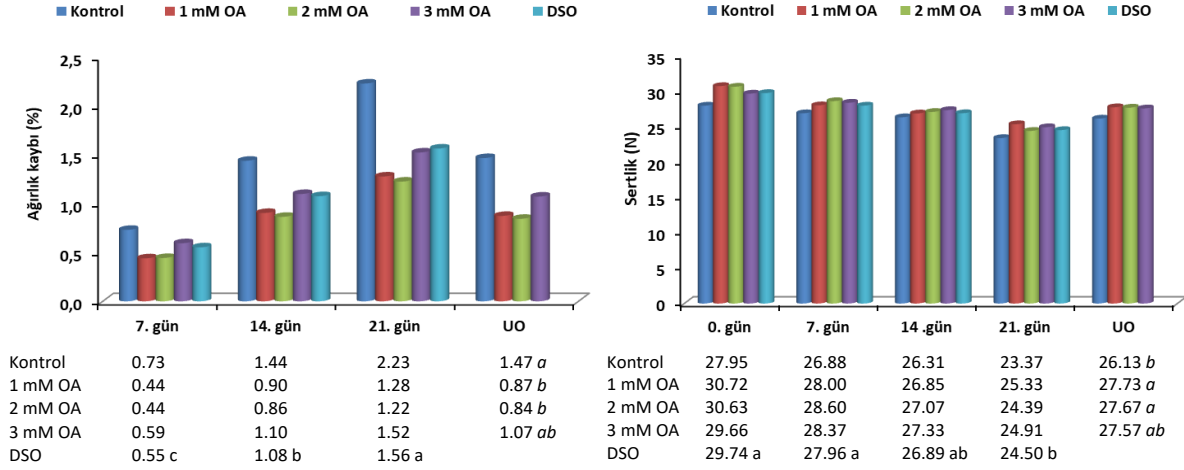
**Şekil 2.** Derim öncesi OA uygulamalarının minimal işlenmiş pırasaların MAP içi gaz oranları (% O<sub>2</sub> ve % CO<sub>2</sub>) üzerine etkileri. DSO: Depolama süresi ortalamaları, UO: Uygulama ortalamaları, öd: önemli değil. Küçük harfler depolama süreleri arasındaki farklılıkları, küçük italik harfler ise uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

OA uygulamalarının, bir stres faktörü olarak hücrede solunumla ilgili enzimlerin faaliyetlerini yavaşlatarak pırasalarda solunumu baskıladığı düşünülmektedir. Nitekim pırasalarda direnç sistemini etkileyen ya da üründe stres üreten değişik uygulamaların solunum hızını baskıladığı rapor edilmiştir (Gülal vd., 2022; Gülal ve Koyuncu, 2023; Erbaş vd., 2024).

### 3.3. Ağırlık kaybı

Minimal işlenmiş sebzelerde ağırlık kaybı su kaybı, solunum hızı ve bozulmayla yakından ilişkili olup, ciddi ekonomik kayıplara neden olan önemli bir derim sonrası kalite özelliğidir (Kader ve Yahia, 2011). Ağırlık kaybı hem doğrudan pazarlanacak ürün ağırlığını hem de su kaybına bağlı olarak dış görünüşü etkilediği için son derece önemlidir. Mevcut çalışmada derim öncesi OA uygulaması ve depolama süresinin minimal işlenmiş pırasada ağırlık kaybı üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur (Tablo 1). Tüm uygulamalarda zamana bağlı olarak ağırlık kayıpları düzenli olarak artmış, ancak OA uygulanmış örneklerde kayıp kontrol örneklerine kıyasla daha az olmuştur. Depolama sonunda kontrol örneklerinde % 2.23'lük bir ağırlık kaybı olurken, bunu sırasıyla 3 mM (% 1.52), 1 mM (% 1.28) ve 2 mM (% 1.22) OA uygulaması takip etmiştir. 1 mM (% 0.87) ve 2 mM (% 0.84) uygulamaları kontrol örneklerinden (% 1.47) istatistik olarak farklı bir grupta yer almıştır. Tüm örneklerde ağırlık kaybının düşük seviyelerde kalması pırasaların yalancı gövdelerinin katmanlar halinde oluşu ve ambalaj malzemesinin sınırlı su buharı geçirgenliğine sahip olmasıyla açıklanabilir. Nitekim pek çok farklı türlerle yürütülen çalışmalarda (Khan vd., 2013; Khaliq vd., 2019) modifiye atmosferin ağırlık kaybını azaltmadaki etkinliği rapor edilmiştir. Görüldüğü üzere derim öncesi OA uygulaması minimal işlenmiş pırasanın ağırlık kaybını azaltmada etkili olmuştur. OA'nın bahçe ürünlerinde depolama boyunca ağırlık kaybı üzerine olumlu etkisi, solunum hızını baskılayıcı etkisi ile açıklanabilir (Martinez-Espla vd., 2017;





**Şekil 3.** Derim öncesi OA uygulamalarının minimal işlenmiş pırasaların ağırlık kaybı (%) ve yalancı gövde sertliği (N) üzerine etkileri. DSO: Depolama süresi ortalamaları, UO: Uygulama ortalamaları. Küçük harfler depolama süreleri arasındaki farklılıkları, küçük italik harfler ise uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Garcia-Pastor vd., 2020). Bu çalışmada, solunum hızı ve paket içi gaz konsantrasyonlarına ilişkin bulgular da solunumla ilişkili ağırlık kaybını desteklemektedir (Şekil 1 ve Şekil 2). Diğer taraftan derim öncesi OA uygulamaları pırasada hücre bütünlüğü koruyarak yalancı gövdenin daha sıkı kalmasına ve buna bağlı olarak dokulardan su kaybının sınırlı olmasına neden olabilir. Keza Şekil 3'te görülebileceği gibi 1 ve 2 mM'lık uygulamalarda daha bariz olmak üzere, uygulama yapılmış pırasaların ortalama sertlik değerleri kontrol grubundan daha yüksek bulunmuştur. Derim anındaki sertlik değerlerindeki farklılıklar da bu görüşü doğrulamaktadır.

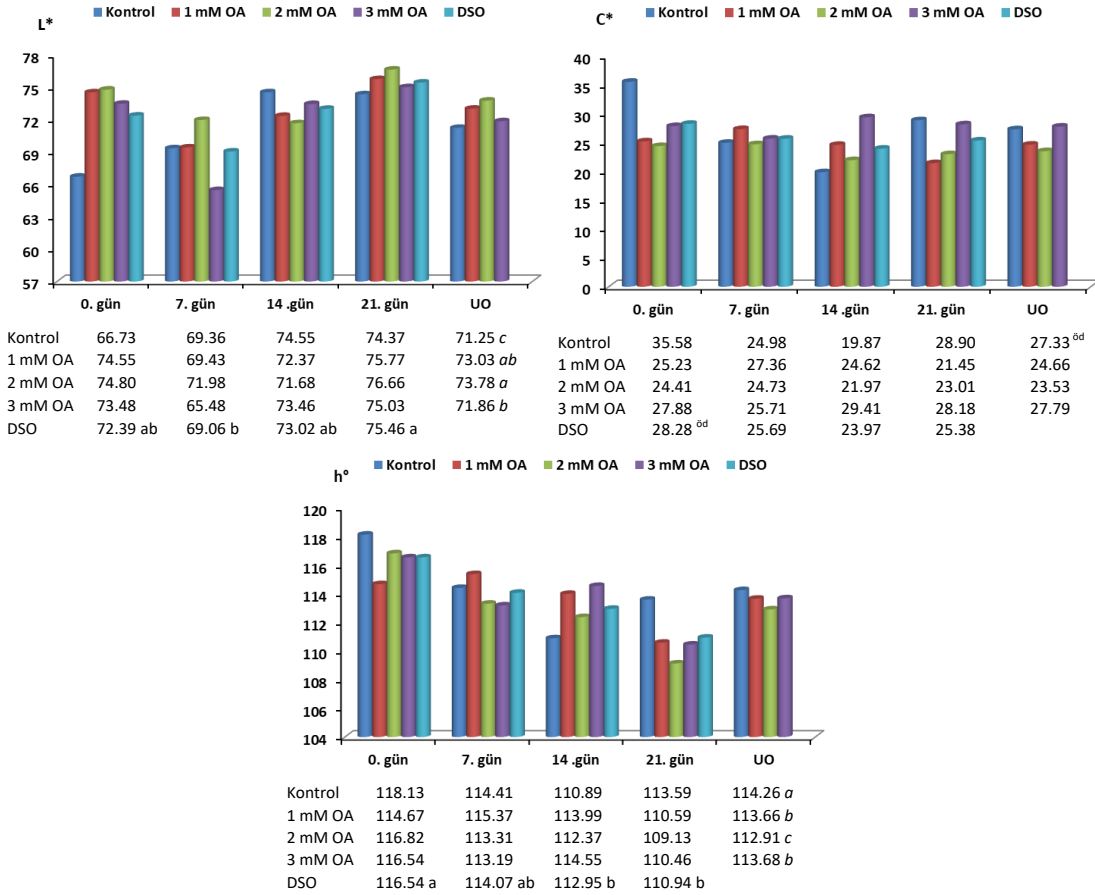
### 3.4. Yalancı gövde sertliği

Depolama boyunca meydana gelen sertlik kaybı, bahçe ürünlerinin pazarlanması sırasında karşılaşılan en önemli derim sonrası faktörlerden birisidir. Tüketiciler taze kesilmiş ya da minimal işlenmiş meyve ve sebzelerde işleme, paketlenme veya depolama süresince yumuşamanın belirli bir seviyenin altına inmesini istememektedir (Toivonen ve Brummell, 2008; Erbaş vd., 2024). Çalışmamızda, minimal işlenmiş pırasalarda depolama boyunca gövde sertliği (N) üzerine hem depolama süresi hem de OA uygulamalarının etkisi önemli ( $P < 0.05$ ) olmuştur (Tablo 1). Tüm uygulamalarda depolama süresince pırasa dilimlerinde gövde sertliği azalmıştır. Derim öncesi OA uygulamalarının sertlik üzerine olumlu etkisi depolama başlangıcında (derim anında) bile bariz olarak görülmüştür. Bu dönemde kontrol örneklerinde yalancı gövde sertliği 27.66 N iken, uygulama yapılan pırasalarda 29.66 N (3 mM) ile 30.72 N (1 mM) arasında değişmiştir. Market koşullarında 21 günlük depolama sonunda, sertlik değerleri azalmış ancak yine en sert pırasalar (25.33 N) 1 mM OA uygulanmış grupta bulunurken, en fazla yumuşama kontrol örneklerinde (23.37 N) saptanmıştır (Şekil 3). Derim öncesi OA uygulamasının pırasaların sertlik değeri üzerine olumlu

etkisi, pektin esteraz ve benzeri enzimlerin aktivitesini yavaşlatarak doku yumuşamasını geciktirmesiyle açıklanabilir. Niketim OA'nın enginar (Martinez-Espla vd., 2017), nar (Garcia-Pastor vd., 2020) ve limonda (Serna-Escolano vd., 2021) hücre bütünlüğünü koruyarak ve hücre duvarı bileşenlerinin hidrolizini yavaşlatarak meyvelerde sertlik kaybını yavaşlattığı rapor edilmiştir. Araştırmacılar derim öncesi OA uygulamasının, meyve sertliği üzerine pozitif etkisinin çalışmamızda olduğu gibi hem derim anında hem de depolama boyunca olabildiğini bildirmişlerdir. Derimden sonra bahçe ürünlerinde, artan solunum hızı nedeniyle yaşlanma ve olgunlaşma dahil olmak üzere çeşitli fizyolojik değişiklikler meydana gelir. Bu aşamada hücre duvarları işlevini kaybeder ve hücrenin dengesi bozulur (Batool vd., 2022). Dolayısıyla solunum hızını baskılayan ve doku bütünlüğünü koruyan OA ve benzeri uygulamaların, bahçe ürünlerinde derim sonrası kayıpların yavaşlatılması için kullanılması önem kazanmaktadır.

