

ISSN 1300-8943
E-ISSN 2791-6375

BAHÇE

ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ



JOURNAL OF ATATÜRK HORTICULTURAL CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT
VOLUME **54**

YIL
YEAR **2025**

SAYI
NUMBER **1**

Yayınlayan Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Published by Atatürk Horticultural Central Research Institute, Yalova, Türkiye

TAGEM JOURNALS

ISSN 1300-8943
E-ISSN 2791-6375

BAHÇE

ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ



JOURNAL OF ATATÜRK HORTICULTURAL CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT
VOLUME 54

YIL
YEAR 2025

SAYI
NUMBER 1

Yayınlayan Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Published by Atatürk Horticultural Central Research Institute, Yalova, Türkiye

TAGEM JOURNALS

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Atatürk Bahçe Kùltürleri
Merkez Araştırma Enstitüsü adına
Sahibi | Owner

Yılmaz BOZ, Dr. (Mùdür | Director)

Baş Editör | Editor in Chief

Emre BİLEN, Dr.

Yayın Kurulu | Editorial Board

(İsimler alfabetik sırayla yazılmıştır)
Names are written in alphabetical order)

Gülşah MISIR BİLEN, Dr.
İbrahim SÖNMEZ, Dr.
Mehmet Emin AKÇAY, Dr.
Müge ŞAHİN, Doç. Dr.
Nihal Dilek SÜMER TÜRELİ, Dr.
Özlem BOZTEPE, Dr.
Tansel KAYGISIZ AŞÇIOĞUL, Dr.
Yasemin EVRENOSOĞLU, Prof. Dr.
Yasin ÖZDEMİR, Doç. Dr.

Yayın Editörü | Production Editor

Murat KORUCUK

Mizanpaj Editörü | Layout Editor

Sümeyya TÜMER

Yayın Tarihi | Publication Date

27 Mayıs 2025 | 27 May 2025



İletişim | Contact

<https://www.bahcejournal.org>

bahcejournal@gmail.com

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bahce>

Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü,

Yalova 77100 TÜRKİYE

X (Twitter) : www.x.com/BAHCEjournal

Linkedin : www.linkedin.com/showcase/BAHCEjournal/

Facebook : www.facebook.com/BAHCEjournal

Instagram : www.instagram.com/BAHCEjournal

BAHÇE

ISSN 1300-8943 E-ISSN 2791-6375

YIL : 2025 CİLT: 54 SAYI : 1
YEAR : 2025 VOL: 54 NO : 1

ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAşTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Mayıs ve Kasım aylarında olmak üzere yılda iki sayı yayınlanan hakemli bilimsel bir dergidir.

TR Dizin yanında CAB Abstracts ve EBSCOhost veritabanlarında dizenlenmektedir.

Dergi içeriğı herhangi bir yöntemle yayın kurulundan yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz.

Dergi makalelerindeki bilgi ve görüşler kaynak gösterilerek kullanılabilir.

Makale içerikleri ile ilgili her türlü sorumluluk yazarlarına aittir.

Yazarlara telif hakkı ödenmez.

Dizgi ve Baskı

Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü,

Yalova / TÜRKİYE

JOURNAL OF ATATÜRK HORTICULTURAL CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

BAHCE is a peer-reviewed scientific journal published twice a year, in May and November.

BAHCE journal is indexed in the TR Dizin as well as the CAB Abstracts and EBSCOhost databases.

The content of the journal cannot be reproduced by any method without the written permission of the editorial board.

Information and opinions in journal articles can be used by citing the original source.

All responsibility for the content of the article belongs to the authors.

Authors are not paid royalties.

Published by

Atatürk Horticultural Central Research Institute,

Yalova / TURKIYE

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Sayfa / Page

MAKALELER / FULL ARTICLES

Konya İli Ereğli İlçesinde “Beyaz Kiraz” (Starks Gold) Klon Seleksiyonu <i>Clon Selection of “Beyaz Kiraz” (Starks Gold) in Ereğli-Konya</i> Mahmut YAVUZ, Lütfi PIRLAK, Ahmet EŞİTKEN, Muzaffer İPEK, Şeyma ARIKAN.....	1-10
‘Viking’ Aronya Çeşidinin <i>In Vitro</i> Şartlarda Bitki Rejenerasyon Protokolünün Belirlenmesi <i>Determination of Plant Regeneration Protocol of the ‘Viking’ Aronia Cultivar Under In Vitro Conditions</i> Zeynep NAS, Ahmet EŞİTKEN, Lütfi PIRLAK	11-16
Dünyada Zeytin ve Zeytinyağı Üretimi ve Türkiye’deki Zeytinlerin ve Zeytinyağlarının Coğrafi İşaret Tescili Açısından Değerlendirilmesi <i>Olive and Olive Oil Production in The World and Evaluation of Olives and Olive Oils in Türkiye in Terms of Geographical Indication Registration</i> Tarık YÖRÜKOĞLU, Kenan Sinan DAYISOYLU, Tuğberk ANÇEL, Yasin ÖZDEMİR.....	17-24
Cyclic 3-Hidroksimelatonin’in Tuz ve Su Stresi Altında Biber Tohumu Çimlenmesi Üzerine Etkileri <i>Effects of Cyclic 3-hydroxymelatonin on Pepper Seed Germination Under Salt and Water Stress</i> Aygül KARACA	25-33
Eskişehir-Sarıcakaya İlçesinin Bağcılık Potansiyelinin Biyoklimatik İndisler ile Değerlendirilmesi <i>Assessment of the Viticultural Potential of the Eskişehir-Sarıcakaya District with Bioclimatic Indices</i> Turcan TEKER	35-43
Tıbbi Adaçayı (<i>Salvia officinalis</i> L.)’nda Bokaşı Serumı ve Azot Dozlarının Verim ve Beslenme Üzerine Etkisi <i>The Effect of Homemade Bokashi Serum and Nitrogen Doses on Yield and Nutrition in Common Sage (Salvia officinalis L.)</i> Zeliha KÜÇÜKYUMUK, Ümmü TUĞLU, Kamil EKİNCİ, Emine EKİNCİ.....	45-52
Bazı Armut Genotiplerine Ait Meyvelerde Değişen İklim Koşullarında Bazı Pomolojik ve Biyokimyasal Özelliklerin Değişimi <i>Alterations in Selected Pomological and Biochemical Characteristics of Fruits from Certain Pear Genotypes Under Changing Climatic Conditions</i> Neziha ÖZGÜN, Yasemin EVRENOSOĞLU	53-60

Konya İli Ereğli İlçesinde “Beyaz Kiraz” (Starks Gold) Klon Seleksiyonu

Mahmut YAVUZ¹, Lütfi PIRLAK^{2*}, Ahmet EŞİTKEN³, Muzaffer İPEK⁴, Şeyma ARIKAN⁵

¹Dr., Tarım ve Orman Bakanlığı Ereğli İlçe Müdürlüğü, Ereğli/Konya; ORCID: 0000-0002-9292-1231

²Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya; ORCID: 0000-0003-3630-3591

³Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya; ORCID: 0000-0002-6140-7782

⁴Doç. Dr., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya; ORCID: 0000-0002-5773-7236

⁵Doç. Dr., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya; ORCID: 0000-0002-4328-0263

Gönderilme Tarihi: 29 Kasım 2024

Kabul Tarihi: 27 Ocak 2025

ÖZ

Araştırma Konya ili Ereğli ilçesinde yetiştirilen Beyaz Kiraz (Starks Gold) kiraz çeşidinde verim ve meyve özellikleri yüksek genotiplerin tespiti amacıyla yürütülmüştür. Araştırmanın ilk yılında Ereğli ilçesinde Beyaz Kiraz yetiştiriciliği yapılan yerleşim birimlerine ulaşılmış ve taramalar yapılarak verimli, kuvvetli ve sağlıklı gelişme gösteren ağaçlar işaretlenmiştir. Bu kriterlere uygun 39 ağaçtan meyve örnekleri alınarak özellikleri incelenmiş ve Tartılı Derecelendirme Puanları hesaplanmıştır. Buna göre genotiplerin toplam puanları 356 (42-E-1) ile 766 (42-E-25) arasında bulunmuş, bunlardan 600 puan üzerinde olan 21 genotip ilk yıl ümitvar olarak seçilmiştir. Seçilen 21 genotipte 2021 yılında çiçek tomurcuklarının kabarması 26.03-28.03.2021; tomurcuk patlaması 09.04-13.04.2021; çiçeklenme başlangıcı 12.04-18.04.2021; tam çiçeklenme 17.04-22.04.2021; çiçeklenme sonu ise 27.04-01.05.2021 tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Hasat tarihleri ise 28.06-08.07.2021 arasında belirlenmiştir. 2021 yılı hasat döneminde tiplerden meyve örnekleri alınarak bunların özellikleri incelenmiştir. Genotiplerde özellikler incelendikten sonra Tartılı Derecelendirme Puanları tekrar hesaplanmıştır. Buna göre genotiplerin toplam puanları 590 (42-E-25) ile 890 (42-E-37 ve 42-E-38) arasında bulunmuş, bunlardan 700 puan üzerinde olan 9 genotip (42-E-2, 42-E-6, 42-E-7, 42-E-8, 42-E-14, 42-E-24, 42-E-33, 42-E-37, 42-E-38) ümitvar olarak seçilmiştir. Seçilen 9 Beyaz Kiraz genotipinde meyve ağırlıkları 6,94-9,31 g, meyve boyu 2,12-2,37 cm, meyve eni 2,20-2,50 cm, meyve sapı uzunluğu 3,47-4,55 cm, meyve sapı kalınlığı 0,11-0,15 mm, meyve eti sertliği 6,28-9,45 kg/cm², çekirdek ağırlığı 0,38-0,50 g, et/çekirdek oranları 15,61-23,13, ŞÇKM %12,64-14,58, meyve kabuğu L değeri 73,17-76,61 arasında bulunmuştur. Seçilen 9 genotipte 2022 yılında çiçek tomurcuklarının kabarması 08.04-11.04.2022; tomurcuk patlaması 15.04-17.04.2022; çiçeklenme başlangıcı 17.04-19.04.2022; tam çiçeklenme 19.04-22.04.2022; çiçeklenme sonu ise 30.04-02.05.2022 tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Hasat tarihleri de 20.06-22.06.2022 arasında belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kiraz, beyaz kiraz, Starks Gold, klon seleksiyonu, Ereğli-Konya

Clon Selection of “Beyaz Kiraz” (Starks Gold) in Ereğli-Konya

ABSTRACT

The research was carried out in order to determine genotypes with high yield and fruit characteristics in the Beyaz Kiraz (Starks Gold) sweet cherry cultivar grown in the Ereğli district of Konya province. In the first year of the research, settlements where Beyaz Kiraz was grown in the Ereğli district were reached and scans were made and trees with productive, strong and healthy development were marked. Fruit samples were taken from 39 trees that met these criteria and their characteristics were examined and Weighted Rating Scores were calculated. Accordingly, the total scores of the genotypes were found between 356 (42-E-1) and 766 (42-E-25), and 21 genotypes with over 600 points were selected as promising in the first year. In the 21 selected genotypes, flower bud swelling 26.03-28.03.2021; bud burst 09.04-13.04.2021; beginning of flowering occurred between 12.04-18.04.2021; full flowering occurred between 17.04-22.04.2021; and end of flowering occurred between 27.04-01.05.2021. Maturation in selected Beyaz Kiraz genotypes as determined between 28.06-08.07.2021. In the 2021 harvest period, fruit samples were taken from the types and their characteristics were examined. After examining the characteristics in the genotypes, the Modified Weighted Rating Scores were recalculated. Accordingly, the total scores of the genotypes were found to be between 590 (42-E-25) and 890 (42-E-37 and 42-E-38), and 9 of these genotypes with over 700 points (42-E-2, 42-E-6, 42-E-7, 42-E-8, 42-E-14, 42-E-24, 42-E-33, 42-E-37, 42-E-38) were selected as promising. In the 9 selected Beyaz Kiraz genotypes, fruit weights were found to be 6,94-9,31 g, fruit length was 2,12-2,37 cm, fruit width was 2,20-2,50 cm, fruit stalk length was 3,47-4,55 cm, fruit stalk thickness was 0,11-0,15 mm, fruit flesh hardness was 6,28-9,45 kg/cm², seed weight was 0,38-0,50 g, flesh/seed ratios were 15,61-23,13, TSS was 12,64-14,58%, fruit peel L value was found to be 73,17-76,61. In the 9 selected genotypes, flower bud swelling in 2022 was 08.04-11.04.2022; bud burst was 15.04-17.04.2022; The beginning of flowering occurred between 17.04-19.04.2022; full flowering occurred between 19.04-22.04.2022; and the end of flowering occurred between 30.04-02.05.2022. Maturation in types was determined between 20.06-22.06.2022.

Keywords: Sweet cherry, beyaz kiraz, Starks Gold, clon selection, Ereğli-Konya

GİRİŞ

Türkiye dünya kiraz üretiminde uzun bir süredir ilk sırada yer almakta olup, meyve kalitesi açısından “Türk Kirazı” ismiyle dünya pazarlarına yerleşmiş durumdadır. Son verilere göre Türkiye 736.791 ton kiraz üretimi ile dünyada birinci sıradadır [1]. Türkiye’de kiraz yetiştiriciliğinde bazı önemli problemlerin çözülmesi ve kültürel uygulamaların iyileştirilmesi verim artışlarını sağlamıştır. Diğer taraftan meyve kalitesindeki artış ve hasat sonrası işlemlerdeki gelişmeler kiraz ihracatını da önemli miktarlarda artırmış ve Türkiye’yi bu konuda da dünya liderliğine getirmiştir. 2004 yılında 35.000 ton olan kiraz ihracatı 2023 yılında 83.000 tona ulaşmıştır [2]. Gerek ihracatta yakalanan bu pozisyonun korunması ve gerekse daha da artırılması ve dolayısıyla daha fazla gelir elde edilmesi bakımından kiraz üretiminde kaliteyi artırma üzerinde çalışmalar devam etmelidir.

Türkiye kirazın anavatanı olmasına rağmen kiraz gen kaynaklarımız henüz yeterince değerlendirilememekte; çeşit geliştirme, verim ve kaliteyi artırmaya yönelik ıslah çalışmaları da pek yapılmamaktadır. Bu konuda kayda değer en önemli çalışmalar Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü ve Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü’nde devam eden ıslah programları olup, bu programlar kapsamında Yalova’da “Aldamlı” ve “Burak”, Eğirdir’de ise “Davraz” kiraz çeşitleri ıslah edilmiştir. Oysa Türkiye çok fazla mahalli çeşit ve gen kaynağına sahiptir. Yapılacak çalışmalarla bu genotiplerin özelliklerinin tespiti hem yeni çeşit adaylarının bulunmasını sağlayacak, hem de ileride yapılacak ıslah çalışmaları için materyal temin edecektir. Yine bu çalışmalarla ekonomik bakımdan değerli olan mahalli çeşitlerin özelliklerinin belirlenmesi, bunların korunması ve ıslah çalışmalarıyla geliştirilmesi sağlanacaktır. Meyveciliğin beşiği olan Türkiye’nin dünya kiraz yetiştiriciliğindeki rekabetini sürdürebilmesi için çeşit geliştirme çalışmalarına ağırlık verilmesi gerekmektedir. Bu çeşitlerin en önemlilerinden biri de Beyaz Kiraz’dır.

Türkiye kiraz üretiminde 58.680 ton ile ilk sırada yer alan Konya’da kiraz üretimi özellikle son 20 yılda önemli gelişme göstermiştir. İlde en fazla kiraz üretimi yapılan ilçeler sırasıyla Hadim, Akşehir, Ereğli ve Halkapınar’dır [3]. Kiraz bu ilçelerin tarımında ve ekonomisinde en önemli yere sahip ürünlerdendir. Eski ve köklü bir meyvecilik kültürüne sahip olan Ereğli ilçesinde üretilen kirazın büyük bir bölümünü Beyaz Kiraz (Starks Gold) oluşturmaktadır. Ereğli’de yaklaşık olarak verim

çağında 279.000 kiraz ağacı mevcut olup bunun %90’ı Beyaz Kiraz (Starks Gold) çeşididir.

Çeşidin ağaçları kuvvetli gelişir, çok verimlidir. Meyveleri sulu ve orta iriliktir. Meyve eti sert ve çatlamaya dayanıklıdır. Olgun meyveleri sarı renk aldığı için ülkemizde “Beyaz Kiraz” olarak adlandırılır. Hastalık ve zararlılara dayanımı yüksektir. Diğer kiraz çeşitleri için iyi bir dölleyicidir. Özellikle Türkiye’de bol miktarda yetiştirilen ve büyük bölümü ihraç edilen 0900 Ziraat kiraz çeşidinin en iyi dölleyicisidir. Ancak bu çeşit sadece Konya ili Ereğli ilçesinde kapama bahçeler şeklinde üretilmektedir. Çeşidin ülkemize Kırım’dan göç yoluyla gelmiş insanlar tarafından getirildiği tahmin edilmektedir. Ereğli ilçesinde fazla miktarda yetiştirilen ve ilçe için ekonomik önemi yüksek olan çeşide 2019 yılında Ereğli Belediyesi tarafından “Coğrafi İşaret” alınmıştır. Çeşidin değerlendirme şekli diğer kiraz çeşitlerinden farklılık göstermektedir. Standart kiraz çeşitleri büyük ölçüde taze sofralık olarak değerlendirilirken; ilçede üretilen Beyaz Kiraz’ın büyük bir bölümü sanayide kullanılmak üzere salamura yapılarak yurtdışına satılmakta, böylece hem ilçe hem de ülke ekonomisine döviz girdisi sağlamaktadır. Ereğli ilçesinde Beyaz Kiraz işleyen ve ihraç eden firmalar Avrupa ülkelerinin talebini karşılayamamaktadır. Buna karşılık ilçede Beyaz Kiraz bahçeleri çeşitli sebeplerle sökülmekte ve kiraz üretimi düşmektedir. Bu nedenle Beyaz Kiraz üretimini artırma yolları araştırılmalıdır. Meyvecilikte üretimi artırmanın yollarından biri de verimli çeşitlerin kullanılmasıdır.

Standart kiraz çeşitlerimiz için dölleyici olarak yaygın bir şekilde kullanılan Beyaz Kiraz çeşidi Konya ili Ereğli ilçesinde uzun yıllardır kapama bahçeler şeklinde yetiştirilmektedir. Çeşidin Ereğli ilçesinde uzun yıllara dayanan yetiştiricilik süresinde tabii mutasyonlarla yeni tipleri meydana gelmiştir. Bu çalışma ile meyve verim ve kalitesi yüksek olan Beyaz Kiraz genotiplerinin tespiti amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırmada materyal olarak Beyaz Kiraz (Starks Gold) kiraz çeşidine ait ağaçlar kullanılmıştır. Çeşit Kanada orijinli, sarı kabukludur. Meyvesi yuvarlak, orta iri, meyve eti serttir. Çeşit %3 oranında meyve çatlaması yapar ve taşımaya dayanıklılığı azdır. Meyveleri albenilidir. Ağaçları verimli, meyvelerinin aroması oldukça iyidir. Çok geççidir. Çiçek veriminin fazla olması ve geç çiçeklenmesi sebebiyle don zararına hassas bölgelerde 0900 Ziraat çeşidine

tozlayıcı olarak kullanılmaktadır. Kendine kısır olup, dölleyicileri 0900 Ziraat ve *Bigarreau Gaucher*'dir [4, 5].

Metot

Beyaz Kiraz tiplerinin belirlenmesi

Çalışma Konya ili Ereğli ilçesinde yürütülmüştür. Ereğli ilçesinde ilçe merkezi ve Yıldızlı, Gaybi, Büyük Dedeköy, Sarıca, Yazlık, Beldeagaç, Gökçeyazı, Hacımemiş, Orhaniye, Burhaniye ve Çalhan mahalleleri araştırma alanını oluşturmuştur. Bu mahallelerde yetişen üstün özelliklere sahip Beyaz Kiraz genotiplerinin tespiti amacıyla yapılan bu seleksiyon çalışmasında seçilen her bir bitki bir genotip olarak kabul edilmiştir. 2020 yılı Temmuz ayından itibaren ilçede kiraz yetiştirme alanları taranarak, aşağıdaki kriterlere uygun bitkiler belirlenerek numaralanmıştır. Bu kriterler;

- Bol ve düzenli verim,
- İri ve gösterişli meyve,
- Bitkilerin kuvvetli ve sağlıklı gelişme

göstermesi

Bu kriterler doğrultusunda araştırmanın ilk yılında taramalar esnasında genotipler arazide bir ön elemeye tabi tutulmuş ve verimleri nispeten düşük, meyveleri küçük, zayıf gelişen ve hastalıklı bitkilerden örnek alınmamıştır. Yapılan arazi çalışmalarında yaklaşık 4.000 adet beyaz kiraz ağacı incelenerek bunların içerisinde 39 ağaçtan meyve örnekleri alınmıştır. Bu şekilde ilk yıl seçilen genotiplerde meyve özellikleri incelenip tartılı derecelendirme yapıldıktan sonra belli bir puanın üzerinde olan genotiplerden ikinci yıl yine meyve örnekleri alınmış ve bu genotipler tekrar tartılı derecelendirme ile değerlendirilmiştir. İkinci kez yapılan tartılı derecelendirmede de belli bir puanın üzerinde olan tiplerde fenolojik ve morfolojik özellikler incelenmiş ve bu genotipler çeşit adayı olmak üzere çoğaltılmıştır.

İlk yıl seçilen Beyaz Kiraz genotiplerinde seleksiyon kriterleri olarak verimlilik, meyve iriliği, meyve eti sertliği, SÇKM ve et/çekirdek oranı üzerinde durulmuştur. Tartılı derecelendirmeye esas olan bu özellikler nitelendirilip, bu niteliklere puanlar verilmiştir. İncelenen Beyaz Kiraz popülasyonunda seleksiyon kriterlerinde en yüksek ve en düşük değerler arasındaki farklar belirlenip, bu fark sınır sayısına bölünerek aynı sınır içine giren genotipler aynı ifadelerle değerlendirilmiştir. Beyaz Kiraz tiplerinin birbirleriyle karşılaştırılmasında “Değiştirilmiş Tartılı Derecelendirme” yöntemi kullanılmıştır [6]. Tartılı derecelendirmeye esas alınan özellikler ve önem dereceleri aşağıda verilmiştir (Çizelge 1).

Toplam tartılı puanların hesaplanması her bir özelliğe ait relatif puanların özelliklere verilen değer puanları ile çarpılmasıyla elde edilen puanların toplanması şeklinde yapılmıştır [6].

Seleksiyona esas alınan özellikler ile seçilen tiplerde incelenecek diğer özellikler aşağıdaki yöntemlerle belirlenmiştir.

•**Verimlilik:** Beyaz Kiraz ağaçlarının verimleri ağaç başına verim olarak belirlenmiştir.

•**Meyve İriliği:** İrilik tespitinde meyve ağırlıkları esas alınmıştır. Meyve ağırlıkları tesadüfen seçilen 50 adet meyvede 0,001 g'a duyarlı hassas terazide belirlenmiştir.

Çizelge 1. Beyaz Kiraz Tartılı Derecelendirme özelliği, sınıf ve puanları

Özellikler	Sınıflar	Değer Puanı	Relatif Puanlar
Verimlilik	Çok Yüksek	10	30
	Yüksek	7	
	Orta	5	
	Düşük	2	
Meyve İriliği	Çok iri	10	20
	İri	7	
	Orta	5	
	Küçük	2	
Meyve Eti Sertliği	Çok Yüksek	10	20
	Yüksek	7	
	Orta	5	
	Düşük	2	
SÇKM	Çok Yüksek	10	10
	Yüksek	7	
	Orta	5	
	Düşük	2	
Et/Çekirdek Oranı	Çok Yüksek	10	10
	Yüksek	7	
	Orta	5	
	Düşük	2	
Meyve Rengi	Koyu Sarı	10	10
	Sarı	6	
	Açık Sarı	3	

•**Meyve Eti Sertliği:** Örnek olarak alınan 50 adet meyvede meyve eti sertliği 8 mm çaplı silindirik uca sahip el penetrometresi (Loyka Shore A) yardımıyla belirlenmiştir. Meyvenin ekvatorial bölgesine cihazın ucu dik olarak meyve etine girene kadar baskı uygulanmış ve daha sonra cihaz ekranında oluşan değer kg olarak kaydedildikten sonra kg/cm² cinsinden hesaplanmıştır. Bulunan değerlerin ortalaması meyve eti sertliği olarak kaydedilmiştir [7].

•**Suda Çözünabilir Kuru Madde (SÇKM):** Beyaz Kiraz meyvelerinde, rastgele seçilen meyve örnekleri saf su ile yıkandıktan sonra meyve sıkacağı ile suları çıkarılmış ve suda çözünabilir kuru madde miktarları portatif hassas ($\pm 0,01$) refraktometre ile (Atago PAL-1) okunmuştur.

•**Et/Çekirdek Oranı:** Örnek olarak alınan 50 adet meyvenin ağırlığı tespit edildikten sonra çekirdekleri

çıkarılarak tekrar tartılıp oran hesabıyla belirlenmiştir.

•*Meyve Rengi*: Örnek alınan 50 meyvede Konica Minolta Colorimeter CR-400 renk ölçüm cihazı ile renk ölçümleri yapılmış ve b* değerine göre ölçüm değerleri 3 sınıf aralığına bölünerek ve koyu sarı, sarı ve açık sarı olarak sınıflandırılmıştır. Daha sonra Hue ve Kroma değerleri hesaplanmıştır [8].

Genotiplerin Fenolojik Karakterizasyonu

Fenolojik gözlemlere birinci yılın sonunda ümitvar görülen genotipler üzerinde başlanmıştır. İkinci yıl yapılacak tartılı derecelendirme sonunda seçilen tiplerde de ikinci yılın sonunda fenolojik gözlemlere devam edilmiştir. Bu genotiplerde Chapman ve Catlin [9]'e göre “çiçek tomurcuklarının patlaması”, “çiçeklenme başlangıcı”, “tam çiçeklenme”, “çiçeklenme sonu”, “odun gözlerinin sürmesi” ve “hasat tarihi” dönemleri saptanmıştır.

Fenolojik gözlemler kapsamında, tomurcuk kabarması; çiçek tomurcuklarında şişkinleşmenin ve kabarmanın görüldüğü dönem olarak kabul edilmiştir. Tomurcuk patlaması; çiçek tomurcukları kabardıktan sonra tomurcuk pullarının açılıp aralarından ilk yeşil yaprakların görüldüğü dönemdir. Çiçeklenme başlangıcı; çiçek tomurcuklarının %10'unun açtığı zaman, o çeşit için çiçeklenme başlangıç tarihi olarak kabul edilmiştir. Tam çiçeklenme; ağaç üzerinde mevcut çiçek tomurcuklarının %70'den fazlasının açtığı tarih tam çiçeklenme zamanı olarak kabul edilmiştir. Çiçeklenme sonu; taç yaprakların %95'ten fazlasının döküldüğü zaman olarak kabul edilmiştir. Hasat dönemi; meyvelerin hasat olgunluğuna geldiği dönemdir.

Belirtilen tüm seleksiyon kriterleri dikkate alınarak yapılan çalışmalar sonucunda seçilen genotipler hem gen kaynağı olarak korunması hem de adaptasyon çalışmalarının yapılabilmesi için aşılansarak, Ereğli ilçesinde üretici bahçesinde ve Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Bahçesinde muhafaza altına alınmıştır.

Ümitvar tiplerin coğrafi konumlarının belirlenmesi ve numaralanması

Meyve özellikleri bakımından ümitvar bulunan meyve ağaçlarının, fenolojik gözlemler sırasında ağaç başından GPS cihazı ile coğrafi konumu ve denizden yüksekliği belirlenmiştir. Bu tiplere sistem olarak il trafik kodu, ilçe baş harfleri ve tip numarası kullanılarak oluşturulan kodlar verilmiştir. Örneğin; 42-E-01.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bulgular

2020 yılı sonuçları

Araştırmanın ilk yılında Ereğli ilçesinde Beyaz Kiraz (Starks Gold) yetiştiriciliği yapılan tüm yerleşim birimlerine ulaşılmaya çalışılmış ve bu alanlarda taramalar yapılmıştır. Proje kapsamında ilçede 2020 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında ilçe merkezi, Yıldızlı, Gaybi, Büyük Dedeköy, Sarıca, Yazlık, Beldeagaç, Gökçeyazı, Hacımemiş, Orhaniye, Burhaniye ve Çalhan mahalleleri olmak üzere 12 bölgede kiraz yetiştirme alanları taranarak, kuvvetli ve sağlıklı gelişme gösteren ağaçlar belirlenip numaralandırılmıştır.

Ağaçların bol ve düzenli verim, iri ve gösterişli meyvelere sahip olma kriterleri göz önüne alınarak araştırmanın ilk yılında yüksek verimli, meyveleri iri ve sağlıklı görülen 39 tip tespit edilerek bunlardan meyve örnekleri alınmıştır. Bu tiplerde ilk yıl incelenen özellikler aşağıda verilmiştir (Çizelge 2 ve 3).

2020 yılında örnek alınan 39 Beyaz Kiraz genotipinde meyve ağırlıkları 5,69 g (42-E-1) ile 10,58 g (42-E-6) arasında bulunmuştur. Meyve ağırlığı en yüksek genotipler sırasıyla 42-E-6 (10,58 g), 42-E-30 (9,72 g) ve 42-E-25 (9,70 g) olarak belirlenmiştir. Genotiplerde meyve boyu 2,10 cm (42-E-1) ile 2,44 cm (42-E-6) arasında olup, meyve boyu en fazla genotipler 42-E-6 (2,44 cm), 42-E-13 (2,43 cm) ve 42-E-37 (2,40 cm) olarak bulunmuştur. 39 Beyaz Kiraz genotipinde meyve eni 2,18 cm (42-E-1)-2,77 cm (42-E-6) arasında bulunmuştur. Meyve eni yüksek genotipler sırasıyla 42-E-6 (2,77 cm), 42-E-25 (2,66 cm), 42-E-30 (2,66 cm) ve 42-E-37 (2,66 cm) olarak belirlenmiştir. Genotiplerde çekirdek ağırlığı 0,34 g (42-E-9) ile 0,51 g (42-E-13) arasında olup, 42-E-9 (0,34 g), 42-E-5 (0,37 g) ve 42-E-10 (0,37 g) çekirdek ağırlığı en düşük tipler olarak belirlenmiştir. Beyaz Kiraz genotiplerinde et/çekirdek oranları 13,59 (42-E-1)-22,35 (42-E-5) arasında bulunmuştur. Et/çekirdek oranları en yüksek genotipler sırasıyla 42-E-5 (22,35), 42-E-28 (21,31) ve 42-E-39 (20,41) olarak belirlenmiştir.

İncelenen genotiplerde meyve kabuğu L değeri en düşük tip 42-E-9 (73,55), en yüksek tipler ise 42-E-25 (76,55), 42-E-6 (76,45) ve 42-E-38 (76,25) olarak bulunmuştur.

2020 yılında örnek alınan 39 Beyaz Kiraz genotipinde meyve sapı uzunluğu 3,55 cm (42-E-26)-4,64 cm (42-E-27) arasında bulunmuştur. Meyve sapı kalınlığı en az olan genotip 42-E-24 (0,11 cm), en fazla olan ise 42-E-6 (0,16 cm) olarak bulunmuştur.

Çizelge 2. 2020 yılında seçilen Beyaz Kiraz genotiplerinin bazı özellikleri

Genotip	Meyve ağırlığı (g)	Meyve boyu (cm)	Meyve eni (cm)	Çekirdek ağırlığı (g)	Et/Çekirdek oranı	Renk (L)
42-E-1	5,69	2,10	2,18	0,39	13,59	74,45
42-E-2	8,74	2,39	2,56	0,48	17,21	74,35
42-E-3	7,37	2,14	2,42	0,44	15,75	74,55
42-E-4	7,15	2,18	2,41	0,39	17,33	74,95
42-E-5	8,64	2,29	2,56	0,37	22,35	75,10
42-E-6	10,58	2,44	2,77	0,50	20,16	76,45
42-E-7	7,16	2,19	2,37	0,44	15,27	73,75
42-E-8	7,71	2,26	2,52	0,50	14,42	73,75
42-E-9	7,25	2,17	2,35	0,34	20,32	73,55
42-E-10	7,52	2,21	2,43	0,37	19,32	73,85
42-E-11	8,34	2,34	2,54	0,44	17,95	74,85
42-E-12	8,12	2,32	2,48	0,40	19,30	74,85
42-E-13	9,36	2,43	2,64	0,51	17,35	75,10
42-E-14	8,41	2,27	2,52	0,41	19,51	75,10
42-E-15	7,12	2,23	2,40	0,49	13,53	75,55
42-E-16	7,32	2,21	2,37	0,46	14,91	76,15
42-E-17	7,60	2,28	2,41	0,46	15,52	75,20
42-E-18	7,47	2,19	2,43	0,47	14,89	75,15
42-E-19	7,89	2,23	2,55	0,48	15,44	76,20
42-E-20	8,51	2,28	2,57	0,45	17,91	74,65
42-E-21	8,49	2,30	2,55	0,47	17,06	74,60
42-E-22	8,37	2,34	2,51	0,43	18,46	74,70
42-E-23	7,85	2,26	2,43	0,47	15,70	75,00
42-E-24	7,23	2,17	2,39	0,44	15,43	75,35
42-E-25	9,70	2,39	2,66	0,46	20,09	76,55
42-E-26	8,01	2,20	2,48	0,39	19,54	74,00
42-E-27	7,55	2,26	2,42	0,43	16,56	75,60
42-E-28	8,70	2,28	2,51	0,39	21,31	75,50
42-E-29	7,49	2,22	2,46	0,44	16,02	75,55
42-E-30	9,72	2,31	2,66	0,46	20,13	75,50
42-E-31	7,19	2,14	2,39	0,45	14,98	74,60
42-E-32	8,08	2,24	2,51	0,43	17,79	74,65
42-E-33	8,50	2,27	2,48	0,42	19,24	74,50
42-E-34	8,53	2,31	2,51	0,43	18,84	74,60
42-E-35	9,20	2,35	2,62	0,43	20,40	74,95
42-E-36	8,70	2,32	2,54	0,46	17,91	74,85
42-E-37	9,50	2,40	2,66	0,47	19,21	75,80
42-E-38	9,13	2,39	2,61	0,43	20,23	76,25
42-E-39	9,42	2,35	2,61	0,44	20,41	76,00

Meyve eti sertliği en düşük genotip 42-E-29 (4,43 kg/cm²), en yüksek genotipler ise 42-E-8 (9,50 kg/cm²), 42-E-20 (8,78 kg/cm²) ve 42-E-11 (8,66 cm²) olarak belirlenmiştir. Genotiplerde SÇKM %12,67 (42-E-27) ile %16,66 (42-E-11) arasında olup, 42-E-11 (%16,66), 42-E-39 (%15,66) ve 42-E-32 (%15,56) SÇKM içeriği en yüksek genotiplerdir.

Beyaz Kiraz genotiplerinin verimleri arasında önemli farklar bulunmaktadır. Bunun da sebepleri ağaçların yaşlarının ve bakım şartlarının farklılığıdır. 2020 yılında ağaç başına verimi en düşük genotip 42-E-18 (25 kg), en yüksek genotipler ise 42-E-7 (240 kg), 42-E-21 (170 kg) ve 42-E-36 (170 kg) olarak belirlenmiştir.

2020 yılında incelenen genotiplerde bu özellikler belirlendikten sonra Tartılı Derecelendirme Puan Çizelgesine göre Tartılı Derecelendirme Puanları hesaplanmıştır. Buna göre genotiplerin toplam puanları 356 (42-E-1) ile 766 (42-E-25) arasında bulunmuştur (Çizelge 3). Bunlardan 600 puan

üzerinde olan 21 genotip ilk yıl ümitvar olarak seçilmiştir. Bu tiplerde 2021 yılında fenolojik ve pomolojik incelemelere devam edilmiştir.