### 3.5. Yalancı gövde rengi

Minimal işlenmiş pırasalarda gövde rengi  $L^*$  ve hue ( $h^\circ$ ) değerleri üzerine hem depolama süresi hem de uygulamaların etkisi önemli ( $P < 0.05$ ) olurken, kroma ( $C^*$ ) değeri bu faktörlerden etkilenmemiştir (Tablo 1). Depolama sonunda başlangıca göre tüm uygulamalarda  $L^*$  değeri artarken,  $C^*$  ve  $h^\circ$  değerleri genellikle azalmıştır. Depolama sonunda en yüksek ortalama  $L^*$  değeri 2 mM'lık OA (76.66) uygulamasında saptanırken, bunu sırasıyla 1 mM OA (75.77), 3 mM OA (75.03) ve kontrol (74.37) uygulamaları takip etmiştir. Rengin parlaklığını ifade eden  $L^*$  değerinin OA uygulanmış pırasalarda yüksek olması uygulamaların ürün parlaklığını daha iyi koruduğunu göstermektedir (Şekil 4). Benze şekilde Erbaş vd. (2024) OA uygulamalarının pırasalarda depolama boyunca parlaklığı daha iyi muhafaza ettiğini bildirmişlerdir. Ortalama değerler incelendiğinde istatistik olarak önemli

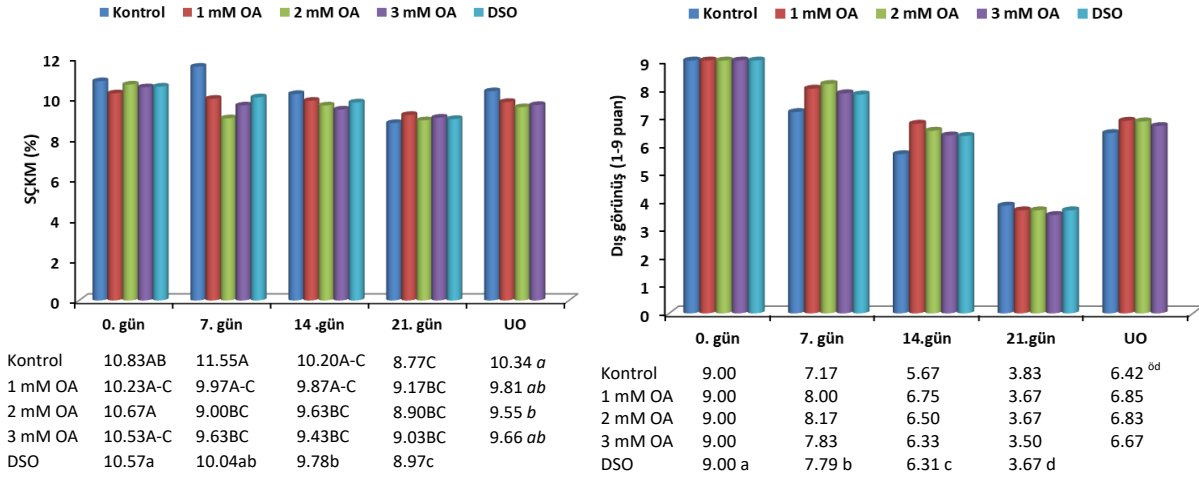


**Şekil 4.** Derim öncesi OA uygulamalarının minimal işlenmiş pırasaların renk değerleri (L\*, C\* ve h°) üzerine etkileri. DSO: Depolama süresi ortalamaları, UO: Uygulama ortalamaları, öd: Önemli değil. Küçük harfler depolama süreleri arasındaki farklılıkları, küçük italik harfler ise uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

olmasa da, en yüksek C\* değeri (27.79) 3 mM OA uygulanmış pırasalarda bulunurken bunu kontrol, (27.33) 1 mM (24.66) ve 2 mM (23.53) uygulaması takip etmiştir. Rengin canlılığını ifade eden C\* değeri rakamsal olarak arttıkça, ilgili ürünün rengindeki doygunluğun (canlılığın) da arttığı söylenebilir (Erbaş ve Koyuncu, 2016). Mevcut çalışmada C\* değerinin korunması bakımından 1 ve 2 mM OA uygulamalarının beklenen etkiyi vermediği söylenebilir (Şekil 4). Erbaş vd. (2024) OA uygulamalarının soğukta depolama boyunca pırasaların C\* değerini kontrole göre daha iyi koruduğunu, daha sıcak olan raf ömrü sürecinde ise bizim bulgularımıza benzer şekilde doza göre değişkenlik olduğunu rapor etmişlerdir. Diğer taraftan Güllal ve Koyuncu (2023) askorbik asit uygulanmış taze kesilmiş pırasalarda depolama sonunda C\* değerini kontrole göre daha düşük bulmuşlardır. Beklendiği gibi h° değerlerinin tüm uygulamalarda azalması pırasalarda yeşil rengin biraz azalması ve kısmen sararmanın görünür olmasını ifade etmektedir. Çalışmamızda renk parametrelerinin uygulama dozlarından farklı seviyelerde etkilendiği görülmektedir. Önceki yıllarda farklı ürünlerle yürütülen çalışmalarda OA uygulamalarının renk değişimini geciktirdiği kaydedilmiştir (Martinez-Espla vd., 2017; Erbaş ve Koyuncu, 2019; Koyuncu vd., 2019; Martinez-Espla vd., 2019).

### 3.6. Suda çözünür kuru madde miktarı

Minimal işlenmiş pırasalarda SÇKM miktarı üzerine uygulama, muhafaza süresi ve uygulama × muhafaza süresi interaksyonunun etkisi önemli ( $P < 0.05$ ) olmuştur (Tablo 1). Depolama süresince en fazla SÇKM değişimi kontrol örneklerinde (% 19.02) olurken, bunu sırasıyla 2 mM (% 16.59), 3 mM (% 14.25) ve 1 mM (% 10.36) uygulaması takip etmiştir. Benzer şekilde Erbaş vd. (2024) OA uygulanmış pırasalarda SÇKM içeriğinin soğukta depolama boyunca azaldığını saptamışlardır (Şekil 5). Diğer taraftan farklı uygulamalar yapıldıktan sonra taze kesilmiş olarak soğukta depolanan pırasalarda da SÇKM içeriği depolama boyunca azalmıştır (Tsouvaltzis vd., 2007; Kasım ve Kasım, 2018; Güllal ve Koyuncu, 2023). OA uygulanmış örnekler için kontrol grubunda SÇKM miktarının daha fazla azalması, bu pırasalarda solunum hızının daha yüksek (Şekil 1) olması ile açıklanabilir. MAP içerisinde depolanan pırasalarda derim sonrası su kaybı sınırlı olduğundan SÇKM oranındaki değişim büyük oranda solunum hızından etkilenmektedir. Pırasanın kimakterik bir tür olmaması nedeniyle derim sonrası bariz bir SÇKM birikiminden bahsedilemez. Bu durumda solunuma bağlı SÇKM azalması beklenen bir durumdur. Mevcut çalışmada



**Şekil 5.** Derim öncesi OA uygulamalarının minimal işlenmiş pırasaların SÇKM (%) değerleri ve dış görünüş puanları (1-9 puan) üzerine etkileri. DSO: Depolama süresi ortalamaları, UO: Uygulama ortalamaları, öd: Önemli değil. Küçük harfler depolama süreleri arasındaki farklılıkları, küçük italik harfler uygulamalar arasındaki farklılıkları, büyük harfler ise uygulama × depolama süresi etkileşimini göstermektedir.

**Tablo 1.** İncelenen kalite parametrelerine ait önemlilik dereceleri

Parametreler	Depolama süresi (DS)	Uygulamalar (U)	DS × U
Solunum hızı (mLCO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )	**	**	öd
MAP içi gaz oranları	O <sub>2</sub> (%)	Öd	öd
	CO <sub>2</sub> (%)	*	öd
Ağırlık kaybı (%)	**	*	öd
Sertlik (N)	**	*	öd
SÇKM (%)	**	*	*
Dış görünüş (1-9 puan)	**	Öd	öd
Yalancı gövde rengi	L*	*	öd
	C*	öd	öd
	h°	**	öd

\*\* : 0.01 düzeyinde önemli, \* 0.05 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

MAP'a bağlı olarak su kaybı % 1-2'ler seviyesinde olduğu için solunum hızına bağlı SÇKM azalması anlamlıdır.

### 3.7. Duyusal değerlendirmeler

Ürünlerin pazarlanması sırasında, tüketici beğenisini en fazla etkileyen faktörlerin başında dış görünüş gelmektedir. Dolayısıyla derim sonrası dönemde ürünlerin görsel kalitesini etkileyecek uygulamaların yapılması ve yaşlanma sürecinin geciktirilmesi önemlidir. Denemede minimal işlenmiş pırasaların dış görünüş puanları üzerine sadece depolama süresinin etkisi önemli ( $P < 0.05$ ) olmuştur (Tablo 1). Depolama boyunca tüm gruplarda dış görünüş puanları azalmış, ancak OA uygulanmış pırasalarda bu kayıplar 14. güne kadar daha sınırlı olmuştur. Depolamanın 14. gününde tüm gruplar pazarlanabilir seviyede kalmalarına ( $\geq 5$ ) rağmen en düşük puanı (5.67) kontrol örnekleri almıştır. Uygulama yapılan pırasaların bu dönemde dış görünüş puanları sırasıyla 6.75 (1 mM), 6.50 (2 mM) ve 6.33 (3 mM) olmuştur. Depolamanın 21. gününde uygulamaların etkisi ortadan kalkmış ve tüm gruplar pazarlanabilir seviyenin altında

puanlar almıştır. İstatistik olarak önemli bulunmasa da ortalama değerler bakımından yine en iyi dış görünüş puanını 1 mM OA uygulaması (6.85) alırken, bunu sırasıyla 2 mM (6.83), 3 mM (6.67) ve kontrol örnekleri (6.42) takip etmiştir (Şekil 5). Uygulama yapılan minimal işlenmiş pırasaların depolama boyunca daha iyi dış görünüş puanı alması, OA'nın metabolik aktiviteyi baskılamasıyla açıklanabilir. Keza bahçe ürünlerinde depolama boyunca metabolik aktivitenin göstergesi olan solunum hızı ve paket içi gaz bileşimi verileri bu görüşü doğrular niteliktedir (Şekil 1 ve Şekil 2). Benzer şekilde OA'nın enginar (Martinez-Espla vd., 2017), nar (Garcia-Pastor vd., 2020) ve limonda (Serna-Escolano vd., 2021) hücre duvarı yıkımını yavaşlatarak ürünlerde doku bütünlüğü ve sertlik yanında dış görünüşü de korudu rapor edilmiştir.

### 4. Sonuç

Derim öncesi OA uygulaması minimal işlenmiş pırasalarda depolama boyunca ağırlık kayıplarının azaltılması, yalancı gövde sertliğinin korunması ve solunum hızının baskılanması bakımından önemli olmuştur. Ayrıca istatistik olarak önemli olmasa da OA uygulamaları kontrol

örneklerine kıyasla depolama süresince pırasaların görsel kalitelerini daha iyi korumuştur. Derim öncesi OA uygulamasının sadece L\* renk değeri üzerine anlamlı bir etkisi olmuştur. Çalışmada derim öncesi OA uygulanmış pırasaların market koşullarında (12°C ve % 85-90 oransal nem) MAP içerisinde 14 gün başarılı bir şekilde depolanabileceği belirlenmiştir.

#### Yazar Katkı Oranları

Mehmet Ali Koyuncu: Araştırma, Metodoloji, Orijinal Taslak Yazımı

Derya Erbaş: Araştırma, Biçimsel Analiz, İnceleme ve Düzenleme, Görselleştirme

Hüsnü Ünlü: Araştırma, Metodoloji, Kaynak / Materyal / Malzeme Temini

Halime Ünlü: Araştırma, Metodoloji, Kaynak / Materyal / Malzeme Temini

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

#### Etik Kurul Onayı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz.

#### Kaynakça

- Altıkardeş, E., Koyuncu, M. A., & Erbaş, D. (2018). Hıyarlarda salisilik asit uygulaması ile depolama süresinin uzatılması ve kalite kayıplarının azaltılması. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(2), 143-150. <https://doi.org/10.29278/azd.476188>
- Barberis, A., Cefola, M., Pace, B., Azara, E., Spissu, Y., Serra, P. A., Logrieco, A.F., D'hallewin, G., & Fadda, A. (2019). Postharvest application of oxalic acid to preserve overall appearance and nutritional quality of fresh-cut green and purple asparagus during cold storage: A combined electrochemical and mass-spectrometry analysis approach. *Postharvest Biology and Technology*, 148, 158-167. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.10.016>
- Batool, M., Bashir, O., Amin, T., Wani, S. M., Masoodi, F. A., Jan, N., Bhat, A. A., & Gul, A. (2022). Effect of oxalic acid and salicylic acid treatments on the postharvest life of temperate grown apricot varieties (*Prunus armeniaca*) during controlled atmosphere storage. *Food Science and Technology International*, 28(7), 557-569. <https://doi.org/10.1177/10820132211032074>
- Bernaert, N., De Clercq, H., Van Bockstaele, E., De Loose, M., & Van Droogenbroeck, B. (2013). Antioxidant changes during postharvest processing and storage of leek (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*). *Postharvest Biology and Technology*, 86, 8-16. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.06.010>

- Cefola, M., & Pace, B. (2015). Application of oxalic acid to preserve the overall quality of rocket and baby spinach leaves during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 2523-2532. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12502>
- Çolakoğlu, F., Çolakoğlu, S., Künili, İ. E., Ormanci, H. B., Ertuğral, T. G., & Yüzgeç, U. (2022). Türkiye'de gıda güvenliği konusunda tüketicilerin bilinç düzeyinin belirlenmesi. *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi*, 4, 13-24.
- Erbaş, D. (2023). Effect of oxalic acid treatments and modified atmosphere packaging on the quality attributes of rocket leaves during different storage temperatures. *Horticulturae*, 9(6), 718. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9060718>
- Erbaş, D., & Koyuncu, M. A. (2016). 1-Metilsiklopropan uygulamasının Angeleno erik çeşidinin depolanma süresi ve kalitesi üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 43-50.
- Erbaş, D., & Koyuncu, M. A. (2019). The effects of postharvest putresin, nitric oxide, oxalic and salicylic acid treatments on the fruit quality of plum cv. Black Diamond during storage. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(4), 1830-1840. <https://doi.org/10.21597/jist.547181>
- Erbaş, D., Ünlü, H., Ünlü, H., & Koyuncu, M. A. (2024). Oxalic acid treatment delays quality loss and biochemical changes of minimally processed leeks during storage. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 65, 271-282. <https://doi.org/10.1007/s13580-023-00571-6>
- Gabrić, D., Barba, F., Roohinejad, S., Gharibzahedi, S. M. T., Radojčin, M., Putnik, P., & Bursać Kovačević, D. (2018). Pulsed electric fields as an alternative to thermal processing for preservation of nutritive and physicochemical properties of beverages: A review. *Journal of Food Process Engineering*, 41(1), e12638. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12638>
- Garcia-Pastor, M. E., Gimenez, M. J., Valverde, J. M., Guillen, F., Castillo, S., Martinez-Romero, D., Serrano, M., Valero, D., & Zapata, P. J. (2020). Preharvest application of oxalic acid improved pomegranate fruit yield, quality, and bioactive compounds at harvest in a concentration-dependent manner. *Agronomy*, 10(10), 1522. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101522>
- Golubkina, N., Seredin, T., Kriachko, T., & Caruso, G. (2019). Nutritional features of leek cultivars and effect of selenium-enriched leaves from goliath variety on bread physical, quality and antioxidant attributes. *Italian Journal of Food Science*, 31(2), 288-300. <https://doi.org/10.14674/IJFS-1277>
- Gülal, B., & Koyuncu, M. A. (2023). The effect of ascorbic acid treatment on the quality changes of fresh-cut leek during cold storage. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 134-144. <https://doi.org/10.33462/jotaf.1070629>
- Gülal, B., Koyuncu, M. A., & Kuleaşan, H. (2022). Suda ozon uygulanmış taze kesilmiş pırasada depolama boyunca mikrobiyolojik yük ve kalite değişimi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(3), 1201-1212. <https://doi.org/10.21597/jist.1069346>

- Hosseininezhad, B., Nader, M., Ramezani, A., Niakousari, M., & Mazloomi, S. M. (2023). A combination of modified atmosphere packaging and two chemical disinfectants: Effects on microbial, sensory, and physicochemical properties of raw ready-to-eat leek. *Food Science & Nutrition*, *11*(1), 148-156. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3047>
- Kader, A. A., & Yahia, E. M. (2011). Postharvest biology of tropical and subtropical fruits. In *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, *2011*, 79-11. <https://doi.org/10.1533/9780857093622.79>
- Kasım, R., & Kasım, M. U. (2018). The edible coating treatments on color quality fresh-cut leek during cold storage. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*, *72*(1), 29-36. <https://doi.org/10.55302/JAFES18721029k>
- Khaliq, G., Ramzan, M., & Baloch, A. H. (2019). Effect of Aloe vera gel coating enriched with *Fagonia indica* plant extract on physicochemical and antioxidant activity of sapodilla fruit during postharvest storage. *Food Chemistry*, *286*, 346-353. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.135>
- Khan, M. S., Zeb, A., Rahatullah, K., Ihsanullah, N. A., Ahmed, S., & Ahmed, S. (2013). Storage life extension of plum fruit with different colored packaging and storage temperatures. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, *7*(3), 86-93.
- Koyuncu, M. A., Erbas, D., Onursal, C. E., Secmen, T., Guneyli, A., & Sevinc Uzun, S. (2019). Postharvest treatments of salicylic acid, oxalic acid and putrescine influences bioactive compounds and quality of pomegranate during controlled atmosphere storage. *Journal of Food Science and Technology*, *56*(1), 350-359. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3495-1>
- Küçükbaşmacı Sabır, F. (2017). Minimal işlem görmüş ve diğer bahçe ürünlerinin depolanması, in: Türk, R, Tuna Güneş N, Erkan M, Koyuncu, MA (eds.), *Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması* (pp. 293-309) SOMTAD Yayınlar Ders Kitabı No: 1.
- Martinez-Espla, A., Garcia-Pastor, M. E., Zapata, P. J., Guillen, F., Serrano, M., Valero, D., & Girones-Vilaplana, A. (2017). Preharvest application of oxalic acid improves quality and phytochemical content of artichoke (*Cynara scolymus* L.) at harvest and during storage. *Food Chemistry*, *230*, 343-349. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.051>
- Martinez-Espla, A., Serrano, M., Martinez-Romero, D., Valero, D., & Zapata, P. J. (2019). Oxalic acid preharvest treatment increases antioxidant systems and improves plum quality at harvest and during postharvest storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *99*(1), 235-243. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9165>
- Niyaz, Ö. C., & Demirbaş, N. (2018). Food safety perceptions of fresh fruits and vegetables consumers. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, *15*(2), 36-44.
- Poojary, M. M., Putnik, P., Kovačević, D. B., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Dias, D. A., & Shpigelman, A. (2017). Stability and extraction of bioactive sulfur compounds from *Allium* genus processed by traditional and innovative technologies. *Journal of Food Composition and Analysis*, *61*, 28-39. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.04.007>
- Pourzand, A., Tajaddini, A., Pirouzpanah, S., Asghari-Jafarabadi, M., Samadi, N., Ostadrahimi, A. R., & Sanaat, Z. (2018). Erratum: associations between dietary allium vegetables and risk of breast cancer: A hospital-based matched case-control study. *Journal of Breast Cancer*, *21*(2), 231. <https://doi.org/10.4048/jbc.2018.21.2.231>
- Putnik, P., Gabrić, D., Roohinejad, S., Barba, F. J., Granato, D., Mallikarjunan, K., Lorenzo, J. M., & Kovačević, D. B. (2019). An overview of organosulfur compounds from *Allium* spp.: From processing and preservation to evaluation of their bioavailability, antimicrobial, and anti-inflammatory properties. *Food Chemistry*, *276*, 680-691. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.068>
- Ruiz-Jimenez, J. M., Zapata, P. J., Serrano, M., Valero, D., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Guillen, F. (2014). Effect of oxalic acid on quality attributes of artichokes stored at ambient temperature. *Postharvest Biology and Technology*, *95*, 60-63. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.03.015>
- Salk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S. (2008). *Special vegetable cultivation*. Onur Press, Türkiye.
- Serna-Escolano, V., Gimenez, M. J., Castillo, S., Valverde, J. M., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Serrano, M., Valero, D., & Zapata, P. J. (2021). Preharvest treatment with oxalic acid improves postharvest storage of lemon fruit by stimulation of the antioxidant system and phenolic content. *Antioxidants*, *10*(6), 963. <https://doi.org/10.3390/antiox10060963>
- Siddiqui, M. W., & Rahman, M. S. (2015). *Minimally processed foods: Technologies for safety, quality, and convenience*. Springer Cham., Switzerland.
- Suttirak, W., & Manurakchinnakorn, S. (2010). Potential application of ascorbic acid, citric acid and oxalic acid for browning inhibition in fresh-cut fruits and vegetables. *Walailak Journal of Science and Technology*, *7*(1), 5-14.
- Toivonen, P. M., & Brummell, D.A. (2008). Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, *48*(1), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.09.004>
- Tsouvaltzi, P., Gerasopoulos, D., & Siomos, A. S. (2007). Effects of base removal and heat treatment on visual and nutritional quality of minimally processed leeks. *Postharvest Biology and Technology*, *43*(1), 158-164. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.08.004>
- Türk, R., Tuna Güneş, N., Erkan, M., Koyuncu M. A. (2017). *Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazara hazırlanması*. SOMTAD Yayınlar Ders Kitabı No: 1, Antalya, Türkiye.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2024. Bitkisel üretim istatistikleri. Erişim tarihi: 03.04.2024 <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>

- Vandekinderen, I., Van Camp, J., Devlieghere, F., Ragaert, P., Veramme, K., Bernaert, N., Denon, Q., & De Meulenaer, B. (2009). Evaluation of the use of decontamination agents during fresh-cut leek processing and quantification of their effect on its total quality by means of a multidisciplinary approach. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *10*(3), 363-373. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.02.002>
- Yousuf, B., Qadri, O. S., & Srivastava, A. K. (2018). Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. *LWT - Food Science and Technology*, *89*, 198-209. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.051>

## Kırmızı Pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) ve Beyaz Pitaya (*Hylocereus undatus*) Türlerinin Fenolik Bileşenlerinin Belirlenmesi

Civan ÇELİK<sup>\*1</sup>, Ayşe Vildan PEPE<sup>2</sup>, Adnan Nurhan YILDIRIM<sup>2</sup>, Fatma YILDIRIM<sup>2</sup>

Ziraat Fakültesi Dergisi,  
Cilt 19, Sayı 1,  
Sayfa 48-54, 2024

Journal of the Faculty of Agriculture  
Volume 19, Issue 1,  
Page 48-54, 2024

**Öz:** Araştırmada, Muğla ilinin Seydikemer ilçesinde örtü altı yetiştiriciliği yapılan Vietnamsese White (et rengi beyaz) ve Siam Red pitaya (et rengi kırmızı) meyvelerinin fenolik bileşenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada çeşitlerin gallik asit, kateşin, klorojenik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, rutin ve kamferol gibi fenolik bileşenleri incelenmiştir. Çalışmada Siam Red çeşidinin gallik asit, klorojenik asit ve kafeik asit içeriklerinin Vietnamsese White çeşidinden sırasıyla %142.85, %332.50 ve %62.50 oranında daha yüksek olduğu saptanmıştır. P-kumarik asit ve rutin bileşenlerinde ise çeşitler arasında istatistiksel olarak bir fark saptanmamıştır. Araştırmada Vietnamsese White çeşidinde kateşin bileşeni tespit edilmezken, Siam Red çeşidinde bu bileşen 0.90 µg/g olarak saptanmıştır. Araştırmada Vietnamsese White çeşidinin Kamferol içeriğinin Siam Red çeşidinden %75 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada Muğla ilinin Seydikemer ilçesinde yetiştirilen kırmızı ve beyaz meyve etine sahip pitaya türlerinin fenolik bileşenleri ilk kez araştırılmış ve sonuçlar sunulmuştur. Araştırma sonucunda kırmızı meyve etine sahip pitaya türünün daha yüksek fenolik bileşen içerdiği saptanmıştır. Sonuç olarak tüketim açısından değerlendirildiğinde kırmızı meyve etine sahip pitaya türlerinin daha uygun olacağı ve araştırmada kullanılan pitaya türleri ile ilgili gelecekte yapılacak olan çalışmalar için bir kaynak niteliği taşıyacağını söylemek mümkündür.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan, ejder meyvesi, fenolik bileşikler, hylocereus, pitaya

## Determination of the Effect of Disc Harrow Disc Angle Change on Draft Power Requirement and Some Soil Physical Properties

**Abstract:** The aim of the research was to determine the phenolic components of Vietnamsese White (flesh white) and Siam Red pitaya (flesh color red) fruits grown under greenhouse cultivation in Seydikemer district of Muğla province. In the research, phenolic components of the varieties such as gallic acid, catechin, chlorogenic acid, caffeic acid, p-coumaric acid, routine and camperol were examined. In the study, it was determined that the Siam Red variety had higher gallic acid (142.85%), chlorogenic acid (332.50%) and caffeic acid (62.50%) contents than the Vietnamsese White variety. No statistical difference was detected in p-coumaric acid and routine components of varieties. In the research, while the catechin component was not detected in the Vietnamsese White variety, it was detected as 0.90 µg/g in the Siam Red variety. In the research, it was determined that the Kamferol content of the Vietnamsese White variety was 75% higher than the Siam Red variety. In this study, the phenolic components of pitaya species with red and white flesh grown in the Seydikemer district of Muğla province were investigated for the first time, and the results are presented. The research revealed that the pitaya species with red flesh contained higher phenolic components. Consequently, it can be said that pitaya species with red flesh would be more suitable for consumption, and this study could serve as a resource for future research on the pitaya species used in the study.

**Keywords:** Antioxidant, dragon fruit, phenolic compounds, hylocereus, pitaya

**\*Sorumlu yazar (Corresponding author)**  
civancelik@isparta.edu.tr

**Alınış (Received):** 25/04/2024  
**Kabul (Accepted):** 05/05/2024

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji  
Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye.

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,  
32260, Isparta, Türkiye.

## 1. Giriş

Pitaya, Caryophyllales takımının *Hylocereus* veya *Seleniurus* (*Cactaceae*) cinsine ait tropikal ve çok yıllık bir meyve türüdür. Meyve kabuğunun deriye benzer dokusu nedeniyle Pitaya, Orta Amerika'da pitaya roja, Meksika'da pitahaya ve Vietnam'da ejder meyvesi olarak bilinmektedir (Verona-Ruiz vd., 2020). *Hylocereus*'un dünyanın subtropik ve tropik bölgelerinde besin içeriği, iklim istekleri, adaptasyonu ve tüketici taleplerine bağlı olarak yetiştirilen çeşitli türleri bulunmaktadır. *H. Undatus*'un Kolombiya, Meksika ve Güney Amerika, (Jorge & Ferro, 1989), *H. megalanthus*'un Boliviya, Peru, Ekvador, Kolombiya ve Venezuela (Lim, 2012) son olarak *H. Polyrhizus*'ın ise Meksika orijinli olduğu bilinmektedir (Fouque, 1972; Perez-Arbelaez, 1990). Pitaya meyvesinin betalainler, yağ asitleri, terpenler ve steroller gibi besin içeriklerinin tür, yetiştirme koşulları ve iklime göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca B1, B2, B3, C vitamini, potasyum, sodyum, kalsiyum, fosfor ve demir gibi mineraller ve protein, yağ, karbonhidratlar, lif ve karotenler açısından da zengin olduğu bilinmektedir (Le Bellec vd., 2006). Buna ek olarak pitaya kabuklarının da toksinleri absorbe etme kapasitesinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Nurmahani vd., 2012; Ismail vd., 2017). Bunun yanı sıra pitaya meyvesinin fenolik bileşenler açısından zengin olduğu farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Gomez-Maqueo vd., 2020; Shen vd., 2020; Tang vd., 2021; Attar vd., 2022; Nishikito vd., 2023; Shah vd., 2023; Silva e Souza vd., 2023). Ayrıca araştırmalarda, fenolik bileşiklerin oksidatif streslere karşı koruma sağladığı (Kalt, 2005; Abang Zaidel vd., 2017) ve antimutagenik, antitümör ve antioksidan ajanlar olarak görev yaptığı da rapor edilmiştir (Nagai vd., 2003). Fenolikler, ağırlıklı olarak fenilpropanoid yoluyla fenilalanin'den türetilen bitki bileşenleridir (Booker & Miller, 1998). Önceki çalışmalar *H. undatus* ve *H. polyrhizus* türlerinin meyve etinde, kabuğuna kıyasla daha yüksek askorbik asit ve serbest radikalleri süpürücü etkiye sahip toplam fenolik asit içerdiği, ayrıca pitaya türlerinin antioksidan kapasitesinin, betalain, ve betalain türevlerinin ve fenolik bileşiklerin, asetil kumarin ve gallik asit düzeyiyle bağlantılı olduğu bildirilmiştir (Esquivel vd., 2007; Choo & Yong, 2011).