Çizelge 3. 2020 yılında seçilen Beyaz Kiraz genotiplerinin bazı özellikleri

Genotip	Meyve sapı uzunluğu (cm)	Meyve sapı kalınlığı (cm)	Meyve eti sertliği (kg.cm ⁻¹)	SÇKM (%)	Verim (kg/ağaç)	Tartılı derecelendirme puanı
42-E-1	4,26	0,12	4,98	13,00	35	356
42-E-2	4,33	0,15	7,05	14,12	150	667
42-E-3	3,94	0,13	6,65	15,04	66	495
42-E-4	3,90	0,14	6,48	14,02	45	503
42-E-5	4,04	0,13	7,50	14,68	35	618
42-E-6	4,27	0,16	8,40	13,38	40	680
42-E-7	4,31	0,13	5,88	14,21	240	693
42-E-8	4,39	0,15	9,50	14,53	116	638
42-E-9	3,89	0,12	6,15	14,46	90	570
42-E-10	3,78	0,13	5,20	15,15	80	563
42-E-11	3,99	0,14	8,66	16,66	40	608
42-E-12	3,85	0,13	7,45	14,23	90	622
42-E-13	3,86	0,14	7,25	15,38	45	595
42-E-14	3,67	0,13	7,75	15,09	110	661
42-E-15	4,57	0,15	8,38	13,07	58	478
42-E-16	3,77	0,13	4,80	12,82	75	517
42-E-17	3,71	0,13	5,88	12,77	65	463
42-E-18	3,65	0,13	5,68	13,18	25	455
42-E-19	4,11	0,14	8,20	14,69	30	557
42-E-20	4,42	0,13	8,78	14,92	30	587
42-E-21	4,07	0,14	7,00	13,33	170	712
42-E-22	4,46	0,12	7,73	14,35	120	690
42-E-23	4,31	0,13	5,40	13,58	75	544
42-E-24	4,52	0,11	7,34	13,05	140	610
42-E-25	4,33	0,13	7,43	14,27	140	766
42-E-26	3,55	0,12	7,25	15,01	60	544
42-E-27	4,64	0,13	5,68	12,67	80	551
42-E-28	4,13	0,13	6,73	14,57	75	674
42-E-29	3,97	0,12	4,43	13,49	87	527
42-E-30	3,95	0,13	7,90	15,01	60	643
42-E-31	4,01	0,12	5,80	13,71	140	568
42-E-32	4,29	0,13	5,90	15,56	48	532
42-E-33	3,60	0,15	7,10	14,45	75	625
42-E-34	3,65	0,15	7,13	14,51	160	745
42-E-35	4,35	0,13	5,88	13,68	75	634
42-E-36	3,89	0,14	5,48	15,20	170	732
42-E-37	4,33	0,15	6,80	15,33	140	742
42-E-38	4,60	0,15	6,13	14,89	150	730
42-E-39	3,63	0,14	5,83	15,66	150	753

2021 yılı sonuçları

2020 yılında seçilen 21 Beyaz Kiraz genotipinde 2021 yılında fenolojik ve pomolojik özellikler incelenmiştir. 2021 yılı ilkbahar mevsiminden itibaren belirlenen fenolojik gözlem sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir.

Genotiplerde çiçek tomurcuklarının kabarması 26.03-28.03.2021; tomurcuk patlaması 09.04-13.04.2021; çiçeklenme başlangıcı 12.04-18.04.2021; tam çiçeklenme 17.04-22.04.2021; çiçeklenme sonu ise 27.04-01.05.2021 tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Görüldüğü üzere genotiplerde fenolojik safhalar birbirine yakın tarihlerde gerçekleşmiştir. Seçilen Beyaz Kiraz tiplerinde hasat tarihleri ise 28.06-08.07.2021

arasında olup, en erken hasat edilen genotipler 42-E-7, 42-E-12 ve 42-E-34 (28,06), en geç hasat edilen ise 42-E-39 (08,07) olarak belirlenmiştir.

2021 yılı hasat döneminde seçilen tiplerden meyve örnekleri alınarak bunların özellikleri incelenmiştir (Çizelge 5).

2021 yılında örnek alınan 21 Beyaz Kiraz genotipinde meyve ağırlıkları 6,94 g (42-E-7) ile 9,42 g (42-E-30) arasında bulunmuştur. Meyve ağırlığı en yüksek genotipler sırasıyla 42-E-30 (9,42 g), 42-E-6 (9,31 g) ve 42-E-37 (9,19 g) olarak belirlenmiştir.

Seçilen genotiplerde meyve boyu 2,12 cm (42-E-7) ile 2,40 cm (42-E-2) arasında olup, meyve boyu en fazla genotipler 42-E-2 (2,40 cm), 42-E-12 (2,39 cm) ve 42-E-14 (2,37 cm) olarak bulunmuştur. Beyaz

Kiraz genotiplerinde meyve eni 2,20 cm (42-E-8)-2,50 cm (42-E-2) arasında bulunmuştur. Meyve eni yüksek genotipler sırasıyla 42-E-2 (2,50 cm), 42-E-11 (2,47 cm) ve 42-E-38 (2,44 cm) olarak belirlenmiştir.

2021 yılında örnek alınan 21 Beyaz Kiraz genotipinde meyve sapı uzunluğu 3,47 cm (42-E-33)-4,55 cm (42-E-38) arasında bulunmuştur. Meyve sapı kalınlığı en az olan genotipler 42-E-5 (0,11 cm), 42-E-24 (0,11 cm) ve 42-E-30 (0,11 cm); en fazla olan ise 42-E-6 (0,15 cm) olarak bulunmuştur.

Meyve eti sertliği en düşük genotip 42-E-36 (5,58 kg/cm²), en yüksek genotipler ise 42-E-8 (9,45 kg/cm²), 42-E-60 (8,55 kg/cm²) ve 42-E-14 (7,68 cm²) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. Beyaz Kiraz genotiplerinin 2021 yılı fenolojik gözlem sonuçları

Genotip	Tomurcuk Kabarması	Tomurcuk Patlaması	Çiçeklenme Başlangıcı	Tam Çiçeklenme	Çiçeklenme Sonu	Hasat Tarihi
42-E-2	26.03.2021	10.04.2021	13.04.2021	17.04.2021	27.04.2021	29.06.2021
42-E-5	26.03.2021	10.04.2021	13.04.2021	17.04.2021	27.04.2021	29.06.2021
42-E-6	26.03.2021	09.04.2021	12.04.2021	17.04.2021	28.04.2021	29.06.2021
42-E-7	26.03.2021	10.04.2021	13.04.2021	17.04.2021	27.04.2021	28.06.2021
42-E-8	26.03.2021	13.04.2021	17.04.2021	22.04.2021	01.05.2021	04.07.2021
42-E-11	26.03.2021	10.04.2021	14.04.2021	18.04.2021	01.05.2021	05.07.2021
42-E-12	26.03.2021	10.04.2021	14.04.2021	18.04.2021	01.05.2021	28.06.2021
42-E-14	26.03.2021	10.04.2021	14.04.2021	18.04.2021	01.05.2021	03.07.2021
42-E-21	28.03.2021	13.04.2021	18.04.2021	21.04.2021	30.04.2021	01.07.2021
42-E-22	28.03.2021	10.04.2021	14.04.2021	19.04.2021	30.04.2021	04.07.2021
42-E-24	26.03.2021	10.04.2021	14.04.2021	19.04.2021	28.04.2021	05.07.2021
42-E-25	26.03.2021	10.04.2021	13.04.2021	17.04.2021	28.04.2021	05.07.2021
42-E-28	26.03.2021	10.04.2021	13.04.2021	18.04.2021	28.04.2021	05.07.2021
42-E-30	26.03.2021	10.04.2021	13.04.2021	18.04.2021	28.04.2021	05.07.2021
42-E-33	28.03.2021	13.04.2021	18.04.2021	21.04.2021	30.04.2021	05.07.2021
42-E-34	28.03.2021	13.04.2021	18.04.2021	21.04.2021	30.04.2021	28.06.2021
42-E-35	28.03.2021	13.04.2021	18.04.2021	21.04.2021	30.04.2021	05.07.2021
42-E-36	28.03.2021	13.04.2021	18.04.2021	21.04.2021	30.04.2021	05.07.2021
42-E-37	28.03.2021	13.04.2021	18.04.2021	21.04.2021	02.05.2021	07.07.2021
42-E-38	28.03.2021	13.04.2021	18.04.2021	21.04.2021	02.05.2021	07.07.2021
42-E-39	28.03.2021	13.04.2021	18.04.2021	21.04.2021	01.05.2021	08.07.2021

Çizelge 5. Beyaz Kiraz genotiplerinin 2022 yılı pomolojik özellikleri ve toplam tartılı derecelendirme puanları

Genotip no	Meyve ağırlığı (g)	Meyve boyu (cm)	Meyve eni (cm)	Meyve sapı uzunluğu (cm)	Meyve sapı kalınlığı (mm)	Meyve eti sertliği (kg.cm ⁻¹)	Çekirdek ağırlığı (g)	Et/Çekirdek oranı	SÇKM (%)	Renk (L)	Tartılı derecelendirme puanı
42-E-2	9,03	2,40	2,50	3,98	0,14	7,00	0,47	18,21	13,12	73,51	790
42-E-5	8,16	2,31	2,31	3,90	0,11	6,99	0,37	21,05	13,65	74,07	610
42-E-6	9,31	2,36	2,31	4,03	0,15	8,55	0,50	17,62	12,64	75,91	750
42-E-7	6,94	2,12	2,29	3,79	0,12	5,93	0,41	15,93	13,49	74,18	710
42-E-8	7,64	2,25	2,20	4,29	0,14	9,45	0,46	15,61	14,07	73,17	810
42-E-11	8,02	2,29	2,47	3,88	0,14	8,70	0,43	17,65	15,57	74,62	630
42-E-12	8,86	2,39	2,31	4,08	0,14	7,00	0,37	22,95	13,65	74,14	610
42-E-14	9,17	2,37	2,29	3,69	0,12	7,68	0,38	23,13	14,43	74,97	790
42-E-21	8,83	2,25	2,35	3,97	0,13	7,40	0,42	20,02	12,70	74,30	670
42-E-22	8,32	2,35	2,35	4,34	0,12	7,65	0,39	20,33	14,08	73,74	670
42-E-24	8,03	2,23	2,21	4,41	0,11	7,50	0,39	19,59	12,66	74,65	785
42-E-25	9,07	2,28	2,37	3,99	0,13	7,05	0,39	22,26	13,84	75,84	590
42-E-28	8,71	2,34	2,30	4,14	0,12	7,00	0,35	23,89	13,93	75,44	670
42-E-30	9,42	2,22	2,25	3,90	0,11	7,45	0,45	19,93	14,66	75,80	630
42-E-33	7,56	2,22	2,31	3,47	0,13	7,15	0,41	17,44	14,35	74,81	710
42-E-34	7,66	2,13	2,32	3,78	0,14	6,95	0,42	17,24	14,17	74,58	690
42-E-35	8,39	2,21	2,42	4,24	0,12	5,73	0,42	18,98	12,95	73,82	630
42-E-36	8,09	2,19	2,37	3,93	0,13	5,58	0,43	17,81	15,07	73,68	690
42-E-37	9,19	2,23	2,33	3,99	0,14	7,13	0,40	21,98	14,58	76,61	890
42-E-38	8,47	2,24	2,44	4,55	0,14	6,28	0,42	19,17	14,39	76,44	890
42-E-39	9,16	2,29	2,29	3,71	0,13	6,55	0,38	23,11	15,53	74,54	660

Seçilen genotiplerde çekirdek ağırlığı 0,35 g (42-E-28) ile 0,47 g (42-E-2) arasında olup; 42-E-28 (0,35 g), 42-E-5 (0,37 g) ve 42-E-12 (0,37 g) çekirdek ağırlığı en düşük genotipler olarak belirlenmiştir. Beyaz Kiraz genotiplerinde et/çekirdek oranları 15,61 (42-E-8)-23,13 (42-E-14) arasında bulunmuştur. Et/çekirdek oranları en yüksek genotipler sırasıyla 42-E-13 (23,12), 42-E-39 (23,11) ve 42-E-12 (22,99) olarak belirlenmiştir.

Genotiplerde SÇKM %12,64 (42-E-6) ile %15,57 (42-E-11) arasında olup, 42-E-11 (%15,57), 42-E-39 (%15,53) ve 42-E-36 (%15,07) SÇKM içeriği en yüksek genotiplerdir.

İncelenen genotiplerde meyve kabuğu L değeri en düşük tip 42-E-8 (73,17), en yüksek tipler ise 42-E-37 (76,61), 42-E-38 (76,44) ve 42-E-6 (75,91) olarak bulunmuştur.

2022 yılında incelenen genotiplerde bu özellikler belirlendikten sonra Tartılı Derecelendirme Puan

Çizelgesine göre Tartılı Derecelendirme Puanları hesaplanmıştır. Buna göre genotiplerin toplam puanları 590 (42-E-25) ile 890 (42-E-37 ve 42-E-38) arasında bulunmuştur (Çizelge 5). Bunlardan 700 puan üzerinde olan 9 genotip (42-E-2, 42-E-6, 42-E-7, 42-E-8, 42-E-14, 42-E-24, 42-E-33, 42-E-37, 42-E-38) ümitvar olarak seçilmiştir.

2022 yılı sonuçları

2022 yılında 2021 yılında Tartılı Derecelendirme sonuçlarına göre seçilen 9 Beyaz Kiraz genotipinde fenolojik gözlemler yapılmıştır (Çizelge 6). Genotiplerde çiçek tomurcuklarının kabarması 08.04-11.04; tomurcuk patlaması 15.04-17.04; çiçeklenme başlangıcı 17.04-19.04; tam çiçeklenme 19.04-22.04; çiçeklenme sonu ise 30.04-02.05 tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Seçilen Beyaz Kiraz tiplerinde hasat tarihleri ise 20.06-22.06 arasındadır.

Çizelge 6. Beyaz Kiraz genotiplerinin 2022 yılı fenolojik gözlem sonuçları

Genotip	Tomurcuk Kabarması	Tomurcuk Patlaması	Çiçeklenme Başlangıcı	Tam Çiçeklenme	Çiçeklenme Sonu	Hasat Tarihi
42-E-2	10.04.2022	17.04.2022	19.04.2022	21.04.2022	01.05.2022	22.06.2022
42-E-6	08.04.2022	15.04.2022	17.04.2022	19.04.2022	30.04.2021	22.06.2022
42-E-7	08.04.2022	15.04.2022	17.04.2022	19.04.2022	30.04.2022	21.06.2022
42-E-8	10.04.2022	17.04.2022	19.04.2022	21.04.2022	01.05.2022	21.06.2022
42-E-14	11.04.2022	17.04.2022	19.04.2022	21.04.2022	02.05.2022	21.06.2022
42-E-24	10.04.2022	17.04.2022	18.04.2022	21.04.2022	01.05.2022	22.06.2022
42-E-33	08.04.2022	15.04.2022	17.04.2022	19.04.2022	30.04.2022	21.06.2022
42-E-37	10.04.2022	17.04.2022	19.04.2022	22.04.2022	02.05.2021	20.06.2022
42-E-38	11.04.2022	17.04.2022	18.04.2022	21.04.2022	02.05.2022	22.06.2022

TARTIŞMA

Seçilen 9 Beyaz Kiraz genotipinde meyve ağırlıkları 6,94-9,31 g, meyve boyu 2,12-2,37 cm, meyve eni 2,20-2,50 cm, meyve sapı uzunluğu 3,47-4,55 cm, meyve sapı kalınlığı 0,11-0,15 mm, meyve eti sertliği 6,28-9,45 kg/cm², çekirdek ağırlığı 0,38-0,50 g, et/çekirdek oranları 15,61-23,13, SÇKM %12,64-14,58, meyve kabuğu L değeri 73,17-76,61 arasında bulunmuştur.

Seçilen 9 genotipte 2022 yılında çiçek tomurcuklarının kabarması 08.04-11.04.2022; tomurcuk patlaması 15.04-17.04.2022; çiçeklenme başlangıcı 17.04-19.04.2022; tam çiçeklenme 19.04-22.04.2022; çiçeklenme sonu ise 30.04-02.05.2022 tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Tiplerde olgunlaşma ise 20.06-22.06.2022 arasında belirlenmiştir.

Konya ili Ereğli ilçesinde kapama bahçelerde yetiştiriciliği yapılan Beyaz Kiraz ülkemiz genelinde 0900 Ziraat Kiraz çeşidinin dölleyicisi olarak kullanıldığından üzerinde fazla bilimsel çalışma bulunmamaktadır.

Eskişehir şartlarında yetiştirilen Starks Gold kiraz çeşidinde 2022 yılında yapılan bir çalışmada tomurcuk kabarması 10.04, tomurcuk patlaması 18.04, ilk çiçeklenme 23.04, tam çiçeklenme 25.04, çiçeklenme sonu 28.04 ve hasat tarihi 29.06 olarak belirlenmiştir [10]. Yine Eskişehir ekolojisinde 2016 ve 2017 yıllarında yapılan bir çalışmada, Starks Gold kiraz çeşidi için 2016 yılında çiçeklenme başlangıcı 11 Nisan, tam çiçeklenme 13 Nisan ve çiçeklenme sonu 26 Nisan'da gerçekleşmiş, 2017 yılında bu tarihler sırasıyla 14 Nisan, 18 Nisan ve 1 Mayıs olarak belirlenmiştir [11]. Ereğli ve Eskişehir ekolojileri nispeten benzer olduğundan çeşidin fenolojik safhaları da birbirine genel olarak yakın bulunmuştur.

Kiraz ağaçları da diğer ılıman iklim meyve türleri gibi çiçeklenme dönemindeki sıcaklıklardan çok fazla etkilenmektedir. Çiçeklenme dönemindeki düşük sıcaklıklar, çiçeklenme başlangıcını geciktirirken, düşük sıcaklıklar da çiçeklenme süresini uzatmaktadır. Soğuklanma ihtiyacı karşılanmış, fakat çiçeklenme için etkili sıcaklık toplamını kısa sürede tamamlamış olan çiçek

tomurcuklarındaki gelişim faaliyeti hızlanmakta ve çiçeklenme periyodu kısalmaktadır [12].

Meyve ağırlığı ve meyve büyüklüğü kiraz meyvesinin kalitesini gösteren en önemli pomolojik özelliklerdendir. Özellikle pazarlanabilir taze meyvelerde meyve ağırlığı ve meyve büyüklüğü kalite ölçütü olarak kullanılmaktadır [13].

Meyvenin boyutları kirazlarda albeniyi etkileyen önemli özelliklerdir. Özellikle ihraç edilecek meyvelerde çapın 28 mm ve üzerinde olması istenir. Eskişehir şartlarında Starks Gold kiraz çeşidinde ortalama meyve ağırlığı 7,12 g, meyve eni 21,36 mm, meyve çapı 24,70 mm, meyve boyu 22,06 mm olarak tespit edilmiştir [10]. Çalışmada tespit edilen veriler ile kiraz yetiştiriciliği yapılan diğer ekolojilerde elde edilen veriler mukayese edildiğinde deneme materyalinin meyve ağırlığı ve boyutlarının önemli oranda yüksek olduğu söylenebilir. Bu durumun üretim miktarı ve pazarlamada olumlu katkı sağlayacağı ve çalışmanın yürütüldüğü yörede özellikle ihracata yönelik kiraz üretimi için yüksek bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Meyve boyutları, ekolojik faktörler, anaç-çesit etkileşimi, ürün yükü ve yetiştiricilik pratiği gibi birçok faktörün kümülatif etkisiyle değişen ve çok gen tarafından kontrol edilen özelliklerdir. İri, gösterişli meyveler her zaman pazar avantajı sağlamakta ve son yıllarda pek çok çalışmada meyve iriliğini artırma konularına yoğunlaşmaktadır [12].

Meyvelerin yenilen kısmının fazla olması tüketici tercihlerini etkileyen önemli özelliklerden biri olduğu için ıslahın ve yetiştiriciliğin önemli konularındandır. Bu konu sert kabuklu meyve türleri kadar önemli olmasa da sert çekirdekli meyve türleri için de önemlidir [10]. Çekirdek ağırlığının az, meyve eti ağırlığının yüksek olması kalite açısından arzu edilen bir durumdur [14].

Çekirdek ağırlığını en çok etkileyen unsurlar tohum iriliği ve endokarp kalınlığıdır. Tohum iriliği daha fazla çekim enerjisi oluşturduğu ve daha fazla asimilat maddenin meyveye taşınmasına sebep olduğu için daha büyük meyvelerin oluşmasını sağlamaktadır. Sert çekirdekli meyve türlerinde meyve et/çekirdek oranı kaliteyi gösteren önemli parametrelerdendir [12]. Kiraz yetiştiriciliğinin yapıldığı diğer ekolojilerden elde edilen verilerle bu çalışmada tespit edilen veriler mukayese edildiğinde çalışma materyalinin et/çekirdek oranının oldukça yüksek olduğu ve bu durumun tüketici tercihlerine olumlu katkısı olacağı ifade edilebilir. Eskişehir şartlarında yürütülen bir çalışmada Starks Gold çeşidinde ortalama çekirdek ağırlığı 0,42 g, et/çekirdek oranı ise 16,58 olarak tespit edilmiştir [10].

Kiraz meyvelerinin iri ve gösterişli olmasının yanında meyve eti sertliği de çok önemli bir parametredir. Kiraz meyvelerinin hassas ve yola dayanımı az olması nedeniyle nakliye ve pazarlama konularında bazı sıkıntılar yaşanmaktadır. Meyve etinin sert olması, yola dayanımı artırması, uzun raf ömrü ve muhafaza süresi gibi avantajlar sağlayacağından istenen bir özelliktir [15]. Eskişehir şartlarında yetiştirilen Starks Gold kiraz çeşidinin meyve eti sertliği 6,77 N/0,8 cm² olarak tespit edilmiştir. Meyve eti sertliği de genetik yapı, ekolojik faktörler ve yetiştiricilik pratiğinden etkilenmektedir.

Kiraz, yola dayanımı az ve hasattan sonraki muhafaza süresi kısa olan son derece hassas bir üründür. Meyve sapı, hasattan sonra ürünü dış koşullardan korumasının yanında bünyesindeki besin elementleriyle de meyveyi beslemeye devam etmektedir. Ayrıca meyve sapının uzun olması muhafaza süresi, raf ömrü ve yola dayanımı da artırdığı için istenen bir özelliktir [12]. Eskişehir’de yapılan bir çalışmada Starks Gold kiraz çeşidinin meyve sap uzunluğu 4,6 cm, sap kalınlığı ise 1,33 mm olarak tespit edilmiştir. Kiraz çeşitlerinde meyve sapı uzunluğu genetik bir özellik olmakla birlikte ekolojik faktörler ve bakım şartlarından da etkilenmektedir. Çalışmamızda tespit edilen verilerle diğer çalışmanın verileri kıyaslandığında sap uzunluğu ve sap kalınlığının yüksek olduğu ve bu durumun nakliye, muhafaza süresi ve raf ömrü gibi konularda avantaj sağlayacağı ifade edilebilir.

Kirazlarda meyve kabuk rengi tüketici tercihlerini etkileyen pomolojik parametrelerin en önemlilerindendir. Ayrıca meyvenin kabuk rengi çeşide özgü önemli bir hasat ve kalite kriteridir. Eskişehir’de yapılan bir çalışmada Starks Gold kiraz çeşidinin meyve kabuk rengi L değeri 70,96 olarak tespit edilmiştir. Seçtiğimiz tiplerde renk değeri bunun üzerindedir. Bu da meyve kabuk renginin, çeşit ve anaç etkileşimi, meyve iriliği, özellikle güneşlenme süresi gibi değişen ekolojik faktörler, meyvenin antosiyanin içeriği ve yetiştiricilik pratiği gibi birçok faktörün etkisiyle değişmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim Ereğli şartlarında güneşlenme süresi oldukça uzundur.

Sulu meyvelerin meyve suyunda çözünen kuru maddenin tamamına yakını şekerler (monosakkaritler ve disakkaritler) oluşturmaktadır. Suda çözünebilir kuru madde miktarı meyve tadını oluşturan faktörlerin en önemlisidir. SÇKM’nin yüksek olması duyu kaliteyi artırırken, meyvenin kimyasal bileşimini de etkilemektedir [16]. Genel olarak kirazlarda glikoz, fruktoz ile daha az miktarda sakaroz ve sorbitoldan oluşan SÇKM miktarı %11-25 arasında değişmektedir [15, 17, 18]. Eskişehir şartlarında Starks Gold kiraz çeşidinin SÇKM miktarı

%9,03 olarak tespit edilmiştir. Seçtiğimiz tiplerde ise SÇKM değerleri bunun çok üzerindedir. SÇKM miktarının, gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farkı, tam çiçeklenme ile hasat arasındaki sürenin uzunluğu gibi ekolojik faktörlerin, meyve iriliği, yetiştiricilik pratiği gibi diğer birçok faktörün etkisiyle değişebildiği bilinmektedir.

SONUÇ

Kirazın anavatanı olarak Güney Kafkasya, Hazar Denizi ve Kuzeydoğu Anadolu gösterilmektedir. 1500'den fazla çeşidi bulunan kirazın, daha çok ihracat değeri yüksek ve pazar isteklerine uygun olan çeşitleri yetiştiricilikte kullanılmakta ve her yıl piyasaya yeni çeşitler sunulmaktadır. Dünya kiraz üretiminde söz sahibi olan ülkelerde yetiştiricilikte farklı çeşitler ön plana çıkmaktadır. Türkiye'de çoğunlukla dünyada "Türk Kirazı" olarak markalaşmış "0900 Ziraat" kiraz çeşidi ile birlikte Regina, Lambert, Sweetheart, Kordia, Summit, Starks Gold ve son yıllarda geliştirilen Davraz gibi çeşitler ticari yetiştiricilikte kullanılırken, ABD'de Chelan, Tieton, Rainier, Bing, Lapins, Skeena; Şili'de Lapins, Van, Stella ve Summit; Arjantin'de ise Bing ve Lapins çeşitleri ticari üretimde en çok kullanılan çeşitlerdir [10].

Kiraz, vişne kadar asidik yapıya sahip olmadığı için meyve suyu endüstrisine uygun değildir. Çoğunlukla taze olarak, kısmen de işlenerek tüketilen bir üründür. Ancak bu çalışmada incelenen Starks Gold kiraz çeşidi Konya ili Ereğli ilçesinde salamura yapılarak ihraç edilmekte, bu ürün Avrupa'da pasta süslemede kullanılmaktadır. Dolayısıyla ihracatçı için en önemli özellikler meyvenin irilik ve rengidir. Çalışmamızda seçilen tipler meyve iriliği ve renkleri bakımından üst seviyelerdedir. Bu genotipler muhafaza altına alınmış olup, bundan sonraki çalışmalar çeşit tescili üzerine olacaktır.

Sonuç olarak Beyaz Kiraz yetiştiriciliği için uygun ekolojik şartlara sahip olan Ereğli ilçesinde yeni kurulacak bahçelerde seçilen genotiplerin kullanımı ile verim ve kalite artacak, ilçe ve ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır. İncelenen genotiplerde fenolojik ve pomolojik özellikler ayrıntılı olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonunda üstün özellikli olarak belirlenen genotipler aşı ile çoğaltılarak bir koleksiyon parseli oluşturulmuş ve bu şekilde ileride yapılacak ıslah çalışmalarına temel oluşturması sağlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 20401086 numaralı proje ile desteklenmiştir. İlgi, yardım ve desteklerinden dolayı Ereğli ilçesi kiraz yetiştiricilerine teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. FAO, 2024. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl>
2. Anonim, 2024. İGEME Kayıtları. www.igeme.com.tr
3. Anonim, 2024. Konya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Kayıtları.
4. Hauck, N.R., Lezzoni, A.F., Yamane, H., Tao, R., 2001. Revisiting the S-allele nomenclature in sweet cherry (*Prunus avium*) using RFLP profiles. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126:654-660.
5. Wiersma, P.A., Wu, Z., Zhou, L., Hampson, C., Kappel, F., 2001. Identification of new self-incompatibility alleles sweet cherry (*Prunus avium* L.) and clarification of incompatibility groups by PCR and sequencing analysis. Theor. Appl. Genet. 102:700-708.
6. Pırlak, L., 1993. Uzundere, Tortum ve Oltu ilçelerinde doğal olarak yetişen kıvılcıkların (*Cornus mas* L.) seleksiyon yoluyla ıslahı üzerinde bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Erzurum.
7. Pearce, S.C., 1976. Field experimentation with fruit trees and other perennial plants. Technical Communication, No: 23, CAB, London.
8. Bilgin, J., 2020. Aljinat uygulamasının maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) çeşitlerinin muhafaza kalitesi üzerine etkileri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
9. Chapman, P.J., Catlin, G.A., 1976. Growth stages in fruit trees from dormant to fruit set. New York's Food and Life Sciences Bulletin, 11(58):1-10.
10. Alabaş, M., 2023. Eskişehir'de yetiştirilen kirazların fenolojik ve pomolojik özellikleri ile meyve büyüme ve gelişme durumlarının tespiti. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
11. Mertoğlu, K., Evrenosoğlu, Y., Altay, Y., 2018. Eskişehir ekolojisinde 0900 Ziraat kiraz çeşidine uygun tozlayıcıların belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 89-97.

12. Aslantaş, R., 2022. Bahçe bitkilerinin biyolojik ve fizyolojik esasları. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ders Notları, Erzurum.
13. Drake, S.R., Fellman, J.K., 1987. Indicators of maturity and storage quality of 'Rainier' sweet cherry. HortScience, 22:283-285.
14. Sevilmiş, E., 2018. Kirazda bazı kimyasal uygulamaların meyve kalitesi üzerine etkileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Iğdır.
15. Esti, M., Cinquente, L., Sinesio, F., Moneta, E., Di Matteo, M., 2002. Physicochemical and sensory fruit characteristic of two sweet cherry cultivars after cool storage. Food Chem., 76, 399-405.
16. Fazzari, M., Fukumoto, M., Mazza, G., Livrea, M.A., Tesoriere, L., Marco, L.D., 2008. *In vitro* bioavailability of phenolic compounds from five cultivars of frozen sweet cherries (*Prunus avium* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56(10), 3561-3568.
17. Bernalte, M., Sabio, E., Hernandez, M., Gervasini, C., 2003. Influence of storage delay on quality of 'Van' sweet cherry. Postharvest Biol. Technology, 28, 303-312.
18. Çelik, Z., 2020. Kirazda meyve kalitesi üzerine lokasyonların etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

‘Viking’ Aronya Çeşidinin *In Vitro* Şartlarda Bitki Rejenerasyon Protokolünün Belirlenmesi

Zeynep NAS^{1*}, Ahmet EŞİTKEN², Lütfi PIRLAK³

¹Arş. Gör., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya; ORCID: 0000-0002-7115-1987

²Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya; ORCID: 0000-0002-6140-7782

³Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya; ORCID: 0000-0003-3630-3591

Gönderilme Tarihi: 13 Ocak 2025

Kabul Tarihi: 8 Nisan 2025

ÖZ

Bu çalışmada ‘Viking’ aronya çeşidinin *in vitro* çoğaltımı araştırılmıştır. Bu amaçla çoğaltma ortamı olarak MS besin ortamında farklı sitokinin tipleri (meta-Topolin, Benzyladenine, Thidiazuron, Kinetin) ve dozları (0.5, 1.0 mg.l⁻¹) denenmiştir. Sitokininler dışında ortama GA₃ (0.25 mg.l⁻¹) ve düşük dozda IBA (0.01 mg.l⁻¹) ilave edilmiş ve tüm uygulamalarda eşit doz kullanılmıştır. Köklenme ortamı için MS ve ½MS ortamlarında, farklı dozlarda IBA (kontrol, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0 mg.l⁻¹) ve aktif kömür (0.5, 1.0 g.l⁻¹) denenmiştir. Çalışma sonunda bitki canlılığı, explant başına sürgün sayısı (adet), sürgün uzunluğu (cm), köklenme oranı (%), kök sayısı (adet) ve kök uzunluğu (cm) ölçülmüştür. Çalışma sonunda, tüm uygulamalarda %100 canlılık tespit edilmiştir. En yüksek sürgün sayısı TDZ içeren ortamlarda tespit edilmiş; fakat mikro çelik olarak kullanılabilecek sürgünlerin çoğu BA ve mT içerikli ortamlardan elde edilmiştir. BA ve mT içerikli ortamların 1 mg.l⁻¹ dozlarında en yüksek sürgün sayısı meydana gelmiş ve sırasıyla 16.83 ve 21.76 adet sürgün/eksplant elde edilmiştir. Kontrol dahil olmak üzere tüm uygulamalarda %100 köklenme gerçekleşmiştir. En yüksek kök sayısı 1.0 mg.l⁻¹ IBA içeren ½MS ortamında (10.17 kök/eksplant) tespit edilmiştir. ½MS ortamında, MS ortamına kıyasla daha yüksek kök sayısı elde edilmiş; fakat kök sayısının artmasıyla kök uzunluğunda kısalma tespit edilmiştir. Aklimatizasyon aşaması yüksek başarı ile sonuçlanmış, ½MS ortamındaki bitkilerin %98’i, MS ortamındakilerin ise %92.4’ü hayatta kalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aronya, *in vitro*, köklenme, mikro çoğaltım, sitokinin

Determination of Plant Regeneration Protocol of the ‘Viking’ Aronia Cultivar under *In Vitro* Conditions

ABSTRACT

In this study, *in vitro* propagation of ‘Viking’ aronia cultivar was investigated. For this purpose, different cytokinin types (meta-Topolin, Benzyladenine, Thidiazuron, Kinetin) and concentrations (0.5, 1.0 mg.l⁻¹) were tested in MS nutrient medium for propagation medium. Except for cytokinins, GA₃ (0.25 mg.l⁻¹) and low concentration of IBA (0.01 mg.l⁻¹) were added and equal concentrations were used in all treatments. For the rooting medium, different concentrations of IBA (0.125, 0.25, 0.5, 1.0 mg.l⁻¹) and activated charcoal (0.5, 1.0 g.l⁻¹) were tested in MS and ½MS media. During the study, plant vitality, shoot number, shoot length, rooting rate, root number and root length were measured. At the end of the study, 100% viability was detected in all treatments. The highest number of shoots was observed in media containing TDZ; however, most of the shoots that can be used as micro cuttings were obtained from media containing BA and mT. The highest number of shoots occurred at 1.0 mg.l⁻¹ concentrations of media containing BA and mT and 16.83 and 21.76 shoots/explants were obtained, respectively. 100% rooting was achieved in all treatments, including the control. The highest root number was observed in ½MS medium (10.17 roots/explant) containing 1.0 mg.l⁻¹ IBA. Higher root number was obtained in ½MS medium compared to MS medium; However, it was determined that the root length decreased with the increase in the root number. The acclimatization phase has resulted in high success, 98% of plants in ½MS medium and 92.4% of plants in MS medium survived.

Keywords: Aronia, *in vitro*, rooting, micropropagation, cytokinin

GİRİŞ

Aronya (*Aronia melanocarpa*), *Rosaceae* familyasının *Maloideae* alt familyası, Aronia cinsi içerisinde yer alan Kuzey Amerika kökenli siyah,

küçük meyveli, çalı formunda gelişen, yaprak döken, çok yıllık üzümü bir meyve türüdür. Yeşil yaprakları sonbaharda kırmızıya dönüşür. *A. melanocarpa* bitkisi, 90-180 cm’ye kadar boylanabilen, 6-13 mm meyve çapına sahip, meyve ağırlığı 0.5-2 g arasında

*Sorumlu yazar / Corresponding author: zeynep.nas@selcuk.edu.tr

değişen bir türdür. Meyveleri salkım şeklinde ve her salkımda 8 ile 14 meyve bulunur. Olgun bitkileri, bitki başına 10-15 kg meyve vermektedir [1, 2]. Meyveleri olgunlaştığında elle veya mekanik bir hasat makinesi ile hasat edilebilir [2].

Aronya, çeşitli çevre koşullarına karşı yüksek toleransa sahip olan, çok çeşitli iklimlerde yetişebilen bir bitkidir [3]. Aronya kuraklığa dayanıklı değildir. Öte yandan, durgun dönemde -30°C'nin altındaki sıcaklıklara dayanabilmektedir [2].

Aronya meyveleri diğer meyvelere kıyasla daha yüksek antosiyanin içeriğine ve antioksidan kapasitesine sahiptir. Meyvelerinin antioksidan etkisi kızılcık, mürver ve böğürtlenden ve hatta frenküzümünden çok daha fazladır [4]. Meyveleri vitamin, mineral ve folik asit açısından zengindir. Zengin biyoaktif bileşikleri nedeniyle metabolik hastalıklar üzerinde iyileştirici etkiye sahiptir. Uzun yıllardır yapılan çalışmalar sonucunda diyabet, kalp damar hastalıkları, idrar yolu enfeksiyonları, göz iltihabı ve hastalıkları ve çeşitli viral hastalıklar üzerindeki olumlu etkileri ortaya konmuştur. Ayrıca bazı kanser hücreleri üzerinde antiproliferatif etkiye sahiptir [2].

Türkiye'de nispeten yeni bir meyve türüdür, ancak meyveye yönelik artan talep, birçok çiftçiye aronya yetiştiriciliğine teşvik etmektedir. Yetiştiricilerin taleplerini karşılamak için ticari açıdan önemli aronya çeşitlerinden yeterli sayıda fidan elde etmek için hızlı ve güvenilir bir klonal çoğaltma protokolüne ihtiyaç duymaktadır.