Pitaya birçok kullanım alanına sahip, ekonomik açıdan önemli bir bitkidir. Meyvesi çiğ olarak tüketilebilmekte veya işlenerek meyve suyu, şarap, krem veya tatlılara dönüştürülebilmektedir (Sofowora vd., 2013). Pitayada, son yıllarda iltihap (Zhao vd., 2018), kanser (Youn vd., 2019) ve diyabet (Swarup vd., 2010) tedavisinde araştırmalar yapılagelmiştir. Tüketiciler tarafından çok fazla bilinmeyen bu meyve türünün fenolik bileşik içeriklerinin belirlenmesi bu alanda eksik olan literatüre büyük katkı sağlayacaktır. Dolayısıyla çalışmamızda farklı meyve et renklerine sahip Vietnamese White (*H. undatus*)

ve Siam Red (*H. polyrhizus*) pitaya türlerine ait meyvelerin fenolik bileşenleri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

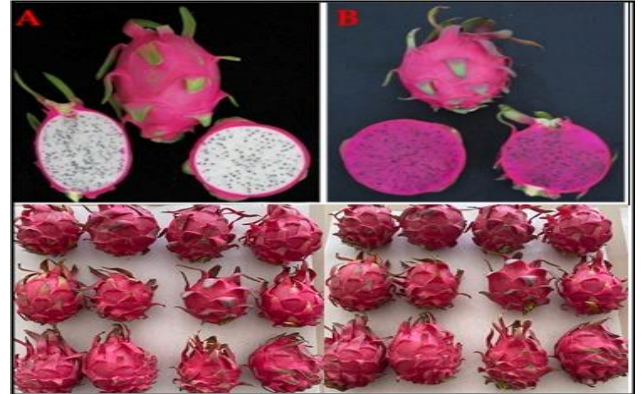
### 2. 1. Materyal

#### 2.1.1. Bitkisel materyal ve özellikleri

Bu çalışmada, Türkiye'nin Muğla ili Seydikemer ilçesinde örtü altında yetiştirilen Vietnamese White ve Siam Red çeşitlerine ait meyveler kullanılmıştır (Şekil 1). Meyveler ticari hasat zamanına göre toplanmış ve analizler üç tekerrürlü ve her tekerrürde 4 meyve olacak şekilde yürütülmüştür.

*Siam Red* (*H. polyrhizus*): Tayland güzeli olarak da bilinir. Çok hızlı gelişim göstermektedir. Meyve kabuk rengi kırmızı olup, dış kısmı kırmızı pullarla kaplıdır. Meyve eti de koyu kırmızıdır. Meyveleri genellikle 230-340 g ağırlığındadır (Anonim, 2024).

*Vietnamese White* (*H. undatus*): İlkbaharın sonlarında erken dönemde ortaya çıkan büyük ve kokulu çiçekleri vardır. Diğer türlere göre daha çabuk gelişip ve daha erken meyve verir. Bu özelliğinden dolayı üreticiler tarafından en çok tercih edilen türlerdendir. Meyve kabuk rengi pembemsi, dış kısmı kırmızı ve yeşil pullarla kaplıdır. Meyve eti beyazdır (Anonim, 2024).



Şekil 1. A) Vietnamese white; B) Siam Red

Meyvelerin fenolik bileşen içeriklerinin belirlenmesinde Artık vd. (1998)'nin belirlediği ekstraksiyon yöntemi kullanılmış ve okumalar HPLC aracılığıyla yapılmıştır. Çalışmada meyvelerde gallik asit, kateşin, klorojenik asit, cafeic asit, p-cumaric asit, rutin ve kamferol bileşenleri incelenmiştir. Sonuçlar µg/g olarak ifade edilmiştir. Çalışmada kullanılan Shimadzu Marka HPLC cihazının özellikleri Tablo 1'de, Gradient programı ise Şekil 2' de sunulmuştur. Elde edilen veriler MİNİTAB paket programı kullanılarak analiz edilmiş olup, önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma testine (p≤0.05) göre belirlenmiş ve farklı harfler ile gösterilmiştir.



**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan Shimadzu Marka HPLC cihazının özellikleri

Dedektör	SPD-M 10A vp DAD dedektör ( $\lambda_{max}=278nm$ )
Auto sampler	SIL-10AD vp
System controller	SCL-10Avp
Pump	LC-10ADvp
Degasser	DGU- 14A
Column oven	CTO-10Avp
Kolon	Agilent Eclipse XDB-C18 (250x4,60 mm) 5 mikron
Mobil faz	A: %3 asetik asit, B: Metanol
Akış Hızı	0.8 mL dakika <sup>-1</sup>
Kolon sıcaklığı	30°C
Enjeksiyon hacmi	20 mikrolitre

Time	Module	Action	Value
1	0.01	Controller	Start
2	0.10	Pumps	Pump B Conc. 7
3	20.00	Pumps	Pump B Conc. 28
4	28.00	Pumps	Pump B Conc. 25
5	35.00	Pumps	Pump B Conc. 30
6	50.00	Pumps	Pump B Conc. 30
7	60.00	Pumps	Pump B Conc. 33
8	62.00	Pumps	Pump B Conc. 42
9	70.00	Pumps	Pump B Conc. 50
10	73.00	Pumps	Pump B Conc. 70
11	75.00	Pumps	Pump B Conc. 80
12	80.00	Pumps	Pump B Conc. 100
13	81.00	Pumps	Pump B Conc. 7
14	90.00	Controller	Stop

**Şekil 2.** Çalışmada kullanılan Gradient programı

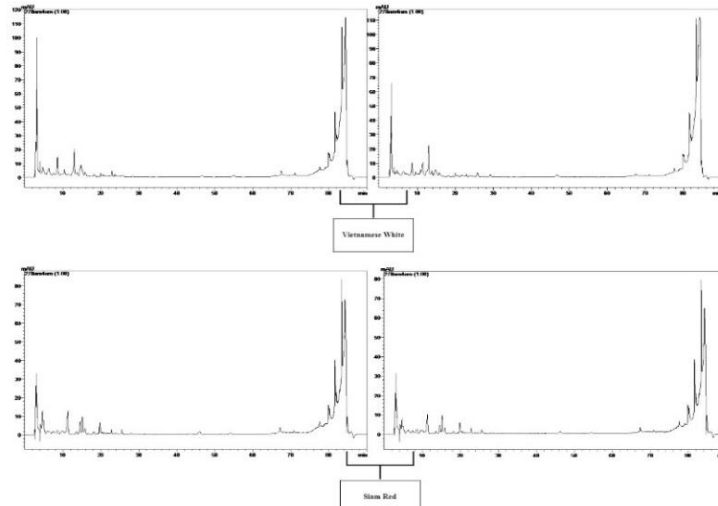
## 2. 2. Yöntem

### 2.2.1. İstatistik analizler ve değerlendirme

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrür ve her tekerrürde 3 ağaç olacak şekilde planlanmıştır. Elde edilen veriler MİNİTAB paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş olup, önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma testine ( $p \leq 0.05$ ) göre belirlenmiş ve farklı harfler ile gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Vietnamese White ve Siam Red pitaya meyvelerinin fenolik bileşen içerikleri ( $\mu g/g$ )

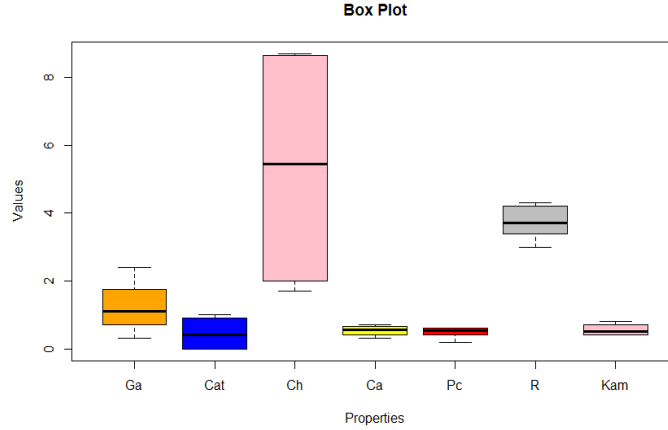
	Gallik asit	Kateşin	Klorojenik asit	Kafeik asit	p-kumarik asit	Rutin	Kamferol
Siam Red	1.70a*	0.90	8.65a	0.65a	0.55	3.80	0.40b
Vietnamese White	0.70b	**TE	2.00b	0.40b	0.40	3.65	0.70a

**Şekil 3.** Çalışmada incelenen fenolik bileşenlerin HPLC'de elde edilen kromatogram görüntüleri

## 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada Vietnamese White ve Siam Red pitaya meyvelerinde yürütülen fenolik bileşen analiz sonuçları Tablo 2'de, HPLC'de elde edilen kromatogram görüntüleri ise Şekil 3'te sunulmuştur. Kırmızı meyve etine sahip Siam Red'in beyaz meyve etine sahip Vietnamese White'ten daha yüksek gallik asit (%142.85 oranında), klorojenik asit (%332.50 oranında) ve kafeik asit (%62.50 oranında) içerdiği ve çeşitler arasında ortaya çıkan farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ( $p \leq 0.05$ ) belirlenmiştir. P-kumarik asit ve rutin bileşenlerinde ortaya çıkan fark istatistiksel olarak önemli olmasa da yine kırmızı meyve etine sahip Siam Red çeşidinin değerlerinin daha yüksek olduğunu söylemek mümkündür. Araştırmada beyaz meyve etine sahip Vietnamese White çeşidinde kateşin bileşeni tespit edilmezken, kırmızı meyve etine sahip Siam Red çeşidinde ise kateşin içeriği  $0.90 \mu g/g$  olarak saptanmıştır. Araştırmada kamferol içeriğinin beyaz meyve etine sahip Vietnamese White çeşidinin ( $0.70 \mu g/g$ ) kırmızı meyve etine sahip Siam Red çeşidinden ( $0.40 \mu g/g$ ) %75 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Pitaya meyvelerinde yürütülen fenolik bileşen analiz sonuçlarının gruplara göre dağılımı Şekil 4'te sunulmuştur. Kırmızı ve beyaz meyve etine sahip pitaya çeşitlerinde en geniş fenolik bileşen dağılımı klorojenik asit'te tespit edilmiştir. En dar aralıklar ise kafeik asit, p-kumarik asit ve kamferol bileşenlerinde saptanmıştır. Medyan çizgilerine göre değerlendirildiğinde iki pitaya çeşidine ait kateşin, kafeik asit, p-kumarik asit ve kamferol bileşenlerinin medyanlarının birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Gallik asit, klorojenik asit ve rutin bileşenlerinde ise çeşitler arasında farklılıkların olduğu saptanmıştır.



Şekil 4. Vietnamese White ve Siam Red pitaya meyvelerinin fenolik bileşen içeriklerine ait Box Plot dağılımı

Polifenoller bitki dünyasında, özellikle meyve ve sebzelerde sekonder metabolitler olarak yer almaktadır. Polifenoller, en az iki fenil halkası ve bir veya daha fazla hidroksil grubu ile karakterize edilen ve iyi bilinen bir fenolik sistem grubudur. Bitki dünyasında yaygın olarak bulunan 10.000'e yakın farklı fenolik yapı olduğu bilinmektedir (Crozier vd., 2009; Coppo & Marchese, 2014). Önceki çalışmalarda pitaya meyvesinin farklı sağlık sorunlarına fayda sağlayabileceğini ve analjezik, antioksidan, anti-diyabetik, anti-kanser, kardiyokoruyucu, karaciğer koruyucu ve nöroprotektif olarak çalışabileceği rapor edilmiştir (Shafie, 2012; Akhiruddin, 2013; Fadlilah, 2020). Pitaya meyvesinin fenolik bileşenler bakımından zengin olduğu bilinmektedir. Nitekim Tang vd. (2021) pitaya meyvesinde 37 adet fenolik bileşen tanımladıklarını ve klorojenik asit, kafeik asit, ferulik asit ve rutin bileşenlerinin ana bileşenler olduklarını saptamışlardır. Araştırmacılar klorojenik asitin 19.14–19.45 mg/kg, ferulik asitin 10.72–25.04 mg/kg, p-kumarik asitin 8.62–16.29 mg/kg ve kafeik asitin 5.44–57.03 mg/kg ve rutin 11.58–11.93 mg/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Attar vd. (2022) kırmızı ve beyaz pitaya türlerinde yapmış oldukları fenolik bileşen analizi sonucunda gallik asit miktarlarının sırasıyla 0.17 ve 0.16 mg/100 g, kafeik asit miktarının 0.13 ve 0.12 mg/100 g, p-kumarik asit miktarının 0.16 ve 0.16 mg/100 g ve kamferol miktarının ise 0.21 ve 0.26 mg/100 g olduğunu belirlemişlerdir. Jamilah vd. (2011) *Hylocereus* türlerinde 100 g kuru ağırlık başına 150.46 mg fenolik bileşik (betalainler, gallik asit ve betasiyaninler) olduğunu bildirmişlerdir. Esquivel vd. (2007), gallik asidin araştırmada inceledikleri tüm pitaya türlerinde yer aldığını, 'Rosa' çeşidinde daha yüksek, 'Orejona' çeşidinde ise en düşük miktarda bulunduğunu belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar, gallik asidin ilk kez pitaya meyvelerinde tanımlandığını ve fenolik profillerin genellikle türler arasında farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Adnan vd. (2011) tarafından pitaya tohumlarında kateşin, epikateşin, kuarsetin, mirisetin, kaempferol ve rutin gibi çeşitli flavonoidler tespit edilmiş ve miktarları belirlenmiştir.

Araştırmacılar sırasıyla kateşin (3.60 mg/g), kuarsetin (1.31 mg/g) ve mirisetin (0.63 mg/g) başlıca flavonoidler olduğunu bildirmişlerdir. Tenore vd. (2012), kırmızı pitaya meyvelerinin gallik asit, pirokateünik, vanilik asit, kafeik asit ve p-kumarik asit içerdiğini saptamışlardır. Başka bir çalışmada Lim vd. (2010), kırmızı pitaya meyvelerinin et ve kabuklarındaki p-kumarik asit, siringik asit, kafeik asit, vanilik asit, pirokateünik ve gallik asidin sırasıyla, 0.78 mg/100 g, 0.08 mg/100 g, 0.08 mg/100 g, 0.64 mg/100 g, 0.93 mg/100 g ve 0.25 mg/100 g olduğunu bildirmişlerdir. Berk vd. (2022) beyaz meyve etine sahip pitaya türünün rutin içeriğinin 1.28 mg/kg, kırmızı meyve etine sahip pitaya türünün ise 2.99 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Hua vd. (2018), kırmızı meyve etine sahip pitaya türlerinin, beyaz meyve etine sahip pitaya türlerinden daha yüksek fenolik madde içerdiğini belirlemişlerdir. Benzer şekilde birçok çalışmada, kırmızı meyve etine sahip pitaya türlerinin, beyaz meyve etine sahip türlerden daha yüksek fenolik bileşen (kuarsetin, gallik asit, vanilik asit, rutin, siringik asit vs.) içerdiği rapor edilmiştir (Kim vd., 2011; Moo-Huckin vd., 2014; Fernandes vd., 2016; Bento-Silva vd., 2018; Morais vd., 2019; Abirami vd., 2021; Arivalagan vd., 2021; Chen vd., 2021; Muksin vd., 2021; Saenjum vd., 2021; Zitha vd., 2022; Sahu vd., 2022). Araştırmamızda da kırmızı pitaya türünün beyaz pitaya türü ile karşılaştırıldığında nispeten daha yüksek fenolik bileşen içerdiği ancak önceki çalışmalar ile miktarsal farklılıkların olduğu saptanmıştır. Franke vd. (2004) ve Wall (2006) fenolik bileşenlerin bitki türüne, yetiştirme tekniğine, ekolojik faktörlere, muhafaza koşullarına, kültürel işlemlere göre değişebildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, kırmızı meyve etine sahip pitaya türlerinin, beyaz meyve etine sahip türlerden daha fazla fenolik bileşen içermesini, betasiyanin içeren betalain bileşeninden kaynaklı olabileceğini bildirmişlerdir (Esquivel vd., 2007). Nitekim Muğla ili Seydikemer ilçesinde örtü altında yetiştirilen kırmızı meyve etine sahip Siam Red çeşidinin daha yüksek fenolik bileşen içerdiği ve araştırmamızın bulgularının önceki çalışmalar ile uyum sağladığı sonucuna varılmıştır.

#### 4. Sonuç

Pitaya görünümü, şekli ve rengiyle oldukça ilgi çekici bir meyve türüdür. Son yıllarda artan tüketiminin yanı sıra kozmetik, farmakoloji ve gıda sanayisi gibi alanlarda kullanımının arttığı dikkati çekmektedir. Pitaya meyvesine yönelik artan talep göz önüne alındığında, besin açısından zengin, tüketici beğenisi yüksek ve subtropik iklim koşullarına iyi adapte olabilme yeteneğinden dolayı ülkemizin uygun iklim koşullarına sahip bölgelerinde yetiştiriciliğinin arttığı bilinmektedir. Farklı kabuk ve meyve et renklerine sahip pitaya türlerinin (kırmızı, beyaz ve sarı) farklı çeşitlerini içeren yeteri kadar araştırmanın olmadığı açıkça görülmektedir. Pitaya türünde tüketici taleplerini karşılamak için, tropik bölgeler dışında diğer bölgelere de adapte olabilecek ve özellikle besin içeriği ve verim açısından zengin yeni çeşitlerin yetiştiriciliğinin yapılabilmesi ile ilgili daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada Muğla ilinin Seydikemer ilçesinde yetiştirilen kırmızı ve beyaz meyve etine sahip pitaya türlerinin fenolik bileşenleri ilk kez araştırılmış ve sonuçlar sunulmuştur. Araştırma sonucunda kırmızı meyve etine sahip pitaya türünün daha yüksek fenolik bileşen içerdiği saptanmıştır. Sonuç olarak tüketim açısından değerlendirildiğinde kırmızı meyve etine sahip pitaya türlerinin daha uygun olacağı ve araştırmada kullanılan pitaya türleri ile ilgili gelecekte yapılacak olan çalışmalar için bir kaynak niteliği taşıyacağını söylemek mümkündür.

#### Yazar Katkı Oranları

Yazarlar bu çalışmanın hazırlanmasında eşit derecede katkı sunmuşlardır.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir çıkar çatışması beyanımız bulunmadığını bildiririz.

#### Etik Kurul Onayı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz.

#### Kaynakça

Abang Zaidel, D. N., Md Rashid, J., Hamidon, N. H., Md Salleh, L. & Mohd Kassim, A. S. (2017). Extraction and characterisation of pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels. *Chemical Engineering Transactions*, 56, 805-810. <https://doi.org/10.3303/CET1756135>

Abirami, K., Swain, S., Baskaran, V., Venkatesan, K., Sakthivel, K. & Bommayasamy, N. (2021). Distinguishing three Dragon fruit (*Hylocereus* spp.) species grown in Andaman and Nicobar Islands of India using morphological, biochemical and molecular traits. *Scientific Reports*, 11, 1-14.

Adnan, L., Osman, A. & Abdul Hamid, A. (2011). Antioxidant activity of different extracts of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) seed. *International Journal of Food Properties*, 14(6), 1171-1181. <https://doi.org/10.1080/10942911003592787>

Akhiruddin, M. A. S. (2013). Nutritional Composition, Antioxidant Properties of Hylocereus Polyrhizus Powder and Their Effects on Plasma Glucose Level and Lipid Profiles in Diabetic Rats and Prediabeti Subjects (Doctoral dissertation, Universiti Putra Malaysia).

Anonim, 2024. <http://www.tropicalfruitnursery.com/dragon/>. (Erişim tarihi: 19.02.2024)

Arivalagan, M., Karunakaran, G., Roy, T.K, Dinsha, M., Sindhu, B.C., Shilpashree, V.M., Satisha, G.C. & Shivashankara, K.S. (2021). Biochemical and nutritional characterization of dragon fruit (*Hylocereus species*). *Food Chemistry*, 353, 607-607. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129426>

Artik, N., Murakami, H. & Mori, T. (1998). Determination of phenolic compounds in pomegranate juice by using HPLC.

Attar, Ş. H., Gündeşli, M. A., Urün, I., Kafkas, S., Kafkas, N. E., Ercisli, S. & Adamkova, A. (2022). Nutritional analysis of red-purple and white-fleshed pitaya (*Hylocereus*) species. *Molecules*, 27(3), 808. <https://doi.org/10.3390/molecules27030808>

Bento-Silva, A., Patto, M. C. V. & do Rosário Bronze, M. (2018). Relevance, structure and analysis of ferulic acid in maize cell walls. *Food Chemistry*, 246, 360-378. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.012>

Berk, S. K., Tas, A. & Gündoğdu, M. (2022). Determination of the biochemical contents of white and red fruit pitaya (*Hylocereus* sp.) fruit species. *Agribalkan*, 489.

Booker, F. L. & Miller, J. E. (1998). Phenylpropanoid metabolism and phenolic composition of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] leaves following exposure to ozone. *Journal of Experimental Botany*, 49(324), 1191-1202. <https://doi.org/10.1093/jxb/49.324.1191>

Chen, R., Luo, S., Wang, C., Bai, H., Lu, J., Tian, L. & Sun, H. (2021). Effects of ultra-high pressure enzyme extraction on characteristics and functional properties of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel pectic polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 121, 107016. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107016>

Choo, W. S. & Yong, W. K. (2011). Antioxidant properties of two species of *Hylocereus* fruits. *Advances in Applied Science Research*, 2(3), 418-425.

Coppo, E. & Marchese, A. (2014). Antibacterial activity of polyphenols. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 15(4), 380-390.

Crozier, A., Jaganath, I. B. & Clifford, M. N. (2009). Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. *Natural Product Reports*, 26(8), 1001-1043.

Esquivel, P., Stintzing, F. C. & Carle, R. (2007). Phenolic compound profiles and their corresponding antioxidant

- capacity of purple pitaya (*Hylocereus* sp.) genotypes. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 62(9-10), 636-644. <https://doi.org/10.1515/znc-2007-9-1003>
- Fadlilah, S. I. T. I., Sucipto, A., Khasanah, F., Setiawan, D. & Rahil, N. H. (2020). Dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) effectively reduces fasting blood sugar levels and blood pressure on excessive nutritional status. *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*, 14, 1405-1412.
- Fernandes, F. H. A. & Salgado, H. R. N. (2016). Gallic acid: review of the methods of determination and quantification. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 46(3), 257-265. <https://doi.org/10.1080/10408347.2015.1095064>
- Fouqué, A. (1972). Espèces fruitières d'Amérique tropicale. *Fruits*, 27(3), 200-218.
- Franke, A. A., Custer, L. J., Arakaki, C. & Murphy, S. P. (2004). Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17(1), 1-35. [https://doi.org/10.1016/S0889-1575\(03\)00066-8](https://doi.org/10.1016/S0889-1575(03)00066-8)
- Gómez-Maqueo, A., Escobedo-Avellaneda, Z. & Welte-Chanes, J. (2020). Phenolic compounds in mesoamerican fruits—Characterization, health potential and processing with innovative technologies. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(21), 8357. <https://doi.org/10.3390/ijms21218357>
- Hua, Q., Chen, C., Zur, N. T., Wang, H., Wu, J., Chen, J. & Qin, Y. (2018). Metabolomic characterization of pitaya fruit from three red-skinned cultivars with different pulp colors. *Plant Physiology and Biochemistry*, 126, 117-125. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.02.027>
- Ismail, O. M., Abdel-Aziz, M. S., Ghareeb, M. A. & Hassan, R. Y. (2017). Exploring the biological activities of the *Hylocereus polyrhizus* extract. *Journal of Innovations in Pharmaceutical and Biological Sciences*, 4(1), 1-6.
- Jamilah, B., Shu, C. E., Kharidah, M., Dzulkily, M. A. & Noranizan, A. (2011). Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. *International Food Research Journal*, 18(1).
- Jorge, L. I. F. & Ferro, V. D. O. (1989). Aspectos anatomicos e fitoquímicos de *Hylocereus undatus* (haworth) britton e rose. *Revista de Farmacia e Bioquímica da Universidade de Sao Paulo*, 25(2), 123-36.
- Kalt, W. (2005). Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of Food Science*, 70(1), R11-R19. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09053.x>
- Kim, H., Choi, H. K., Moon, J. Y., Kim, Y. S., Mosaddik, A. & Cho, S. K. (2011). Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. *Journal of Food Science*, 76(1), C38-C45. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01908.x>
- Le Bellec, F., Vaillant, F. & Imbert, E. (2006). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *Fruits*, 61(4), 237-250. <https://doi.org/10.1051/fruits:2006021>
- Lim, H. K., Tan, C. P., Karim, R., Ariffin, A. A. & Bakar, J. (2010). Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus cacti* seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. *Food Chemistry*, 119(4), 1326-1331. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.002>
- Lim, T. K. (2012). *Edible medicinal and non-medicinal plants* (Vol. 1, pp. 656-687). Dordrecht, The Netherlands Springer.
- Moo-Huchin, V. M., Estrada-Mota, I., Estrada-León, R., Cuevas-Glory, L., Ortiz-Vázquez, E., y Vargas, M. D. L. V. & Sauri-Duch, E. (2014). Determination of some physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of tropical fruits from Yucatan, Mexico. *Food Chemistry*, 152, 508-515. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.013>
- Morais, S. G. G., Borges, G. D. S. C., dos Santos Lima, M., Martín-Belloso, O. & Magnani, M. (2019). Effects of probiotics on the content and bioaccessibility of phenolic compounds in red pitaya pulp. *Food Research International*, 126, 108681. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108681>
- Muksin, Y.D. & Bahri, S. (2021). Exploring the phytochemical and antioxidant potential of *hylocereus polyrhizus* peel extract using biochemical approach. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 913, No. 1, p. 012076). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/913/1/012076>
- Nagai, T., Inoue, R., Inoue, H. & Suzuki, N. (2003). Preparation and antioxidant properties of water extract of propolis. *Food Chemistry*, 80(1), 29-33. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00231-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00231-5)
- Nishikito, D. F., Borges, A. C. A., Laurindo, L. F., Otoboni, A. M. B., Direito, R., Goulart, R. D. A. & Barbalho, S. M. (2023). Anti-inflammatory, antioxidant, and other health effects of dragon fruit and potential delivery systems for its bioactive compounds. *Pharmaceutics*, 15(1), 159. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15010159>
- Nurmahani, M. M., Osman, A., Hamid, A. A., Ghazali, F. M. & Dek, M. S. (2012). Antibacterial property of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* peel extracts. *International Food Research Journal*, 19(1).
- Pérez-Arbeláez, E. (1990). *Plantas Útiles de Colombia*; Hugo, V., Ed.; Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis: Medellín, Colombia, p. 184. <https://doi.org/10.3390/ijms241813986>
- Saenjum, C., Pattananandecha, T. & Nakagawa, K. (2021). Antioxidative and anti-inflammatory phytochemicals and related stable paramagnetic species in different parts of dragon fruit. *Molecules*, 26(12), 3565. <https://doi.org/10.3390/molecules26123565>
- Sahu, A., Kishore, K., Dash, S. N., Sahoo, S. C., Nayak, R. K. & Barik, S. (2022). Calcium nutrition influencing yield and fruit quality of dragon fruit. *Indian Journal of Horticulture*, 79(3), 317-322. <http://dx.doi.org/10.5958/0974-0112.2022.00043.3>
- Shafie, S. R. (2012). *Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Spray Pitaya Powder (Hylocereus Polyrhizus)*

[Weber] Briton & Rose) and Its Supplementation Effects on Selected Biomarkers in Normocholesterolemic Subjects (Doctoral dissertation, Universiti Putra Malaysia).