Aronya tohumla kolayca çoğaltılabilir. Fakat genetik açılım, bitkilerin geç olgunlaşması, kuvvetli ve homojen olmayan büyüme göstermeleri ve bitkilerin mekanik hasat için uygun olmaması nedeniyle bu yöntem önerilmemektedir [4]. Bunun dışında geleneksel olarak, aronya bitkileri, yeşil çelik ve odun çeliklerinin köklendirilmesi yoluyla da çoğaltılabilir [3]. Litwińczuk [4], aronyanın koltukaltı sürgünlerini kullanarak yaptığı *in vitro* mikro çoğaltım çalışmasında, mikro çoğaltımın tohum, daldırma ve çelik gibi geleneksel çoğaltma yöntemlerinden çok daha etkili olduğunu bildirmiştir.

Siyah aronya nispeten yeni bir üründür ve sadece birkaç çeşit veya çoğalma klonları bilinmekte ve yetiştirilmektedir. Mikroçoğaltım, diğer geleneksel klonlama yöntemlerinden çok daha verimli olduğundan, aronyanın yeni, değerli türlerinin hızlı çoğaltılması gerekmektedir [3, 4].

Yetiştiricilerin aronya meyvesine yönelik artan taleplerini karşılamak için ticari öneme sahip 'Viking' aronya çeşidinden yeterli sayıda fidan elde etmek için hızlı ve güvenilir bir klonal çoğaltma protokolüne ihtiyaç vardır. Bu çalışmanın temel

amacı, 'Viking' aronya çeşidi için *in vitro* klonal çoğaltım protokolünü geliştirmektir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen 'Viking' aronya çeşidi fidanları kullanılmıştır. 3 yaşındaki fidanlardan alınan yeşil çelikler üzerindeki sürmemiş koltuk altı tomurcukları eksplant olarak kullanılmıştır. Çalışma, Haziran 2023 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Bitki Biyoteknolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür.

Metot

Bitki materyalinin (eksplant) yüzey sterilizasyonu

Ana bitkiden alınan çelikler, her bir eksplantta bir tane göz olacak şekilde kesilmiştir. Kesilen çeliklerin yüzey sterilizasyon işlemi laboratuvar ortamında, steril kabin içerisinde gerçekleştirilmiştir. Yüzey sterilizasyon amacıyla eksplantlar ilk önce %70 etil alkol içerisinde 3 dakika süreyle, daha sonra litreye 10 damla Tween-20 içeren %15'lik ticari çamaşır suyu solüsyonu içerisinde ara-sıra karıştırılarak 20 dakika bekletildikten sonra steril saf su ile durulanmıştır [5].

Bitki materyalinin in vitro çoğaltımı

Yüzey sterilizasyon ve durulama işlemlerinden sonra eksplantlar, önceden hazırlanmış ve otoklavlanarak sterilize hale getirilmiş 20×150 mm'lik cam tüpler içerisindeki 1.0 mg.l⁻¹ Benzyl-adenine (BA) + 1.0 mg.l⁻¹ Gibberellic asit (GA₃) + 30 g.l⁻¹ sukroz ve 7.4 g.l⁻¹ agar (duchefa) içeren MS [6] besin ortamında kültüre alınmıştır. Kültür ortamının pH'ı, otoklavlanmadan önce 1 N HCl veya NaOH ile 5.8'e ayarlanmıştır. Mikrobiyal kontaminasyondan âri yeterli sayıda eksplant elde etmek için eksplantlar aynı içeriğe sahip besin ortamında her üç haftada bir alt kültüre alınmıştır. Sürgün kültürünün devamını sağlamak için yeni elde edilen sürgün kümeleri tek tek sürgünlere ayrılmış ve taze sürgünler alt kültür ortamına aktarılmıştır [5] (Şekil 1 ve 2). Üç alt kültürden sonra yeterli sayıda eksplant elde edildikten sonra ve üçüncü alt kültürden alınan mikrosürgünler ile uygun konsantrasyonu belirleme aşamasına geçilmiştir.



Şekil 1. Mikrobiyal bulaşmadan âri ve sağlıklı gelişen eksplantlar



Şekil 2. Alt kültüre alınan eksplantlar

Farklı sitokinin tip ve dozlarının in vitro çoğaltım üzerindeki etkisinin belirlenmesi

MS besin ortamında kültüre alınan bitkiciklerden 1.5-2.0 cm üzerinden alınan sürgün ucu eksplantlar, farklı sitokinin (meta-Topolin (m-T), Benziladenin (BA), Tidiazuron, (TDZ) Kinetin ve dozları (0.5, 1.0 mg.l⁻¹), 0.25 mg.l⁻¹ GA₃, 0.01 mg.l⁻¹ IBA, 30 g.l⁻¹ sukroz ve 7.4 g.l⁻¹ agar (duchefa) içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Kültür ortamının pH'ı, otoklavlanmadan önce 1 N HCl veya NaOH ile 5.8'e ayarlanmıştır. Eksplantlar, 60 ml besiyeri ortamı içeren magentalara aktarıldıktan sonra magentaların kapakları kapatılıp iklim odasında büyümeye bırakılmıştır. İklim odasının ışık yoğunluğu 2000-3000 lüks, 16 saat ışık 8 saat karanlık, ortam sıcaklığı ise 24±1°C'ye ayarlanmıştır.

Yapılan uygulamalar (mg.l⁻¹) aşağıdaki gibidir:

1. MS (Hormonsuz) (Kontrol)
2. MS + 0.5 mT + 0.25 GA + 0.01 IBA
3. MS + 1.0 mT + 0.25 GA + 0.01 IBA
3. MS + 0.5 BA + 0.25 GA + 0.01 IBA
4. MS + 1.0 BA + 0.25 GA + 0.01 IBA

5. MS + 0.5 TDZ + 0.25 GA + 0.01 IBA
6. MS + 1.0 TDZ + 0.25 GA + 0.01 IBA
7. MS + 0.5 Kinetin + 0.25 GA + 0.01 IBA
8. MS + 1.0 Kinetin + 0.25 GA + 0.01 IBA

Farklı hormon ve konsantrasyonlarının uygulandığı denemede en iyi sürgün gelişmesini (bitki canlılığı, sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu) belirlemek için deneme üç tekerrürlü ve her tekerrürde 15 bitki olacak şekilde kurulmuştur.

Kök gelişimi üzerine uygun besin ortamı yoğunluğu ile IBA ve aktif kömür konsantrasyonunun etkisi

Farklı iki besin ortamı yoğunluklarında (MS ve 1/2MS), farklı konsantrasyonlarda Indole-3-butyric acid (IBA) (kontrol, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0 mg.l⁻¹) ve aktif kömürün (AK) (0.5, 1.0 l⁻¹) köklenme üzerine etkisini incelemek amacıyla yaklaşık 1.5-2.0 cm uzunluğuna gelmiş eksplantlar kullanılmıştır. Dördüncü alt kültürden elde edilen bitkiler eksplant olarak kullanılmıştır.

Yapılan uygulamalar (mg.l⁻¹) aşağıdaki gibidir:

1. 1/2MS+0.0 IBA(Kontrol)
2. 1/2MS+0.125 IBA
3. 1/2MS+0.25 IBA
4. 1/2MS+0.5 IBA
5. 1/2MS+1.0 IBA
6. 1/2MS+0.5 AK
7. 1/2MS+1.0 AK
8. MS+0.0 IBA(Kontrol)
9. MS+0.125 IBA
10. MS+0.25 IBA
11. MS+0.5 IBA
12. MS+1.0 IBA
13. MS+0.5 AK
14. MS+1.0 AK

Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Bir ayın sonunda eksplant başına oluşan köklenme oranları, kök sayısı ve kök uzunluğu incelenmiştir.

Köklü bitkiciklerin dış koşullara alıştırılması(Aklimatizasyon)

In vitro koşullarda çoğaltılan bitkiler açıkta yetiştirilen bitkilere göre daha hassas olduklarından doğrudan dışarıya aktarıldıklarında kuruma gösterirler. Bu yüzden köklenmiş mikro sürgünler kademeli olarak dış koşullara alıştırılmalıdır. Aklimatizasyon işlemi Nas ve Read [9]'e göre yapılmıştır. Mikro sürgünler 30 gün köklendirme ortamında kaldıktan sonra mikro sürgünlerin kökleri akan çeşme suyu altında kökler zarar görmeyecek şekilde yıkanmıştır. Kök yıkama işleminden sonra köklü sürgünler torf ve perlit karışımıyla doldurulmuş pet bardaklara aktarılmıştır. Bitkiciklerin kurumasına neden olacak ortam nispi neminin kaybolmasını engellemek için pet bardakların üzeri şeffaf pet bardağı ile kapatılmıştır. Bitkiciklerin pişkinleşmesi için iklim odasına (2000-3000 lüks, 24±1°C, 16/8 (ışık/karanlık)) konulmuş ve ikinci haftadan sonra pet bardakların üzerinde delikler açılmıştır. Bu şekilde

ortamdaki nispi nemin kademeli olarak düşmesi sağlanmış ve yaklaşık iki hafta sonra pet bardaklar tamamen kaldırılmıştır [8] (Şekil 3).



Şekil 3. Laboratuvar ortamında plastik bardaklara dikili bitkiler

Plastik bardaklara dikili bitkiler yaklaşık iki ay kadar bir süre laboratuvar ortamında bekletilmiş ve 20-25 cm uzunluğa ulaştıktan sonra seraya bırakılmıştır. 2-3 haftalık alışma sürecinden sonra bitkiler saksılara dikilip dış ortamda büyümeye bırakılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Serada plastik bardaklara (a) ve dış ortamda saksılara (b) aktarılmış bitkiler

Verilerin istatistik analizi

İstatistiksel analizler, SPSS 23.0 İstatistik bilgisayar yazılımı yardımıyla tanımlayıcı istatistiklerle ANOVA kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar Duncan'ın çoklu aralık testi kullanılarak $p < 0,05$ düzeyinde karşılaştırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma sırasında, bitkilerin canlılık oranları, sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, köklenme oranı, kök sayısı ve kök uzunluğu ölçümleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Çalışmada besin ortamı olarak MS kullanılmıştır. Aronyanın *in vitro* kültürü için MS ortamının etkinliği, yayınlanan birçok raporda vurgulanmıştır [10, 11, 12, 13]. Woody Plant Medium'un (WPM) kullanımı, aronya [14, 15] dahil olmak üzere odunsu bitkilerde sık hale gelse bile, MS ortamı güvenilir sonuçlara sahip bir seçimdir ve birçok kişi tarafından desteklenmektedir. Brand ve Cullina [16] gibi yazarlar hem MS ortamının hem de WPM ortamının

A.arbutifolia ve *A.melanocarpa*'da kuvvetli sürgün çoğalmasını desteklediğini bildirmiştir.

Çalışmada yüzey sterilizasyon amacıyla eksplantlar ilk önce %70 etil alkol içerisinde yaklaşık 3 dakika süreyle, daha sonra eksplantlar litreye 10 damla Tween-20 içeren %15'lik ticari çamaşır suyu solüsyonu içerisinde ara-sıra karıştırılarak 20 dakika bekletildikten sonra üç kez saf su ile durulanması sonucunda dekontaminasyon için iyi sonuçlar vermiştir. Imrak vd. [13], yüzey sterilizasyonunda farklı dozlarda sodyum hipoklorit (%5, %10, %20) denedikleri çalışmada 10 dakika boyunca %10 sodyum hipoklorit uygulamasının dekontaminasyon için en iyi sonuçları verdiğini ileri sürmüşlerdir.

Sürgün çoğaltımında kullanılan sitokinin tip ve dozları bitki türleri arasında farklılıklar göstermektedir [8]. 'Viking' çeşidinin koltukaltı tomurcuklarının *in vitro* tepkisi hem büyüme düzenleyicilerinden hem de konsantrasyonlarından önemli ölçüde etkilenmiştir. Çalışmada en fazla sürgün sayısı TDZ içeren ortamlarda tespit edilmiş; fakat mikro çelik olarak kullanılabilecek sürgünlerin çoğu BA ve mT içerikli ortamlardan elde edilmiştir. Sürgün sayısının artmasıyla sürgün uzunluklarında düşüş belirlenmiştir. Brand ve Cullina [16], farklı dozlarda BA (0.0, 0.4, 2.2, 4.4, 11.1 μM) kullandıkları çalışmada, mikroçelik olarak kullanılabilecek sürgünlerin çoğunu, 2.2 veya 4.4 μM BA içeren ortamlardan elde etmişlerdir. Pırlak ve Almokar [18], en yüksek sürgün sayısını, farklı konsantrasyonlarda büyüme düzenleyicilerin bir arada bulunduğu 2 mg.l^{-1} BA + 0.1 mg.l^{-1} GA₃ + 0.01 mg.l^{-1} IAA içeren MS bazal besiyerinden elde etmişlerdir. Polat ve Eskimez [19] eksplant başına bitki sayısı (4.56 sürgün/eksplant), sürgün uzunluğu (20.25 mm/eksplant) ve boğum sayısı (4.72 boğum/eksplant) açısından en iyi sonuçları, MS + 1 mg.l^{-1} BAP + 0.02 mg.l^{-1} IBA + 1 mg.l^{-1} GA₃ kombinasyonu içeren ortamda ölçmüşlerdir.

Tüm sitokinin türevlerinde (mT, BA, TDZ, Kinetin) 1.0 mg.l^{-1} dozu, 0.5 mg.l^{-1} dozundan daha yüksek sürgün oluşturmuştur. Aksine 0.5 mg.l^{-1} dozunda sürgün uzunlukları, 1 mg.l^{-1} dozuna göre daha yüksek ölçülmüştür. Sonuç olarak en yüksek sürgün sayısı 1.0 mg.l^{-1} TDZ içeren ortamda (31.88 adet/eksplant), en düşük sürgün sayısı ise 0.5 mg.l^{-1} kinetin içeren ortamda (1.78 adet/eksplant) tespit edilmiştir. Sürgün uzunluğunda ise tam tersi bir sonuç elde edilmiş, en yüksek 0.5 mg.l^{-1} kinetin içeren ortamda (2.93 cm), en düşük ise 1.0 mg.l^{-1} TDZ içeren ortamda (0.37 cm) ölçülmüştür. Benziladenin (BA) ve meta-Topolin (mT) hem sürgün sayısında hem de sürgün uzunluğunda aynı dozlarda benzer tepkiler göstermiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çoğaltma aşamasında farklı sitokinin ve dozlarının ‘Viking’ aronya çeşidinin bitki canlılığı, sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu üzerine etkisi

Sitokinin tipi ve dozları	Bitki canlılığı (%)	Sürgün sayısı (adet/eksplant)	Sürgün uzunluğu (cm)
MS (Kontrol)	100.0 ÖD	1.13 g	2.73 ab
0.5 mg.l ⁻¹ meta-Topolin	100.0	9.67 e	2.44 b
1.0 mg.l ⁻¹ meta-Topolin	100.0	21.76 c	1.84 c
0.5 mg.l ⁻¹ Benziladenin	100.0	10.70 e	2.44 b
1.0 mg.l ⁻¹ Benziladenin	100.0	16.83 d	1.78 c
0.5 mg.l ⁻¹ Tidiazuron	100.0	28.90 b	0.40 d
1.0 mg.l ⁻¹ Tidiazuron	100.0	31.88 a	0.37 d
0.5 mg.l ⁻¹ Kinetin	100.0	1.78 fg	2.93 a
1.0 mg.l ⁻¹ Kinetin	100.0	2.65 f	2.01 c
AÖF (%5)	0	1.11	0.30

Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (Duncan). ÖD: Önemli değil. Tüm uygulamalar 0.25 GA₃ + 0.01 IBA (mg.l⁻¹) içermektedir.

In vitro köklendirme, mikro çoğaltımda başarıya ulaşmada en önemli aşamadır. Meyve ağaçları gibi odunsu bitkilerde mikro çoğaltım başarısını en fazla olumsuz etkileyen safha köklenmenin ya hiç olmaması ya da yetersiz olmasıdır. Köklenme yeteneği, besin ortamının tuz kuvvetine ve IBA yoğunluğuna göre önemli ölçüde değişmektedir [8]. Çalışmamızda ½MS ortamındaki sürgünlerde, tam MS ortamında kültürlenenlere kıyasla daha yüksek kök sayısı belirlenmiş (1.0 g.l⁻¹ aktif kömür içeren ½MS ortamı hariç) ve IBA dozunun artmasıyla kök sayısında artış belirlenmiştir. Kwak vd. [14], en yüksek köklenme oranını 3.0 mg.l⁻¹ IBA içerikli ½WPM (8.8 kök/eksplant)’den elde etmişlerdir. Sivanesan vd. [10], en yüksek köklü sürgün oranı (%100), sürgün başına ortalama kök sayısı (10.6) ve ortalama kök uzunluğu (5.4 cm) 30 günlük kültürden sonra 1 mg.l⁻¹ IBA ile güçlendirilmiş ½MS besiyerinde elde etmişler. Imrak vd. [13], köklenme için en iyi sonucu, 2 mg.l⁻¹ IBA + 0.5 mg.l⁻¹ NAA’nın bir araya getirildiği ½MS bitki ortamından elde etmişlerdir. Polat ve Eskimez [19], en iyi köklenme ortamının da ½MS + 1 mg.l⁻¹ IBA içeren ortam olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada kontrol dahil olmak üzere tüm uygulamalarda %100 köklenme gerçekleşmiştir. Kök sayısı bakımından IBA kullanımı aktif kömürden daha etkili bulunmuştur. Tüm IBA dozlarında kontrolden daha yüksek sayıda kök oluşmuştur. Kontrolde oluşan kök sayısı ise aktif kömür içeren ortamlardan daha yüksek bulunmuştur. IBA dozunun artmasıyla kök sayısında kademeli olarak artış tespit edilmiştir. Ayrıca sürgünde olduğu gibi kök sayısının artmasıyla da kök uzunluğunda azalma tespit edilmiştir (Çizelge 2).

En yüksek kök sayısı 1 mg.l⁻¹ IBA içeren ½MS ortamında (10.17 kök/eksplant), en düşük kök sayısı

ise 0.5 g.l⁻¹ AK içeren MS ortamında (2.47 kök/eksplant) tespit edilmiştir. Kök uzunluğunda ise kök sayısı ile ilişkili olarak MS ortamında daha yüksek değerler not edilmiştir. MS ortamında daha az sayıda kök oluşmuş, buna bağlı olarak oluşan köklerde uzama daha fazla olmuştur. En yüksek kök uzunluğu 0.5 g.l⁻¹ aktif kömür içeren MS ortamında (7.27 cm), en düşük kök uzunluğu ise 0.5 mg.l⁻¹ IBA içeren ½MS ortamında gerçekleşmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Besin ortamı yoğunluğu ile IBA ve aktif kömür konsantrasyonunun köklenme üzerine etkisi

IBA ve aktif kömür konsantrasyonu	Köklenme oranı (%)		Kök sayısı (kök/eksplant)		Kök uzunluğu (cm)	
	½MS	MS	½MS	MS	½MS	MS
0.0 mg.l ⁻¹ IBA (Kontrol)	100.0 ÖD	100.0 ÖD	4.07 d	3.97 d	3.23 b	4.18 b
0.125 mg.l ⁻¹ IBA	100.0	100.0	6.14 c	4.30 cd	2.87 bc	3.72 bc
0.25 mg.l ⁻¹ IBA	100.0	100.0	9.43 b	5.50 b	2.20 cd	3.11 bc
0.5 mg.l ⁻¹ IBA	100.0	100.0	9.50 b	4.73 c	1.73 d	3.33 bc
1.0 mg.l ⁻¹ IBA	100.0	100.0	10.17 a	7.73 a	2.15 cd	2.21 c
0.5 g.l ⁻¹ AK	100.0	100.0	3.13 e	2.47 f	5.81 a	7.27 a
1.0 g.l ⁻¹ AK	100.0	100.0	2.73 e	3.20 e	6.25 a	6.17 a
AÖF (%5)	0	0	0.66	0.53	0.75	1.41

Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (Duncan). ÖD: Önemli değil.

Son aşama olan aklimatizasyon aşaması yüksek başarı ile sonuçlanmış, çok az sayıda bitki ölümü gerçekleşmiştir. ½MS ortamındaki bitkilerin %98’i, MS ortamındakilerin ise %92.4’ü hayatta kalmıştır. Saksılara dikildikten sonra tüm bitkiler sağlıklı şekilde büyümeye devam etmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Serada ve dış ortamda bitkilerin gelişimi

SONUÇ

‘Viking’ aronya çeşidinin *in vitro* mikro çoğaltımının her aşaması (çoğaltma, köklendirme, aklimatizasyon) başarılı olmuştur. Çalışmada incelenen büyüme parametreleri, bitki büyüme düzenleyicilerinin tipine ve konsantrasyonuna bağlı olarak değişmiştir. Daha fazla sürgün oluşturduğu için aronyanın mikro çoğaltımı için BA veya mT

tercih edilmelidir. Köklendirme için MS besi ortamına göre daha fazla kök sayısı veren ½MS besin ortamı tercih edilmesi önerilmektedir. Ayrıca 1.0 mg.l⁻¹ IBA maksimum doz olarak kullanılabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 22401040 numaralı proje kapsamında Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Kokotkiewicz, A., Jaremicz, Z., Luczkiewicz, M., 2010. Aronia plants: a review of traditional use, biological activities, and perspectives for modern medicine. *Journal of Medicinal Food*, 13(2), 255-269.
- Engin, S.P., 2020. ‘Nero’ ve ‘Viking’ Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) çeşitlerinin agromorfolojik özellikleri ve farklı olgunluk seviyelerindeki meyve kalite parametrelerinin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa.
- Rusea, I., Popescu, A., Isac, V., Şutan, A., Hoza, D., 2019. High efficiency shoot multiplication from *in vitro* cultured meristems of *Aronia melanocarpa* cv. Nero. *Scientific Papers. Series B. Horticulture*, 63(1), 65-74.
- Litwińczuk, W., 2012. Micropropagation of chokeberry by *in vitro* axillary shoot proliferation, in: protocols for micropropagation of selected economically-important horticultural plants. Eds: Springer, pp:179-186.
- Nas, Z., Eşitken, A., Pirlak, L., 2023. The responses of ‘Viking’ aronia variety to salinity stress under *in vitro* conditions. *Erwerbs-Obstbau*, 65(6), 2547-2552.
- Murashige, T., Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473-497.
- Nas, Z., Eşitken, A., 2023. Micropropagation of an apricot (*Prunus armeniaca* L.) rootstock candidate. *Erwerbs-Obstbau*, 65(6), 2357-2365.
- Nas, Z., 2021. Anaçlık potansiyel gösteren 42-01 zerdali genotipinin *in vitro* mikroçoğaltım özelliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, 51.
- Nas, M.N., Read, P., 2004. Improved rooting and acclimatization of micropropagated hazelnut shoots.
- Sivanesan, I., Saini, R.K., Kim, D.H., 2016. Bioactive compounds in hyperhydric and normal micropropagated shoots of *Aronia melanocarpa* (michx.) Elliott. *Industrial Crops and Products*, 83, 31-38.
- Borsai, O., Clapa, D., Fira, A., Hârta, M., Szabo, K., Dumitraş, A., Pamfil, D., 2017. *In vitro* propagation of *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott. II International Symposium on Fruit Culture along Silk Road Countries 1308, 213-222.
- Rusea, I., Popescu, A., Isac, V., Şutan, A.N., Hoza, D., 2018. Adventitious shoot regeneration from petiole explants in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*). *Scientific Papers*, 83.
- Imrak, B., Kafkas, E., Tufan, M., 2021. The investigation of the impact of different plant growth regulators on micropropagation of aronia (*Aronia melanocarpa* L.). *Agbiol* 2021, 265.
- Kwak, M.-C., Choi, C.-H., Choi, Y.-E., Moon, H.-K., 2015. Micropropagation of aronia (*Aronia melanocarpa* Elliot, black chokeberry) and its 5 varieties. *Journal of Plant Biotechnology*, 42(4), 380-387.
- Cheng, Y., 2017. Tissue culture of *Aronia melanocarpa*. *Protection Forest Science and Technology*.
- Brand, M.H., Cullina, W.G., 1990. Micropropagation of *Aronia arbutifolia* and *A. melanocarpa*. *HortScience*, 25(9), 1096a-1096.
- Brand, M.H., Cullina, W.G., 1992. Micropropagation of red and black chokeberry (*Aronia* spp.). *HortScience*, 27(1), 81-81.
- Pirlak, L., Almokar, H., 2018. Propagation of aronia (*Aronia melanocarpa*) with tissue culture. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 32(3), 549-558.
- Polat, M., Eskimez, I., 2022. The effects of different hormone combinations on *in vitro* micropropagation of aronia (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott).

Dünyada Zeytin ve Zeytinyağı Üretimi ve Türkiye'deki Zeytinlerin ve Zeytinyağlarının Coğrafi İşaret Tescili Açısından Değerlendirilmesi

Tarık YÖRÜKOĞLU¹, Kenan Sinan DAYISOYLU², Tuğberk ANÇEL³, Yasin ÖZDEMİR^{4*}

¹Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kahramanmaraş; ORCID: 0000-0001-8507-708X

²Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fak., Gıda Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş; ORCID: 0000-0002-0673-3526

³Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kahramanmaraş; ORCID: 0000-0003-1446-567X

⁴Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0002-5157-3074

Gönderilme Tarihi: 2 Şubat 2025

Kabul Tarihi: 18 Mart 2025

ÖZ

Türkiye önemli bir zeytin ve zeytinyağı üreticisidir. Türkiye'nin geniş bir iklim ve coğrafi özellik çeşitliliğine sahip olması nedeniyle farklı bölgelerde yetiştirilen zeytinler ve bu zeytinlerden elde edilen yağlar ayırt edici özelliklere sahiptir. Bunun bir sonucu olarak ülkemizde coğrafi işaret tesciline sahip olan 22 zeytinyağı ve 14 adet sofralık zeytin bulunmasına rağmen 6 adet Türk Zeytinyağı için Avrupa Birliği Coğrafi İşaret tescili alınmış veya başvurusu yapılmış durumdadır. Bu çalışmada coğrafi işarete sahip olan zeytinlerin ve zeytinyağlarının illere ve tescil yıllarına göre dağılımı ve Avrupa Birliği tarafından tescil edilen zeytinyağlarının bazı özelliklerinin irdelenmesi amaçlanmıştır. Coğrafi işaret tescili hem üretici haklarının korunmasında hem de tüketicilere aslına uygun zeytin ve/veya zeytinyağının ulaştırılmasında güvence sağlayabilmektedir. Zeytin ve zeytinyağı özelinde ülkemizin çok sayıda coğrafi işarete sahip olduğu ve bunun her geçen yıl artacağı düşünülmektedir. Coğrafi işaret tescili yalnızca ayırt edici bir belge olarak değil aynı zamanda kaliteli ve aslına uygun zeytin ve zeytinyağı ürünlerinin artmasında teşvik edici bir araç olarak görülmelidir. Bu sayede sektörde ürün çeşitliliğine paralel olarak ürün kalitesinin de korunabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Menşee adı, mahreç işareti, yerel zeytin, zeytinyağı çeşidi

Olive and Olive Oil Production in The World and Evaluation of Olives and Olive Oils in Türkiye in Terms of Geographical Indication Registration

ABSTRACT

Türkiye is a significant producer of olives and olive oil. Due to Türkiye's wide range of climate and geographical features, olives grown in different regions and the oils obtained from these olives have distinctive features. As a result, although there are 22 olive oils and 14 table olives with geographical indication registrations in our country, European Union Geographical Indication registrations have been received or applications have been made for 6 Turkish Olive Oils. This research aims to examine the distribution of olives and olive oils with geographical indications by province and registration years and some characteristics of olive oils registered in the European Union. Geographical indication registration can provide assurance both in protecting producer rights and in delivering authentic olives and/or olive oils to consumers. It is thought that our country has a large number of geographical indications, and this number will increase every year. Geographical indication registration should be seen not only as a distinctive document but also as an encouraging tool for the increase in quality and authentic olive and olive oil products. In this way, it is thought that product quality can be preserved in parallel with product diversity in the sector.

Keywords: Designation of origin, geographical indication, local olive, olive oil types

GİRİŞ

Dünya Ticaret Örgütü'nün 1994 yılında imzaladığı fikri mülkiyet haklarının ticaretle ilgili yönlerine ilişkin anlaşmaya göre, coğrafi işaretler bir malın, bir üyenin topraklarından veya bir bölgeden geldiğini tanımlayan belgelerdir [1]. Bir ürünün belirli bir kalitesi, ünü veya diğer özellikleri, temel olarak üretildiği bölgeye veya yöreye bağlı

olduğunda, bu durum coğrafi menşeeine dayandırılabilirliği bildirilmiştir [2]. Birçok ülke coğrafi işaretlerin tanınması ve korunmasına yönelik yasal çerçeveler geliştirmiş veya geliştirmektedir. Coğrafi işaretlerin korunması, her türlü malın (genellikle tarım-gıda ürünlerine atıfta bulunsa da) tanımlanmasında coğrafi adların meşru kullanıcılarını taklit ve sahtekârlığa karşı korumak için bir araç olarak düşünülmüştür [3].

*Sorumlu yazar / Corresponding author: gidaciyasin@hotmail.com

Belirgin bir niteliği, tanınmışlığı veya diğer özellikleri itibarıyla kökenin bulunduğu bir yöre, alan, bölge veya ülke ile özdeşleşmiş ürünler coğrafi işaret ile tescillenebilir ve bu tarz ürünler yasalar ile korunmaktadır. Coğrafi işaretler, menşe adı, mahreç işareti ve geleneksel ürünler olmak üzere üçe ayrılmıştır. Coğrafi işaretler kimi zaman tarımsal bir ürün olabildiği gibi doğal ürünler, maden, el sanatları ve sanayi ürünleri de olabilmektedir [4, 5]. Türkiye’de coğrafi işaret tescili ilk defa Kocaeli ili Körfez Belediyesi tarafından 14.11.1997 tarih ve C1996/001 numarası ile Hereke İpek Halısına verilmiştir. Ayrıca Türk Patent ve Marka Kurumu’nun veri tabanı incelendiğinde ilk 24 ürünün Halılar ve Kilimler kategorisinde verildiği görülmektedir [6]. Yiyecek ve içecek anlamında ilk tescilli ürünlerimiz Türk rakısı (1996/031) ve Antepfıstığı (1997/001) olmuştur.

Zeytin ağacının kültüre alındığı yerin Anadolu olduğu ve buradan Dünya’ya yayıldığı bilinmektedir. Aynı zamanda zeytin yetiştiriciliği Akdeniz medeniyetlerinin önemli bir gelir kaynağı olmuş ve bu önemini hala korumaktadır [7]. Zeytin ve zeytinyağı Akdeniz ülkelerinin geleneksel ve stratejik bir ürünü olarak tanımlanmaktadır [8]. Son on yılda ise Akdeniz ülkeleri haricinde Çin gibi farklı bölgelerde de zeytin yetiştiriciliğinin arttığı rapor edilmiştir [9]. İklim değişiklikleri nedeniyle dünyanın farklı bölgelerinde de yeni zeytin üretim alanlarının tesis edilebileceği belirtilmiştir [10]. İspanya en büyük zeytin ve zeytinyağı üreticisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Zeytin ve zeytinyağı pazarında hem ulusal hem de uluslararası düzeydeki rekabet şartlarının zorlaşması bu ürünler için yeni pazarlama araçlarına olan ilgiyi arttırmıştır [11]. Coğrafi işaret tescili diğer gıda ürünlerinde olduğu gibi zeytinler ve zeytinyağları için ayırt edici bir özelliği işaret etmektedir. Bu çalışmada Türkiye’de ve Avrupa Birliği’nde coğrafi işaret tescili almış olan zeytinlere ve/veya zeytinyağlarına ait bilgilerin irdelenerek üreticiler ve tüketiciler için faydalı olabilecek bulguların sunulması amaçlanmıştır. Ayrıca ülkelerin sofralık zeytin ve zeytinyağı üretim miktarları ile güncel bilgiler derlenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Yıllara göre dünya sofralık zeytin ve zeytinyağı üretim miktarları ve en yüksek zeytinyağı ithalatına sahip ülkeler ve yıllara göre zeytinyağı ithalat miktarları Uluslararası Zeytin Konseyi’nin “dünya zeytinyağı ve sofralık zeytin pazarı” ve “dünya zeytinyağı ve sofralık zeytin ticareti” raporlarından derlenmiştir [12].

Türk Patent ve Marka Kurumu (TPMK)’nin web sitesi üzerindeki arama motoruna “zeytin”, “zeytinyağı”, “zeytinyağları” ve “sofralık zeytin” kelimeleri girilerek arama gerçekleştirilmiştir [13]. TPMK üzerinde coğrafi işarete sahip zeytin ve zeytinyağı sayıları, coğrafi işaret başvurusu yapan kurum, coğrafi işareti kapsayan bölgeler, coğrafi işaret başvuru tarihi ve coğrafi işaret tescil yılı bilgileri rapor edilmiştir. AB nezdinde veri arama süreçleri e-Ambrosia veri tabanı üzerinden gerçekleştirilmiştir [14]. Sofralık zeytin ve zeytinyağı detaylı bilgiler Türkiye İstatistik Kurumu veri tabanından temin edilmiştir [15]. Ayrıca internet arama motorlarına “coğrafi işaret zeytin” “coğrafi işaret zeytinyağı” ve “coğrafi işaret sofralık zeytin” kelimeleri girilerek tescile sahip kurumlar ve Tarım ve Orman Bakanlığı ve Tarım ve Orman İl Müdürlüklerinin siteleri tarafından yayınlanan haberler incelenmiştir. Bu sayede coğrafi işarete sahip olan zeytin ve zeytinyağları ilgili bilgilere ulaşılmaya çalışılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye, zeytin ağaç varlığı, sofralık zeytin ve zeytinyağı üretiminde dünyanın en önemli üretici ülkeleri arasındadır [16]. Zeytin bitkisinin özel iklim isteği nedeniyle zeytincilik, dünyada daha çok Akdeniz’e kıyısı olan ülkelerde (İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Tunus, Suriye, Fas, Fransa ve Portekiz) yoğun olarak yapılmaktadır (Çizelge 1). Halen dünya zeytin ağaç varlığının yaklaşık %93’ü bu ülkelerde yer almaktadır. 2021 verilerine göre dünyada yaklaşık olarak 10,3 milyon hektar alanda 23 milyon ton zeytin üretimi yapılmaktadır [17]. Zeytin yetiştiriciliği zeytinyağı üretimi ve sofralık zeytin üretimi için açıkça farklılaşmıştır. Zeytin üretimi alanının yüzde 86,61’i zeytinyağı üretimine %13,39’u sofralık zeytine ayrılmıştır [18]. Türkiye, Akdeniz’deki konumu nedeniyle gerek sofralık zeytin/yağlık zeytin, gerekse zeytinyağı üretimi açısından dünyanın önde gelen ülkelerinden biridir [19]. Sofralık zeytinlerin büyük bir kısmı Marmara bölgesinde üretilmekte ve yağlık zeytinler ise daha çok Ege ve sonrasında Akdeniz bölgesinde çeşitlilik göstermektedir [2021].

Dünya genelinde zeytin üretimi, yıllık bazda dalgalanmalara rağmen, genel bir artış trendi göstermiştir. 2021 yılı itibarıyla, dünya çapında üretilen zeytin miktarı 23 milyon ton olarak kaydedilmiştir. Bu dönemde, en yüksek üretim miktarına ulaşan ülke 8,3 milyon ton ile İspanya olmuştur. Yunanistan, dünya zeytin üretiminde İspanya’nın ardından ikinci sırada gelirken, 2015-

2019 yılları arasında yıllık ortalama 2,9 milyon ton üretim yapmıştır. 2021 yılında İspanya ve Yunanistan'ı takiben, İtalya 2,3 milyon ton, Türkiye 1,7 milyon ton ve Fas ise 1,6 milyon ton zeytin üretimi ile en fazla üretim yapan ülkeler arasında yer almışlardır [12]. Dünya sofralık zeytin üretimi miktarları Çizelge 1'de verilmiştir.

Uluslararası Zeytin Konseyi verilerine göre, dünyada zeytinyağı üretimi 2012/13 sezonundan bu yana dalgalanma göstermekle birlikte çok önemli bir değişiklik göstermemiştir. Dünya zeytinyağı üretim miktarları Çizelge 2'de verilmiştir. Dünya zeytinyağı üretimi 2021/22 üretim sezonunda hava koşullarının da ideal gitmesiyle 3,4 milyon ton civarında gerçekleşmiştir. İspanya zeytinyağı üretiminde ilk sırada yer almakta ve toplam üretimde %43,9 payı bulunmaktadır. İkinci önemli üretici ülke İtalya ise %9,7 pay almıştır. Önemli üretici ülkelerden olan

Tunus, Türkiye ve Yunanistan'ın toplam üretimdeki payları ise sırasıyla %7,1 %6,9 ve %6,8'dir [12].