- Shah, K., Chen, J., Chen, J. & Qin, Y. (2023). Pitaya nutrition, biology, and biotechnology: a review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(18), 13986. <https://doi.org/10.3390/ijms241813986>
- Shen, Y., Zheng, L., Gou, M., Xia, T., Li, W., Song, X. & Jiang, H. (2020). Characteristics of pitaya after radio frequency treating: Structure, phenolic compounds, antioxidant, and antiproliferative activity. *Food and Bioprocess Technology*, 13, 180-186.
- Silva e Souza, C., Anunciação, P. C., Della Lucia, C. M., Rodrigues das Dôres, R. G., de M. Milagres, R. C. R. & Pinheiro Sant'Ana, H. M. (2023). A comparison of the biometric characteristics, physicochemical composition, mineral elements, nutrients, and bioactive compounds of *Hylocereus undatus* and *H. polyrhizus*. In *Biology and Life Sciences Forum* (Vol. 26, No. 1, p. 114). MDPI. <https://doi.org/10.3390/Foods2023-15151>
- Sofowora, A., Ogunbodede, E. & Onayade, A. (2013). The role and place of medicinal plants in the strategies for disease prevention. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 10(5), 210-229. <https://doi.org/10.4314/ajtcam.v10i5.2>
- Swarup, K. R. A., Sattar, M. A., Abdullah, N. A., Abdulla, M. H., Salman, I. M., Rathore, H. A. & Johns, E. J. (2010). Effect of dragon fruit extract on oxidative stress and aortic stiffness in streptozotocin-induced diabetes in rats. *Pharmacognosy Research*, 2(1), 31. <https://doi.org/10.4103%2F0974-8490.60582>
- Tang, W., Li, W., Yang, Y., Lin, X., Wang, L., Li, C. & Yang, R. (2021). Phenolic compounds profile and antioxidant capacity of pitahaya fruit peel from two red-skinned species (*Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus*). *Foods*, 10(6), 1183. <https://doi.org/10.3390/foods10061183>
- Tenore, G. C., Novellino, E. & Basile, A. (2012). Nutraceutical potential and antioxidant benefits of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) extracts. *Journal of Functional Foods*, 4(1), 129-136. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.09.003>
- Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J. & Paucar-Menacho, L. M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): culture, physicochemical characteristics, nutritional composition, and bioactive compounds. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439-453. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>,
- Wall, M. M. (2006). Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa* sp.) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(5), 434-445. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.002>
- Youn, J., Cho, E. & Lee, J. E. (2019). Association of choline and betaine levels with cancer incidence and survival: A meta-analysis. *Clinical Nutrition*, 38(1), 100-109. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.01.042>
- Zhao, G., He, F., Wu, C., Li, P., Li, N., Deng, J. & Peng, Y. (2018). Betaine in inflammation: mechanistic aspects and applications. *Frontiers in Immunology*, 9, 1070. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.01070>
- Zitha, E. Z. M., Magalhaes, D. S., do Lago, R. C., Carvalho, E. E. N., Pasqual, M. & Boas, E. V. D. B. V. (2022). Changes in the bioactive compounds and antioxidant activity in red-fleshed dragon fruit during its development. *Scientia Horticulturae*, 291, 110611. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110611>

## Determination of Yield and Fruit Quality Characteristics of Some Beef Type Tomato Lines

Ziraat Fakültesi Dergisi,  
Cilt 19, Sayı 1,  
Sayfa 55-62, 2024

Özlem DEMİR<sup>1</sup>, Hüsnü ÜNLÜ<sup>\*2</sup>, Halime ÖZDAMAR ÜNLÜ<sup>2</sup>

Journal of the Faculty of Agriculture  
Volume 19, Issue 1,  
Page 55-62, 2024

**Abstract:** This study was conducted to determine the yield and some quality characteristics of 20 beef tomato lines at the F6 stage. As a result, the total yield, average fruit weight, fruit length, and fruit width of the lines varied between 6.60-14.93 t/da, 200.80-384.00 g, 53.68-75.05 mm, and 71.95-98.29 mm respectively. Furthermore, it was found that the fruit flesh firmness values of the tomato lines used in the study varied between 0.41-1.32 kg/cm<sup>2</sup>; brix values between 6.10-9.60%; vitamin C values between 20.03-25.57 mg/100 g; total phenolic contents between 13.28-30.72 mg/100 g; lycopene contents between 4.69-9.68 mg/100 g and beta-carotene contents between 0.83-2.17 mg/100 g.

**Keywords:** Tomato, yield, quality

## Bazı Beef Tipi Domates Hatlarının Verim ve Meyve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

**Öz:** Bu çalışma 20 adet F6 kademesindeki beef tipi domates hattının verim ve bazı kalite özelliklerinin ortaya konulması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda hatların toplam verim, ortalama meyve ağırlığı, meyve boyu ve meyve eni değerlerinin sırasıyla; 6.60-14.93 t/da, 200.80-384.00 g, 53.68-75.05 mm ve 71.95-98.29 mm arasında değişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan domates hatlarının meyve eti sertlik değerlerinin 0.41-1.32 kg/cm<sup>2</sup>, şçkm değerlerinin %6.10-9.60, vitamin C değerlerinin 20.03-25.57 mg/100 g, toplam fenolik madde miktarlarının 13.28-30.72 mg/100 g, likopen içeriklerinin 4.69-9.68 mg/100 g ve beta karoten içeriklerinin 0.83-2.17 mg/100 g arasında değişim gösterdikleri saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Domates, verim, kalite

**\*Sorumlu yazar (Corresponding author)**  
husnuunlu@isparta.edu.tr

**Alınış (Received):** 30/03/2024  
**Kabul (Accepted):** 21/05/2024

<sup>1</sup>Anamas Seed Company, Isparta, Türkiye.

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,  
Isparta, Türkiye.

### 1. Introduction

Tomato (*Solanum lycopersicum*), a member of the Solanaceae family, is one of the world's most important vegetables. Its relatively short growing season and high yield make it an economically attractive crop, and its area under cultivation is increasing daily. The tomato originated in the South American Andes. Cultivated tomatoes were brought to Europe by the Spanish conquistadors in the 16th century. They were later introduced from Europe to eastern and southern Asia, the Middle and East Africa. Wild tomatoes have spread to other parts of South America and Mexico in more recent times (Dam et al., 2005).

Since the 20th century, many tomato varieties have been morphologically bred from *S. lycopersicum* through plant breeding (Bai and Lindhout, 2007). Recent breeding

efforts have focused on developing varieties that are high-yielding, early-maturing, resistant to various stresses, resistant to fruit cracking, suitable for the growing season, resistant to diseases and pests, and resistant to transport and storage (Çelik and Kabaş, 2021).

According to FAO (2024), the total global production of tomatoes in 2022 was 186.1 million tonnes, with China leading at 68.3 million tonnes. India ranks 2nd with 20.7 million tonnes, Türkiye 3rd with 13 million tonnes, and the USA 4th with 12 million tonnes.

The yield values of tomato plants are influenced by factors such as the length of the growing season, environmental conditions (humidity, light, temperature), and cultural practices (fertilization, maintenance, growing environment). Tomato yield values generally vary between 4-10 t/da (Heuvelink and Dorais, 2005).

Tomatoes are consumed fresh and processed in large quantities in the world and make important contributions to human nutrition and health. Its fruits are not a rich source of macronutrients. However, they contain high levels of many minerals and vitamins. Tomatoes are an important source of vitamin A, which helps to boost the immune system and prevent eye disease (Caicedo and Peralta, 2013). Tomato fruit is mainly composed of sugars and organic substances. Acids constitute 60% of the dry matter content. The main acids in ripe tomatoes are malic acid and citric acid; sugars are fructose and glucose (Causse et al., 2004).

The components that make up the taste and nutritional value of tomatoes are lycopene, an important antioxidant, vitamins B1, B2, C, and A, protein, carbohydrates, iron, and phosphorus (Koç, 2002). Tomatoes are rich in lycopene, which is known to reduce the risk of cancer and cardiovascular diseases (Böhm, 2018).

The use of hybrid seeds in covered vegetable production has reached 100% in our country. On the other hand, the use of hybrid seeds is quite common in open field production of tomatoes, onions, cucumbers, cabbages, broccoli, and carrots (Yanmaz et al., 2020). Hybrid varieties are preferred due to their high adaptability, disease/pest resistance, strong plant formation, high yield, and quality characteristics (Balkaya, 2008).

This study aimed to evaluate the yield and fruit quality characteristics of 20 F6 beef tomato lines, hypothesizing that these lines will exhibit superior traits suitable for future breeding programs. Therefore, fruit width, fruit length, mean fruit weight, total yield, fruit flesh firmness, soluble solids content, pH, color, titratable acidity, ascorbic acid, lycopene,  $\beta$ -carotene and total phenolic content of tomato lines were determined.

## 2. Material and Method

The study was carried out in the plastic greenhouse of Anamas Seed Company (Aksu-Antalya) in 2020. Twenty beef-type tomato lines were used in the study. These were selected for their color, size, and yield at the F6 stage. In the first phase of the formation of the gene pool, the seeds obtained at the F2 stage were purified by the method of single plant selection and were brought to the F6 stage. At each stage of the breeding program, selections were made for phenotypic characteristics and a gene pool was created.

On 07 February 2020, the seeds of the genotypes were sown. The seedlings that reached the planting stage were planted on 17 March 2020 with a spacing of 130 cm between wide rows, 70 cm between narrow rows, and 40 cm in the row. The experiment was conducted using a

randomized design with 3 replicates and 20 plants per replicate.

In this study, the fruits of beef-type tomato lines were regularly harvested at maturity and measured for yield and fruit quality analysis. Fruit length was measured in mm using a digital caliper. To determine the mean fruit weights of the genotypes, the fruits were weighed with a precision balance with a sensitivity of 0.1 g and calculated in g. The fruits of the tomato lines that reached maturity were harvested and the total fruit weights were recorded. From the data obtained, the yield per plant was calculated in kg by dividing the total fruit weight by the number of plants. The yield per decare (t/da) was determined using the yield value obtained per plant. The quality analyses of the tomato fruits were carried out at the Horticulture Laboratory of the Isparta University of Applied Sciences.

Fruit flesh firmness was measured using the Ft 327 penetrometer and values were expressed in kg/cm<sup>2</sup>. To measure the soluble solids content (SSC) (°Brix) of tomato fruit, 2 drops of tomato juice were dropped into the digital refractometer, read, and the results were expressed in %. The method described by Cemeroğlu (2007) was used to determine the titratable acidity. For this, 10 ml of juice was taken and titrated with 0.1 N sodium hydroxide (NaOH) solution to a pH of 8.1. The results were calculated as citric acid and expressed in %.

The Minolta CR-400 color meter was used to determine the color of tomato fruit, and measurements were taken from two opposite surfaces in the equatorial region of the fruit. The results were determined in terms of CIE L\*, a\*, b\*. Chroma (C\*) and hue angle (h°) were calculated using the formulae  $C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$   $h^\circ = \arctan(b^*/a^*)$ . The L\* value indicates brightness, the +a\* value indicates redness, the -a\* value indicates greenness, the +b\* value indicates yellowness and the -b\* value indicates blueness. The C\* value indicates the freshness of the color and the Hue° angle value indicates the quality of the color (McGuire, 1992).

Ascorbic acid (vitamin C) was determined in fresh samples according to Cemeroğlu (2013). 2.6% dichlorophenolindophenol solution was used to titrate the samples and the values obtained from the calculation of the data were expressed in mg/100 g.

For lycopene and  $\beta$ -carotene measurements, samples were first homogenized in acetone:hexane mixture (4:6) for extraction. Measurements were then taken at different wavelengths (663, 645, 505 and 453 nm) in a spectrophotometer. The amounts of lycopene and  $\beta$ -carotene were calculated according to the formulae given in Nagata and Yamashita (1992) and the results were expressed as mg/100g.

For total phenolic content measurements, 5 g of each fruit sample was weighed, and 10 ml of 95% ethanol was added and homogenized in a homogenizer. After boiling for 10 minutes, the samples were centrifuged at 8000 rpm and filtered through filter paper. To the filtrate, 10 ml of 80% ethanol was added and boiled for 10 minutes. After boiling, the samples were made up to 100 ml with 80% ethanol. The post-extraction steps were carried out according to Coseteng and Lee (1987) using the Folin-Ciocalteu reagent and the results were expressed as mg/100 g.

The data obtained from the study were subjected to analysis of variance using the MINITAB Inc. package (17). Differences between significant means were determined by the Tukey multiple comparison test and indicated by different letters.

### 3. Results and Discussion

Fruit width, fruit length, mean fruit weight, and total yield values of tomato lines are given in Table 1. The differences between the lines for fruit width, fruit length, mean fruit weight, and total yield were found to be significant ( $P < 0.05$ ). When analyzing the results of the fruit length measurements, it was found that line Bd 13 (53.68 mm) had the lowest value and line Bd 19 (75.05 mm) had the highest value. The fruit width measurements of the tomato lines varied between 71.95 mm and 98.29 mm. According to the results, lines Bd 5 (71.95 mm), Bd 12 (76.95 mm), and Bd 23 (77.97 mm) had the lowest values, while Bd 9 (98.29 mm), Bd 18 (93.58 mm) and Bd 3 (92.41 mm) had the highest values. Kabaş et al. (2018) reported

that fruit width and fruit length values varied between 77.34-102.17 mm and 60.83-91.08 mm, respectively, due to a study on ripening time for transport in beef-type tomatoes. As a result of a study they conducted on 40 beef-type tomato lines, Toksöz (2019) reported that the fruit width values of the lines varied between 70.39-104.51 mm and the fruit length values varied between 55.65-79.83 mm.

While the total tomato yield values varied from 6.60 t/da to 14.93 t/da, the highest yield was measured in Bd 3 and the lowest yield was measured in Bd 9 line. The highest yield was recorded in Bd 3 (14.93 t/da), followed by Bd 13 (14.10 t/da), Bd 20 (13.12 t/da), Bd 18 (13.10 t/da), Bd 15 (13.09 t/da) and Bd 21 (13.07 t/da). Sevgican (1999) reported that tomato yields vary according to variety, number of plants per unit area, cultural practices, and the climate of the greenhouse where cultivation is carried out. Ünal (2021) reported that in a study with 228 beef-type hybrid tomatoes and 11 standard tomato varieties, the yield values obtained at 2 locations varied between 3 108.76 and 9 996.67 kg/da. In a study conducted by Topçu and Aktaş (2020) on the grafting of beef type tomatoes, the yield values ranged from 8.83 to 14.43 kg/m<sup>2</sup>. These findings support our findings.