Çizelge 1. Yıllara göre dünya sofralık zeytin üretim miktarı (bin ton) [12]

Ülkeler	2019/ 2020	2020/ 2021	2021/ 2022	2022/ 2023	2023/ 2024	2024/ 2025*
İspanya	458	546	659	414	407	468
Yunanistan	222	230	175	325	110	238
İtalya	60	83	62	67	77	62
Portekiz	25	16	26	17	20	21
Mısır	650	650	650	600	650	600
Türkiye	414	360	450	735	490	700
Cezayir	327	272	306	256	286	264
Fas	135	130	130	120	120	120
Arjantin	80	78	75	80	82	75
İran	62	62	60	65	85	91
Ürdün	42	29	28	28	26	30
Tunus	36	20	25	28	24	28
Diğer	354	275	348	323	312	322
Toplam	2865	2751	2994	3058	2689	3019

*Uluslararası zeytin konseyi tarafından tahmin edilen değerler

Çizelge 2. Yıllara göre dünyadaki zeytinyağı üretim miktarı (bin ton) [12]

Ülkeler	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023	2023/2024	2024/2025*
İspanya	1782	842	1403	1291	1262	1790	1125	1389	1492	666	854	1290
İtalya	464	222	475	182	429	174	367	274	329	241	358	224
Tunus	70	340	140	100	325	140	440	140	240	217	220	340
Türkiye	135	160	150	178	263	194	230	194	235	451	215	450
Yunanistan	132	300	320	195	346	185	275	275	232	345	175	250
Portekiz	92	61	109	69	135	100	141	100	206	126	161	195
Fas	130	120	130	110	140	200	145	160	200	107	106	90
Suriye	180	105	110	110	100	154	118	143	106	-	-	-
Cezayir	44	70	82	63	83	97	126	71	91	76	93	85
Mısır	20	17	17	30	40	41	40	38	20	50	45	40
Diğer	204	221	241	233	257	230	263	237	248	264	228	254
Dünya	3252	2458	3177	2562	3379	3304	3269	3020	3398	2543	2455	3218

Uluslararası Zeytin Konseyi Tarafından Tahmin Edilen Değerler

Dünya çapında sofralık zeytin ve zeytinyağı ihracatına bakıldığında, Avrupa Birliği'nin (AB) bu alanda önde gelen bir oyuncu olduğu görülmekte ve geçmişten bugüne uyguladığı politikalar ve gerçekleştirdiği reformlar sayesinde, Türkiye'ye kıyasla daha güvenilir ve etkili bir pozisyona sahip olduğu anlaşılmaktadır. AB'de zeytin sektörü, çiftçilerden kooperatiflere, yağ fabrikalarından pazarlama süreçlerine kadar çeşitli katmanlardan oluşan bir yapıya sahiptir. AB'de zeytin yetiştiriciliği esas olarak üç ana yöntemle gerçekleştirilmektedir: İlki, özellikle yaşlı zeytin ağaçlarının bulunduğu alanlarda tercih edilen, geleneksel üretim yöntemidir. İkincisi, geleneksel yöntemle kıyasla daha fazla girdinin kullanıldığı yarı yoğun (yarı entansif) üretim yöntemidir. Üçüncüsü ise, sulama ve mekanizasyon gibi modern üretim teknolojilerinin kullanıldığı, genellikle yeni tesis edilen zeytinliklerde uygulanan yoğun (entansif) üretim yöntemidir [16].

Uluslararası Zeytin Konseyi tarafından Avustralya, Brezilya, Kanada, Çin, Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri zeytinyağı satışı için ana

pazar ülkeleri olarak kabul edilmektedir. En yüksek zeytinyağı ithalatına sahip ülkeler ve yıllara göre zeytinyağı ithalat miktarları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. En yüksek zeytinyağı ithalatına sahip ülkeler ve yıllara göre zeytinyağı ithalat miktarları (bin ton) [12]

Ülkeler	2018/ 2019	2019/ 2020	2020/ 2021	2021/ 2022	2022/ 2023	2023/ 2024
ABD	347	931	380	399	363	363
Avrupa Birliği Dışı Ülkeler	147	252	168	151	205	205
Brezilya	86	104	106	103	81	82
Kanada	47	57	58	53	50	50
Japonya	69	70	59	62	46	46
Avustralya	32	36	36	34	28	29
Çin	46	51	46	49	19	19
Toplam	774	1501	853	851	792	794

Son yıllarda önemi gittikçe artan coğrafi işaret kavramı ile her bölgenin zeytinyağının kendine has özellikleri tescil edilmektedir. Ayvalık, coğrafi işaret tescili alan ilk zeytinyağı üretim bölgelerinden biridir. Ayvalık Zeytinyağı'nın markalaşma süreci, Türkiye'deki diğer zeytinyağı üreticileri için başarılı bir örnek olarak değerlendirilmektedir [22]. Ülkemizde coğrafi işaret tescili almış zeytinyağları

Çizelge 4’de verilmiştir. Bu zeytinyağlarının 14 tanesi Ege ve Marmara bölgesinden elde edilmekte iken 7 tanesinin ise Akdeniz bölgesi ve Güneydoğu Anadolu bölgesinden olduğu görülmektedir. Türkiye’de toplam 21 adet zeytinyağının coğrafi işarete sahip olduğu görülmüştür. Menşe ve Mahreç işareti anlamında; 13 adet zeytinyağı menşe belgesi ve 8 adet zeytinyağı ise mahreç işareti belgesi almıştır. İller bazında incelendiğinde en fazla coğrafi işaret belgesinin üç adet ile Balıkesir ve Manisa’nın sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 6). Onları iki ürünle Çanakkale ve Mersin illeri izlemektedir.

Çizelge 4. Ülkemizde coğrafi işaret tescili almış zeytinyağları

No	Coğrafi İşaret Adı	Tescil Türü	Yılı	İli
1	Güney Ege Zeytinyağları	Menşe adı	2006	İzmir
2	Ayvalık Zeytinyağı	Menşe adı	2007	Balıkesir
3	Nizip Zeytinyağı	Mahreç işareti	2012	Gaziantep
4	Milas Zeytinyağı	Menşe adı	2016	Muğla
5	Edremit Zeytinyağı	Menşe adı	2017	Balıkesir
6	Mut Zeytinyağı	Menşe adı	2018	Mersin
7	Kuzey Ege Zeytinyağları	Mahreç işareti	2018	İzmir
8	Aydın Memecik Zeytinyağı	Menşe adı	2020	Aydın
9	Burhaniye Zeytinyağı	Menşe adı	2020	Balıkesir
10	Ödemiş Çekirge Zeytinyağı	Menşe adı	2020	İzmir
11	Geyikli Zeytinyağı	Menşe adı	2021	Çanakkale
12	Tarsus Sarıulak Zeytinyağı	Menşe adı	2021	Mersin
13	Ceyhan Zeytinyağı	Mahreç işareti	2022	Adana
14	Bayramiç Zeytinyağı	Menşe adı	2022	Çanakkale
15	Derik Halhalı Zeytinyağı	Menşe adı	2022	Mardin
16	Kilis Zeytinyağı	Mahreç işareti	2022	Kilis
17	Akhisar Domat Zeytinyağı	Mahreç işareti	2022	Manisa
18	Akhisar Uslu Zeytinyağı	Mahreç işareti	2022	Manisa
19	Soma Zeytinyağı	Mahreç işareti	2023	Manisa
20	Altınözü Zeytinyağı	Mahreç işareti	2023	Hatay
21	Osmaniye Zeytinyağı	Mahreç işareti	2023	Osmaniye
22	Edinciksu Zeytinyağı	Menşe adı	2024	Balıkesir

Diğer gıda ürünlerinde olduğu gibi zeytinyağı coğrafi işaret tescilinde de başvurular artmaktadır. TPMK’ya coğrafi işaret tescili için başvurusu yapılmış ve henüz tescil işlemi hakkında karar yayınlanmamış zeytinyağlarının listesi Çizelge 5’de verilmiştir. Burada 4 adet zeytinyağın TPMK’ya başvurusunun yapıldığı görülmekte olup bu zeytinyağları sırasıyla ile Eceabat/Çanakkale, Edinciksu/Balıkesir, Erdek Kapıdağ/Balıkesir ve Kırkağaç/Manisa zeytinyağıdır. Zeytinyağı başvuruları devam etmekte olan ürünlerin pozitif anlamda sonuçlanması sonrası Balıkesir ilinin 5 adet zeytinyağı coğrafi işaret tesciline sahip olacaktır. Bu durumda zeytinyağı coğrafi işaret açısından en fazla tescile sahip şehir haline gelecektir. Manisa ise 4 adet zeytinyağı coğrafi işarete ulaşarak ikinci en fazla coğrafi işaretli şehir durumunda olabilecektir. Bu illerin yoğun zeytin üretimine sahip olması, farklı mikro klimalara sahip bölgeleri içermesi ve buradaki kurumların zeytinyağı coğrafi işaret tescilini

önceleyerek zeytinyağlarını farklılaştırma gayreti neticesinde olması nedeniyle daha fazla zeytinyağı coğrafi işarete sahip oldukları düşünülmektedir.

Çizelge 5. TPMK’ya coğrafi işaret tescili için başvurusu yapılmış zeytinyağları

Coğrafi İşaretin Adı	Tescil Türü	İli	Durumu
Eceabat Zeytinyağı	Menşe	Çanakkale	Başvuru
Erdek Kapıdağ Zeytinyağı	Mahreç	Balıkesir	Başvuru
Kırkağaç Zeytinyağı	Mahreç	Manisa	Başvuru

Türkiye’de sofralık zeytin üretimi, başta Ege, Akdeniz ve Marmara bölgeleri olmak üzere Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve çok az olsa da Karadeniz Bölgesi’nde yapılmaktadır. Ülkedeki zeytin yetiştiriciliğinde kullanılan geleneksel bilgi, yöntem ve uygulamalar 2023 yılında UNESCO tarafından Türkiye’nin Somut Olmayan Kültürel Mirasları listesine alınmıştır [23]. UNESCO’nun bu yaklaşımı zeytin ve zeytinyağı coğrafi işaret tescillerinin yalnızca ticari boyutu ile değerlendirilmemesinin gerektiğini ve coğrafi işaretin kültürel olarak da bu ürünlerin korunmasına katkı sunabileceğini göstermektedir.

Türkiye genelinde 41 farklı il ve 270 ilçe zeytin üretiminde yer almakta, bu üretimin büyük bir kısmı Ege Bölgesi’nde (%53) gerçekleşirken, Marmara Bölgesi %18, Akdeniz Bölgesi %23, Güneydoğu Anadolu Bölgesi %6 ve Karadeniz Bölgesi ise sadece %0,2 ile katkıda bulunmaktadır. Ege’deki üretimin yaklaşık %55’i yağlık zeytin Marmara’daysa üretilen zeytinlerin %60’ı sofralık zeytin olarak kullanılmaktadır. Türkiye’nin sofralık zeytin üretiminde ön plana çıkan illeri sırasıyla İzmir (%13), Manisa ve Balıkesir (her ikisi de %12,5), Aydın (%12), Muğla (%10), Çanakkale (%7) ve Bursa (%5) şeklinde sıralanmaktadır [24].

Zeytin çeşitleri açısından coğrafi işaret süreci irdelendiğinde, Çizelge 6’da 14 adet zeytinin TPMK tarafından tescillendiği görülmektedir. Zeytinlerden 11 tanesi menşe ve 3 tanesi mahreç olarak tescillenmiştir. En fazla tescille sahip iller 2’şer çeşit ile Manisa, Aydın ve Muğla’dır. Bu zeytin TPMK tarafından “İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar” ürün grubu içerisinde sınıflandırılmaktadır. Bu nedenle tesciller hem sofralık zeytini hem de ham zeytini kapsamaktadır. Başvuru yapan/tescil ettiren kurumların ise bir tanesinin İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü diğerlerinin ise Ticaret Borsası veya Ticaret ve Sanayi Odası olduğu görülmektedir. İlk coğrafi işaret tescili alan zeytinin 2005 yılında tescil edilen Gemlik zeytini olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 6. Ülkemizde coğrafi işaret tescili almış zeytinler

No	Coğrafi İşaretin Adı	Tescil Türü	Yılı	İli	No	Coğrafi İşaretin Adı	Tescil Türü	Yılı	İli
1	Gemlik Zeytini	Menşe	2005	Bursa	8	Aydın Memecik Zeytini	Menşe	2021	Aydın
2	Akhisar Domat Zeytini	Menşe	2012	Manisa	9	Aydın Yamalak Sarısı Zeytini	Menşe	2021	Aydın
3	Akhisar Uslu Zeytini	Menşe	2012	Manisa	10	Milas Çekişke Zeytini	Mahreç	2022	Muğla
4	Edremit Körfezi Yeşil Çizik Zeytini	Menşe	2015	Balıkesir	11	Hatay Halhalı Zeytini	Mahreç	2023	Hatay
5	Antalya Tavşan Yüreği Zeytini	Menşe	2018	Antalya	12	Edincik Zeytini	Menşe	2024	Balıkesir
6	Tarsus Sariulak Zeytini	Menşe	2018	Mersin	13	Karamürsel Samanlı Zeytini	Mahreç	2024	Kocaeli
7	Milas Yağlı Zeytini	Menşe	2019	Muğla	14	Büyükbelen Tekir Zeytini	Menşe	2024	Manisa

2024 yılında 3 adet zeytinin coğrafi işaret tescili gerçekleşmiştir. Böylelikle 2024 yılında diğer yıllara göre daha fazla sayıda zeytinin coğrafi işaret tescili aldığı görülmektedir. 7 adet tescil ile Akdeniz bölgesinin en çok zeytin çeşidine sahip olan bölge olduğu görülmektedir. Onu 3 zeytin tescili ile Ege bölgesi takip etmektedir. Türkiye’de en çok üretimi yapılan zeytin çeşidi olan Gemlik zeytininin tescili ise Marmara bölgesi (coğrafi sınırları: Bursa-Gemlik-Orhangazi-İznik-Mudanya ilçeleri) içinde bulunmaktadır. Başvuru sürecindeki sofralık zeytin çeşitleri tescillendiği düşünüldüğünde Manisa 3 adet ile en fazla zeytin coğrafi işaret tesciline sahip il olmuştur. Aydın, Balıkesir ve Muğla illeri ise 2’şer adet zeytin coğrafi işaret tesciline sahiptir.

Sınai mülkiyet haklarının korunması, tescilin yapıldığı ülkenin sınırları içinde geçerliliğe sahiptir. Bu kapsamda, Türkiye’de tescil edilen coğrafi işaretler de sadece Türkiye içinde korunmaktadır. Korumanın farklı ülkelere sağlanabilmesi için, ilgili ülkenin yasalarına göre tescil işlemi yapılması ya da uluslararası koruma mekanizmaları aracılığıyla başvurulması gerekmektedir. Avrupa Birliği üyesi ülkelerde koruma sağlama amacıyla, özellikle tarım ürünleri ve gıda maddeleri için, 2012/1151 numaralı Kalite Politikaları Hakkında Avrupa Konseyi Tüzüğü’ne uygun olarak Avrupa Komisyonu’na başvurmak bu yöntemlerden biridir. Bu başvuru yöntemi, yalnızca tarım ürünleri ve gıda maddelerine ilişkin coğrafi işaretler için geçerlidir [25].

Avrupa’da gıda ürünlerinin menşesine bağlı olarak korunması uzun bir geçmişe sahiptir. İtalya’da Po Nehri vadisinde üretilen Parmigiano-Reggiano peynirine ve Fransa’da Roquefort peynirine tanınan koruma 1920’lere kadar uzanmaktadır [2]. Son 100 yılda Fransa ve İtalya, Fransa’da AOP (Appellation d’Origine Contrôlée) ve İtalya’da DOP (Denominazione d’Origine Controllata) sistemleriyle coğrafi işaretler için kapsamlı bir yasal koruma sistemi geliştirmiştir. Avrupa Birliği’ne üye ülkelerin coğrafi işaret uygulamaları büyük ölçüde bu sistemlere dayandığı bildirilmiştir [26].

AB nezdinde tescillenmiş ve/veya başvurusu yapılmış zeytinyağı çeşitlerinin ülkeler bazında sahip oldukları sayılar Çizelge 7’de verilmiştir. Bu bağlamda İtalya 50 adet zeytinyağı çeşidi ilk sırada yer alırken onu sırasıyla 36 adet zeytinyağı ile

İspanya ve 33 adet zeytinyağı ile Yunanistan izlemektedir. Türkiye’nin durumu incelendiğinde 3 adet zeytinyağı için AB coğrafi işaret tescilinin alınmış olduğu ve 3 adet zeytinyağı için yapılan AB coğrafi işaret başvurusunun değerlendirme aşamasında olduğu görülmektedir. TPMK’nun kendi verileri incelediğinde, 21 adet zeytinyağının tescillenmiş ve 4 adet yeni zeytinyağının ise başvuru aşamasında olduğu görülmektedir. Bu bağlamda Türk zeytinyağlarının AB nezdinde tescil sayısının ve onu takip eden başvuru sayısının çok az olduğu görülmektedir.

Çizelge 7. Ükelere göre AB coğrafi işaret tesciline sahip zeytinyağı sayıları

Ülke	Tescil Sayısı
İtalya	50
İspanya	33
Yunanistan	32
Fransa	11
Portekiz	7
Hırvatistan	5
Hırvatistan ve Slovenya	1
Slovenya	1

AB nezdinde başvuru yapmak için öncelikle TPMK’na başvuru yapılarak ülkemizde coğrafi işaret tescilinin gerçekleştirilmesi gereklidir. Başvurular tescil ettiren veya Türk Patent ve Marka Kurumu aracılığı ile Avrupa Komisyonu’na gönderilmektedir. Gıda ve tarım ürünü olan coğrafi işaretlerin AB’de tescili, 1151/2012 sayılı Tüzük [27] ve bu Tüzüğün 668/2014 sayılı Uygulama Yönetmeliği [28] uyarınca gerçekleştirilmektedir.

1151/2012 sayılı Tüzük ve 668/2014 sayılı Uygulama Yönetmeliği uyarınca: Başvurular doğrudan AB Komisyonuna gönderilir, Coğrafi işaretler, kaynaklandığı ülkedeki adıyla ve Latin harfleriyle yazılışı ile korunur, Başvuru, “yasal oluşumuna ve bileşimine bakılmaksızın başvuruya konu ürünü üreten üreticilerden oluşmuş bir grup” tarafından yapılır, Başvurular, AB’nin resmi dillerinden birinde yapılır, AB başvurusu için komisyon tarafından ücret talep edilmemektedir. AB başvuru içeriğinde yer alması gereken hususlar; başvuru yapanın üretici grubu olduğunu kanıtlar nitelikte belge (ürün ile ilgili üreticilerin başvuru yapan kuruma üye olduklarına dair belge), şartname,

spesifikasyonlar, tescil belgesi ve çevirisi istenmektedir [5].

AB coğrafi işareti almış zeytinyağı çeşitleri Çizelge 8’de verilmiştir. Tüm zeytinyağı çeşitleri korunan menşe adı (protected designation of origin (PDO)) olarak tescilleri yapılmıştır. Bir ürünün PDO statüsü alması, o ürünün üretim, işleme ve hazırlık süreçlerinin tamamının belirli bir coğrafi alan içinde gerçekleştiğini ve ürünün o alana özgü benzersiz niteliklere sahip olduğunu göstermektedir. TPMK nezdinde PDO’nun karşılığı Menşe adıdır. Aydın Memecik, Milas ve Edremit zeytinyağları tescillenmiş, Kilis, Mut ve Ayvalık zeytinyağları ise AB Coğrafi İşaret Komisyonu tarafından değerlendirme sürecine alınmıştır.

Çizelge 8. AB Coğrafi İşaret tescili almış/başvuru yapılmış Türk Zeytinyağları

Sıra No	Coğrafi İşaretin/ Başvurunun Adı	No	Türü	Durumu
1	Aydın Memecik Zeytinyağı	PDO-TR-02802	PDO	Tescillenmiş
2	Milas Zeytinyağı	PDO-TR-2379	PDO	Tescillenmiş
3	Edremit Zeytinyağı	PDO-TR-02783	PDO	Tescillenmiş
4	Kilis Zeytinyağı	PDO-TR-02892	PDO	Başvuru yapılmış
5	Mut Zeytinyağı	PDO-TR-03226	PDO	Başvuru yapılmış
6	Ayvalık Zeytinyağı	PDO-TR-03304	PDO	Başvuru yapılmış

Ülkelere göre sofralık zeytinlerin coğrafi işaret tescili, bu ürünlerin özgünlüğünü ve kökenini koruma altına almakta büyük bir rol oynamaktadır. İspanya, bu alanda en fazla tescile sahip ülke olarak öne çıkarken, İtalya, Fransa ve Portekiz gibi diğer Akdeniz ülkeleri de önemli bir yer tutmaktadır. İspanya’da 8 adet AB coğrafi işaret tesciline sahip zeytine sahip iken İspanya haricinde AB üyesi ülkelerde toplam 7 tane AB coğrafi işaret tesciline sahip zeytin olduğu görülmektedir. AB üye ülkeleri içinde AB coğrafi işaret tesciline sahip sofralık zeytinler Çizelge 9’da verilmiştir. Bu durum, Akdeniz bölgesinin zeytin ve zeytinyağı üretiminde dünya çapında bir lider olduğunu göstermektedir. İspanya’nın en fazla tescile sahip olması, bu ülkenin zeytin çeşitliliği ve üretim kapasitesinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

AB nezdinde zeytinyağına verilen önem, 143 adet zeytinyağı tescili ile görülmektedir. Buna karşılık, sofralık zeytin çeşitlerinin tescil sayısının 10 olması, AB ülkelerinde zeytinyağı tüketiminin sofralık zeytin tüketimine göre daha yaygın olduğunu ortaya koymaktadır. Bu farklılık, zeytinyağının AB ülkelerinin mutfak kültüründe ve beslenme alışkanlıklarında sofralık zeytinlere göre daha merkezi bir rol oynadığını göstermektedir.

Çizelge 9. AB üye ülkelerinde AB coğrafi işaret tesciline sahip sofralık zeytinler

Sıra No	Coğrafi İşaretin Adı	Tescil No	Tescil Türü	Ülkesi
1	Olive de Nice	PDO-FR-0333	PDO	Fransa
2	Olive de Nîmes	PDO-FR-0568	PDO	Fransa
3	Πράσινες Ελιές Χαλκιδίκης / Prasines Elies Chalkidikis	PDO-GR-0539	PDO	Yunanistan
4	Oliva di Gaeta	PDO-IT-02101	PDO	İtalya
5	Olive taggiasche liguri	PGI-IT-03011	PGI	İtalya
6	Azeitonas de Conserva de Elvas e Campo Maior	PDO-PT-9216	PDO	Portekiz
7	Azeitona Galega da Beira Baixa	PGI-PT-02508	PGI	Portekiz
8	Aceituna de Mallorca / Aceituna Mallorquina / Oliva de Mallorca / Oliva Mallorquina	PDO-ES-1051	PDO	İspanya
9	Aceituna Gordal de Sevilla / Aceituna Gordal Sevillana	PGI-ES-02183	PGI	İspanya
10	Aceituna Manzanilla de Sevilla / Aceituna Manzanilla Sevillana	PGI-ES-02182	PGI	İspanya

Ülkemizde zeytine kıyasla zeytinyağının daha fazla sayıda coğrafi işarete sahip olduğu görülmektedir. Tescil başvurusunda bulunan kurumlar değerlendirildiğinde ise Ticaret ve Sanayi odalarının en önde geldiği onları Tarım İl ve İlçe Müdürlüklerinin izlediği görülmüştür. Coğrafi işaret tescilleri bölgesel olarak incelendiğinde ise Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin zeytinyağlarının daha fazla coğrafi işaret aldığı görülmektedir. Zeytinyağları sürekli sistem olarak isimlendirilen standart yöntem ile üretildiklerinden coğrafi işarete konu olan farklılıkların zeytinin çeşidi ve zeytinin yetiştirildiği bölgedeki iklim ve toprak yapısından kaynaklandığı bilinmektedir. Elbette burada zeytinin sağlık durumu, kalitesi, hasat olgunluğu, hasat sırasında hasar alıp almaması ve hasattan sonra bekleme süresi zeytinyağı özelliklerini değiştirebilmektedir. Bu durumda zeytinyağının coğrafi işarete konu olan özelliklerinin de değişebileceği unutulmamalıdır. Sofralık zeytinlerin coğrafi işaretleri zeytin çeşidi, zeytinin yetiştirildiği bölge ve zeytin işleme yöntemini kapsamaktadır. Bu nedenle zeytinyağına kıyasla sofralık zeytinin coğrafi işareti daha karmaşık yapıdadır.

SONUÇ

Bu makalede, Türkiye’nin zeytin ve zeytinyağı coğrafi işaret tescil ve tescil başvuru sayıları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ayrıca dünya genelinde zeytin ve zeytinyağı üretimi hakkında bilgiler sunulmuştur. Türkiye’de 21 adet zeytinyağı ve 14 adet sofralık zeytin coğrafi işaret tescilinin gerçekleştiği görülmektedir. Ülkemizdeki zeytinyağları için 3 adet AB Coğrafi İşaret tescilinin

ve 3 adet AB Coğrafi İşaret tescili başvurusunun yapıldığı anlaşılmıştır. Bu tesciller sayesinde Türkiye’de üretilen zeytinyağlarının yurt dışına satışı ve tanıtımı için katma değer ve rekabet gücü sağlanabileceği düşünülmektedir. Yüksek miktarda zeytinyağı üreten ülkelerin yüksek sayıda coğrafi işaret tesciline sahip olduğu görülmüştür. Bu şekilde büyük üretici ülkelerin rekabet güçlerini korumaya çalıştığı ve coğrafi özellik sayesinde yakaladıkları farklılaşmayı tescil ettirerek pazar gücü kazanmak istedikleri düşünülmektedir. Ülkemizde de benzer şekilde en çok zeytinyağı veya zeytin üreten illerin daha fazla coğrafi işaret tesciline sahip olduğu görülmüştür. Zeytinyağı üretimi açısından ön planda olan illerden İzmir, Manisa ve Balıkesir’in coğrafi işaret tescili açısından da öne çıktığı görülmüştür. Türkiye’nin zengin zeytin ve zeytinyağı çeşitliliğine sahip olduğu göz önüne alındığında bu ürünler ile ilgili coğrafi işaret tescil sayılarının artış gösterebileceği düşünülmektedir. Bu sayede ileriki yıllarda Türkiye’nin dünya zeytin ve zeytinyağı pazarındaki ticaret potansiyeli de artış gösterebilecektir. Coğrafi işaretler, ürünlerin kökeni ve özgünlüğü hakkında güven sağladığı için zeytincilik sektöründe sürdürülebilir üretimi desteklemektedir. Özellikle butik üreticilerin tescil potansiyeline sahip sofralık zeytinine ve/veya zeytinyağına AB coğrafi işaret tescili alması bu ürünlerin dış pazarlara açılması için faydalı olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. WTO, 1994. Standards concerning the availability, scope and use of Intellectual Property Rights (Part II), Section 3: geographical indications. World Trade Organization.
2. Barham, E., Sylvander, B. (Eds), 2011. Label of Origin for Food. Local Development, Global Recognition. CAB International, Cambridge, MA.
3. Belletti, G., Marescotti, A., Sanz-Cañada, J., Vakoufaris, H. 2015. Linking protection of geographical indications to the environment: Evidence from the European Union olive-oil sector. Land Use Policy 48:94-106.
4. Dayısoylu, K.S., Yörükoğlu, T., Ançel, T. 2017. Kahramanmaraş’ın coğrafi işaretli ürünleri ve ilin potansiyel durumu. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi 20(1):80-88.
5. TPMK, 2024-a. Coğrafi İşaret Platformu. Retrieved February 25, 2024, from (<https://ci.turkpatent.gov.tr/sayfa/avrupa-birli%20c4%9find-co%20c4%9fafi-i%20c5%9faret>) (E.T.: 25.01.2025).
6. TPMK, 2024-b. Coğrafi İşaret Platformu. Retrieved February 25, 2024, from (<https://ci.turkpatent.gov.tr/veri-tabani>) (E.T.: 25.01.2025).
7. Kılıç, T.M., Turhan, Ş. 2023. Türkiye’nin sofralık zeytin ihracatı ve değeri arasındaki ilişki: ARDL sınır testi yaklaşımı. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 10(2):206-213, (<https://doi.org/10.30910/turkjans.952769>) (Erişim: 26.01.2025).
8. Neves, B., Pires, I.M. 2018. The Mediterranean diet and the increasing demand of the olive oil sector. Region 5(1):101-112.
9. Wang, J., Zhang, D., Farooqi, T.J.A., Ma, L., Deng, Y., Jia, Z. 2019. The olive (*Olea europaea* L.) industry in China: Its status, opportunities and challenges. Agroforestry Systems 93:395-417.
10. Ozdemir, Y. 2016. Effects of climate change on olive cultivation and table olive and olive oil quality. Scientific Papers. Series B, Horticulture 60:65-69.
11. Mattas, K., Baourakis, G., Tsakiridou, E., Hedoui, M.A., Hosni, H. 2020. PDO olive oil products: a powerful tool for farmers and rural areas. Journal of International Food & Agribusiness Marketing 32(4): 313-336.
12. IOC 2024-b, World Market of Olive Oil and Table Olives-Data From December 2024 (<https://www.internationaloliveoil.org/world-market-of-olive-oil-and-table-olives-data-from-december-2024/>) (Erişim Tarihi: 27.01.2025).
13. TPMK, 2024. Türk Patent ve Marka Kurumu coğrafi işaret ver tabanı (<https://ci.turkpatent.gov.tr/veri-tabani>) (Erişim Tarihi: 25.01.2025).
14. European Commission eAmbrosia Union register of geographical indications (<https://ec.europa.eu/agriculture/eambrosia/geographical-indications-register/>) (Erişim Tarihi: 25.01.2025).
15. TÜİK, 2023 Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri (<https://data.tuik.gov.tr/kategori/getkategori?p=tarim-111&dil=1>) (Erişim Tarihi: 25.01.2025).
16. Bayramer, G., Tunalıoğlu, R. 2016. Türkiye’de sofralık zeytin-zeytinyağı ihracatçılarındın sorunları ve çözümüne yönelik yaklaşımlar. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 13(1):141-150.
17. FAO (Food and Agriculture Organization), 2023, FAOSTAT veri tabanı, (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>) (E.T.: 26.01.2025).
18. Vilar, J., Pereira, J.E., 2018. International Olive Growing Worldwide Analysis and Summary, Fundación, Caja Rural Jaen, Spain.
19. Semerci, A. 2018. Gross profit analysis in olive oil production: a case study of Hatay region Türkiye, Custos E Agronegocio on Line, 14(2):237-259.

20. Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., Sönmez, S. 2013. Olive and olive oil in Edremit region, Edremit Municipality Cultural Publication, No:9.
21. Basılğan, M., Hayretçi, E. 2023. Türkiye’de zeytin sektörünün satış performansının belirleyicileri: Gemlik zeytin üreticileri üzerinde bir analiz. Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi 9(2):223-238.
22. Orfion, 2017. En iyi zeytinyağı hangi yörenin?- Orfion zeytinyağı-Ayvalık zeytinyağı. Orfion zeytinyağı. <https://www.orfion.com.tr/en-iyi-zeytinyagi-hangi-yorenin/#:~:text=son%20y%C4%B1llarda%20%C3%B6nemi%20gittik%C3%A7e%20artan,ye%20iyi%20bir%20%C3%B6rnek%20oldu%C5%9Ftur> (E.T.:27.01.2025)
23. UNESCO, 2024. Traditional knowledge, methods and practices concerning olive cultivation. from UNESCO (<https://ich.unesco.org/en/usl/traditional-knowledge-methods-and-practices-concerning-olive-cultivation-01983>) (E.T.:26.01.2025).
24. Zeytindostu Derneği, Türkiye’de Zeytincilik (<https://zeytindostu.org.tr/zeytin/turkiyede-zeytincilik>) (Erişim Tarihi: 01.02.2025).
25. TPMK, 2024. Türk Patent ve Marka Kurumu, Coğrafi İşaret Platformu (<https://ci.turkpatent.gov.tr/sayfa/geleneksel-%C3%BCr%C3%BCn-ad%C4%B1-nedir>) (E.T.: 01.02.2025).
26. İlhan, Ö. 2021. Characteristics of EU registered geographical indications of food and agricultural products and investigation of their relationship with the geographical area. Aydın Gastronomy 5(2):117-129.
27. Anonim, 2012. Regulation (EU) No 1151/2012 of the European Parliament and of the Council of 21 November 2012 on quality schemes for agricultural products and foodstuffs
28. Anonim, 2014. Commission Implementing Regulation (EU) No 668/2014 of 13 June 2014 laying down rules for the application of Regulation (EU) No 1151/2012 of the European Parliament and of the Council on quality schemes for agricultural products and foodstuffs.

Cyclic 3-Hidroksimelatonin'in Tuz ve Su Stresi Altında Biber Tohumu Çimlenmesi Üzerine Etkileri

Aygül KARACA*

Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bingöl; ORCID: 0000-0001-9142-9678
Gönderilme Tarihi: 17 Aralık 2024 Kabul Tarihi: 4 Mart 2025

ÖZ

Abiyotik stres koşulları tohum kalitesini bozarak, tohumun canlılığını ve çimlenme potansiyelini azaltmaktadır. Bu nedenle, abiyotik stres koşulları altında tohum çimlenmesini iyileştirmek önemlidir. Melatonin'in bitkilerde çeşitli abiyotik stres faktörlerine karşı tolerans kazanılmasında etkin rol aldığı ortaya konmuştur. Ancak, melatonin metabolitlerin bitkilerdeki olası rolleri üzerinde sınırlı sayıda çalışma yürütülmüş ve sonuçlar bu metabolitlerinde melatonin benzeri görevlere sahip olduğu yönündedir. O nedenle bu çalışmada bir melatonin metaboliti olan cyclic 3-hidroksimelatoninin (3-ohm) stres koşulları altında (kuraklık ve tuz stresi) tohum çimlenmesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaca yönelik değişik konsantrasyonlarda (0 µM, 10 µM, 50 µM ve 100 µM) 3-ohm uygulanmış biber tohumları, tuz (0, 75, 100 ve 125 mM NaCl) ve su (0, 75 ve 100 gL⁻¹ PEG 6000) stresleri altında çimlenme testine tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda 3-ohm uygulamalarının tüm konsantrasyonlarının, tuz ve su stresi altındaki çimlenme testine tabi tutulan biber tohumlarının çimlenme yüzdelerini, çimlenme üniformitesini, çimlenme hızını, kökçük uzunluğu ve vigor indeksini kontrol uygulamasına kıyasla arttırdığı gözlenmiştir. Ayrıca 3-ohm'in biberde çimlenme aşamasında tuz ve su streslerine karşı toleransı arttırmada melatonin benzeri fonksiyona sahip olduğu ve antioksidan olarak görev yaparak stres toleransının artmasında aktif rol aldığı sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Anahtar Kelimeler: Cyclic 3-hidroksimelatonin, tuzluluk stresi, su stresi, RNS, ROS, vigor indeksi

Effects of Cyclic 3-hydroxymelatonin on Pepper Seed Germination Under Salt and Water Stress

ABSTRACT

Abiotic stresses reduce seed germination by increasing deterioration of seed quality, reducing germination potential and seed viability. Therefore, it is important to improve seed germination under abiotic stress conditions. Melatonin has been shown to play an active role in the acquisition of tolerance to various abiotic stress factors in plants. However, limited studies have been conducted on the possible roles of melatonin metabolites in plants and the results suggests that these metabolites may also function similarly to melatonin. Therefore, in this study, the effects of cyclic 3-hydroxymelatonin (3-ohm), a melatonin metabolite, on seed germination under stress conditions (drought and salt stress) were investigated. For this purpose, pepper seeds treated with 3-ohm at different concentrations (0 µM, 10 µM, 50 µM and 100 µM) were subjected to germination test under salt (0, 75, 100 and 125 mM NaCl) and water (0, 75 and 100 gL⁻¹ PEG 6000) stresses. As a result of the study, all concentrations of 3-ohm treatments increased the germination percentage, germination uniformity, germination rate, root length and vigor index of pepper seeds subjected to germination test under salt and water stress compared to control treatment. It was also concluded that 3-ohm has a melatonin-like function in increasing tolerance to salt and water stresses at the germination stage in pepper and plays an active role in increasing stress tolerance by acting as an antioxidant.

Keywords: Cyclic 3-hydroxymelatonin, salinity stress, water stress, RNS, ROS, vigour index

INTRODUCTION

Pepper plant belongs to the genus *Capsicum* of the *Solanaceae* family and is an annual crop in temperate climates and a perennial crop in tropical climates [1]. Drought stress causes severe reductions in crop productivity by reducing plant water uptake, leaf water content and gas exchange rates [2]. Salt stress disrupts the osmotic and ionic balance of plants,

negatively affecting their growth and development and causing many damages [3]. In order to reduce the negative effects of these stress factors in cultivation, many plant growth regulators are the subject of research. One of them is melatonin and the metabolites released as a result of the breakdown of melatonin.

Seed germination is the first stage in the life of a plant and is of great importance in sustaining crop

*Sorumlu yazar / Corresponding author: akaraca@bingol.edu.tr

production. Abiotic stresses reduce seed germination by increasing seed quality deterioration, reducing germination potential and seed viability. Therefore, to achieve a sustainable level of crop yield, it is important to improve seed germination under abiotic stress conditions [4]. Melatonin, a potent source of antioxidants, has been reported to increase plant resistance to stress by directly or indirectly scavenging reactive oxygen species (ROS) and reactive nitrogen species (RNS) produced under biotic and abiotic stressors such as low temperature [5], high temperature [6], drought [7], salinity [8] and oxidative stresses [9, 10, 11].

As a result of the researches on melatonin, which is a circadian rhythm sensor and antioxidant source, the fact that melatonin has many positive features about its physiological roles has led researchers to study on melatonin metabolites. Several metabolites of melatonin have been detected in plants, including 2-hydroxymelatonin (2-ohm), cyclic-3-hydroxymelatonin (3-ohm), and N¹-acetyl-N²-formyl-5-methoxyquinuramine (AFMK) [12, 13]. It has been shown that melatonin is converted into AFMK by indoleamine 2,3-dioxygenase (IDO), into 2-hydroxymelatonin (2-ohm) by 2-hydroxylase (M2H) and into 3-ohm by 3-hydroxylase (M3H) [14]. In a study, they reported that exogenous melatonin application led to the production of several melatonin metabolites in paddy seedlings, including 2-ohm, 3-ohm and AFMK, and N²-acetyl-5-methoxyquinuramine (AMK), suggesting the presence of a melatonin metabolism pathway. Furthermore, it has been demonstrated that, similar to melatonin, the amounts of 2-ohm and 3-ohm metabolites in tissues exhibit a diurnal rhythm that peaks at night [15]. In a study on the protection of melatonin and its precursors and metabolites against oxidative stress, it was reported that N-acetylserotonin (N-Ser), one of the precursors of melatonin, and 6-ohm, a melatonin metabolite, were more effective than melatonin in eliminating peroxy free radicals [16].

It has been reported that the two dominant melatonin metabolites found in terrestrial plants are 3-ohm and 2-ohm [17] and that the enzymes involved in the synthesis of these metabolites (M2H and M3H) belong to the 2-oxoglutarate-dependent dioxygenase (2-ODD) superfamily [18, 19]. It was revealed that 2-ohm increased the tolerance of cucumber and tomato seedlings to both cold and water stresses when applied separately and together [20]. Similarly, it was reported that paddy seedlings treated with 2-ohm provided tolerance to stress factors in plants when cold and water stresses were applied together [21, 20]. In a study investigating the effects of 2-ohm on

seed germination, it was reported that the germination of dormant Arabidopsis seeds treated with 2-ohm was significantly increased compared to control seeds [22]. Korkmaz et al. [23] reported that 2-ohm had a melatonin-like function in increasing tolerance to salt, water and chilling stresses during germination and seedling emergence in pepper and played an active role in increasing stress tolerance by acting as an antioxidant. Shah et al. [24] reported that 4-ohm reduced the effect of nickel stress on the roots and shoots of eggplant seedlings and increased their resistance to stress. In a study with rice plants, M3H genes that catalyze melatonin to 3-ohm via 2-ODD were cloned and 3-ohm was found in high amounts in melatonin-treated leaves. These results showed that melatonin is metabolized to 3-ohm by M3H genes in plants [25]. In addition, in a limited number of studies, it has been reported that 3-ohm responds to oxidative stress in adverse environmental conditions and exhibits high antioxidant activity against the harmful effects caused by this stress [15, 26, 27].

3-ohm, an important metabolite produced through melatonin interaction with oxygenated compounds, is thought to have an active role in increasing tolerance to various abiotic stress factors. However, there is a very limited number of studies on the physiological functions of 3-ohm in plants and no studies on its effects on seed germination, seedling emergence and yield were found in the literature. Therefore, in this study, its effects on germination of pepper seeds under various stress factors (drought and salinity stresses) were investigated. Pepper seeds exposed to drought and salt stresses were subjected to 3-ohm treatments and the possible effects of the treatments on seed germination under stress conditions were revealed. In addition, it will be an advantage for future studies to complete the deficiencies in the literature by revealing the effects of 3-ohm, a melatonin metabolite, on application doses and abiotic stress factors.

MATERIALS AND METHODS

Plant Material and Treatments

‘Sera Demre’ pepper seeds were superficially disinfected in water containing 1% (active ingredient) sodium hypochlorite for 10 minutes to eliminate microorganisms that could be carried on the seeds, washed in plenty of water and dried superficially on blotting paper for 2 hours under room conditions. For 3-ohm treatment, the superficially dried pepper seeds were kept at 20°C for 24 hours on double-layer blotting paper containing 30 mL of 0, 10, 50 and 100

μM 3-ohm in plastic containers. Control seeds ($0 \mu\text{M}$) were kept in pure water only. The seeds were then washed under tap water and dried on blotting paper for one day and subjected to germination tests under optimum conditions and salinity and water stress conditions.

Germination Test

Germination tests were carried out in 10 cm diameter petri dishes with 4 replicates and 50 seeds in each replicate in the dark. Seeds treated with different concentrations (10, 50 and $100 \mu\text{M}$) of 3-ohm and control ($0 \mu\text{M}$ 3-ohm) seeds treated with pure water were included in the experiment. In the water stress treatment, 5 ml of 0 gL^{-1} PEG 6000, 75 gL^{-1} PEG 6000, 100 gL^{-1} PEG 6000 solution (water stress) and 3-ohm concentrations were used in each petri dish, totaling 48 petri dishes. In the salt stress treatment, a total of 64 petri dishes were used with 0 mM NaCl, 75 mM NaCl, 100 mM NaCl and 125 mM NaCl solution (salt stress) and 3-ohm concentrations. For germination tests in water stress and salt stress treatments, the petri dishes were placed in a climate cabinet at 25°C in darkness (relative humidity: $65 \pm 5\%$). Petri dishes were counted daily during germination tests. Germination tests continued until germination became stable and lasted for 16 days under salt and water stress conditions. During this period, petri dishes were irrigated equally with appropriate solutions as needed. The appearance of the root (1 mm) was considered sufficient for germination, and germination continued until the number of germinated seeds became constant. Using Seed Germination Software v 1.0, the final germination percentage (FGP), mean germination time (MGT), and germination uniformity (G_{10-90}) an inverse indicator of germination rate, calculated based on the total number of germinated seeds. Root length and vigor index were also calculated after germination test. Root length (RL) was determined on 5 randomly selected seeds in each petri dish using a digital caliper. Vigor index was calculated by the formula (root length + shoot length) $\times$ germination percentage” [28].

Statistical Analysis

The experiment was established according to the randomized plot experimental design with 4 replications. SPSS 20.0 package program two-way Anova and Duncan Multiple Range Test (5%) (to determine the differences between group averages) were used in the evaluation of the data obtained as a result of the research.

RESULTS

Germination Test of Seeds Under Salt Stress

The effects of 3-ohm treatments on FGP, MGT, G_{10-90} , RL and vigor indices of pepper seeds after germination test under salt stress (75 mM NaCl) and optimum conditions are shown in Table 1. It was determined that salt stress had a significant effect on the germination percentage of the seeds and the germination percentage, which was 98.4 under optimum conditions, decreased to 97.0 under the effect of stress. It was also observed that 3-ohm applied to the seeds also had a significant effect on germination percentage and seeds treated with 3-ohm at a concentration of $50 \mu\text{M}$ (98.3%) had a higher germination percentage compared to the $0 \mu\text{M}$ treatment (96.8%).

The effects of both stress main factor and 3-ohm concentration main factor on MGT were statistically significant, but the interaction effect of both main factors was found to be insignificant. In Table 1, salt stress negatively affected the mean germination rates of the seeds and the mean germination rate of seeds germinated in 0 mM NaCl conditions increased from 6.60 days to 8.10 days due to the effect of stress. As a result of 3-ohm treatments, $10 \mu\text{M}$, $50 \mu\text{M}$ and $100 \mu\text{M}$ treatments positively affected the germination rates of the seeds and decreased the MGT value from 7.69 days to 7.12, 7.31 and 7.30 days, respectively.

Salt stress negatively affected the germination uniformity of the seeds and the germination uniformity, which was 2.94 days in seeds germinated under 0 mM NaCl conditions, increased to 3.32 days with the effect of stress (Table 1). Although it was not statistically significant, among the 3-ohm treatments, $10 \mu\text{M}$ treatment positively affected the germination uniformity of the seeds and decreased the G_{10-90} value from 3.36 days to 2.82 days in $0 \mu\text{M}$ treated seeds.

When the effects of salt stress and 3-ohm treatments on the RL of pepper seeds were examined, it was observed that the main factors were significant but their interaction effect was insignificant (Table 1). RL, which was 7.47 cm under optimum conditions, decreased to 5.13 cm under the effect of salt stress. Among the 3-ohm treatments at different concentrations, the smallest root length was obtained from $0 \mu\text{M}$ treatment (5.79 cm), whereas the root lengths of seeds treated with $10 \mu\text{M}$, $50 \mu\text{M}$ and $100 \mu\text{M}$ 3-ohm were significantly higher (6.86 cm, 6.63 cm, and 5.90 cm, respectively).

When the effects of salt stress and 3-OHM treatments on vigor index of pepper seeds were examined, it was observed that the main factors were significant but their interaction effect was

insignificant. The vigor index, which was 735.06 under optimum conditions, decreased to 497.38 under the effect of salt stress. Among the 3-ohm treatments at different concentrations, the lowest vigor index was obtained from 0 μ M treatment. The vigor indices of seeds treated with 10 μ M, 50 μ M and 100 μ M 3-ohm were significantly higher (Table 1).

Table 1. Effects of salt stress (75 mM NaCl) and 3-ohm treatments on germination parameters of seeds

Treatments		FGP (%)	MGT (day)	G ₁₀₋₉₀ (day)	RL (cm)	Vigor index
NaCl (mM)						
0	-	98.4 a	6.60 b	2.94	7.47 a	735.06 a
75	-	97.0 b	8.10 a	3.32	5.13 b	497.38 b
3-ohm (μ M)						
0	-	96.8	7.69 a	3.36	5.79 b	560.55 c
10	-	98.0	7.12 b	2.82	6.86 a	672.93 a
50	-	98.3	7.31 b	3.19	6.63 ab	653.01 ab
100	-	97.8	7.30 b	3.16	5.90 b	578.39 bc
NaCl×3-ohm						
0 mM	0 μ M	97.5	6.80	3.06	6.83	665.10
	10 μ M	98.5	6.37	2.74	8.40	826.75
	50 μ M	99.5	6.59	2.97	7.64	757.28
	100 μ M	98.5	6.67	2.98	7.01	691.13
75 mM	0 μ M	96.0	8.57	3.65	4.75	456.00
	10 μ M	97.5	7.87	2.89	5.33	519.10
	50 μ M	97.5	8.04	3.40	5.63	548.75
	100 μ M	97.0	7.94	3.34	4.80	465.65
Sign.						
NaCl (mM)	-	*	***	N.S.	***	***
3-ohm (μ M)	-	N.S.	***	N.S.	*	*
NaCl×3-ohm	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Sign. (significant), NS, *, **, ***, not significant, significant at $P < 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

The effects of 3-ohm treatments on FGP, MGT, G₁₀₋₉₀, RL and vigor indices of pepper seeds after germination test under salt stress (100 mM NaCl) and optimum conditions are shown in Table 2. It was determined that salt stress had a significant effect on the FGP of the seeds and the germination percentage, which was 98.4 under optimum conditions, decreased to 96.5 under the effect of stress. It was also observed that 3-ohm applied to the seeds had a higher effect on the germination percentage of seeds treated with 3-ohm at a concentration of 50 μ M (98.0%) compared to the 0 μ M treatment (96.5%).

The effects of both stress main factor and 3-ohm concentration main factor on MGT were statistically significant, but the interaction effect of both main factors was found to be insignificant (Table 2). Salt stress negatively affected the mean germination rate of the seeds and the mean germination rate of the seeds germinated under 0 mM NaCl conditions increased from 6.60 days to 8.33 days due to the effect of stress. As a result of 3-ohm treatments, 10 μ M, 50 μ M and 100 μ M treatments positively affected the germination rates of the seeds and decreased the

MGT value from 7.76 days to 7.16, 7.45 and 7.50 days, respectively.

When the effects of salt stress and 3-ohm treatments on RL and vigor index of pepper seeds were examined, it was observed that the main factors were significant but their interaction effect was insignificant. In Table 2, the RL, which was 7.47 cm under optimum conditions, decreased to 3.86 cm under the effect of salt stress. Among the 3-ohm treatments at different concentrations, the smallest RL was obtained from 0 μ M treatment (5.04 cm), whereas the root lengths of seeds treated with 10 μ M, 50 μ M and 100 μ M 3-ohm were significantly higher (6.14 cm, 5.95 cm, and 5.54 cm, respectively). The vigor index, which was 735.06 under optimum conditions, decreased to 372.99 under the effect of salt stress. Among the 3-ohm treatments at different concentrations, the lowest vigor index was obtained from 0 μ M treatment, whereas the vigor indices of seeds treated with 10 μ M, 50 μ M and 100 μ M 3-ohm were significantly higher.

Table 2. Effects of salt stress (100 mM NaCl) and 3-ohm treatments on germination parameters of seeds

Treatments		FGP (%)	MGT (day)	G ₁₀₋₉₀ (day)	RL (cm)	Vigor index
NaCl (mM)						
0	-	98.4 a	6.60 b	2.94 b	7.47 a	735.06 a
100	-	96.5 b	8.33 a	3.52 a	3.86 b	372.99 b
3-ohm (μ M)						
0	-	96.5	7.76 a	3.69	5.04 b	487.80 b
10	-	97.8	7.16 c	2.86	6.14 a	601.25 a
50	-	98.0	7.45 b	3.20	5.95 a	584.89 a
100	-	97.5	7.50 b	3.17	5.54 ab	542.16 ab
NaCl×3-ohm						
0 mM	0 μ M	97.5	6.80	3.06	6.83	665.10
	10 μ M	98.5	6.37	2.27	8.40	826.75
	50 μ M	99.0	6.59	2.97	7.64	757.28
	100 μ M	97.5	6.67	2.98	7.01	691.13
100 mM	0 μ M	95.5	8.72	4.32	3.25	310.50
	10 μ M	97.0	7.95	2.97	3.88	375.75
	50 μ M	97.0	8.31	3.43	4.25	412.50
	100 μ M	96.5	8.34	3.36	4.08	393.20
Sign.						
NaCl (mM)	-	**	***	*	***	***
3-ohm (μ M)	-	N.S.	***	N.S.	*	*
NaCl×3-ohm	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Sign. (significant), NS, *, **, ***, not significant, significant at $P < 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

Table 3 shows the effects of salt stress (125 mM NaCl) on FGP, MGT, G₁₀₋₉₀, RL and vigor index of pepper seeds after 3-ohm treatments and after germination test under optimum conditions. It was determined that salt stress had a significant effect on the germination percentage of the seeds and the germination percentage, which was 98.4% under optimum conditions, decreased to 95.5% under the effect of stress. It was also observed that 3-ohm applied to the seeds also had an effect on germination

percentage, with seeds treated with 3-ohm at a concentration of 50 μM (97.5%) having a higher germination percentage compared to the 0 μM treatment (96.0%).

The effects of both stress main factor and 3-ohm concentration main factor on MGT were statistically significant, but the interaction effect of both main factors was found to be insignificant. Table 3 shows that salt stress negatively affected the mean germination rates of the seeds and the mean germination rate of seeds germinated under 0 mM NaCl conditions increased from 6.60 days to 8.58 days due to the effect of stress. As a result of 3-ohm treatments, 10 μM , 50 μM and 100 μM treatments positively affected the germination rates of the seeds and decreased the MGT value from 7.81 days to 7.29, 7.60 and 7.66 days, respectively.

Table 3. Effects of salt stress (125 mM NaCl) and 3-ohm treatments on germination parameters of seeds

Treatments		FGP (%)	MGT (day)	G ₁₀₋₉₀ (day)	RL (cm)	Vigor index
NaCl (mM)						
0	-	98.4 a	6.60 b	2.94 b	7.47 a	735.06 a
125	-	95.5 b	8.58 a	3.71 a	1.80 b	172.30 b
3-ohm (μM)						
0	-	96.0	7.81 a	3.80	3.79 b	368.05 b
10	-	97.3	7.29 c	3.00	5.20 a	509.38 a
50	-	97.5	7.60 b	3.29	4.98 a	490.24 a
100	-	97.0	7.66 ab	3.21	4.57 ab	447.06 a
NaCl×3-ohm						
0 mM	0 μM	97.5	6.80	3.06	6.83	665.10
	10 μM	98.5	6.37	2.74	8.40	826.75
	50 μM	99.0	6.59	2.97	7.65	757.28
	100 μM	98.5	6.67	2.98	7.01	691.13
125 mM	0 μM	94.5	8.83	4.55	0.75	71.00
	10 μM	96.0	8.20	3.26	2.00	192.00
	50 μM	96.0	8.62	3.60	2.33	223.20
	100 μM	95.5	8.65	3.43	2.13	203.00
Significant						
NaCl	-	***	***	***	***	***
3-ohm (μM)	-	N.S.	***	N.S.	**	**
NaCl×3-ohm	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Sign. (significant), NS, *, **, ***, not significant, significant at $P < 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

When the effects of 3-ohm treatments on G₁₀₋₉₀ of pepper seeds under salt stress and optimum conditions were examined, it was observed that only the effect of salt stress was significant, but the interaction effects of 3-ohm treatments and the two main factors were found to be insignificant (Table 3). Salt stress negatively affected the germination uniformity of the seeds and the average value of 2.94 days in seeds germinated under 0 mM NaCl conditions increased to 3.71 days with the effect of stress.

When the effects of salt stress and 3-ohm treatments on RL and vigor index of pepper seeds were examined, it was observed that the main factors

were significant but their interaction effect was insignificant. When the effects of salt stress and 3-ohm treatments on the RL of pepper seeds were examined, the RL, which was 7.47 cm under optimum conditions, decreased to 1.80 cm under the effect of salt stress. Among the 3-ohm treatments at different concentrations, the smallest RL was obtained from 0 μM treatment (3.79 cm), whereas it was significantly higher in seeds treated with 10 μM , 50 μM and 100 μM 3-ohm (5.20 cm, 4.98 cm, and 4.57 cm, respectively).

When the effects of salt stress and 3-ohm treatments on the vigor index of pepper seeds were examined, the vigor index, which was 735.06 under optimum conditions, decreased to 172.30 under the effect of salt stress. Among the 3-ohm treatments at different concentrations, the lowest vigor index was obtained from 0 μM treatment, whereas it was significantly higher in seeds treated with 10 μM , 50 μM and 100 μM 3-ohm.

Germination Test of Seeds Under Water Stress

The effects of 3-ohm treatments on FGP, MGT, G₁₀₋₉₀, RL and vigor index of pepper seeds after germination test under water stress (75 gL⁻¹ PEG) and optimum conditions are presented in Table 4. When the results on the effects of water stress on FGP of seeds were analyzed, the main factors, stress and 3-ohm treatments and the interaction relationship between them were found statistically insignificant. However, water stress negatively affected the FGP of the seeds and the germination percentage decreased from 98.1% under optimum conditions to 97.4% under the effect of stress. Moreover, seeds treated with all 3-ohm concentrations had higher germination percentages compared to 0 μM treatment.

The effects of stress and 3-ohm treatments on MGT were statistically significant, but the interaction effect of both main factors was found to be insignificant. When the data presented in Table 4 are analyzed, water stress negatively affected the germination rates of the seeds and the germination rate, which was 6.59 days under optimum conditions, increased to 7.46 days with the effect of stress. As a result of 3-ohm treatments, 10 μM and 50 μM treatments positively affected the germination rates of the seeds and decreased the MGT value from 7.19 days to 6.79 and 7.03 days, respectively.

When the effects of 3-ohm treatments on G₁₀₋₉₀ of pepper seeds under water stress and optimum conditions were examined, stress negatively affected the germination uniformity of the seeds and the germination uniformity of the seeds germinated under 0 gL⁻¹ PEG conditions increased from 2.95 days to

3.26 days with the effect of stress. Although it was not statistically significant, it was determined that among the 3-ohm applications, 10 μM application positively affected the germination uniformity of the seeds and decreased the G_{10-90} value from 3.45 days to 2.80 days in 0 μM treated seeds.

Table 4. Effects of water stress (75 gL^{-1} PEG) and 3-ohm treatments on germination parameters of seeds

Treatments		FGP (%)	MGT (day)	G_{10-90} (day)	RL (cm)	Vigor index
PEG						
0 gL^{-1}	-	98.1	6.59 b	2.95	7.50 a	735.61 a
75 gL^{-1}	-	97.4	7.46 a	3.26	5.76 b	561.85 b
3-ohm (μM)						
0	-	96.5	7.19 a	3.45	5.65 b	546.33 b
10	-	97.8	6.79 b	2.80	7.55 a	738.23 a
50	-	98.5	7.03 a	3.12	7.10 a	699.43 a
100	-	98.3	7.10 a	3.06	6.22 b	610.94 b
PEG×3-ohm						
0 gL^{-1}	0 μM	97.0	6.84	3.22	6.80	660.15
	10 μM	98.0	6.25	2.59	8.35	817.95
	50 μM	99.0	6.60	3.00	7.83	774.10
	100 μM	98.5	6.68	2.98	7.01	690.23
75 gL^{-1}	0 μM	96.0	7.54	3.67	4.50	432.50
	10 μM	97.5	7.33	3.01	6.70	658.50
	50 μM	98.0	7.47	3.24	6.38	624.75
	100 μM	98.0	7.52	3.13	5.43	531.65
Sign. PEG	-	N.S.	***	N.S.	***	***
3-ohm (μM)	-	N.S.	***	N.S.	***	***
PEG×3-ohm	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Sign. (significant), NS, *, **, ***, not significant, significant at $P < 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

The effects of stress and 3-ohm treatments on RL and vigor index were statistically significant, but the interaction effect of both main factors was found to be insignificant. RL, which was 7.50 cm under optimum conditions, decreased to 5.76 cm under the effect of water stress. Among the 3-ohm treatments at different concentrations, the smallest RL was obtained from 0 μM treatment (5.65 cm), whereas the root lengths of seeds treated with 10 μM , 50 μM and 100 μM 3-ohm were significantly higher (7.55 cm, 7.10 cm, and 6.22 cm, respectively).

The effects of water stress and 3-ohm treatments on the vigor index of pepper seeds showed that the vigor index, which was 735.61 under optimum conditions, decreased to 561.85 under the effect of water stress. Among the 3-ohm treatments at different concentrations, the lowest vigor index was obtained from 0 μM treatment, whereas the vigor indexes of seeds treated with 10 μM , 50 μM and 100 μM 3-ohm were significantly higher. When the interaction effect of stress and 3-ohm concentrations was analyzed, it was observed that the lowest vigor index was obtained from 0 μM 3-ohm treatment under 75 gL^{-1} PEG conditions, while the highest was obtained from

10 μM , 50 μM and 100 μM 3-ohm treatments under 0 gL^{-1} PEG conditions.

The effects of 3-ohm treatments on FGP, MGT, G_{10-90} , RL and vigor index of pepper seeds after germination test under water stress (100 gL^{-1} PEG) and optimum conditions are shown in Table 5. It was determined that water stress had a significant effect on the FGP of the seeds and the average value of 98.1% under optimum conditions decreased to 96.8% with the effect of stress. Furthermore, it was observed that 50 μM (98.3%) 3-ohm concentration applied to the seeds had a higher germination percentage compared to the 0 μM treatment (96.3%). However, the interaction relationship between the main factors, stress and 3-ohm treatments were found to be statistically insignificant.

The effects of stress and 3-ohm treatments on MGT were statistically significant, but the interaction effect of both main factors was found to be insignificant. According to the data presented in Table 5, water stress negatively affected the mean germination rate of the seeds and the mean germination rate of the seeds germinated under 0 gL^{-1} PEG conditions increased from 6.59 days to 7.89 days due to the effect of stress. As a result of 3-ohm treatments, 10 μM , 50 μM and 100 μM 3-ohm treatments positively affected the germination rates of the seeds and decreased the MGT value from 7.52 days to 7.00, 7.17 and 7.26 days, respectively.

When the effects of 3-ohm treatments on G_{10-90} of pepper seeds under water stress and optimum conditions were examined, only the effect of water stress was found to be significant, while the interaction effects of 3-ohm treatments and two main factors were found to be insignificant. When the effects of 3-ohm treatments on G_{10-90} of pepper seeds under water stress and optimum conditions were examined, stress negatively affected the germination uniformity of the seeds and the germination uniformity, which was 2.95 days in seeds germinated under 0 gL^{-1} PEG conditions, increased to 3.71 days with the effect of stress.

When the effects of water stress and 3-OHM treatments on RL and vigor index of pepper seeds were examined, it was observed that the main factors were significant but the interaction effects were insignificant. Water stress and 3-ohm treatments decreased the root length of pepper seeds from 7.50 cm under optimum conditions to 4.91 cm under the effect of stress. Among the 3-ohm treatments at different concentrations, the smallest RL was obtained from 0 μM treatment (5.53 cm), whereas the root lengths of seeds treated with 10 μM , 50 μM and 100 μM 3-ohm were significantly higher (6.93 cm, 6.51 cm, and 5.85 cm, respectively).

When the effects of water stress and 3-ohm treatments on the vigor index of pepper seeds were examined, the vigor index, which was 735.61 under optimum conditions, decreased to 475.43 under the effect of water stress. Among the 3-ohm treatments at different concentrations, the lowest vigor index was obtained from 0 μM treatment, whereas the vigor indices of seeds treated with 10 μM , 50 μM and 100 μM 3-ohm were significantly higher.

Table 5. Effects of water stress (100 g L^{-1} PEG) and 3-ohm treatments on germination parameters of seeds

Treatments		FGP (%)	MGT (day)	G ₁₀₋₉₀ (day)	RL (cm)	Vigor index
PEG						
0 g L^{-1}	-	98.1 a	6.59 b	2.95 b	7.50 a	735.61 a
100 g L^{-1}	-	96.8 b	7.89 a	3.71 a	4.91 b	475.43 b
3-ohm (μM)						
0	-	96.3	7.52 a	3.52	5.53 c	532.95 c
10	-	97.3	7.00 c	3.18	6.93 a	674.35 a
50	-	98.3	7.17 bc	3.26	6.51 ab	640.60 ab
100	-	98.0	7.26 b	3.35	5.85 bc	574.16 bc
PEG×3-ohm						
0 g L^{-1}	0 μM	97.0	6.84	3.22	6.80	660.15
	10 μM	98.0	6.25	2.59	8.35	817.95
	50 μM	99.0	6.60	3.00	7.83	774.10
	100 μM	98.5	6.68	2.98	7.01	690.23
100 g L^{-1}	0 μM	95.5	8.20	3.81	4.25	405.75
	10 μM	96.5	7.76	3.78	5.50	530.75
	50 μM	97.5	7.75	3.52	5.20	507.10
	100 μM	97.5	7.85	3.71	4.70	458.10
Sign. PEG	-	*	***	**	***	***
3-ohm (μM)	-	N.S.	***	N.S.	**	**
PEG×3-ohm	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Sign. (significant), NS, *, **, ***, not significant, significant at $P < 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

DISCUSSION

3-ohm is one of the metabolites released as a result of the degradation of melatonin and melatonin. Melatonin 3-hydroxylase (M3H), a member of the 2-oxoglutarate-dependent dioxygenase (2-ODD) enzyme family, is responsible for 3-ohm biosynthesis. In this study, the effects of 3-ohm, which is a universal antioxidant and has been suggested to be a plant hormone in recent years, on the germination of pepper seeds treated with different concentrations of salt and water stress conditions were investigated. As mentioned in the previous studies section, there is a very limited number of studies on the physiological functions of 3-ohm in plants and there is no study on its effects on seed germination under stress.

Pepper seeds treated with different concentrations (0, 10, 50 and 100 μM) of 3-ohm were subjected to germination tests under 4 different NaCl concentrations (0 mM, 75 mM, 100 mM and 125

mM) under salt stress and 2 different PEG-6000 concentrations (0 g L^{-1} , 75 g L^{-1} and 100 g L^{-1}) under water stress. All concentrations (10, 50 and 100 μM) of 3-ohm treatments before sowing increased the germination percentages of pepper seeds subjected to germination tests under salt and water stress compared to 0 μM concentration. The highest germination percentage of seeds under salt stress conditions was obtained from all 3-ohm treatments regardless of concentration. Germination rate and germination uniformity were positively affected by 3-ohm treatments under both stress conditions and all 3-ohm treatments significantly increased germination rate and germination uniformity. In addition, 3-ohm treatments positively affected the root length and vigor index of pepper seeds under both stress conditions and caused an increase in both parameters.

The 3-ohm molecule, a metabolite of melatonin, is thought to significantly improve seed germination performance, but there is very little information on this subject in the literature. For example, it was reported that 3-ohm significantly increased the germination of Arabidopsis seeds compared to control seeds and promoted plant growth and development [22]. Choi and Back [15], reported that 3-ohm levels in paddy plant tissues exhibited a circadian rhythm like melatonin, but significantly increased the tillering number by increasing the expression level of the MOC1 gene. Similarly, M3H genes catalyzing melatonin to 3-ohm via 2-ODD were cloned in paddy plants and 3-ohm was found in high amounts in melatonin-treated leaves [17]. It was also reported by Tan et al. [29] that 3-ohm is a powerful antioxidant in eliminating hydroxyl radicals ($\text{HO}\cdot$). Galano et al. [30] suggested that the protective effects of melatonin against peroxyl radicals become important after metabolizing to 3-ohm. Accordingly, the results presented in this study support not only the sustained protection of melatonin against oxidative stress through its free radical scavenging but also its important role of 3-ohm in the peroxyl radical scavenging activity of melatonin. In a study of rice plants, M3H genes catalyzing melatonin to 3-ohm via 2-ODD were cloned, and 3-ohm was found at high levels in melatonin-treated leaves [25]. Also, 3-ohm promotes growth and flowering in Arabidopsis [31]. The researchers also observed that 3-ohm exhibited 15 times higher antioxidant activity than melatonin. However, further studies on 3-ohm, a melatonin metabolite, will shed light on its physiological functions in seed germination under different stress factors.

CONCLUSIONS

The results of the study showed that 3-ohm treatments of pepper seeds promoted germination under salt and water stress conditions. All 3-ohm concentrations used in the study gave the most successful results compared to control seeds. Moreover, 3-ohm treatment significantly increased seed germination under different concentrations of salt and drought stress conditions compared to non-3-ohm treated seeds. In conclusion, the effects of 3-ohm on seed germination performance of pepper seeds under various abiotic stress factors were undeniably significant. The results obtained suggest that 3-ohm has a melatonin-like effect and promotes the antioxidant system in increasing stress tolerance. However, in order to reach more conclusive results, further studies on 3-ohm, a metabolite of melatonin, are needed.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study is a part of the project numbered 121C409 carried out with the support of TUBITAK/BİDEB-2218. I would like to thank TUBITAK for their support. I would also like to express my endless respect and gratitude to my esteemed teacher Assoc. Prof. Dr. Gökçen YAKUPOĞLU for his scientific support in my study.

REFERENCES

1. Kanal, A., Balkaya, A., Karaağaç, O., 2021. *Capsicum baccatum* türüne ait biber genotiplerinin fenotipik kök özellikleri yönünden seleksiyonu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26(1):19-33.
2. Umair Hassan, M., Aamer, M., Umer Chattha, M., Haiying, T., Shahzad, B., Barbanti, L., Nawaz, M., Rasheed, A., Afzal, A., Liu, Y., Guoqin, H., 2020. The critical role of zinc in plants facing the drought stress. Agriculture, 10(9):396.
3. Yang, Y., Guo, Y., 2018. Unraveling salt stress signaling in plants. Journal of Integrative Plant Biology, 60(9):796-804.
4. Wang, L., Tanveer, M., Wang, H., Arnao, M.B., 2024. Melatonin as a key regulator in seed germination under abiotic stress. Journal of Pineal Research, 76(1):e12937.
5. Li, R., Jiang, M., Song, Y., Zhang, H., 2021. Melatonin alleviates low-temperature stress via ABI5-mediated signals during seed germination in rice (*Oryza sativa* L.). Frontiers in Plant Science, 12, 727596.
6. Jahan, M.S., Guo, S., Sun, J., Shu, S., Wang, Y., Abou El-Yazied, A., Alabdallah N.M., Hikal M., Mohamed M.H.M., Ibrahim M.F.M., Hasan, M.M., 2021. Melatonin-mediated photosynthetic performance of tomato seedlings under high-temperature stress. Plant Physiology and Biochemistry, 167, 309-320.
7. Tiwari, R.K., Lal, M.K., Kumar, R., Chourasia, K.N., Naga, K.C., Kumar, D., Das, S.K., Zinta, G., 2021. Mechanistic insights on melatonin-mediated drought stress mitigation in plants. Physiologia Plantarum, 172(2):1212-1226.
8. Li, J., Liu, J., Zhu, T., Zhao, C., Li, L., & Chen, M., 2019. The role of melatonin in salt stress responses. International journal of molecular sciences, 20(7), 1735.
9. Khan, M.N., Zhang, J., Luo, T., Liu, J., Rizwan, M., Fahad, S., Xu, Z., Hu, L., 2019. Seed priming with melatonin coping drought stress in rapeseed by regulating reactive oxygen species detoxification: Antioxidant defense system, osmotic adjustment, stomatal traits and chloroplast ultrastructure perseveration, Industrial Crops and Products, 140, 111597.
10. Düver, E., 2019. Biberde tohum melatonin içeriği ile üşüme stresi koşulları altında çimlenme ve çıkış performansı arasında ilişkinin araştırılması. KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 82s.
11. Yakupoğlu, G., Köklü, Ş., Korkmaz, A., 2018. Bitkilerde melatonin ve üstlendiği görevler. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21(2):264-276.
12. Erland, L., Saxena, P.K., 2017. Beyond a neurotransmitter: The role of serotonin in plants. Neurotransmitter, 4, e1538
13. Hardeland, R., 2021. Melatonin, its metabolites and their interference with reactive nitrogen compounds. Molecules, 26(13):4105.
14. Tan, D.X., Reiter, R.J., 2020. An evolutionary view of melatonin synthesis and metabolism related to its biological functions in plants. Journal of Experimental Botany, 71(16):4677-4689.
15. Choi, G.H., Back, K., 2019. Suppression of melatonin 2-hydroxylase increases melatonin production leading to the enhanced abiotic stress tolerance against cadmium, senescence, salt, and tunicamycin in rice plants. Biomolecules, 9(10):589.
16. Álvarez-Diduk, R., Galano, A., Tan, D.X., Reiter, R.J., 2015. N-Acetylserotonin and 6-hydroxymelatonin against oxidative stress: Implications for the overall protection exerted by

- melatonin. The Journal of Physical Chemistry B, 119(27):8535-8543.
- 17.Lee, K., Zawadzka, A., Czarnocki, Z., Reiter, R.J., Back, K., 2016. Molecular cloning of melatonin 3-hydroxylase and its production of cyclic 3-hydroxymelatonin in rice (*Oryza sativa*). Journal of Pineal Research, 61(4):470-478.
- 18.Bugg, T.D., 2003. Dioxygenase enzymes: catalytic mechanisms and chemical models. Tetrahedron, 59(36):7075-7102.
- 19.Back, K., 2021. Melatonin metabolism, signaling and possible roles in plants. The Plant Journal, 105(2):376-391.
- 20.Lee, H.J., Back, K., 2019. 2-Hydroxymelatonin confers tolerance against combined cold and drought stress in tobacco, tomato, and cucumber as a potent anti-stress compound in the evolution of land plants. Melatonin Research, 2(2):35-46.
- 21.Lee, H.J., Back, K., 2016. 2-Hydroxymelatonin promotes the resistance of rice plant to multiple simultaneous abiotic stresses (combined cold and drought). Journal of Pineal Research, 61(3):303-316.
- 22.Lee, H.Y., Back, K., 2022. 2-hydroxymelatonin promotes seed germination by increasing reactive oxygen species production and gibberellin synthesis in *Arabidopsis thaliana*. Antioxidants, 11(4):737.
- 23.Korkmaz, A., Sözeri, E., Ardic, S.K., Havan, A., 2023. 2-hydroxymelatonin (2-OHM), a major melatonin metabolite, confers multiple stress tolerance in pepper at seed germination stage. South African Journal of Botany, 162:830-837.
- 24.Shah, A.A., Yasin, N.A., Ahmed, S., Abbas, M., Abbasi, G.H., 2021. 4-Hydroxymelatonin alleviates nickel stress, improves physiochemical traits of *Solanum melongena*: Regulation of polyamine metabolism and antioxidative enzyme. Scientia Horticulturae, 282, 110036.
- 25.Lee, K., Zawadzka, A., Czarnocki, Z., Reiter, R.J., Back, K., 2016. Molecular cloning of melatonin 3-hydroxylase and its production of cyclic 3-hydroxymelatonin in rice (*Oryza sativa*). Journal of Pineal Research, 61(4):470-478.
- 26.Mannino, G., Pernici, C., Serio, G., Gentile, C., Berteà, C.M. 2021. Melatonin and Phytomelatonin: Chemistry, Biosynthesis, Metabolism, Distribution and Bioactivity in Plants and Animals-An Overview. International Journal of Molecular Sciences, 22(18):9996.
- 27.Reiter, R. J., Mayo, J.C., Tan, D.X., Sainz, R.M., Alatorre-Jimenez, M.A., Qin, L., 2016. Melatonin as an antioxidant: under promises but over delivers. Journal of Pineal Research, 61(3):253-278.
- 28.Hu, J., Zhu, Z.Y., Song, W.J., Wang, J.C., Hu, W.M., 2005. Effects of sand priming on germination and field performance in direct-sown rice (*Oryza sativa* L.). Seed Science Technology, 33:243-248.
- 29.Tan, D.X., Hardeland, R., Manchester, L.C., Galano, A., Reiter, R.J., 2014. Cyclic-3-hydroxymelatonin (C3HOM), a potent antioxidant, scavenges free radicals and suppresses oxidative reactions. Current Medicinal Chemistry, 21:1557-1565.
- 30.Galano, A., Tan, D.X., Reiter, R.J., 2014. Cyclic 3-hydroxymelatonin, a key metabolite enhancing the peroxyl radical scavenging activity of melatonin. RSC Adv, 4:5220-5227.
- 31.Lee, H.Y., Back, K., 2022. The antioxidant cyclic 3-hydroxymelatonin promotes the growth and flowering of *Arabidopsis thaliana*. Antioxidants, 11(6):1157.