The mean fruit weight of the tomato lines varied between 200.8 g and 384.0 g. The lowest fruit weights were determined in lines Bd 5 (200.8 g), Bd 10 (208.0 g), Bd 23 (212.0 g), and Bd 12 (214.8 g) and the highest fruit weights in lines Bd 3 (384.0 g), Bd 18 (377.2 g), Bd 9 (330.4 g) and Bd 24 (322.4 g). Şalk et al. (2008) report that fruit size in tomatoes can vary widely between varieties. Ünal (2021)

**Table 1.** Fruit length, fruit width, total yield and mean fruit weight of tomato lines

Lines	Fruit length (mm)	Fruit width (mm)	Total Yield (t/da)	Mean fruit weight (g)
Bd 1	63.86 gh	87.44 de	12.94 bc	292.40 cd
Bd 2	67.58 ef	82.44 hi	7.49 fg	254.40 ef
Bd 3	61.51 hi	92.41 bc	14.93 a	384.00 a
Bd 5	62.46 hi	71.95 l	12.39 bc	200.80 i
Bd 6	66.78 fg	81.10 ij	8.72 ef	237.00 fgh
Bd 8	66.61 fg	84.07 gh	8.31 efg	236.40 fgh
Bd 9	71.00 bcd	98.29 a	6.60 g	330.40 b
Bd 10	67.86 def	85.16 fg	11.22 cd	208.00 hi
Bd 11	62.33 hi	81.71 ij	12.88 bc	246.00 efg
Bd 12	59.23 ijk	76.95 k	9.81 de	214.80 hi
Bd 13	53.68 l	81.08 ij	14.10 ab	224.40 ghi
Bd 15	73.95 ab	91.70 c	13.09 b	268.80 de
Bd 16	61.20 hij	86.74 ef	6.86 g	312.00 bc
Bd 17	61.01 hij	81.41 ij	9.54 de	265.60 def
Bd 18	71.56 bc	93.58 b	13.10 b	377.20 a
Bd 19	75.05 a	80.08 j	9.78 de	236.40 fgh
Bd 20	56.28 kl	78.26 k	13.12 b	290.40 cd
Bd 21	63.84 gh	78.40 k	13.07 b	237.20 fgh
Bd 23	58.07 jk	77.97 k	9.38 e	212.00 hi
Bd 24	70.56 cde	88.65 d	9.32 e	322.40 b

\*: Differences between means with the same letter are insignificant at  $P < 0.05$  level



reported that as a result of a study conducted on beef-type tomatoes in 2 locations, the fruit weight values varied between 125.48-252.48 g in the 1st location and 150.59-296.29 g in the 2nd location. Gölükcü et al. (2018), as a result of a study they conducted to determine the changes in some physical and chemical quality characteristics of tomatoes due to hybridization; report that fruit weights of tomatoes with large fruit structures vary between 225.51-557.52 g. Topçu and Aktaş (2020) reported that as a result of a study on grafting in tomato, they determined the fruit weight to be 209.75 g in the beef-type tomato variety grown as ungrafted (control). All of these reports support our findings.

The differences between the lines for fruit flesh firmness, soluble solids content, pH, titratable acidity, vitamin C and total phenolic content were found to be significant ( $P < 0.05$ ) (Table 2). The results of the fruit flesh firmness analysis showed that the lines with the highest values were Bd 15 (1.32 kg/cm<sup>2</sup>), Bd 9 (1.17 kg/cm<sup>2</sup>), and Bd 5 (1.07 kg/cm<sup>2</sup>), respectively. Lines Bd 13 (0.41 kg/cm<sup>2</sup>), Bd 23 (0.44 kg/cm<sup>2</sup>) and Bd 21 (0.46 kg/cm<sup>2</sup>) were found to have the lowest values. Studies on tomato cultivation under protected conditions conducted by different researchers have reported that the fruit flesh firmness of tomatoes varies between 0.50–1.07 kg/cm<sup>2</sup> (Kandel et al., 2020) and 1.39-3.66 kg/cm<sup>2</sup> (Prakash et al., 2019).

The soluble solids content of tomato lines varied between 6.10% (Bd 21) and 9.60% (Bd 24). Hanson et al. (2004), in a study on antioxidant activity in tomato, reported that

brix values varied between 3.6%-8.6% in 50 *L. esculutum*, 3 *L. pipinellifolium* and 2 control groups. Flores et al. (2017) conducted a study to compare the carotenoids of 53 traditional tomato genotypes and found that brix values varied between 3.81% and 8.8%. The pH values of the fruits of the lines varied between 4.31 (Bd 12) and 4.93 (Bd 2). In the studies conducted by different researchers on tomato, pH values were found to vary between 4.2-4.6 (Zengin, 2010), 4.23-4.47 (Murariu et al., 2021), 4.40-4.48 (Rouphael et al., 2017) and 4.53-5.17 (Adeniji et al., 2020). The results of the titratable acidity showed that the lines with the highest values were Bd 12 (0.46%), Bd 13 (0.42%), Bd 3 (0.41%) and Bd 11 (0.40%). The lowest titratable acidity is found in line Bd 2 with 0.17%. This is followed by lines Bd 17 (0.20%) Bd 23 (0.23%) and Bd 10 (0.25%). In various studies using different cultivars and genotypes in protected tomato cultivation, it has been reported that titratable acidity values vary between %0.26-%0.51 (Murariu et al., 2021), %0.12-%0.28 (Gemechu and Beyene, 2019), and %0.49-%0.67 (Dhillon et al., 2019). All these reports are in parallel with the results of our study.

In terms of total phenolic content, it was determined that the Bd 8 line stood out with a value of 30.72 mg/100 g, while the lowest total phenolic content was obtained from the Bd 3 line with 13.28 mg/100 g. Kavitha et al. (2013) reported that the total phenolic content of 54 different tomatoes, consisting of commercial varieties, cherry tomatoes, wild species and different breeding lines, ranged from 20.32 to 133.80 mg/100 g. Francesca et al. (2020), in a study on the use of biostimulants in protected

**Table 2.** Fruit flesh firmness, SSC, titratable acidity, total phenolic content and vitamin C values of tomato lines

Lines	Fruit flesh firmness (kg/cm <sup>2</sup> )	SSC (°Brix)	pH	Titratable Acidity (%)	Total phenolic content (mg/100 g)	Vitamin C (mg/100 g)
Bd 1	1.03 cd	6.33 hi	4.51 d-g	0.26 ij	13.51 j	21.83 h
Bd 2	0.75 hi	7.40 fg	4.93 a	0.17 l	19.02 efgh	25.37 ab
Bd 3	1.01 cde	9.50 a	4.33 ij	0.41 bc	13.28 j	24.53 cd
Bd 5	1.07 c	7.70 ef	4.51 d-g	0.31 gh	26.85 b	24.53 cd
Bd 6	1.00 cde	6.87 gh	4.62 bcd	0.29 hi	16.92 i	24.30 de
Bd 8	0.94 def	8.63 bc	4.40 g-j	0.37 cde	30.72 a	23.80 ef
Bd 9	1.17 b	8.03 de	4.55 c-f	0.31gh	22.58 d	21.53 hi
Bd 10	0.79 gh	8.67 b	4.64 bc	0.25 ij	18.16 gh	22.97 g
Bd 11	0.93 ef	7.90 def	4.40 g-j	0.40 bcd	19.64 ef	25.07 ab
Bd 12	0.85 fg	8.10 cde	4.31 j	0.46 a	24.91 c	22.97 g
Bd 13	0.41 k	8.10 cde	4.35 hij	0.42 ab	23.12 d	25.57 a
Bd 15	1.32 a	7.37 fg	4.47 efg	0.33 efgh	19.17 efg	20.03 j
Bd 16	0.67 i	8.27 bcd	4.59 cde	0.33 efgh	19.33 ef	21.27 i
Bd 17	0.55 j	8.03 de	4.71 b	0.20 kl	19.10 efgh	21.40 hi
Bd 18	0.95 def	9.43 a	4.41 g-j	0.36 def	22.97 d	21.73 hi
Bd 19	0.81gh	6.60 hi	4.46 fgh	0.37 cdef	18.01 hi	23.77 f
Bd 20	0.95 def	8.17 b-e	4.45 f-i	0.36 def	18.63 fgh	25.03 bc
Bd 21	0.46 jk	6.10 i	4.47 efg	0.33 fgh	24.98 c	23.17 g
Bd 23	0.44 k	8.17 b-e	4.66 bc	0.23 jk	20.10 e	21.47 hi
Bd 24	0.49 jk	9.60 a	4.43 f-i	0.34 efg	13.98 j	23.47 fg

\*: Differences between means with the same letter are insignificant at  $P < 0.05$  level

tomato cultivation, found that the total phenolic content of 4 genotypes used as plant material varied between 9.62-22.35 mg/100 g in the control application.

It was found that the vitamin C values of the tomato lines used in the study varied between 20.03 (line Bd 15) - 25.57 (line Bd 13) mg/100 g. The highest vitamin C content was obtained from line Bd 13, followed by lines Bd 2 and Bd 20 with 25.37 and 25.03 mg/100 g, respectively (Table 2). In 100 g of tomato; Karaçalı (1993) reported 15-30 mg, Dar and Sharma (2011) 19.77-37.80 mg and Nour et al. (2013) 9.19-32.97 mg vitamin C. Radzevicius et al. (2009) reported that vitamin C levels in tomato may vary depending on variety characteristics as well as environmental and growing conditions.

Table 3 shows the  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ , Hue, lycopene, and beta-carotene values of the tomato lines. An analysis of Table 3 shows that the effects of the lines on these parameters are significant ( $P<0.05$ ). In terms of  $L^*$  values, the lines varied between 37.52 and 42.25. According to the values obtained, Bd 2 (42.25), Bd 24 (41.88), and Bd 9 (41.87) had high  $L^*$  values. Bd 13 (37.52) and Bd 6 (37.72) were the lines with the lowest  $L^*$  values. When the  $a^*$  values, which determine the red color, were examined, the lowest  $a^*$  value of the tomato lines was 19.17 and the highest  $a^*$  value was 27.42. The lines with the highest  $a^*$  values were Bd 12 (27.42), Bd 2 (26.48), and Bd 11 (26.27) and the lines with the lowest  $a^*$  values were Bd 21 (19.17) and Bd 6 (19.39). The  $b^*$  values, which determine the yellow color

of the tomato lines used in the study, were highest in Bd 2 (29.11), Bd 1 (27.96), Bd 9 (27.52), and Bd 12 (27.22) and lowest in Bd 24 (18.33). The chroma values of the tomato lines varied between 29.12 and 39.35. Bd 2 (39.35), Bd 12 (38.63), Bd 9 (37.14) and Bd 1 (37.02) were the lines with the highest chroma values. The lines with the lowest chroma values among the tomato lines were Bd 24 (29.12), Bd 6 (29.19), and Bd 21 (29.79). Hue angle values vary between 39.01 and 51.11. The tomato line with the highest hue angle value was Bd 5 (51.11), while the tomato line with the lowest value was Bd 24 (39.01). Ünal (2021) reported that  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  and hue angle values of standard and hybrid beef type tomatoes varied between 31.84-38.12, 27.06-38.17, 24.71-38.06, 37.25-53.93 and 39.38-47.40 for both locations, respectively. Oluk et al. (2012) investigated the color characteristics of nine different tomato varieties at the ripening stage. They reported that the L value varied between 29.87 and 34.97. The  $a^*$  values varied between 13.04 and 24.41 and the b values varied between 12.15 and 15.91. The  $h^\circ$  values of the tomato varieties varied between 33.13 and 43.78 and the chroma values between 17.90 and 29.14.

The lycopene and  $\beta$ -carotene contents of the tomato lines used varied between 4.69 (Bd 5)-9.68 (Bd 12) mg/100 g and 0.83 (Bd 24)-2.17 (Bd 1) mg/100 g, respectively. Dariva et al. (2021) reported that lycopene values of genotypes varied between 4.53-15.36 mg/100 g at optimum irrigation level as a result of their study on irrigation in 5 tomato genotypes. Lekshmi and Celine

**Table 3.**  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  and Hue angle, lycopene and  $\beta$ -carotene values

Lines	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	Hue ( $h^\circ$ )	$\beta$ -Carotene (mg/100g)	Lycopene (mg/100g)
<b>Bd 1</b>	41.38 abc	24.250 cd	27.96 b	37.02 bc	49.07 bc	2.17 a	6.69 def
<b>Bd 2</b>	42.25 a	26.48 b	29.11 a	39.35 a	47.71 cde	1.52 bcde	8.39 b
<b>Bd 3</b>	39.65 defg	23.24 ef	24.88 f	34.04 ef	46.96 def	1.50 bcde	6.95 de
<b>Bd 5</b>	40.01 cdef	20.11 j	24.93 f	32.03 gh	51.11 a	1.49 bcde	4.69 g
<b>Bd 6</b>	37.72 i	19.39 jk	21.81 h	29.19 j	48.37 c	1.66 abcd	8.62 ab
<b>Bd 8</b>	40.24 cde	21.07 i	23.62 g	31.66 hi	48.27 cd	1.42 cdef	7.09 de
<b>Bd 9</b>	41.87 ab	24.93 c	27.52 b	37.14 b	47.83 cde	1.39 cdef	7.58 bcd
<b>Bd 10</b>	38.59 fghi	21.79 ghi	23.00 g	31.69 hi	46.55 efgh	1.34 cdefg	7.50 bcd
<b>Bd 11</b>	39.81 defg	26.27 b	25.15 f	36.37 c	43.75 k	1.23 cdefg	8.35 bc
<b>Bd 12</b>	40.72 bcd	27.42 a	27.22 bc	38.63 a	44.79 ijk	1.76 abc	9.68 a
<b>Bd 13</b>	37.52 i	22.41 fgh	21.68 h	31.18 i	44.05 jk	1.37 cdefg	7.04 de
<b>Bd 15</b>	40.38 cde	21.26 i	26.09 de	33.65 f	50.82 a	1.62 bcd	7.66 bcd
<b>Bd 16</b>	40.17 cde	24.56 c	25.40 ef	35.34 d	45.97 fghi	1.41 cdef	8.48 ab
<b>Bd 17</b>	38.50 ghi	23.04 ef	23.18 g	32.68 g	45.17 ij	0.89 fg	6.53 def
<b>Bd 18</b>	39.98 cdef	23.57 de	25.16 f	34.47 e	46.86 efg	0.91 fg	7.00 de
<b>Bd 19</b>	40.78 bcd	25.88 b	26.42 cd	36.98 bc	45.58 ghi	1.16 defg	5.52 fg
<b>Bd 20</b>	39.53 d-h	24.25 cd	24.62 f	34.56 e	45.43 hi	1.07 efg	5.98 ef
<b>Bd 21</b>	38.92 e-i	19.17 k	22.80 g	29.79 j	49.95 ab	2.03 ab	7.18 cde
<b>Bd 23</b>	38.10 hi	21.61 hi	23.10 g	31.63 hi	46.92 defg	0.99 efg	6.50 def
<b>Bd 24</b>	41.88 ab	22.63 fg	18.33 i	29.12 j	39.01 l	0.83 g	6.12 ef

\*: Differences between means with the same letter are insignificant at  $P<0.05$  level.