Eskişehir-Sarıcakaya İlçesinin Bağcılık Potansiyelinin Biyoklimatik İndisler ile Değerlendirilmesi

Turcan TEKER*

Dr. Öğr. Üyesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Böl., Eskişehir; ORCID: 0000-0001-5488-4604
Gönderilme Tarihi: 17 Mart 2025 Kabul Tarihi: 5 Mayıs 2025

ÖZ

İç Anadolu step iklimi görülen Eskişehir ilinde, mikroklimatik özelliklere sahip Sarıcakaya ilçesinde mevcut bağcılık faaliyetlerinin geliştirilmesi ve yetiştirilebilecek üzüm çeşitlerinin belirlenmesi önemlidir. Bu araştırma son on yılda, 2015-2024 yılları ve arasında, Sarıcakaya ilçesinde gerçekleşen iklim verilerini değerlendirmek, ilçeye özgü bağcılık iklim göstergelerini (Etkili Sıcaklık Toplamı, Winkler, Huglin, Branas Hidrotermik, Kuraklık, Gece Serinlik İndisleri ve Jones Göstergesi) hesaplamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Sarıcakaya ilçesinde son on yıllık dönemde ortalama, yıllık sıcaklık değeri 15,90°C; vejetasyon dönemi sıcaklık değeri 21,60°C ve yıllık toplam yağış miktarı ise 387,24 mm olarak bulunmuştur. Ekstrem sıcaklık değerleri açısından 2020-2024 yılları değerlendirilmiş, en düşük sıcaklık değerinin 2022 yılının Ocak ayında -8,50°C, en yüksek sıcaklık değerinin ise 49,50°C ile 2023 yılının Ağustos ayında gerçekleştiği belirlenmiştir. Aynı dönemin ilgili aylarında, bağcılık için kış (Aralık-Şubat) ve ilkbahar geç donları (Mart-Mayıs) risklerinin söz konusu olmadığı tespit edilmiştir. 2015-2024 yıllar ortalamasına göre, ilçede Etkili Sıcaklık Toplamı değerinin 2446,20 gün-derece olarak gerçekleştiği ve son yıllarda artış eğilimi içinde olduğu belirlenmiştir. Kuraklık İndisi değeri (0,44) açısından yağışın yetersiz, gece serinlik indisi (15,54°C) değerine göre ilçenin ılık gecelere sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, üzümlerin olgunlaşma süreçlerinin dikkate alınması ile Sarıcakaya habitatının çok geçici çeşitlerin dışında, çoğu sofralık ve aynı zamanda bazı şaraplık üzümlerin yetiştiriciliğine elverişli olabileceği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Üzüm, çeşit, etkili sıcaklık toplamı, bağcılık, iklim, asma

Assessment of the Viticultural Potential of the Eskişehir-Sarıcakaya District with Bioclimatic Indices

ABSTRACT

In Eskişehir province, where the Central Anatolian steppe climate predominates, it is important to advance existing viticulture activities and identify grape varieties suitable for cultivation in the Sarıcakaya district, which features microclimatic characteristics. This research, conducted from 2015-2024, evaluates climate data in Sarıcakaya district and calculates specific viticulture climate indicators such as Growing Degree Days-Winkler, Huglin, Branas Hydrothermal, Drought, Night Coolness Indexes, and Jones Indicator. In Sarıcakaya district, the average annual temperature over the last decade was 15.90°C; the vegetation period temperature was 21.60°C, and total annual rainfall was 387.24 mm. From 2020 to 2024, the lowest temperature recorded was -8.50°C in January 2022, while the highest was 49.50°C in August 2023. During this time, winter and spring frosts pose no risk to viticulture. The average from 2015 to 2024 indicated that the total growing degree days value in the district was 2446.20 GDD, showing an increasing trend in recent years. The drought index value of 0.44 indicated that the rainfall was insufficient, while the night coolness index value of 15.54°C revealed that the district experienced warm nights. Consequently, considering the ripening processes of the grapes, it was determined that the Sarıcakaya habitat could be suitable for cultivating most table grapes and some wine grapes, except for very late-ripening varieties.

Keywords: Grape, variety, effective heat summation, viticulture, climate, grapevine

GİRİŞ

Bağ alanlarının potansiyel üretimi, çevresel faktörler ve iklim koşullarının etkileşimlerinin bir sonucudur. Sıcaklık ve yağış verilerinin bağcılık için önemli olmasının yanında hava sıcaklığının asmaların gelişimi, verim, üzüm ve şarap kalitesi

üzerine büyük etkisi vardır [1, 2, 3]. İklim değişikliği sürecinde, iklim verilerinin izlenmesi, sıcaklık değerlerinin üzüm çeşitlerinin fenolojik ve olgunlaşma süreçlerine etkilerinin incelenmesi, biyoklimatik indislerin hesaplanması, bağcılık alanlarındaki mekânsal değişimlerin tahmin edilmesi önemlidir [4, 5, 6].

*Sorumlu yazar / Corresponding author: turcan.teker@ogu.edu.tr

Bağcılık yapılması planlanan yerin seçiminde iklimsel faktörlerin belirlenmesi için asmanın iklim istekleri ve biyolojik reaksiyonları farklı indislere (göstergelere) dönüştürülmüştür. Bu indisler, üzümün olgunlaşma seviyesi ve şarap kalitesine yönelik önemli göstergeleri belirlemesinin yanında bir bölgenin bağcılık açısından iklimsel uygunluğunu ortaya koymaktadır [7]. Herhangi bir lokasyonda bölgenin habitatının, çeşidin yetiştiriciliği ile üzümün olgunlaşma periyodu üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik olarak; Etkili Sıcaklık Toplamı-Winkler, Huglin İndisi ve Jones Göstergesi gibi hesaplamalar kullanıldığı gibi, hastalık riski, gece sıcaklıkları ve kuraklık açısından da Branas Heliotermik, Kuraklık İndisleri ve Gece Serinlik İndisi gibi değerlendirmeler dikkate alınmaktadır [8, 9, 10, 11].

Türkiye'nin farklı bölgelerinde konuyla ilgili araştırmalar üzüm çeşitlerinin iklim istekleri hakkında birçok sonuç sunmaktadır. Yerli ve yabancı sofralık ile şaraplık üzüm çeşitleri hakkında yetiştirildikleri bölgeye uygunluk, bölgede gerçekleşen kısa ve uzun vadede yıllık iklim verilerinin değişimi konularında birçok çalışma yürütülmüştür [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22]. Fakat, Eskişehir Merkez ilçeleri için Etkili Sıcaklık Toplamı değeri 1408 gün-derece olarak belirtilmiş olsa da [23], çevre ilçeleri için bağcılığa uygun alanların belirlenmesine yönelik, güncel bir çalışma bulunmamaktadır.

Türkiye'de konumu itibarıyla step ikliminin etkisi altında olan Eskişehir, sahip olduğu bölgesel eğim, yükselti ve bakı gibi coğrafi şekillerin etkisiyle, sınırları içerisinde farklı mikroklimatik alanları da barındırmaktadır. İl merkezine 47 km uzaklıkta bulunan ve yaklaşık 220 m rakımda yer alan Sarıcakaya ilçesi, bölgede Sündiken Dağları'nın ve Sakarya Nehri gibi ana coğrafi unsurların varlığının etkisindedir [24]. Türkiye'de aynı il sınırları içerisinde yer alan, fakat il merkezine göre farklı mikroklimatik iklim özelliklerine sahip olan Sarıcakaya, ülkede nadir alanlardan birini oluşturmaktadır.

Bu araştırma ile Eskişehir ilinin Sarıcakaya ilçesinde; 1) son yıllarda meydana gelen ekstrem sıcaklık değerlerinin belirlenmesi, 2) ilçede yıllık sıcaklık ve yağış değerlerinin incelenmesi, 3) iklim verilerine dayanarak göre biyoklimatik indislerin hesaplanması, 4) bölgede yetiştirilmesi uygun üzüm çeşitlerinin, önceki çalışmalara göre değerlendirilerek belirlenmesi amaçlanmaktadır.

MATERYAL VE METOT

İklim Verilerinin Elde Edilmesi

Bu çalışmada Eskişehir ilinin Sarıcakaya ilçesine ilişkin 2015-2024 yıllarını içeren son on yıllık dönemde gerçekleşen iklim verileri; Sarıcakaya ilçesinde bulunan meteoroloji istasyonundan (Enlem: 40,0422 Boylam: 30.6136, Rakım: 247 m), Meteoroloji Genel Müdürlüğü Meteorolojik Veri Bilgi Satış ve Sunum Sistemi (MEVBİS)'nden temin edilmiştir. Günlük minimum, maksimum, ortalama sıcaklık değerlerinin yanında aylık ve yıllık olmak üzere toplam yağış verileri alınarak gerekli hesaplamalar için kullanılmıştır.

Ekstrem Sıcaklıkların Değerlendirilmesi

Bağcılık için riskli sayılabilecek düşük sıcaklıklar, araştırmanın ele alındığı son beş yıl, 2020-2024 yılları arası değerlendirilmiştir. Buna göre bağcılık için riskli günler olarak değerlendirilen, don riskinin oluşabileceği sıcaklık değerleri (-15°C; +15°C); kış donları için Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat ayları için değerlendirilirken, ilkbahar geç donları için Nisan ve Mayıs ayları incelenmiş, yüksek sıcaklıklar açısından Nisan-Ekim aylarında meydana gelen maksimum sıcaklık değerleri baz alınarak ısı haritaları oluşturulmuştur.

Toplam ve Aktif Sıcaklık Verilerinin Hesaplanması

Araştırmada, 2015-2024 yıllarında gerçekleşen toplam sıcaklık (TS) verileri her yılın Ocak ve Aralık ayları arasında gerçekleşen günlük ortalama sıcaklık değerlerinin toplamı ile hesaplanmıştır. Aktif sıcaklık (AS) verileri ise, aynı dönemde günlük ortalama sıcaklık verilerinin 10°C'nin üzerinde olan değerlerin toplanması ile elde edilmiştir.

Biyoklimatik İndekslerin Hesaplanması

Etkili Sıcaklık Toplamı-Winkler İndisi (gün-derece göstergesi)

Asma için bir vejetasyon döneminde 10°C'nin üzerinde gerçekleşen sıcaklıkların toplamı "Etkili Sıcaklık Toplamı (EST)" olarak hesaplanmaktadır. Herhangi bir yörede ekonomik bağcılığın yapılabilmesi, bölgenin farklı üzüm çeşitlerinin yetiştiriciliğine elverişli olması, dolayısıyla çeşitlerin olgunlaşma kabiliyetlerinin belirlenmesi, bu parametre ile hesaplanabilmektedir [8, 18]. Herhangi bir bölgede üzüm yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için, o bölgenin EST değerinin en az 900 gün-derece (gd)

olması beklenmektedir. Winkler vd. [8], kuzey yarım kürede gerçekleştirilen bağıcılık faaliyetleri için, 30°-50° kuzey enlemleri arasında vejetasyon periyodu içerisinde, 1 Nisan ile 31 Ekim tarihleri arasındaki değerlerin dikkate alınması ve Eşitlik 1'deki formüle göre hesaplanması gerektiğini belirtmektedir. Değerlendirmede dikkate alınan EST iklim sınıfları Çizelge 1'de gösterilmiştir.

$$EST = \sum_{1 \text{ Nisan}}^{31 \text{ Ekim}} (T_o - 10^{\circ}\text{C}) \quad (1)$$

To: Günlük ortalama sıcaklık değeri (°C)

Çizelge 1. Etkili Sıcaklık Toplamı iklim sınıfları

İklim Sınıfları	EST (gün derece)	İklim
Bölge I	< 1371	Soğuk
Bölge II	1371-1649	Serin
Bölge III	1650-1926	İlman
Bölge IV	1927-2205	Sıcak-İlman
Bölge V	≥ 2205	Sıcak

Huglin İndisi

Huglin İndisi (Hİ) ile şaraplık çeşitlerde üzümün değerlendirme şekillerinden biri olan üzüm kalitesi ile sıcaklık arasındaki ilişki belirlenmektedir. Hesaplanmasında aynı vejetasyon döneminin, Nisan başlangıcından Eylül ayının sonuna kadar, günlük ortalama ve maksimum sıcaklık değerlerinden 10°C'nin çıkarılmasıyla elde edilen ortalama değerlerin toplanarak, gün uzunluğu katsayısı ile çarpılması ve bunların toplanmasıyla bulunan değerdir [9]. Hİ hesaplamasında kullanılan formül Eşitlik 2'de, iklim sınıfları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

$$HI = \sum_{1 \text{ Nisan}}^{30 \text{ Eylül}} \left(\frac{(T_o - 10) + (T_{maks} - 10)}{2} * d \right) \quad (2)$$

To: Günlük ortalama sıcaklık (°C)

Tmaks: Günlük maksimum sıcaklık (°C)

d: Gün uzunluğu katsayısı (40° enlemde "1,00" olarak alınır)

Çizelge 2. Huglin İndisi iklim sınıfları

İklim Sınıfları	Değer Aralığı	Kısaltma
Çok soğuk	$H\bar{I} \leq 1500$	$H\bar{I} - 3$
Soğuk	$1500 < H\bar{I} \leq 1800$	$H\bar{I} - 2$
Serin	$1800 < H\bar{I} \leq 2100$	$H\bar{I} - 1$
Ilık	$2100 < H\bar{I} \leq 2400$	$H\bar{I} + 1$
Sıcak	$2400 < H\bar{I} \leq 3000$	$H\bar{I} + 2$
Çok sıcak	$3000 < H\bar{I}$	$H\bar{I} + 3$

Branas Hidrotermik İndisi (°C.mm)

Özellikle bağ mildiyösu (*Plasmopara viticola*) ve kurşuni küf (*Botrytis cinerea*) gibi bağ hastalıklarının durumunu izlemeye kullanılan indistir. Branans Hidrotermik İndisi (BHI) hesaplamalarında *Vitis vinifera* L. türüne ait çeşitlerde, 9000°C.mm değeri ve

üzerinde hastalık riski en üst seviyelerde olabileceği, değerlerin 2500°C.mm'nin altında olması durumunda riskin bulunmaması, 2500-5100°C.mm arasında ise hastalık riskinin artacağı belirtilmektedir [18, 25, 26]. Diğer taraftan 5100°C.mm değeri aşıldığında Malheiro vd. [4], mildiyö ve kurşuni küf gibi hastalıklar açısından asmalarda yüksek riskin söz konusu olacağını bildirmektedir. BHI hesaplamasında kullanılan formül Eşitlik 3'te gösterilmiştir.

$$BHI = \sum_{1 \text{ Nisan}}^{31 \text{ Ekim}} T * P \quad (3)$$

T: Aylık ortalama sıcaklık (°C)

P: Aylık ortalama yağış (mm)

Kuraklık İndisi

Bir konumda vejetasyon boyunca meydana gelen toplam yağışın, yıl içerisinde gerçekleşen 10°C'nin üzerindeki toplam aktif sıcaklığa oranının belirlenmesi ve elde edilen değer 10 ile çarpılması ile hesaplanan değerdir. Kuraklık İndisi (Kİ) 1'den küçük olan değerler yağışın yetersiz, dolayısıyla kuraklık olduğunu; 1'e yakın veya 1'den büyük değerler yağışın yeterli olduğunu göstermektedir [14].

Gece Serinlik İndisi (°C)

Eylül ayında gerçekleşen minimum sıcaklıkların ortalaması olarak hesaplanan Gece Serinlik İndisi (GSİ), bir konumdaki gece sıcaklıklarının durumunu belirlemek için kullanılmaktadır [10, 18]. GSİ, şaraplık üzüm yetiştiriciliğinde üzüm renk ve aromalarının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir [27]. Değerlendirmesinde dikkate alınan GSİ iklim sınıfları Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3. Gece serinlik indisi iklim sınıfları

İklim Sınıfları	EST (gün derece)	İklim
Sıcak geceler	CI - 2	$18 < GS\bar{I}$
Ilık geceler	CI - 1	$14 < GS\bar{I} < 18$
Serin geceler	CI + 1	$12 < GS\bar{I} < 14$
Soğuk geceler	CI + 2	$GS\bar{I} \leq 12$

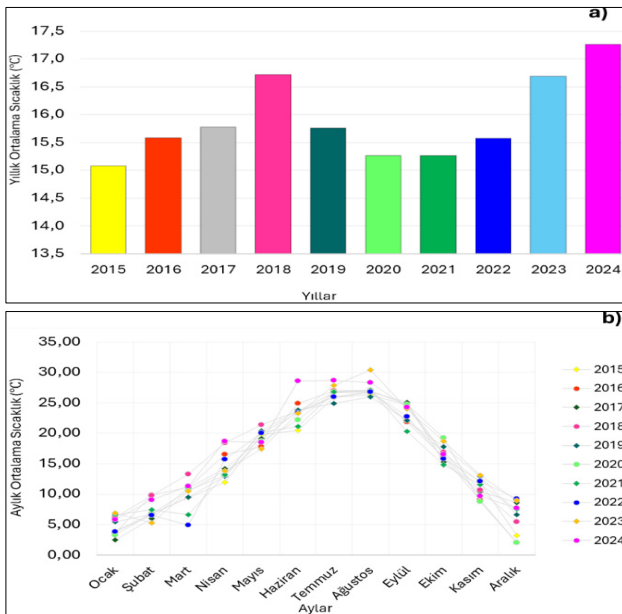
Jones Göstergesi

Jones Göstergesi (JOG) bir konumda yetiştiriciliği yapılabilecek üzüm çeşitlerini belirlemede vejetasyon periyodunda gerçekleşen ortalama sıcaklık değerlerini esas almaktadır. Buna göre iklim; serin (13-15°C), serin-ılman (15-17°C), ılman (17-19°C) ve sıcak (19-24°C) olmak üzere dört ana grupta incelenmektedir [11].

BULGULAR VE TARTIŞMA

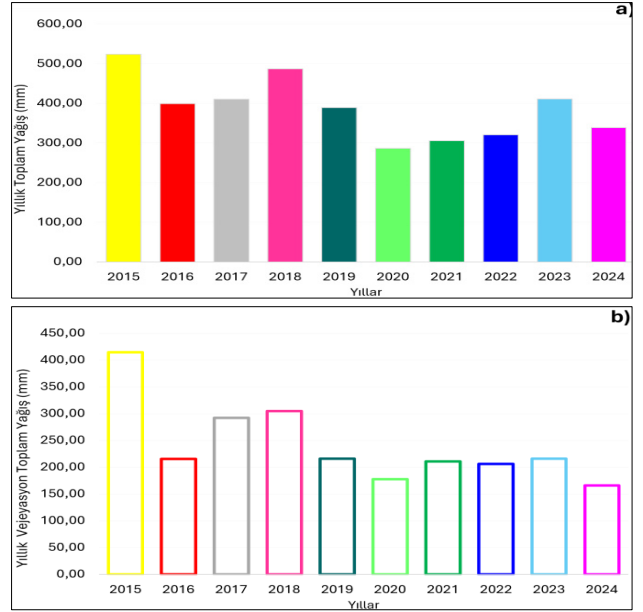
Yıllık Ortalama Sıcaklık ve Toplam Yağış Verileri

Eskişehir ili, Sarıcakaya ilçesinde 2015-2024 yılları ve arasını kapsayan dönemlerde, gerçekleşen yıllık ortalama sıcaklık değeri 15,08°C (2015) ile 17,26°C (2024) arasında değişmiştir (Şekil 1-a). İncelenen yıllar içerisinde en soğuk ay ortalamalarının, 2016 yılının Aralık (2,00°C) ve 2017 yılının Ocak (2,50°C) aylarında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Fakat 2024 yılının Ocak (5,80°C) ve Aralık (7,70°C) aylarında aylık ortalama sıcaklık değerlerinde bir yükseliş eğiliminin yaşandığı bulunmuştur. Aylık ortalama değerler açısından en yüksek yaz ayı ortalama sıcaklık değerleri, 2023 yılının Ağustos (30,40°C), 2024 yılının ise Temmuz (28,70°C) ayında gerçekleşmiştir (Şekil 1-b).



Şekil 1. Sarıcakaya ilçesi 2015-2024 yılları arasında gerçekleşen yıllık ortalama sıcaklık (a) ve aylık ortalama sıcaklık (b) değerleri (°C)

Sarıcakaya ilçesinde gerçekleşen yıllık toplam yağış miktarlarının son on yıllık dönem içerisinde azaldığı görülmektedir (Şekil 2-a). Buna göre en yüksek yıllık yağış toplamı 2015 yılında (524,10 mm) gerçekleşirken, en düşük değer 2020 yılında (286,30 mm) gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Son üç yıl baz alındığında, gerçekleşen yağış miktarının sırasıyla 320,80 mm, 410,80 mm ve 338,60 mm olduğu bulunmuştur. Asmanın vejetasyon döneminde (Nisan-Ekim) en yüksek düşen toplam yağış miktarı 2015 yılında 414,80 mm değeri ile gerçekleşirken, en düşük yağış miktarının 2024 yılında 165,80 mm olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2-b).

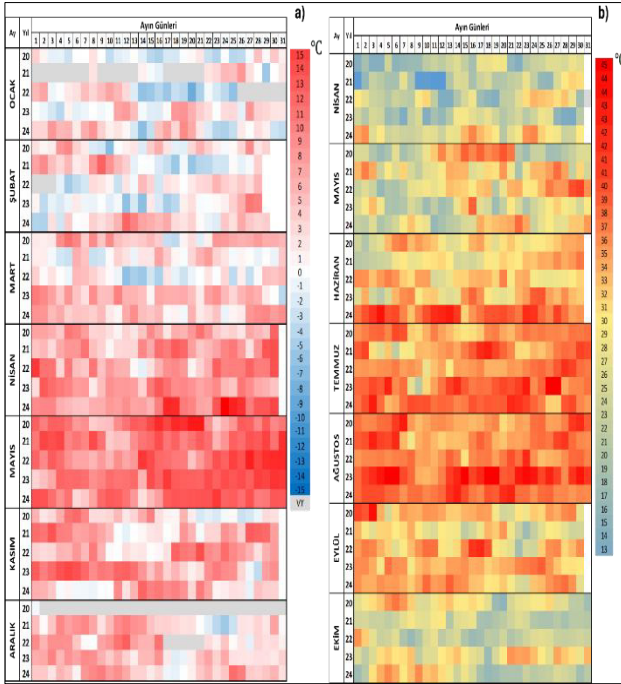


Şekil 2. Sarıcakaya ilçesi 2015-2024 yılları arasında gerçekleşen toplam yıllık (a) ve vejetasyon dönemi (b) yağış miktarları (mm)

Ekstrem Sıcaklık Verilerinin İncelenmesi

Bağcılığın yapılmasını sınırlandıran iklim faktörlerinden birisi de ekstrem sıcaklık verileridir. Bu durum iki aşamada değerlendirilebilmektedir. Minimum sıcaklıklar özellikle kış donları (<-12°C) ve ilkbahar geç donları (<-2,5°C) açısından risk oluşturabilmektedir [23]. Diğer taraftan yaz aylarında meydana gelen yüksek sıcaklıklar, üzüm kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu dönemde tanede güneş yanıklığı zararı ve buruşmaların meydana gelmesi gibi fizyolojik sorunlar görülebilmekte, ayrıca şaraplık çeşitlerde hızlı bir olgunlaşmanın meydana gelmesi tetiklenmekte ve buna bağlı olarak üreticiler tane sırasında yüksek şeker, düşük asit konsantrasyonları ile karşı karşıya kalabilmektedir [29]. Bu nedenle sıcaklık verilerinin ay bazında incelenmesi önemli görülmektedir.

Sarıcakaya ilçesinde çoğu çeşit için budama dönemi Mart ayı ortası ve sonlarında başlamaktadır. Bu nedenle gözlerde uyanma aşamasından önce asmaların dinlenme döneminde, son beş yılda (2020-2024) kışlık gözlerde zarar meydana getirebilecek Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları düşük sıcaklıkları incelenmiştir. Buna göre en düşük sıcaklığın -8,50°C değeri ile 2022 yılının Ocak ayında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bunu izleyen dönemlerde, tüm yıl ve aylar değerlendirildiğinde en düşük sıcaklıkların -6,90°C (Şubat 2020), -6,60°C (Şubat 2023) ve -6,40°C (Ocak 2022) olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bir yaşlı dalların üzerinde yer alan kışlık gözlerin, sıcaklık değerlerinin -10°C'nin altına düşmemesi nedeniyle, kış donlarından etkilenmediği anlaşılmaktadır (Şekil 3-a).



Şekil 3. Sarıcakaya ilçesi 2020-2024 yılları arasında a) Ocak-Mayıs ve Kasım-Aralık aylarında gerçekleşen minimum sıcaklıkların (-15°C; 15°C), b) vejetasyon döneminde (Nisan-Ekim) gerçekleşen maksimum sıcaklıkların (13°C; 45°C) dağılımları. VY: Veri yok

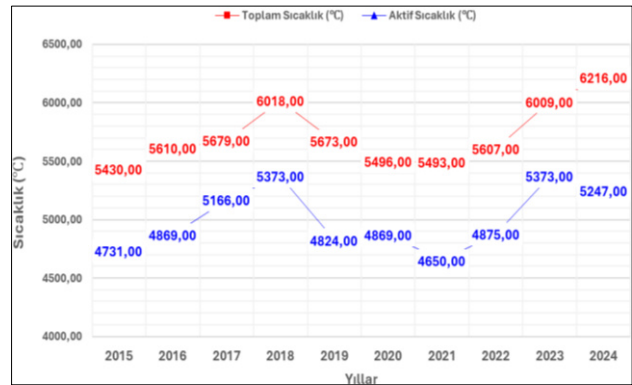
Sarıcakaya ilçesinde ekstrem düşük sıcaklıklarda izlenmesi gereken diğer bir dönem, gözlerin uyandığı, gözlerde sürme ve yazlık sürgünlerin gelişmeye başladığı Nisan ve Mayıs aylarıdır. 2020-2024 yılları arasında sıfırın altında en düşük sıcaklık sadece 2022 yılının Nisan ayında -1,40°C değeri ile gerçekleşmiştir. Özellikle son dönemlerde hava sıcaklığının yaklaşık -2,20°C değerinin altına inmemesi nedeniyle, ilkbahar geç donları açısından bir problemin yaşanmadığı da anlaşılmaktadır (Şekil 3-a). Fakat 2025 yılında Türkiye'nin birçok yerinde 9-13 Nisan tarihleri arasında meydana gelen zirai don, birçok tarımsal ürünün yetiştiriciliğini olumsuz anlamda etkilemiştir [36]. Sarıcakaya ilçesinde de özellikle erken budama yapan üreticilerin bağlarında zararlanmaların olduğu, bölgede gerçekleştirilen gözlemlerle belirlenmiştir.

Şekil 3-b, son beş yılda Mayıs aylarında 35°C ve üzerinde gerçekleşen maksimum sıcaklık verilerinin özellikle 2020 yılında 8 gün ve 2022 yılında ise 6 gün olarak kaydedildiğini göstermektedir. Haziran ayında 2024 yılı öncesinde en yüksek sıcaklığın 39,60°C değeri ile 2023 yılında yaşandığı bulunurken, 2024 yılında sıcaklık değerlerinde olağandışı bir artışın gerçekleştiği ve buna bağlı olarak değerlerin 40°C ve üzeri sıcaklıklarda toplamda 11 gün yaşandığı, değerlerin 40,80°C ile 43,90°C arasında değiştiği

belirlenmiştir. Temmuz aylarında ise 40°C üzeri sıcaklıkların son beş yıllık dönemde sırasıyla (2020-2024) 1 gün, 6 gün, 2 gün, 9 gün ve 6 gün olarak kaydedildiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda 2023 yılının Ağustos ayında olağandışı değerler tespit edilmiş, 40°C ve üzerinde sıcaklıkların toplamda 22 günü bulduğu, son beş yılda en yüksek sıcaklığın 49,50°C olarak kayıtlara geçtiği tespit edilmiştir.

Biyoklimatik İndislerin Değerlendirilmesi

Herhangi bir bölgede ekonomik anlamda üzüm yetiştiriciliğinin uygunluğunun değerlendirilmesinde, iklimsel olarak bağcılık açısından önemli görülen biyoklimatik indislerin incelenmesi gerekmektedir. Bu nedenle yıl içerisinde gerçekleşen toplam yıllık sıcaklık (TYS) ve aktif sıcaklık (AS) değerlerinin hesaplanması önemlidir [7]. Sarıcakaya ilçesinde 2015-2024 yılları arasında gerçekleşen YYS değerleri 5430,00°C ile 6216,00°C arasında değişkenlik göstermiş ve değerler 2024 yılında maksimum değere ulaşmıştır. Aynı zamanda AS açısından Sarıcakaya ikliminin yüksek değerlere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Buna göre son on yılda kaydedilen ve hesaplanan değerler 4650,00°C ile 5373,00°C arasında değişkenlik göstermiş olup, en yüksek değer 2018 ve 2023 yıllarında elde edilmiştir. 2024 yılında ise bu değer 5247,00°C olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Sarıcakaya ilçesi 2015-2024 yılları arasında gerçekleşen toplam ve aktif sıcaklık değerleri (°C)

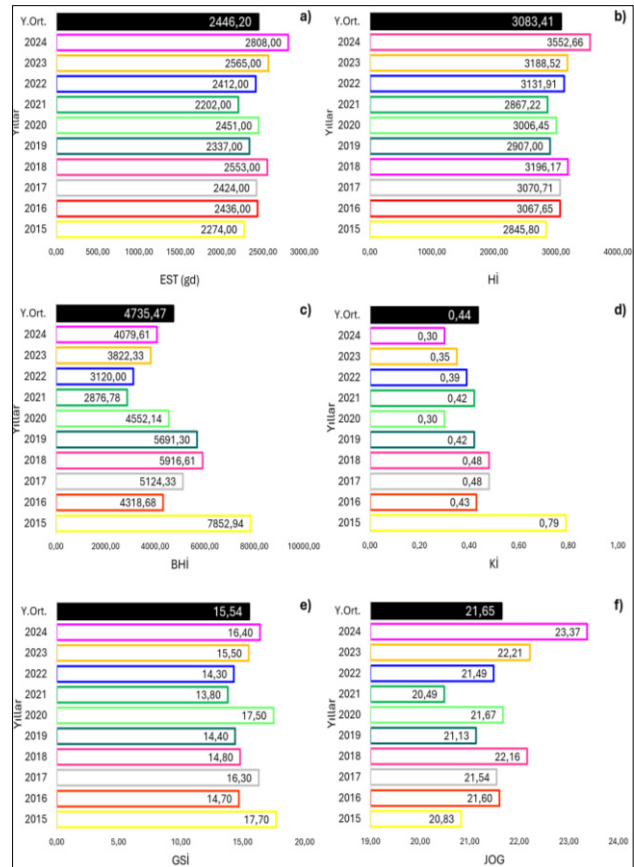
2015-2024 yıllar ortalamasına göre Sarıcakaya EST değerinin (Nisan-Ekim), 2451,40 gd (sıcak iklim) olduğu belirlenmiştir. Son yıllarda Sarıcakaya ilçesinde gerçekleşen sıcaklık değerlerinde görülen artışların, özellikle 2021 yılından sonra EST değerlerini pozitif yönde etkilediği görülmektedir. Son on yılda, en düşük EST değerinin 2202,00 gd (sıcak-ılıman) ile 2021 yılında gerçekleştiği, 2860,00 gd (sıcak iklim) değeri ile 2024 yılında maksimum noktaya ulaştığı saptanmıştır. Aynı yıl bölgenin EST

değerleri için Nisan-Eylül dönemi arası dikkate alındığında bile, 2658,50 gd değeri ile yine iklimin sıcak olarak sınıflandırılabilmesi tespit edilmiştir (Şekil 5-a). Bölgede yetiştirilen ve yetiştirilmesi düşünülen çeşitler dikkate alındığında, Eylül ayı sonunda bile, birçok sofralık üzüm çeşidi için yeterli olgunluk seviyesini karşılayabileceği anlaşılmaktadır. Ülkemizin farklı bölgelerinde yapılan önceki çalışmalarda yer alan çeşitlerin fenolojik dönemleri dikkate alınarak EST değerleri incelendiğinde, pazarda beklenen değeri görebilen beyaz sofralık; Yalova İncisi, Kozak Beyazı, Superior Seedless, Prima, Victoria, Italia [19], Razakı [29], renkli sofralık olarak; Cardinal, Flame Seedless, Black Magic, Hamburg Misketi, Kozak Siyahı, Red Globe [19], Alphonse Lavallée, Michele Palieri [29], Trakya İlkeren, Autumun Royal, Köhnü, ve Crimson Seedless [20] üzüm çeşitlerinin olgunlaşma periyotları için bölgenin elverişli olduğu, son on yıllık EST değerleri dikkate alındığında, Sarıcakaya ilçesinde yetiştirilebileceği öngörülmektedir. Türkiye’de gerçekleştirilen önceki çalışmaların konumları dikkate alınarak, çeşitlere ait EST değerlerinin incelenmesi neticesinde, Sarıcakaya’da iklime bağlı olgunlaşma süresi bakımından yerli şaraplık Öküzgözü, Kalecik Karası, Narince, Hasandede ve Emir üzüm çeşitlerinin yetiştirilebileceği anlaşılmaktadır [16, 17]. Diğer taraftan elde edilen EST değerleri, dünyanın diğer bağcılık açısından önemli potansiyele sahip olan; Bordoeaux (<1371 gd) Napa Vadisi (1371-1649 gd) ve Montpellier (1650-1926 gd) gibi konumlara göre [26], Sarıcakaya ilçesinin daha yüksek bir değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Sarıcakaya ikliminde, 2015-2024 yılları arasında şaraplık çeşitlerde üzüm kalitesi ile sıcaklık arasındaki ilişkiyi ele alan göstergelerden biri olan Hİ değerlerinin ortalaması (Nisan-Eylül), 3083,41 olarak, “çok sıcak” iklim kategorisinde olduğu tespit edilmiştir. İlgili yıllarda en düşük Hİ değeri, 2015 yılında (2845,80), en yüksek değer 2024 yılında (3552,66) elde edilmiştir. Yıllar ortalaması dikkate alındığında bölgenin Hİ değerinin, Çanakkale, Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illeri [18], Yalova ili [30], Samsun ilinin Bafra ilçesi [31], Denizli ilinin Güney ilçesi, Ankara ilinin Kalecik ilçesine ait değerlerden yüksek olduğu [32] fakat Manisa ilinin Yunussemre ilçesi [22] ve Tokat ilinin Erbaa ilçesi [32] değerlerinden düşük olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 5-b).

Sarıcakaya ilçesinde 2015-2024 yıllar ortalamasına göre BHİ değeri, 4737,47°C.mm olarak gerçekleşmiştir. En yüksek değerin, yıllık toplam yağışın da en yüksek olduğu 2015 yılında (7852,94°C.mm), buna karşın en düşük değerin 2021

yılında (2876,78°C.mm) gerçekleştiği saptanmıştır. İlçede 2023 yılı Mayıs ve Haziran ayları ve 2024 yılında Temmuz ayında normalin dışında meydana gelen yağışlar nedeniyle tekrar artış gösterdiği, verilerin 3822,33°C.mm ile 4079,61°C.mm arasında olduğu belirlenmiştir. Meydana gelen bu yağış rejiminin aynı zamanda İç Anadolu’nun genelinde de gerçekleştiği ve mevsim normalleri (1991-2020) ile karşılaştırıldığında, %100’lük bir artışın olduğu bildirilmektedir [33]. BHİ değerleri özellikle bağ hastalıklarının (özellikle *Plasmopara viticola* ve *Botrytis cinerea*) gelişimini takip etmede yararlanılan bir gösterge olması nedeniyle [18], 5100°C.mm değerinin aşılması durumunda bağlarda *Plasmopara viticola* hastalığı açısından yüksek riskin olabileceği değişik araştırmacılar tarafından değerlendirilmektedir [4]. Sarıcakaya ilçesinde 2015, 2018 ve 2019 yıllarında elde edilen değerlerin belirtilen eşik değerin üzerinde olduğu fakat 2015-2024 arasında hesaplanan yıllar ortalaması ve son yıllarda gerçekleşen değerlerle, risk unsurunun söz konusu olmadığı ortaya konulmuştur (Şekil 5-c).



Şekil 5. Sarıcakaya ilçesi 2015-2024 yılları arasında gerçekleşen; a) Etkili Sıcaklık Toplamı (EST), b) Huglin İndisi (Hİ), c) Branas Hidrotermik İndisi (BHİ), d) Kuraklık İndisi (KI), e) Gece Serinlik İndisi (GSI) ve f) Jones Göstergesi (JOG) değerleri. Y.Ort: Yıllar ortalaması

Yıllık ortalama Kuraklık İndisi değeri 0,44 olarak bulunmuştur. Kİ değerinin 1,00'e yakın ve üzerinde olması yağışın yeterli olduğunu göstermektedir [14]. Veriler yıllar bazında incelendiğinde ise 0,79 ile 2015 yılında maksimum düzeye ulaşan Kİ değeri, en düşük 2024 yılında (0,30) belirlenmiştir. Tüm veriler incelendiğinde, Sarıcakaya ilçesine düşen yağış miktarının az olduğu görülmüştür.

2015-2024 yıllar ortalamasına göre GSİ 15,54°C olarak bulunmuştur. En yüksek verinin 2015 yılında (17,70°C), en düşük değerin ise 2021 (13,80°C) yılında gerçekleştiği saptanmıştır. Yıllar ortalamasına göre Sarıcakaya ilçesinde geceler, ılık olarak değerlendirilmiştir [10, 27].

Sarıcakaya ilçesinde yetiştirilecek çeşitlerin belirlenmesinde, vejetasyon döneminde (Nisan-Ekim) meydana gelen aylık ortalama sıcaklıklara göre hesaplanan Jones Göstergesi değerleri [11], son on yılda ortalama olarak 20,83°C olarak hesaplanmıştır. Buna göre ilçenin genel itibarıyla sıcak iklim kategorisinde yer alabileceği belirlenmiştir. En yüksek yıllık ortalama sıcaklık değerinin 23,37°C ile 2024 yılında, en düşük değerin ise 2021 yılında (20,49°C) gerçekleştiği, ilçenin sıcak iklim kategorisinde yer aldığı belirlenmiştir. Buna göre Sarıcakaya ilçesinde, olgunlaşma açısından yeterli ve iklime uyum sağlayabilecek, aynı gösterge içerisinde yer alan serin-ılıman (15-17°C) ve ılıman (17-19°C) iklim sınıflarında bulunan Chardonnay, Sauvignon Blanc, Semillon, Cabernet Franc, Tempranillo, Merlot, Malbec, Vioginer, Syrah gibi çeşitler için bölgenin uygun olabileceği değerlendirilmektedir. Ancak hızlı olgunlaşmaya bağlı olarak yüksek şeker birikimi ve düşük asitlik gibi sorunlarla karşılaşmamak adına çeşit bazında asma üzerinde kanopi yönetimi, yaz budamaları ve kültürel işlemlere özel önem verilmesi gerekmektedir [34,35]. Diğer taraftan birçok sofralık üzüm ve dünyada rağbet gören yabancı şaraplık üzümlerden Cabernet Sauvignon, Sangiovese ve Zinfandel gibi çeşitlerin yetiştiriciliği için bölgenin uygun olabileceği düşünülmüştür.

SONUÇ

Bu araştırmada Eskişehir il sınırları içinde yer alan Sarıcakaya ilçesine ait iklim verileri, bağcılık açısından önemli biyoklimatik göstergeler ile belirlenmiş ve bölgede yetiştirilebilecek üzüm çeşitleri hakkında değerlendirmeler yapılmıştır. Sarıcakaya'nın son on yıla ait iklim verilerinin incelenmesi sonucunda, Etkili Sıcaklık Toplamı değeri açısından genel olarak sıcak-ılıman (Bölge IV) iklim sınıfı içerisinde yer aldığı, son beş yıl içinde

ekstrem düşük değerlere rastlanmadığı fakat ekstrem (yüksek) değerlere ilişkin yıllar arasında dalgalanmaların olduğu anlaşılmıştır. Huglin İndisi açısından ilçenin sıcak iklimden, çok sıcak iklime doğru değişen değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan bölgede hastalık riskinin bazı dönemlerde artış gösterdiği, fakat son yıllarda riskin azaldığı ve yıllar ortalamasına göre risk oluşma durumunun olmadığı tespit edilmiştir. Gece Serinlik İndisi açısından gecelerin "ılık", Kuraklık İndisi açısından ise yağışın yetersiz olduğu belirlenmiştir. Elde edilen tüm veriler değerlendirildiğinde, sulama imkanlarının göz önünde bulundurulması ile, Sarıcakaya ilçesinde çok geçici çeşitler dışında çoğu sofralık beyaz ve renkli üzümlerin yetiştirilebileceği düşünülmektedir. Şaraplık çeşitlerin seçiminde Sarıcakaya ilçesinde hakim olan sıcaklık koşulları göz önünde bulundurulduğunda, erkenci ve orta mevsim sıcak iklim üzümleri için olumlu koşulların oluşabileceği fakat serin ve serin-ılıman iklime uygun çeşitler için kalite sorunlarının yaşanabileceği değerlendirilmektedir. Bu sebeple, söz konusu iklim sınıflarında yetiştirilen üzüm çeşitlerinde hızlı şeker birikimi ve düşük asitlik gibi olumsuzlukları gidermek amacıyla, çeşit bazında kanopi yönetimi, yaz budamaları ve kültürel uygulamalara önem verilmesinin yerinde olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Puga, G., Anderson, K., Jones, G., Tchatoka, F.D., Umberger, W., 2022. A climatic classification of the world's wine regions. *OENO One* 56(2), 165-177.
2. Rafique, R., Ahmad, T., Ahmed, M., Khan, M.A., 2023. Exploring key physiological attributes of grapevine cultivars under the influence of seasonal environmental variability. *OENO One* 57(2), 381-397.
3. van Leeuwen, C., Sgubin, G., Bois, B., Ollat, N., Swingedouw, D., Zito, S., Gambetta, G.A., 2024. Climate change impacts and adaptations of wine production. *Nature Reviews Earth & Environment* 5(4), 258-275.
4. Malheiro, A.C., Santos, J.A., Fraga, H., Pinto, J.G., 2010. Climate change scenarios applied to viticultural zoning in Europe. *Climate Research*, 43, 163-177.
5. Fraga, H., Malheiro, A.C., Moutinho-Pereira, J., Santos, J.A., 2013. Future Scenarios for Viticultural Zoning in Europe: Ensemble Projections and Uncertainties. *International Journal of Biometeorology*, 57, 909-925.

6. Charalampopoulos, I., Polychroni, I., Psomiadis, E., Nastos, P., 2021. Spatiotemporal Estimation of the Olive and Vine Cultivations' Growing Degree Days in the Balkans Region. *Atmosphere*, 12, 148.
7. Bahar, E., Korkutal, İ., Öner, H., 2018. Bağcılıkta terroir unsurları. *Bahçe* 47(2):57-70.
8. Winkler, A.J., Cook, J.A., Kliever, W.M., Lider, L.A., 1974. General Viticulture. University of California. Pres, Berkeley, 633p.
9. Huglin, P., 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilites héliothermiques d'un milieo viticole. In: Proceedings of the Symposium International sur l'ecologie de la Vigne. Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire, Contanca, pp:89-98.
10. Tonietto, J., 1999. Les macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le sud de la France: méthodologie de caractérisation. Thèse Doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Montpellier, 233.
11. Jones, G., 2015. Climate, grapes, and wine. Terroir and the importance of climate on grapevine production. *Guildsomm International* (https://www.guildsomm.com/public_content/features/articles/b/gregory_jones/posts/climate-grapes-and-wine?commentid=a160ab2a-2bb7-44e5-8ce6-b75702681dd1) (Erişim: 12.03.2025)
12. Kök, D., Çelik, S., 2003. Bazı şaraplık üzüm çeşitlerinin etkili sıcaklık toplamı gereksinimlerinin belirlenmesi ve bunun kalite üzerindeki etkisi. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 4(1), 23-27.
13. Çelik, H., Söylemezoğlu, G., Çetiner, H., Kunter, B., Çakır, A., 2005 Bazı üzüm çeşitlerinin Kalecik (Ankara) koşullarındaki fenolojik özellikleri ile etkili sıcaklık toplamı (EST) isteklerinin belirlenmesi. *Türkiye 6. Bağcılık Sempozyumu* 2:390-397.
14. Bahar, E., Korkutal, İ., Boz, Y., 2010. Tekirdağ ili Şarköy ilçesinin terroir açısından değerlendirilmesi. *Tekirdağ İli Değerleri Sempozyumu*, s:156-177.
15. Kaya, M., Özdemir, G., 2015. Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin Diyarbakır koşullarındaki kalite özellikleri ile etkili sıcaklık toplamı isteklerinin belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Dergisi* (Özel Sayı 27):199-209.
16. Bozkurt, A., Kalkan, N. N., Altun, O. T., Yağcı, A., Kaya, Ö., Geçim, T., Tuncer, S., Karadoğan, B., Albayrak, S., 2024. Erzincan koşullarında farklı üzüm çeşitlerinin bazı fiziksel ve kimyasal kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi* 13(1), 41-50.
17. Kunter, B., Cantürk, S., Keskin, N., Çetiner, H., 2017. Ankara ili bağcılık potansiyelinin etkili sıcaklık toplamı-fenoloji ilişkisi kullanılarak incelenmesi. 5. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, 12-15 Eylül 2017. Kırklareli. *Bildiriler Kitabı* 1:545-552.
18. Candar, S., Alço, T., Yaşasın, A.S., Korkutal, İ., Bahar, E., 2019. Türkiye Trakya'sı bağcılık iklim göstergelerindeki uzun süreli değişimlerin değerlendirilmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(2), 259-268.
19. Aktürk, B., Uzun, H.İ., 2019. Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin Antalya'daki değişik yörelere uygunlukları ve etkili sıcaklık toplamı istekleri. *Mediterranean Agricultural Sciences* 32(3):267-273.
20. Kalkan, N.N., Bozkurt, A., Altun, O.T., Kaya, Ö., Geçim, T., Karadoğan, B., Albayrak, S., 2023. Bazı üzüm çeşitlerinin Erzincan koşullarında fenolojik gelişme evreleri ile etkili sıcaklık toplamı isteklerinin belirlenmesi. *Bahçe* 52 (Özel Sayı 1):394-400.
21. Sümbül, A., 2024. Orta Kelkit Havzası bağcılığının iklim indeksleri ile değerlendirilmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 13(1):23-32.
22. Teker, T., 2024. Effects of temperature rise on grapevine phenology (*Vitis vinifera* L.): Impacts on early flowering and harvest in the 2024 growing season. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 8(4): 970-979.
23. Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S., Fidan, Y., Marasalı, B., Söylemezoğlu, G., 1998. Genel bağcılık. *Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi* 1. 253s.
24. Kaymak, H., 2020. Morfo-klimatik özelliklerin Sündiken dağlarında (Eskişehir) bitki örtüsünün dağılışı üzerindeki etkileri. *Türk Coğrafya Dergisi* (75):17-32.
25. Branas, J., Bernon, G., Levadoux, L., 1946 *Elements de viticulture generale*. Dehan, Montpellier.
26. Carboneau, A., Deloire, A., Jaillard, B., 2007. *La vigne. physiologie, terroir, culture*. DUNOD, Paris, 442s.
27. Tonietto, J., Carboneau, A., 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology*, 124(1-2):81-97.
28. Micciché, D., Puccio, S., Di Lorenzo, R., Turano, L., Di Carlo, F., Pisciotto, A., 2025. Adapting viticulture to climate change: Impact of shading in Sicily. *Horticulturae*, 11, 163.
29. Cangi, R., Altun, M.A., 2015. Adaptation of some important table grape cultivars to Taraklı

- (Sakarya) ecological conditions. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 8(2):35-39.
30. Gündüz, A., 2023. Yalova ilinde klimatolojik yağış açığı indisinin zamansal mekânsal değişiminin ve bağcılık açısından iklimsel indislerin irdelenmesi. Bahçe. 52: 383-390.
31. Karabektaşoğlu, Ş., Köse, B., Svyantek, A., 2024. Investigation of the phenological and climate indices of some table and wine grapes and their growing status in the Samsun-Bafra plain (Türkiye). Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 39(1):143-162.
32. Teker, T., 2021. Cumulative bioclimatic indices and climate data of recent years in some viticultural regions of Turkey. In: Çığ, A. (Ed.), Agricultural studies on different subjects. Iksad Publications, Ankara, pp:83-114.
33. MGM, 2024. 2024 yılı yağış değerlendirmesi. Meteoroloji Genel Müdürlüğü resmi web sitesi. (<https://www.mgm.gov.tr/FILES/arastirma/yagis-degerlendirme/2024yagisdegerlendirmesi.pdf>) (Erişim Tarihi: 01.03.2025).
34. De Toda, F.M., Sancha, J.C., Balda, P., 2013. Reducing the sugar and pH of the grape (*Vitis vinifera* L. cvs. 'Grenache' and 'Tempranillo') through a single shoot trimming. South African Journal of Enology and Viticulture 34(2):246-251.
35. Gutiérrez-Gamboa, G., Zheng, W., de Toda, F. M., 2021. Current viticultural techniques to mitigate the effects of global warming on grape and wine quality: A comprehensive review. Food Research International, 139:109946.
36. Anonim, 2025. Zirai don 36 ilde etkili oldu. Anadolu Ajansı İnternet Gündem Haberi, Türkiye, 14 Nisan, (www.aa.com.tr/tr/gundem/zirai-don-36-ilde-etkili-oldu/3537066), (Erişim Tarihi: 28 Nisan 2025).

Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.)’nda Bokaşı Serumu ve Azot Dozlarının Verim ve Beslenme Üzerine Etkisi

Zeliha KÜÇÜKYUMUK^{1*}, Ümmü TUĞLU², Kamil EKİNCİ³, Emine EKİNCİ⁴

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta; ORCID: 0000-0001-6106-6239

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta; ORCID: 0000-0002-7580-8480

³Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta; ORCID: 0000-0002-7083-5199

⁴Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta; ORCID: 0000-0002-3706-1347

Gönderilme Tarihi: 19 Mart 2025

Kabul Tarihi: 21 Mayıs 2025

ÖZ

Bu çalışmada, bokaşı yöntemi ile üretilen ve faydalı mikroorganizma (FM) olarak çoğunluğu laktik asit bakterilerinden (LAB) oluşan bokaşı serumu (BFM) ve farklı azot (N) dozlarının tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin verim, bazı kalite parametreleri ve besin konsantrasyonları üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü serasında bir saksı denemesi kurulmuştur. Çalışmada, bokaşı serumu (BFM) ile birlikte azot 0, 100, 150 ve 200 ppm (N₁+BFM, N₂+BFM, N₃+BFM) dozları uygulanmıştır. İki ay süresince bitki gelişimi izlenmiş, ardından bitkiler hasat edilmiştir. Bokaşı serumu (BFM) ve artan düzeylerde N uygulamalarının adaçayının bitki yaş ağırlığı, yaprak ve dal sayısını ile yaprak N içeriğini kontrole göre arttırdığı, P, K, Ca, Mg, B, Fe, Zn, Mn ve Cu içeriklerini ise azalttığı belirlenmiştir. Uygulamalar, N dışında diğer besin elementlerini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilememiştir. En yüksek verim, yaprak, dal sayısı ve bitki N içeriği değerleri N₃+BFM uygulama dozundan elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi adaçayı, bokaşı serumu, faydalı mikroorganizma, *Salvia officinalis* L.

The Effect of Homemade Bokashi Serum and Nitrogen Doses on Yield and Nutrition in Common Sage (*Salvia officinalis* L.)

ABSTRACT

In this study, the effects of homemade Bokashi serum (BFM) containing beneficial microorganisms (FM) mostly as lactic acid bacteria (LAB) produced by the Bokashi method and different nitrogen doses on the yield, some quality parameters and nutrient concentrations of medicinal sage (*Salvia officinalis* L.) plant were investigated. For this purpose, a pot experiment was established in the Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Field Crops Department Greenhouse. In the study, nitrogen levels of 0, 100, 150 and 200 ppm (N₁+BFM, N₂+BFM, N₃+BFM) were applied together with the Bokashi serum. The plants were harvested after two months. It was found that BFM and the increasing levels of nitrogen applied to the soil increased the plant fresh weight, number of leaves and branches, and plant N content compared to the control application, whereas the plant P, K, Ca, Mg, B, Fe, Zn, Mn and Cu contents decreased but had a significant effect was determined. Applications did not significantly affect other nutrients except N. The highest yield, number of leaves and branches and N concentrations were obtained from N₃+FM application.

Keywords: Common sage, bokashi serum, beneficial microorganism, *Salvia officinalis* L.

GİRİŞ

Ülkemizde hem yabani hem de kültürü yapılarak yetiştirilen en önemli tıbbi aromatik bitkilerden biri adaçayıdır. Dünyada yaklaşık 900 taksonu bulunan adaçayının, Türkiye florasında 45’i endemik olmak üzere 89 tür ve 94 takson ile temsil edilen *Salvia* cinsinin, endemiklik oranı 50 dolaylarındadır [1]. Türkiye’de en fazla doğadan “şalba” veya “çalba” olarak adlandırılan *S.fruticosa* Mill. ve *S.tomentosa* Mill. türleri toplanmakta, tıbbi adaçayı (*S.officinalis*

L.) ise doğal olarak yayılış göstermemekle birlikte, başarılı bir şekilde kültürü yapılmaktadır [2]. Tipik bir Akdeniz iklim bitkisi olan tıbbi adaçayı, yaz mevsimi sıcak ve kurak, kış mevsimi ise ılık ve yağışlı olan yerlerde yetişmektedir. Deniz seviyesinden itibaren 1.500 m rakıma kadar yayılış göstermektedir. Adaçayının, iklime ve çevre koşullarına bağlı olarak Mart’tan Temmuz’a kadar çiçeklenme periyodunun devam ettiği belirtilmiştir [3]. Geçmişte tedavi etmek amacıyla kullanılan adaçayı günümüzde gıda, sağlık, kozmetik ve

*Sorumlu yazar / Corresponding author: zelihakucukyumuk@isparta.edu.tr

parfümeri, peyzaj vb. alanlarda geniş bir kullanım alanı bulabilmektedir. Tıbbi adaçayı üretiminde öncelikle yüksek verim ve kalite önemlidir. Son verilere göre ülkemizde 6.655 dekada 1271 ton adaçayı üretimi yapılmıştır. Ülkemizde Antalya ili adaçayı üretiminde ilk sırada yer almaktadır. 2020 yılında Antalya 669 ton ile toplam üretimin %53'ünü, Denizli 207 ton ile %16'sini ve Burdur 142 ton ile %11'ini oluşturmaktadır [4]. Her geçen yıl payını artırarak devam eden adaçayı yağı ihracatı son beş yılda yaklaşık 11.3 tondur [5]. İhracatı yapılan ülkeler arasında ilk sıralarda Bulgaristan, ABD ve Kanada gelmektedir [6].

Organik gübreler, bitkisel ve hayvansal kökenli materyallerden oluşmuş gübrelerdir. Bunlar organik madde, bitki besin elementleri ve çeşitli mikroorganizmaları da içerdiklerinden dolayı çok yönlü gübrelerdir. Çevre bilincinin gün geçtikçe artması sebebiyle organik gübrelere ilgi artmaktadır. Organik gübreler çevreye ve insan sağlığına zarar vermeden tarımsal ürünlerin kalitesini artırmaktadır. Adaçayı tıbbi aromatik bitkilerin çoğunda olduğu gibi organik tarım uygulamaları ile uyumludur. Organik gübrelerin toprak verimliliğini artırmak için kullanılması, sürdürülebilir tarım ve organik tarım sistemlerinde kimyasal gübrelere alternatif bir yöntem olarak bilinmektedir. Ancak bitkisel üretimde yeterli verim elde etmek için organik gübreler tek başına yeterli değildir, kimyasal gübrelerle birlikte verilmesi önerilmektedir. Bu amaçla çalışmada bokaşi yöntemi ile üretilen ev yapımı bokaşi serumu (BFM) kullanılmıştır. BFM, mikroaerobik fermentasyon sonucu üretilen ve çoğunluğu laktik asit olmak üzere malik asit, asetik asit, propiyonik asit, benzoik asit gibi organik asitleri içeren bir sıvıdır. Üretilen bu organik asitler antioksidan ve antimikrobiyal madde olma özelliklerinin yanında, pH'nın 4'ün altında olması nedeniyle ortamda istenmeyen patojen organizmaların gelişmesini engelleyerek alana hâkim olmasına ve böylece yeniden yaşayan canlı bir ortam yaratılmasına neden olur [7]. FM teknolojisi, 40 yılı aşkın bir süre önce Japonya'da Dr. Tero Higa tarafından geliştirilmiştir. FM, patojenleri baskılayarak bitki hastalıklarını önlemek, enerjiyi korumak, toprak minerallerini çözmek, toprak mikroorganizmalarının dengesini sağlayarak ekolojisine yardımcı olmak fotosentetik etkinliği artırmak ve biyolojik azot fiksasyonunu iyileştirmek gibi etkinlikleri bulunmaktadır. Mikroorganizmaların birbirleriyle olumlu etkileşimleri göz önünde tutularak tarımsal açıdan değerlendirilerek pratikte bitkilerin gelişimde, bitki besin maddelerinin alınımında ve toprak kaynaklı hastalık etmenlerine karşı etkinlikleri artırılması üzerine önem verilmelidir [8]. Yayınlanan

çalışmaların %70'inde FM'nin bitkilerin büyümesi üzerinde olumlu bir etkisi olduğu, diğer %30'unda ise önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır [9]. Ülkemizde bokaşi serumu kullanımı henüz yaygın değildir ancak biyolojik olarak sürdürülebilir bir ürün olup, çevre ve canlılar için bir tehlike oluşturmamaktadır. Bokaşi serumu aynı zamanda gıda atıklarının (mutfak atıklarının) kompost haline getirilmesinde kullanılmaktadır [7].

Bitkilerde optimum büyüme için kuru maddede %2-5 arasında azot bulunması gerekir. Azot, bitkinin bileşimini diğer besin maddelerine göre daha fazla etkiler ve bu da kaliteyi olumlu ya da olumsuz etkileyebilir. Fazla azot, özellikle yaprak ve depo organlarında birikir. Azot eksikliği ise büyümeyi yavaşlatır, yaprakların küçülmesine ve erken sararıp dökülmesine neden olur. Kök/gövde oranı artar. Ayrıca, kloroplastlarda bozulma ve kloroz görülür. Bu belirtiler erken fark edilirse, gübreleme ile sorun giderilebilir [10]. Tıbbi ve aromatik bitkilerde azot, uçucu yağın içeriğini ve kimyasal bileşimini etkileyebilmektedir [11].

Gıda üretiminde artan talebi karşılamak için kullanılan gübre miktarında yapılan zorunlu büyük artışlar sadece toprak verimliliğini etkileyen sorunları değil, aynı zamanda ekolojik dengesizlikleri de yaratacaktır. Bu durumda alternatif bir çözüm olarak FM teknolojisi benimsenmiştir. Toprak verimliliğinin iyileştirilmesi ve verim artışı için BFM ile kimyasal gübrelerin birlikte uygulanması çalışmaları bu yönüyle önemlidir. Bu araştırmanın amacı, ev yapımı organik bokaşi serumu ile birlikte farklı azot dozu uygulamalarının tıbbi adaçayının verimi ve besin elementi içerikleri üzerine etkilerini incelemektir.

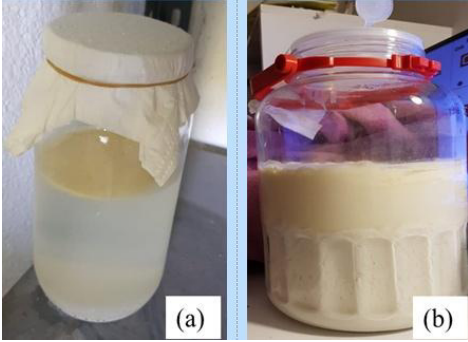
MATERYAL VE METOT

Denemeye Ait Bitki ve Toprak Özellikleri

Deneme, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü serasında yürütülmüştür. Denemede kullanılan adaçayı fideleri Tarla Bitkileri Bölümüne ait tıbbi ve aromatik bitkiler çeşit parselinden temin edilen tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisidir. Araştırmada kullanılan deneme toprağı pH 7.8 (1:2.5 toprak:su), %1.4 organik madde (Walkley Black), %15 CaCO₃, 0.5 M Na HCO₃ 30 kg ha⁻¹ P⁻¹; NH₄OAC-alınabilir K 420 kg ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. pH, Richards [12], organik madde, Jackson [130], kireç Hızalan ve Ünal [14], yarayışlı P Olsen vd. [15], değişebilir K Pratt [16] tarafından belirlenmiştir. Organik gübre olarak sıvı bokaşi serumu dekara 2 ton olacak şekilde uygulama yapılmıştır.

LAB Ana Kültürünün Üretimi

İki su bardağı (400 ml) klorsuz (arıtıcıdan) çeşme suyu ile zengin bir karbonhidrat kaynağı olan bir su bardağı pirinç cam kavanoz içerisinde on saniye kadar çalkalanarak 15 dakika bekletilerek süzölmüş ve yaklaşık 21°C oda sıcaklığında karanlık bir yerde 1 hafta bekletildikten sonra (Şekil 1) tekrar süzölmüştür. Pirinçler ayrı bir yere alınarak çözeltiye laktik asit bakteri kaynağı olan çiftlik sütünden 10 su bardağı (1:10 v/v) eklenerek ağzı gevşek şekilde kapatılmış ve cam kavanozda 1 hafta boyunca mikroaerobik fermentasyon için bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda katılaşmış kısım süzülerek sıvı kısmına mikroorganizmaları beslemek için iki yemek kaşığı şeker pancarı melası (1:1 v/v) eklenerek LAB ana kültürü oluşturulmuştur [7] (Şekil 1-a ve 1-b).



Şekil 1. Pirinç ve suyun 1 hafta bekletilmiş hali (a) ve LAB ana kültürü (b)

Bokaşi Serumunun Hazırlanması

1 su bardağı (yaklaşık 200 ml) LAB ana kültürü, 5 litre klorsuz su, 1 su bardağı melas ile karıştırılarak cam kavanoza (CO₂ çıkışını sağlayıp O₂ girişine engel olan) hava kapamı ile kapatılarak 15 gün boyunca oda sıcaklığında karanlık yerde bekletilmiştir (Şekil 2). Bokaşi serumunun hazır olduğunu anlamak için sürecin sonunda serumun pH değerinin 4'ten küçük olması ve sirkemsi bir kokuya sahip olması gereklidir [7].



Şekil 2. Bokaşi serumu

Bokaşi Serumunun (BFM) Kimyasal Analizi

Serumun kimyasal analizi yapılarak Çizelge 1'de sunulmuştur. Organik madde, pH, toplam organik karbon ve toplam azot APHA standart metoduna göre ölçülmüştür [17]. Serumun suda çözünür potasyum oksit (K₂O) değeri BS EN 15477'ye göre belirlenmiştir.

Çizelge 1. Bokaşi serumun (BFM) kimyasal analizi

Parametreler	Değerler
pH	3.7
Uçucu Katı Madde (%)	2.5
Toplam Organik Karbon (%)	1.7
Toplam Azot (%)	0.18
Suda Çözünebilir Potasyum Oksit (K ₂ O) (%)	0.19

LAB ana kültürü hazırlanmasının ardından bu kültür kullanılarak bokaşi serumu (BFM) yapılmıştır. Serumun pH'ı 3.7 asidik karakterde olması nedeniyle 100 kat su ile seyreltilerek bitkiye ve toprağa uygulanmıştır.

Bokaşi Serumundaki (BFM) Faydalı Mikroorganizmaların Tanımlanması

İki ana mikroorganizma grubu olan *Bacillus amyloliquefaciens* spp. *plantarum* and *Lactobacillus plantarum* mikroorganizmaların tanımlanması, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Uygulama Kliniği ve Araştırma Merkezinde bulunan MALDI-TOF-MS (Matrix Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometer, Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) cihazı ile tespit edilmiştir.

Denemenin Kurulması

Deneme, 2022 yılının Nisan ayında kurulmuş olup, adaçayı bitkileri birer kiloluk saksılarda yetiştirilmiştir. Bitkilere azot kaynağı olarak (NH₄)₂NO₃ kullanılmıştır. Potasyum ve fosfor temel gübrelemesi için 100 ppm P ve 125 ppm K olacak şekilde KH₂PO₄ uygulanmıştır. N₁+FM uygulama dozu 100 ppm N, N₂+FM uygulama dozu 150 ppm N, N₃+FM uygulama dozu ise 200 ppm N içermektedir. Ayrıca deneme serasının üzeri tül ile kapatılmış olup aşırı sıcak geçen yetiştirme sezonu boyunca düzenli aralıklarla sulamaları gerçekleştirilmiştir.

Bitki Ölçümleri, Analizleri ve Verilerin Değerlendirilmesi

Saksılarda bulunan adaçayı bitkileri toprak yüzeyinden biçilerek dokuz hafta sonra hasat edilmiştir. Hasat öncesi dal ve yaprak sayıları tek tek

not edilmiş, biçimin hemen sonrasında bitki yaş ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır. Bitkiler önce musluk suyuyla, ardından deiyonize su ile yıkanmış ve etüvde $\pm 65^{\circ}\text{C}$ 'de ağırlık sabit oluncaya kadar kurutulmuştur. Yaprak örneklerinde toplam N makro Kjeldahl yöntemiyle [18], toplam P, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Mn ve Zn analizleri ise mikrodalgada (Cem MARS 5) asit ile yaş yakma yöntemiyle (0.5 g örnek + 1 ml H_2O_2 + 9 ml HNO_3) elde edilen ekstraktlar ICP-OES cihazında okunarak belirlenmiştir [19]. Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen tüm sonuçlar MİNİTAB paket programı ile TUKEY çoklu karşılaştırma testine göre ($p < 0.05$) gruplandırılmıştır.

BULGULAR

Çizelge 2'de görüleceği üzere azot ve BFM birlikte uygulanarak yetiştirilen adaçayının bitki ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamış, ancak uygulanan N dozu ile birlikte bitki ağırlığı kontrol uygulamasına göre artmıştır. Kontrol uygulamasında ağırlık 18.54 g iken N_1 , N_2 ve N_3 dozlarında bitki yaş ağırlıkları sırasıyla 20.13, 25.28, 29.25 gram olarak belirlenmiştir. Uygulanan BFM ve azot arttıkça verim artmıştır. Adaçayı gibi aromatik bitkilerde yaş ağırlık, kuru ağırlık, kuru yaprak ve uçucu yağ verimleri üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bu nedenle bu bitkilerin tarımında yaş ağırlığı artırıcı uygulamalar son derece önemlidir [20]. Benzer konularda araştırma yürüten araştırmacıların [21, 22, 23, 2, 24, 25, 26, 27, 20] yeşil herba ve drog herba verimi yönünden elde etmiş oldukları sonuçlar ile uyum içerisinde olmuştur.

Uygulanan N'un, N_2 ve N_3 dozu adaçayı bitkisi dal sayısını artırmıştır ve bu artış önemli bulunmuştur. Azot dozları bakımından en yüksek dal sayısı ortalaması 17 adet ile N_3 +BFM uygulamasından elde edilmiştir. En düşük dal sayısı ortalaması ise 9 adet ile N_1 +BFM uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2). Dal sayısındaki artış direkt olarak adaçayındaki yaprak sayısını da artırmasından dolayı önemli bir verim kriteri olarak değerlendirilmektedir [28].

Azot uygulanan adaçayının yaprak sayısı istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Çizelge 2 incelendiğinde, en yüksek yaprak sayısı N_3 +BFM (139 adet) uygulamasından elde edilmiştir. Dal sayısında olduğu gibi yaprak sayısında da en düşük ortalama 78 adet ile N_1 +BFM uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol uygulamasına (103 adet) göre N_2 +BFM (126 adet) ve N_3 +BFM (139 adet) uygulamaları yaprak sayısı bakımından artış göstermiştir. Yaprak sayısı verimi etkileyen özelliklerden biridir. Yaprak sayısındaki artış

doğrudan verimi artırmakta ve tarımsal özellikler arasında ekonomik değeri ifade eden en önemli özelliklerden biri konumundadır. Ticari olarak tıbbi adaçayının yaprakları (*Folia salviae*) kullanıldığından, drog yaprak verimi yüksek olan bitkiler büyük değer taşımaktadır [28].

Çizelge 2. Azot ve BFM uygulanarak yetiştirilen adaçayının ağırlık, dal ve yaprak sayısı

Uygulama	Ağırlık (g)	Dal Sayısı (adet)	Yaprak Sayısı (adet)
Kontrol	18.54 δd	12 ab**	103 ab*
N_1 +BFM	20.13	9 b	78 b
N_2 +BFM	25.28	13 ab	126 ab
N_3 +BFM	29.25	17 a	139 a

** %1 ve * %5 düzeyinde önemli, δd : önemli değil.

Azot ve BFM uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam azot, fosfor ve potasyuma ilişkin ortalama sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi BFM ve azot uygulanarak yetiştirilen adaçayında N ortalamaları istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Oktay Koç [10], adaçayında N ortalamalarını istatistiki bakımdan %5 düzeyinde önemli bulmuş, N dozu arttıkça bitkide N ortalamasının arttığını bildirmiştir.

Araştırmacı, azot dozları bakımından en yüksek ortalama N %1.8 ile 125 ppm N uygulamasından elde etmiştir. Uygulanan azot dozu arttıkça bitkide N ortalaması artmıştır. En yüksek ortalama N %3.40 ile N_3 +BFM uygulamasından, en düşük N ortalaması 3.00 ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde, adaçayında uygulanan BFM ve azot dozlarının toplam fosfor ve potasyum miktarı üzerine istatistiki açıdan fark bulunamamıştır. En yüksek toplam fosfor ortalaması %0.23 ile N_2 +BFM'den, en düşük toplam fosfor ortalaması ise %0.21 ile kontrol ve N_1 +BFM uygulamasından elde edilmiştir. BFM ve azot dozları bakımından en düşük toplam K miktarı ortalaması %2.06 ile kontrolden, en yüksek toplam K miktarı ortalaması ise %2.18 ile N_1 +BFM'den elde edilmiştir. Benzer şekilde yapılan bir araştırmada [10] adaçayı bitkisinde toplam fosfor ve potasyum miktarına azot uygulamasının etkisi görülmemiştir. Yapılan çalışmada azot dozları bakımından en düşük toplam K miktarı ortalaması %2.72 ile 50 ppm N 'tan elde edilmiş, en yüksek toplam K miktarı ortalaması ise %2.84 ile 100 ppm N 'tan elde edilmiştir.

Azot ve FM uygulanarak yetiştirilen adaçayında kalsiyum, magnezyum ve bor konsantrasyonuna ilişkin veriler Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılabileceği gibi tıbbi adaçayı bitkisinin, kalsiyum konsantrasyonu artan düzeylerde uygulanan N ve BFM uygulamasına karşılık bir azalış göstermiştir.