(2017) conducted a study to determine the genetic variation in 40 tomato genotypes and found that the lycopene content of the genotypes varied between 4.77-13.86 mg/100g. Gölükcü et al. (2018) investigated the changes in some physical and chemical quality characteristics of tomato by hybridization and found that the lycopene content in the fruit was in the range of 3.75-8.58 mg/100g. Doğan (2019) reported that the  $\beta$ -carotene content of genotypes varied between 1.07-1.90 mg/100 g, as a result of a study conducted on 20 early tomato genotypes. Junior et al. (2022) found that  $\beta$ -carotene levels varied between 0.04-1.33 mg/100 g in 8 heat-tolerant tomato cultivars. Sinha et al. (2020) reported that  $\beta$ -carotene content varied between 0.14-1.33 mg/100 g in 14 lines suitable for greenhouse tomato cultivation and that  $\beta$ -carotene content may vary depending on genotype and environmental conditions. All of these reports support our findings.

#### 4. Conclusion

Among the tomato genotypes examined in this study, Bd 3 (384.00 g), Bd 18 (377.20 g), Bd 9 (330.40 g), Bd 24 (322.40 g), and Bd 16 (312.00 g) exhibited the highest mean fruit weights. Regarding yield values, Bd 3 (14.93 t/da), Bd 13 (14.10 t/da), Bd 20 (13.12 t/da), Bd 18 (13.10 t/da), and Bd 15 (13.09 t/da) were the most noteworthy genotypes. The highest lycopene levels were observed in genotypes Bd 12, Bd 6, and Bd 16, while the highest  $\beta$ -carotene levels were found in Bd 1, Bd 21, and Bd 12 genotypes. Furthermore, our findings indicated that Bd 8, Bd 5, and Bd 21 lines exhibited remarkable total phenolic content, whereas Bd 13, Bd 2, and Bd 11 lines demonstrated notable vitamin C content.

#### Acknowledgements

This study is derived from Özlem Demir's master's thesis and was financially supported by the Isparta University of Applied Sciences Scientific Research Projects Coordination Unit (Project No: 2020-YL1-0053).

#### Author Contributions

The authors equally contributed to the preparation of this paper.

#### Conflict of Interest

As the authors of this study, we declare that we do not have any conflict of interest statement.

#### Ethics Committee Approval

As the authors of this study, we declare that we do not have any ethics committee approval.

#### References

- Adeniji, O. T., Tenebe, A. V., Ishaka, A., Jandong, E., Adamu, J. T., Adekoya, M., Zamzam, M. A., & Aremu, C. A. (2020). Phenotypic variability for horticultural and fruit quality attributes in plastic house grown tomato. *Journal of Horticultural Sciences*, 15(2), 136-146.
- Bai, Y., & Lindhout, P. (2007). Domestication and breeding of tomatoes: What have we gained and what can we gain in the future? *Annals of Botany*, 100, 1085-1094. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm150>.
- Balkaya, A. (2008). Sebzeerde çeşit geliştirme teknikleri. *Tarım Türk Dergisi*, 3(14), 16-21.
- Böhm, V. (2018). Lycopene, Tomatoes, and cardiovascular diseases. In *Lycopene and Tomatoes in Human Nutrition and Health*. (pp. 51-68)
- Caicedo, A., & Peralta, I. (2013). Basic information about tomatoes and the tomato group. In *Genetics, Genomics and Breeding of Tomato*. (pp. 6-36)
- Causse, M., Duffe, P., Gomez, M. C., Buret, M., Damidaux, R., Zamir, D., Gur, A., Chevalier, C., Lemaire-Chamley, M., & Rothan, C. (2004). A genetic map of candidate genes and QTLs involved in tomato fruit size and composition. *Journal of Experimental Botany*, 55(403), 1671-1685. <https://doi.org/10.1093/jxb/erh207>.
- Cemeroğlu, B. (2007). *Gıda Analizleri*. Gıda Teknolojileri Derneği Yayınları.
- Cemeroğlu, B. (2013). *Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları*. Biltav Yayınları.
- Coseteng, M. Y., & Lee, C. Y. (1987). Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *Journal of Food Science*, 52(4), 985-989. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb14257.x>.
- Çelik, İ., & Kabaş, A. (2021). Domates Islahı. In *Yazlık Sebze Islahı*. (pp. 65-99)
- Dam, B. V., Goffau, M. D., Lidth de Jeude, J. V., & Naika, S. (2005). *Cultivation of tomato: Production, processing and marketing*. Agromisa, Netherlands.
- Dar, R. A., & Sharma, J. P. (2011). Genetic variability studies of yield and quality traits in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *International Journal of Plant Breeding and Genetics*, 5(2), 168-174. <https://doi.org/10.3923/ijpb.2011.168.174>.
- Dariva, F. D., Pessoa, H. P., Copati, M. G. F., Queiroz de Almeida, G., Filho, M. N. C., Picoli, E. A. T., França da Cunha, F., & Nick, C. (2021). Yield and fruit quality attributes of selected tomato introgression lines subjected to long-term deficit irrigation. *Scientia Horticulturae*, 289, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110426>.
- Dhillon, N. S., Sharma, P., Kumar, P., & Sharma, V. (2019). Comparative performance of tomato genotypes for yield and quality characters under protected environment. *International Journal of Chemical Studies*, 7(3), 1678-1680. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28639.92322>.

- Doğan, C. (2019). *Erkenci Domates Hatlarında Bazı Biyokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü)
- Flores, P., Sánchez, E., Fenoll, J., & Hellín, P. (2017). Genotypic variability of carotenoids in traditional tomato cultivars. *Food Research International*, 100(3), 510-516. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.07.014>.
- FAO (2024). Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Francesca, S., Arena, C., Mele, B. H., Schettini, C., Ambrosino, P., Barone, A., & Rigano, M. M. (2020). The use of a plant-based biostimulant improves plant performances and fruit quality in tomato plants grown at elevated temperatures. *Agronomy*, 10(3), 1-14. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030363>.
- Gemechu, G. E., & Beyene, T. M. (2019). Evaluation of tomato (*Solanum lycopersicum* L. mill) varieties for yield and fruit quality in ethiopia. *Food Science and Quality Management*, 89, 18-26. <https://doi.org/10.7176/FSQM>.
- Gölküçü, M., Kabaş, A., Yeğın, A. B., Vuran, F. A., Yüksel, K., & Tanır, A. (2018). Domatesin bazı fiziksel ve kimyasal kalite özelliklerinin melezleme ile değişimi. *Derim*, 35(2), 152-160. <https://doi.org/10.16882/derim.2018.427755>.
- Hanson, P. M., Yang, R., Wu, J., Chen, J., Ledesma, D., Tsou, S. C. S., & Lee, T. C. (2004). Variation for antioxidant activity and antioxidants in tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 129(5), 704-711. <https://doi.org/10.21273/JASHS.129.5.0704>.
- Heuvelink, E., & Dorais, M. (2005). Crop growth and yield. In *Tomatoes*. (pp. 85-144)
- Junior, S. S., Casagrande, J. G., Toledo, C. A. L., Ponce, F. S., Ferreira, F. S., Zanuzo, M. R., Diamante, M. S., & Lima, P. P. (2022). Selection of thermotolerant Italian tomato cultivars with high fruit yield and nutritional quality for the consumer taste grown under protected cultivation. *Scientia Horticulturae*, 291, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110559>.
- Kabaş, O., Kabaş, A., & Ünal, İ. (2018). Effects of maturity time on some mechanical properties of beef type tomato for transportation. *Inmateh-Agricultural Engineering*, 54(1), 33-38.
- Kandel, D. R., Marconi, T. M. G., Badillo-Vargas, I. E., Enciso, J., Zapata, S. D., Lazcano, C. A., Crosby, K., & Avila, C. A. (2020). Yield and fruit quality of high-tunnel tomato cultivars produced during the off-season in South Texas. *Scientia Horticulturae*, 272, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109582>.
- Karaçalı, İ. (1993). *Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:494, Ege Üniversitesi Basımevi.
- Kavitha, P., Shivashankara, K. S., Rao, V. K., Sadashiva, A. T., Ravishankar, K. V., & Sathishd, G. J. (2013). Genotypic variability for antioxidant and quality parameters among tomato cultivars, hybrids, cherry tomatoes and wild species. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94, 993-999. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6359>.
- Koç, H. (2002). *Bitkilerle sağlıklı yaşam*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Tokat, Türkiye.
- Lekshmi, S. L., & Celine, V. A. (2017). Genetic variability studies of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under protected conditions of Kerala. *Theasian Journal of Horticulture*, 12(1), 106-110. <https://doi.org/10.15740/HAS/TAJH/12.1/106-110>.
- McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27, 1254-1255.
- Murariu, O. C., Brezeanu, C., Jitareanu, C. D., Robu, T., Irimia, L. M., Trofin, A. E., Popa, L. D., Stoleru, V., Murariu, F., & Brezeanu, P. M. (2021). Functional quality of improved tomato genotypes grown in open field and in plastic tunnel under organic farming. *Agriculture*, 11(7), 1-15. <https://doi.org/10.3390/agriculture11070609>
- Nagata, M., & Yamashita, I. (1992). Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and caretonoids in tomato fruit. *Journal of Japan Food Indusrtly Association*, 39(10), 925-928. <https://doi.org/10.136/nskkl1962.39.925>.
- Nour, V., Trandafir, I., & Ionica, M. E. (2013). Antioxidant compounds, mineral content and antioxidant activity of several tomato cultivars grown in southwestern Romania. *Natulae Botanicae Horticulture Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41, 136-142.
- Oluk, C. A., Akyıldız, A., Ağçam, E., Keles, D., & Ata, A. (2012). Farklı domates çeşitlerinin bazı kalite özellikleri. *Akademik Gıda*, 10(3), 26-31.
- Prakash, E., Premalakshmi, V., Arumugam, T., & Thiruvengadam, V. (2019). Evaluation of indeterminate tomato hybrids (*Solanum lycopersicum* L) for fruit quality and biochemical traits under polyhouse condition. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 4443-4446.
- Radzevicius, A., Karkleiene, R., Viskelis, P., Bobinas, C., Bobinaite, R., & Sakalauskiene, S. (2009). Tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) fruit quality and physiological parameters at different ripening stages of lithuanian cultivars. *Agronomy Research*, 7, 712-718.
- Rouphael, Y., Collab, G., Giordano, M., El-Nakhela, C., Kyriacouc, M. C., & Pascale, S. (2017). Foliar applications of a legume-derived protein hydrolysate elicit dose dependent increases of growth, leaf mineral composition, yield and fruit quality in two greenhouse tomato cultivars. *Scientia Horticulturae*, 226, 353-360.
- Sevgican, A. (1999). *Örtüaltı Sebzeçiliği Cilt 1*. İzmir, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Sinha, A., Singh, P., Bhardwaj, A., & Kumar, R. (2020). Evaluation of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) genotypes for morphological, qualitative and biochemical traits for protected cultivation. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 39(2), 105- 111. <https://doi.org/10.9734/CJAST/2020/v39i230503>
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., & Polat, S. (2008). *Özel Sebzeçilik*. Tekirdağ, Sevil Cilt Evi ve Matbaası.

- Toksöz, T. (2019). *Beef Tipi Domates Hatların Domates Sarı Yaprak Kıvrıcılık Virüsüne Dayanıklılığının Moleküler Markörler ile Belirlenmesi ve Morfolojik Olarak Tanımlanması*. (Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Topçu, T., & Aktaş, H. (2020). Domateste kullanılan farklı anaçların bitki büyümesi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(1), 27-40.
- Ünal, A. (2021). *Beef tipi domates hibritlerinin morfolojik ve agronomik karakterizasyonu*. (Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Yanmaz, R., Balkaya, A., Akan, S., Kaymak, H. Ç., Sarıkamış, G., Önal Ulukapı, K., Karaağaç, O., Güvenç, İ., Kurtar, E. S., & Eryılmaz Açıkgöz, F. (2020). Sebzeçilik Sektörü: Dünü, Bugünü ve Geleceği. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi*. 13-17 Ocak, Ankara, 585-607.
- Zengin, S. (2010). *Örtüaltına uygun domates (Solanum lycopersicum L.) saf hatların verim ve bazı kalite kriterleri bakımından genel uyum yeteneklerinin ve hibrit güçlerinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)