Ancak bu azalış istatistiki bakımdan önemli olmamıştır. En yüksek kalsiyum konsantrasyonu %2.64 ile kontrol uygulamasından elde edilmiş, en düşük kalsiyum konsantrasyonu ise %2.11 ile N₃+BFM uygulamasından elde edilmiştir. Adaçayında uygulanan azot ve BFM toplam Mg ve B konsantrasyonuna etkisi istatistiksel açıdan önemi bulunmamıştır. En yüksek Mg miktarı ortalaması %0.44 ile kontrol uygulamasından, en düşük toplam Mg miktarı ise %0.34 ile N₃+BFM uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek B miktarı ortalaması kontrol uygulamasından (28 ppm) elde edilirken en düşük B miktarı N₃+BFM (23 ppm) uygulamasından elde edilmiştir. "Bokaşı" ve FM ile işlenen pazı bitkileri daha yüksek fosfor ve magnezyum içerikleri kontrol bitkilerine göre daha fazla alınmıştır [29]. FM'nin bitkilere uygulanması, işlenmemiş bitkilere kıyasla daha yüksek kalsiyum seviyeleri ile sonuçlanmıştır [29]. Çalışmamız sonuçları bu araştırmacının sonuçları ile uyum göstermemektedir. FM hem çiçeklenme aşamasında hem de olgunlukta çiftlik gübresi değişikliğini takiben maş fasulyesi bitkilerinin NPK beslenmesini önemli ölçüde artırdığı başka bir çalışmada FM'nin uygulanması, NPK beslenmesini yalnızca daha sonraki bir büyüme aşamasında belirgin şekilde artırmıştır [30].

Çizelge 3. Azot ve FM uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam azot, fosfor ve potasyum

Uygulama	N (%)	P (%)	K (%)
Kontrol	3.00 b**	0.51 öd	2.06 öd
N ₁ +FM	3.09 b	0.21	2.18
N ₂ +FM	3.11 b	0.23	2.10
N ₃ +FM	3.40 a	0.22	2.02

** %1 ve * %5 düzeyinde önemli, öd: önemli değil.

Çizelge 4. Azot ve FM uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam kalsiyum, magnezyum ve bor

Uygulama	Ca (%)	Mg (%)	B (ppm)
Kontrol	2.64 öd	0.44 öd	28 öd
N ₁ +FM	2.44	0.37	25
N ₂ +FM	2.39	0.38	27
N ₃ +FM	2.11	0.34	23

öd: önemli değil.

Çizelge 5'de azot ve BFM uygulanarak yetiştirilen adaçayında demir, çinko, mangan ve bakır konsantrasyonuna ilişkin veriler verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi azot ve BFM uygulanarak yetiştirilen adaçayında demir, çinko, mangan ve bakır ortalamaları istatistiki bakımdan önemli bulunmamıştır. Adaçayı bitkisi azot+BFM uygulaması ile demir ortalama değerleri kontrol uygulamasına (568 ppm) göre düşmüştür, en düşük demir konsantrasyonu N₃+BFM (307 ppm) uygulamasından elde edilmiştir. Adaçayı bitkisi azot+BFM uygulaması ile çinko ortalama değerleri

kontrol uygulamasında 129 ppm iken uygulama dozlarına bağlı olarak sırasıyla 39, 49 ve 39 ppm olarak belirlenmiştir. Bakır ortalama değerleri bakımından ise kontrol uygulamasında 49 ppm Cu içeriği tespit edilirken, artan azot+BFM uygulaması ile birlikte bir azalış göstermiştir. En yüksek Cu ortalaması 12 ppm ile N₁+BFM uygulamasından, en düşük Cu içeriği ise 7 ppm ile N₃+BFM uygulamasından elde edilmiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada, adaçayı bitkilerinin mikroelement içeriğine organik gübre uygulamalarının etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuş kontrol uygulamasında Fe ve Zn içeriği organik uygulamalara göre daha yüksek bulunmuştur [31].

Çizelge 5. Azot ve FM uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam demir, çinko, mangan ve bakır

Uygulama	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)
Kontrol	568 öd	129 öd	49 öd	34 öd
N ₁ +FM	360	127	39	12
N ₂ +FM	371	111	49	11
N ₃ +FM	307	98	33	7

öd: önemli değil.

TARTIŞMA

Daha önce yapılmış gübreleme çalışmalarında adaçayında herba verimini artırmak için yıllık ortalama dekara 8 kilogram azot ve 5 kilogram fosfor önerilmiştir [1]. Tıbbi adaçayında (*Salvia officinalis* L.) farklı azotlu gübre dozlarının herba ve yaprak verimleri üzerine etkisinin önemli olduğu, en yüksek değerlerin dekara 8 kg azotlu gübreleme yapılan parsellerden elde edildiğini tespit etmişler [23, 2, 32, 33, 34], başka bir çalışmada ise en iyi azotlu gübreleme dozunun 16 kg/da olduğunu kaydetmişlerdir [35]. Tıbbi adaçayı bitkisinde bokaşı serumu veya BFM uygulamasına ait literatürde geçen bir çalışma mevcut değildir, ancak daha önce farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda, FM ve NPK uygulaması bürölcede tane verimini önemli ölçüde (%48 oranında) artırmıştır [36]. Javaid [37] ayrıca, NPK uygulayarak FM'nin yapraklardan uygulamalarının bezelyede nodülasyonu artırdığını, nodül sayısında %217'lik bir artış ve nodül biyokütlesinde %167'lik bir artış olduğunu bildirmiştir. Sangakkara [38], özellikle düşük C:N oranlarına sahip olan organik maddelerin FM'nin çalı fasulyesi verimini ve nodülasyonu iyileştirdiğini belirtmiştir. Tavuk gübresine FM aşılması, domateste fotosentezi ve meyve verimini artırmıştır [39]. Domateste ilk tarla denemelerinden elde edilen verilere göre, tek başına veya kombinasyon halinde inorganik gübre ile birlikte kullanılan 'Bokaşı Serum' (EM-Naturally

Active) uygulanmamış kontrollere göre ortalama meyve ağırlıklarını önemli ölçüde artırmış ve hasat sırasında elde edilen toplam verimi artırmıştır [40]. Serada FM ve FM ile fermente edilmiş kompostla yapılan uygulamaların ıspanak ve marul verimini sırasıyla %10.4-24.8 ve %19.4-32.9 artırdığını göstermiştir. Benzer şekilde, tarlada Çin lahanası ve turpta sonbahar verimi sırasıyla %23.5-57.9 ve %38.8-47.2 artmıştır [41].

SONUÇ

Organik gübre ve azot dozu uygulamalarının Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin besin elementi, verim, dal ve yaprak sayısı üzerine olan etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada; organik gübrelerin etkileri besin elementi bazında farklılıklar göstermiştir. Adaçayı bitkisi tabiatı doğal olarak yetismekte ve bu nedenle daha çok ekolojik olarak yetişenleri tercih edilmektedir. Adaçayı yetiştiriciliğinde organik gübrelerin kullanılması ekolojik üretime uygunluk bakımından önem arz etmektedir. Nitekim bu çalışmada elde edilen bulguların adaçayının ekolojik üretiminde organik gübrelemelerle yağ içeriklerinde önemli artışların elde edilebileceği sonucuna varılmıştır. Faydalı mikroorganizmanın adaçayı yetiştiriciliğinde önemli ve olumlu bir etkisi vardır. Faydalı mikroorganizma, verimi, dal ve yaprak sayısını artırmış, özellikle N₃+BFM uygulamasında önemli bir artış göstermiştir. Bu nedenle adaçayı verimini artırmak için bu tür mikroorganizmaların kullanımı gerekli olup, özellikle organik üretimde kullanılması önerilmektedir. Azotlu gübrelemenin N konsantrasyonu, yaprak ve dal sayısı ve verim üzerinde olumlu bir etkisi olmuştur ve 200 ppm N+BFM gübrelemesi en yüksek değerlerle sonuçlanmıştır. Tarımsal geliri artırmak için azotlu gübreleme ile birlikte faydalı mikroorganizma verilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, faydalı mikroorganizmalar ev koşullarında bokaşı yöntemiyle kolayca üretilebilerek tarımsal geliri artırabilmenin mümkün olabileceği anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Baydar, H., 2021. Tıbbi ve aromatik bitkiler bilimi ve teknolojisi (Genişletilmiş 9. Basım). Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
2. Ceylan, A., Bayram, E. Özay, N., Otan, N., Sarı, O.A., Çarkacı, N., Polat, M., Kıtık, A., Oğuz, B., Kudat, S., 1994. *Salvia officinalis* L. (tıbbi adaçayı), üzerine agroteknik araştırmalar. Tarım

- ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü, İzmir.
3. Grdisa, M., Jug-Dujaković, M., Lončarić, M., Carović-Stanko, K., Ninčević, T., Liber, Z., Radosavljević, I., Šatović, Z., 2015. Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.): a review of biochemical contents, medical properties and genetic diversity. Agric. Conspec. Sci. 80(2), 69-78.
4. TÜİK, 2020. <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: Aralık 2020).
5. Elmas, S.E., Elmas, O., 2021. *Salvia fruticosa*'nın (Anadolu adaçayı) terapötik etkileri. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 4(1), 114-137.
6. TÜİK, 2021. <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: Aralık 2020).
7. Footer, A., 2014. Bokaşı kompostu. New Society Publishers Ltd. (Gabriola Island, British Columbia, Canada).
8. Karapire, M., Özgönen, H., 2013. Doğada yararlı mikroorganizmalar arasındaki etkileşimler ve tarımsal üretimde önemi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi (2):149-157.
9. Olle, M., Williams, I., 2013. Effective microorganisms and their influence on vegetable production-A review. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 88:380-386. 10.1080/14620316.2013.11512979.
10. Oktay Koç, P., 2006. Azot ve kükürdün adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin herba verimi ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 48s, Ankara.
11. Can, M., 2020. Farklı organik gübre ve azot dozlarının *Mentha piperita* L. ve *Mentha spicata* L. genotiplerinin tarımsal ve kalite özelliklerine etkisi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Doktora Tezi, Eskişehir.
12. Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. U.S. Dept. of Agr. Handbook No.60.
13. Jackson, M.L., 1958. Soil chemical analysis. pp:1-498. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
14. Hızalan, E., Ünal, H., 1966. Topraklarda önemli kimyasal analizler. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, s:278, Ankara.
15. Olsen, S.R., Cole, C.V., 1954. Watanabe, F.S. and Dean, N.C., Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dept. of Agr. Cir. 939, Washington. D.C.
16. Pratt, P.F., 1965. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Ed.

- C.A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series No.9.
17. APHA (American Public Health Association), 1998. In L.S. Clescerl, A.E. Greenberg, and A.D. Eaton (Eds.), Standard methods for examination of water & wastewater. (20. Edition), Washington, DC. American Public Health Association.
 18. Bremner, J.M., 1965. Total Nitrogen, 1149-1178. In: Method of Soil Analysis, Part. 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agriculture Inc., USA, 1578p.
 19. Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Yayın No:1241, Fen Bilimleri Yayın No:63, (1. Basım), Ankara.
 20. Katar, D., Katar, N., Mustafa, C., 2022. Agricultural and quality characteristics of sage (*Salvia fruticosa* Mill.) depending on nitrogen applications. Journal of Plant Nutrition 45(10), 1441-1449. doi:10.1080/01904167.2021.2020829
 21. Ceylan, A., Yurtseven, M., Ozansoy, Y., 1979. *Salvia officinalis* L.'nin agronomik ve teknolojik özelliklerine azotlu gübrelemenin etkisi üzerinde araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16(3), 83-95.
 22. Arabacı, O., Bayram, E., Baydar, H., Savran, F., Karadoğan, T., Özay, N., 2003. Bazı aromatik bitkilerin Aydın, Isparta ve Çanakkale ekolojik koşullarına adaptasyonu ve agronomik teknolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK Proje No: TARP-2447, s:85.
 23. Ceylan, A., Kaya, N., Çelik, N., 1990. Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) kültürü üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(1), 127-142.
 24. Karaaslan, D., 1994. *Salvia* popülasyonlarında farklı azot uygulamalarında drog verimi ve kemotaksonomik araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 58s.
 25. Ceylan, A., Bayram, E., Kaya, N., Otan, H., 1994-a. Ege Bölgesi *Melissa officinalis* L. *Origanum onites* L. ve *Salvia triloba* L. türlerinde kemotiplerin belirlenmesi ve kültürü üzerinde araştırma. TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Proje No: TOAG-788.
 26. Fraser, S., 1997. A commercial herb industry for Northern NSW- an infant enterprise. <http://www.rirdc.gov.au/reports/npp/une-30a.doc>.
 27. Radanović, D., Jevđović, R., Dražić, S., 2000. Influence of plant density and nitrogen fertilization on yield and quality of sage (*Salvia officinalis* L.). Proceedings of the First Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries & VI Meeting "Day of Medicinal Plants-2000", Publisher: IMPR "Dr Josif Pancic" Belgrade, August 2000, Belgrade, pp:309-315.
 28. Tuğlu, Ü., Baydar, H., 2019. Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nda klon seleksiyonu ile geliştirilmiş b-klonlarının tarımsal ve teknolojik özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23:452-456.
 29. Daiss, N., Lobo, G., Socorro, A.R., Brückner, U., Heller, J., Gonzales, M., 2008. The effect of three organic preharvest treatments on Swiss chard (*Beta vulgaris* L. var. *cycla* L.) quality. European Food Research and Technology, 226:345-353.
 30. Javaid, A., Bajwa, R., 2011. Field evaluation of effective microorganisms (EM) application for growth, nodulation, and nutrition of mung bean. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35:443-452.
 31. Kocabaş, I., Sönmez, İ., Kalkan, H., Kaplan, M., 2007. Farklı organik gübrelerin adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)'nın uçucu yağ oranı ve bitki besin maddeleri içeriğine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(1), 105-110.
 32. Kıtık, A., Sarı, A.O., Dizdaroglu, T., Oguz, B., 1995. Türkiye'de tıbbi ve kokulu bitkilerin genel durumu ve Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü çalışmaları. Workshop: Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, 25-26.05.1995, Bildiri Özetleri, İzmir, s:13-16.
 33. Koç, H., 2000. Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nda azotlu gübrelemenin verim ve kalite üzerine etkisi. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), 2000(1).
 34. İpek, A., 2007. Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) hatlarında azotlu gübrelemenin herba verimi ve bazı özellikleri üzerine etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 100s, Ankara.
 35. Atakişi, I., Sağlam, C., Turhan, H., Arslanoğlu, F., Kaba, S., Önemli, F., 2001. Cultivation of sage (*Salvia officinalis* L.) in Thrace region, Turkey. Zeitschrift für Arznei und Gewürzpflanzen. Ausgabe, 1:15-19.
 36. Javaid, A., 2009. Growth, nodulation and yield of black gram [*Vigna mungo* (L.) Hepper] as influenced by biofertilizers and soil amendments. African Journal of Biotechnology, 8:5711-5717.
 37. Javaid, A., 2006. Foliar application of effective microorganisms on pea as an alternative fertilizer. Agronomy for Sustainable Development 26:257-262.
 38. Sangakkara, U.R., Weerasekera, P., 2012. Impact of effective microorganisms on nitrogen utilization in food crops. http://www.infric.or.jp/english/knf_data_base_web/6th_conf_s_1_2.html

39. Xu, H.L., Wang, R., Mridha, M.A.U., 2001. Effects of organic fertilizers and a microbial inoculant on leaf photosynthesis and fruit yield and quality of tomato plants. *Journal of Crop Production*, 3:173-182.
40. Escano, C.R., 1996. Experiences on EM technology in the Philippines. <http://www.futuretechtoday.net/em/index2.htm> (Erişim:19.3.2024).
41. Kim, S.G., Lim, Y.D., Ryang, H.G., 2012. Yield and quality of vegetables as affected by effective microorganisms, Spinach yield. *HortScience*, 44:73-78.

Bazı Armut Genotiplerine Ait Meyvelerde Değişen İklim Koşullarında Bazı Pomolojik ve Biyokimyasal Özelliklerin Değişimi

Neziha ÖZGÜN^{1*}, Yasemin EVRENOSOĞLU²

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Eskişehir; ORCID: 0000-0002-6093-3713

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Eskişehir; ORCID: 0000-0002-0212-8492
Gönderilme Tarihi: 19 Şubat 2025 Kabul Tarihi: 23 Mayıs 2025

ÖZ

Günümüz koşullarında, kuraklık, iklim değişikliği vb. şartlar üretimi ve ürün kalitesini ciddi bir şekilde etkilemeye başlamıştır. Bu durumu ortaya koymak amacıyla, farklı 10 farklı armut genotipi, burukluk durumuna göre, buruk olan (B) genotipler ve buruk olmayan (D) genotipler olarak gruplandırılmıştır. Genotiplerin pomolojik ve biyokimyasal ölçümleri değerlendirilmiştir. Buruk (B) ve buruk olmayan (D) genotiplerin (en, boy, ağırlık, alt ve üst renk, sertlik), meyve üst ve alt kabuk renk ölçümleri (L, a, b, C ve h°), suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH, titre edilebilir asitlik (TEA), C vitamini, fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite değerlerinin ortalaması gruplar arasında istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Kabuk alt renk a, kabuk üst renk L, b ve °h değerlerinin yüksek olduğu genotipler buruk olmayan (D) genotipler iken, kabuk alt renk °h, kabuk üst renk a değerlerinin yüksek olduğu genotipler buruk olan (B) genotipler olmuştur. Biyokimyasal ölçümler sonucunda belirlenen SÇKM değeri, buruk genotiplerde istatistiksel olarak yüksek, pH değeri ise buruk olmayan genotiplerde yüksek bulunmuştur. Titre edilebilir asitlik (TEA) ve C vitamini ortalama değerleri, buruk genotiplerde istatistiksel bakımdan buruk olmayanlara göre yüksek olmuştur. Toplam fenol ve antioksidan kapasite ise gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Armut, genotip, stres faktörleri, *Pyrus communis*

Alterations in Selected Pomological and Biochemical Characteristics of Fruits from Certain Pear Genotypes Under Changing Climatic Conditions

ABSTRACT

Under prevailing environmental conditions, stressors such as drought and climate change have emerged as significant factors impacting agricultural productivity and crop quality. To investigate this phenomenon, ten distinct pear genotypes were classified into astringent (A) and non-astringent (N) categories based on their inherent astringency levels. Pomological and biochemical characteristics of the genotypes were systematically analyzed. A comparative statistical analysis was performed on mean values of pomological traits (fruit width, length, weight, upper/lower surface coloration, firmness), peel color parameters (L*, a*, b*, chroma [C*], hue angle [°h]), soluble solid content (SSC), pH, titratable acidity (TA), vitamin C concentration, total phenolic content, and antioxidant capacity between the two groups. Genotypes exhibiting elevated a* values in lower peel coloration and higher L*, b*, and °h values in upper peel coloration were categorized as non-astringent (N). Conversely, genotypes with increased °h values in lower peel coloration and elevated a* values in upper peel coloration were classified as astringent (A). Biochemical analyses revealed significantly higher SSC in astringent genotypes, whereas non-astringent genotypes demonstrated greater pH levels. Mean TA and vitamin C concentrations were statistically higher in astringent genotypes compared to non-astringent counterparts. However, total phenolic content and antioxidant capacity showed no statistically significant intergroup differences.

Keywords: Pear, genotype, stress conditions, *Pyrus communis*

INTRODUCTION

Among the *Pyrus* species cultivated worldwide, *Pyrus communis* L. is the most economically important and widely cultivated species in commercial production [1, 2]. However, accurately determining the total number of pear species globally

poses a significant challenge due to their high propensity for interspecific hybridization, which has led to the emergence of numerous hybrids with complex taxonomic classifications. The genetic characterization of these species remains incomplete, primarily due to their limited morphological diversity, the lack of clearly defined diagnostic traits,

*Sorumlu yazar / Corresponding author: n_ozgun@outlook.com

and the widespread occurrence of interspecific hybridization. Consequently, assessing the genetic diversity within the genus *Pyrus* is inherently complex and remains an ongoing area of research [3].

According to the 2023 FAO data, global pear production amounted to 26,507,458 tons, with China being the largest producer at 19,852,600 tons. Other major producers included Argentina (653,838 tons), the United States (603,730 tons), Turkey (534,513 tons), South Africa (481,357 tons), Belgium (381,310 tons), the Netherlands (354,000 tons), Spain (288,030 tons), India (271,000 tons), and Italy (255,700 tons) [4].

Drought imposes significant physiological constraints and disrupts critical biochemical processes, resulting in substantial reductions in crop yield and quality. Water scarcity is becoming an increasingly prevalent challenge in fruit-growing regions, particularly those characterized by Mediterranean climates [5].

It has been reported that different levels of water stress significantly restrict morphological and physiological responses in various pear species (*P.biossieriana*, *P.communis*, *P.glabra*, *P.salicifolia* and *P.syrriaca*), leading to reductions in leaf relative water content, net photosynthetic rate, stomatal conductance, transpiration rate, and intercellular carbon dioxide concentration [6].

Global climate change has led to an increase in the duration and intensity of drought, resulting in the emergence of hotter and drier conditions in climatic zones, including Turkey. Plants respond to abiotic stress factors such as drought, high temperatures, and salinity by inducing physiological and metabolic changes that minimize the adverse effects on their growth and development [7].

The selection of drought-resistant genotypes is one of the most effective approaches to addressing drought-related challenges [8]. Due to its resilience to drought, pears have a widespread global distribution and rank as the second most cultivated fruit species after apples. Temperature is generally considered the most critical factor influencing the phenological stages of fruit trees in temperate climates [9, 10]. In essence, higher temperatures accelerate biochemical reactions, which in turn extend the growing period and impact the phenological development of plants [10].

The aim of this study is to evaluate the effects of stress factors (such as drought and climate change) under current conditions on both the pomological properties (width, length, weight, lower and upper color, firmness) and biochemical parameters (soluble solid content (SSC), pH, titratable acidity (TA),

vitamin C, total phenolic content, and antioxidant capacity) of newly developed pear genotypes with the potential to be introduced as cultivar candidates. By conducting this comparative analysis, the study will also determine the susceptibility of these candidate cultivars to climate and temperature variations across different regions, thereby facilitating more informed cultivar recommendations.

MATERIALS AND METHODS

In this study, pear fruits and fruit juice samples from ten different genotypes harvested in 2021 were utilized. The research was conducted using ten hybrid pear genotypes obtained from the hybrid pear plot located at S.S. Odemis Bademli Arboriculture and Agricultural Development Cooperative in Bademli Village, Odemis District, Izmir Province. The average temperature and precipitation data for the region over the past five years, as well as the specific values recorded in 2021, were analyzed. In April 2021, during the flowering period, the recorded maximum and minimum temperatures were either higher or lower than the five-year average. Additionally, these extreme temperature fluctuations were accompanied by a significant decrease in precipitation levels, which continued throughout May, remaining well below the long-term average rainfall patterns (Tables 1 and 2).

Table 1. Monthly temperature and precipitation averages for Izmir-Odemis, Bademli village (2017-2022) based on data from the Odemis Tepe Meteorological Station

Months	Temperature (°C)			Rainfall (mm)
	Average	Maximum	Minimum	Sum
January	6,46	18,74	-5,65	100,04
February	8,71	20,45	-3,47	57,52
March	9,99	24,05	-3,25	43,72
April	15,38	31,43	0,62	27,60
May	20,87	38,39	6,55	32,32
June	23,77	37,49	10,30	34,76
July	26,87	39,89	13,73	3,25

Table 2. Monthly temperature and precipitation averages for Izmir-Odemis, Bademli village in 2021 (based on data from the Odemis Tepe Meteorological Station)

Date/Time	Temperature (°C)			Rainfall (mm)
	Average	Maximum	Minimum	Sum
January	8,17	21,38	-6,40	134,40
February	8,89	21,90	-5,65	15,60
March	8,40	23,25	-3,56	77,40
April	14,78	33,51	-1,99	9,40
May	21,60	37,85	7,32	0,20
June	22,81	37,82	8,97	29,80
July	27,60	41,30	14,35	2,40

In this study, ten genotypes were used, each represented by a specific code based on their parental cross (main parent $\times$ pollinator) and classified according to their fruit taste as either astringent (A) or non-astringent (N). The genotypes are listed in the following table (Table 3). In none of the types with the characteristics described below was astringency in fruit flavor identified until the years when extreme heat and drought were observed.

Table 3. Genotypes used in the study and their characteristics

Genotype No	Main Parent $\times$ Pollinator	Astringency Status
24-59	Santa Maria $\times$ Bursa	N (non-astringent)
27-580	Santa Maria $\times$ Kaiser Alexandre	N (non-astringent)
22-384	Santa Maria $\times$ Akca	N (non-astringent)
2-11-19	Kieffer $\times$ Santa Maria	N (non-astringent)
1-22-2	Mustafabey $\times$ Guz	N (non-astringent)
2-15-93	Magness $\times$ Santa Maria	A (astringent)
2-15-94	Magness $\times$ Santa Maria	A (astringent)
27-599	Santa Maria $\times$ Kaiser Alexandre	A (astringent)
2-12-97	Kieffer Serbest	A (astringent)
1-23-22	Mustafabey $\times$ Moonglow	A (astringent)

•**24-59:** A type harvested at the end of August, medium in size, with a slight red blush. It has white flesh, is juicy, sweet, and flavorful.

•**27-580:** A large type harvested at the end of August, exhibiting a slight red blush. It has white flesh with a slightly gritty texture. It is sweet and flavorful.



Figure 1. Fruits of genotype no. 24-59



Figure 2. Fruits of genotype no. 27-580

•**22-384:** A type harvested from mid- to late August, characterized by small fruit with a red blush. It has creamy-white flesh with a gritty texture, and is sweet and flavorful.

•**2-11-19:** A medium-sized type harvested at the end of August, exhibiting a slight red blush. The fruit flesh is creamy in color, buttery in texture, juicy, and flavorful.



Figure 3. Fruits of genotype no. 22-384



Figure 4. Fruits of genotype no. 2-11-19

•**1-22-2:** A small-sized type harvested from late July to late August, characterized by a red blush. The fruit flesh is creamy-white in color, sweet, juicy, and flavorful.

•**2-15-93:** A very large-sized type harvested in the first half of September, exhibiting a red blush. The fruit flesh is creamy in color, sweet, juicy, and flavorful.



Figure 5. Fruits of genotype no. 1-22-2



Figure 6. Fruits of genotype no. 2-15-93

•**2-15-94:** A very large-sized type harvested in the first half of September, exhibiting a very slight red blush. The fruit flesh is creamy in color, juicy, and flavorful.

•**27-599:** A very large-sized type harvested at the end of August. It has white flesh with a slightly gritty texture, and is sweet and juicy.

•**2-12-97:** A medium-sized type harvested in mid-August, exhibiting a slight red blush. The fruit flesh is creamy in color, juicy, and flavorful.

•**1-23-22:** A type harvested in the first half of August, characterized by small fruit with a slight red blush. The fruit flesh is creamy in color, sweet, juicy, and flavorful.



Figure 7. Fruits of genotype no. 2-15-94



Figure 8. Fruits of genotype no. 27-599



Figure 9. Fruits of genotype no. 2-12-97



Figure 10. Fruits of genotype no. 1-23-22

In this study, all pomological parameters were measured and recorded from ten fruits per genotype, representing the average values for each genotype. Fruit width and length were measured at the widest points of the fruit using a caliper and recorded in millimeters (mm). Fruit weight was determined using a precision scale and recorded in grams (g). Fruit flesh firmness was measured using a hand penetrometer (GY-3) with a 7.8 mm probe and recorded in kg/cm². Peel color values (upper and lower peel) were determined at two symmetrical points on each fruit using a colorimeter (Handheld 3nh Colorimeter-NR110), and recorded as L, a, b, C, and h° values.

Chemical analyses were conducted on the fruit juice samples of the genotypes. Soluble solid content (SSC%) was measured using a hand refractometer, and the value displayed on the screen was recorded as SSC%. pH levels were determined using a Jenco portable pH meter [11]. Titratable acidity (TA) was analyzed by diluting and filtering a portion of the fruit juice with distilled water, followed by titration with 0.1 N NaOH until the pH reached 8.1. The consumed NaOH volume was used to calculate the acidity value, which was expressed as g/100 g malic acid equivalent [12]. Total phenolic content was determined using the Folin-Ciocalteu method and expressed in GAE L⁻¹ (Gallic Acid Equivalents per Liter) [13]. Antioxidant capacity was measured using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) assay [14]. Vitamin C analysis was performed using the volumetric titration method, and the results were expressed as mg/100 mL [15].

The determination of phenolic compounds was conducted using an Agilent 1260 model HPLC system equipped with a UV detector. Chromatographic separation was performed using an ACE-C18 column (4.6 mm × 150 mm, 5 µm). Detection wavelengths were selected based on the maximum absorption of the phenolic compounds being analyzed. Chlorogenic acid and ellagic acid were detected at 330 nm, while quercetin was detected at 360 nm [16].

The study was designed based on a completely randomized plot design. The effects of astringency status on the examined characteristics among different genotypes were analyzed using the two-sample t-test procedure in the Minitab 17 statistical software, with a 5% significance level.

FINDINGS AND DISCUSSION

The pomological and chemical analyses of ten pear genotypes, which have been exposed to more extreme temperatures since April 2021 compared to the average temperature and precipitation over the past five years, are presented below.

In the present study, ten pear genotypes were assessed for key pomological characteristics. The mean fruit width measured 72.80 mm in astringent genotypes and 69.10 mm in non-astringent genotypes, with no statistically significant intergroup

difference observed. Similarly, mean fruit length was 89.90 mm in astringent genotypes and 88.00 mm in non-astringent genotypes, showing no significant variation between groups. Mean fruit weight averaged 252.0 g in astringent genotypes and 194.60 g in non-astringent genotypes; however, this difference also lacked statistical significance. Flesh firmness values averaged 5.88 kg/cm² in astringent genotypes and 5.18 kg/cm² in non-astringent genotypes, with no statistically significant disparity detected between the groups (Table 6).

Table 4. Pomological analyses of the genotypes

Genotype No	Flavor	Fruit Width (mm)	Fruit Length (mm)	Fruit Weight (g)	Fruit Flesh Firmness (kg/cm ²)	Mean Values of Sub-Skin Color Parameters					Mean Values of Surface Skin Color Parameters				
						L	a	b	C	°h	L	a	b	C	°h
24-59	D	81,20	100,40	285,00	6,30	70,28	-6,05	38,18	42,57	100,91	71,19	15,73	32,83	36,47	61,71
27-580	D	77,59	103,75	216,00	5,10	87,68	-8,96	45,10	45,73	100,15	71,68	16,94	34,38	37,78	62,83
22-384	D	60,85	75,63	130,00	3,40	74,23	3,37	45,12	45,61	85,45	57,88	21,96	28,60	35,96	52,90
2-11-19	D	78,07	80,63	276,20	6,24	71,63	-7,05	39,77	43,79	102,43	70,55	5,64	37,22	40,61	84,04
1-22-2	D	47,97	79,83	65,66	4,85	74,16	1,18	45,46	45,73	88,56	58,74	21,76	29,99	37,59	54,28
2-15-93	B	82,79	105,01	295,46	5,90	73,98	-11,73	42,34	43,95	105,59	52,89	22,95	24,84	36,70	48,09
2-15-94	B	80,53	94,40	260,30	6,77	68,58	-4,38	40,09	40,93	93,78	56,98	27,58	29,87	36,59	42,01
27-599	B	92,00	120,10	504,00	7,80	70,19	-9,73	39,67	40,51	103,73	43,62	22,40	23,66	33,75	41,73
2-12-97	B	62,90	70,39	140,01	4,78	86,52	-9,65	45,87	46,88	101,89	74,45	18,02	36,20	39,78	63,79
1-23-22	B	45,77	59,40	59,71	4,15	70,44	-10,73	41,68	43,09	104,58	46,89	23,94	25,03	35,55	43,14

Table 5. Chemical analyses of the genotypes

Genotype No	Flavor	SSC (%)	pH	TEA (mg/100 ml)	Vitamin C (mg/100 ml)	Total Phenolic Content (mg gallic acid/L)	Antioxidant Capacity (% Inhibition)
24-59	D	17,10	4,46	0,15	0,07	175,70	78,31
27-580	D	15,83	2,92	0,35	0,08	602,89	77,87
22-384	D	17,20	4,75	0,10	0,07	905,13	78,09
2-11-19	D	13,10	2,94	0,28	0,07	208,68	71,76
1-22-2	D	16,80	2,63	0,32	0,08	191,03	54,91
2-15-93	B	19,13	3,78	0,21	0,12	150,25	47,96
2-15-94	B	20,03	2,88	0,30	0,13	251,53	77,98
27-599	B	16,67	2,95	0,27	0,10	191,80	61,86
2-12-97	B	15,17	2,18	0,42	0,14	749,09	77,00
1-23-22	B	20,57	2,93	0,33	0,14	206,87	76,42

Table 6. Comparison of mean pomological data of the genotypes

Genotype	Fruit Width (mm)	Fruit Length (mm)	Fruit Weight (g)	Fruit Flesh Firmness (kg/cm ²)	Mean Values of Sub-Skin Color Parameters					Mean Values of Surface Skin Color Parameters				
					L	a	b	C	°h	L	a	b	C	°h
Astringent (B)	72,80	89,90	252,00	5,88	73,94	-9,24 B	41,93	43,07	101,92 A	55,00 B	22,98 A	27,92 B	36,47	47,80 B
Non-astringent (D)	69,10	88,00	194,60	5,18	75,60	-3,50 A	42,73	44,69	95,50 B	66,01 A	16,40 B	32,60 A	37,68	63,20 A
P value	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	*	*	*	*	N.S.	*

*p<0.05 is statistically significant; n.s. = not significant

The a* value of the lower peel color averaged -9.24 in astringent genotypes and -3.50 in non-astringent genotypes, with the difference being statistically significant. Non-astringent genotypes exhibited significantly higher values compared to astringent genotypes. For the hue angle (h°), non-astringent genotypes averaged 95.50, while astringent genotypes averaged 101.92, with the latter group showing significantly higher values. In contrast, no statistically significant differences were observed

between the groups for the lightness (L*), b* value, chroma (C*) of the lower peel color, indicating that these traits did not vary significantly between astringent and non-astringent genotypes.

No statistically significant difference was observed between the groups for the chroma (C*) value of the upper peel color. However, significant differences were detected for other color parameters. The lightness (L*) value averaged 55.00 in astringent genotypes and 66.01 in non-astringent genotypes,

with non-astringent genotypes exhibiting significantly higher values. For the a^* value, non-astringent genotypes averaged 16.40, while astringent genotypes averaged 22.98, with the latter group showing significantly higher values. Conversely, the b^* value averaged 27.92 in astringent genotypes and 32.60 in non-astringent genotypes, with non-astringent genotypes demonstrating significantly higher values. Similarly, the hue angle (h°) averaged 47.80 in astringent genotypes and 63.20 in non-astringent genotypes, with non-astringent genotypes again forming the higher-value group. All these differences were statistically significant (Table 6).

In non-astringent genotypes, the average soluble solid content (SSC) was 16.01%, whereas in astringent genotypes, it was 18.31%, and this difference was statistically significant. Astringent genotypes formed the higher-value group. The

average pH value was 2.95 in astringent genotypes and 3.54 in non-astringent genotypes, with the difference being statistically significant. Non-astringent genotypes formed the higher-value group. The average titratable acidity (TA) was 0.24 g/100 mL in non-astringent genotypes and 0.31 g/100 mL in astringent genotypes, and the difference was statistically significant, with astringent genotypes forming the higher-value group. The average vitamin C content was 0.07 g/100 mL in non-astringent genotypes and 0.13 g/100 mL in astringent genotypes, with the difference being statistically significant. Astringent genotypes formed the higher-value group. Although the average phenolic content and antioxidant capacity of astringent genotypes differed from those of non-astringent genotypes, this difference was not statistically significant (Table 7).

Table 7. Comparison of mean biochemical data of the genotypes

Genotype	SSC (%)	pH	TEA (mg/100 ml)	Vitamin C (mg/100 ml)	Total Phenolic Content (mg gallic acid/L)	Antioxidant Capacity (% Inhibition)
Astringent (B)	18,31 A	2,95 B	0,31 A	0,13 A	310	68,20
Non-astringent (D)	16,01 B	3,54 A	0,24 B	0,07 B	417	72,19
P value	*	*	*	*	N.S.	N.S.

* $p < 0.05$ is statistically significant; n.s. = not significant

Yang et al. [17] conducted a similar study on this topic, aiming to elucidate the growth and development mechanisms of Yulu Xiang pear under drought stress. They observed an increase in the regulated expression of malate dehydrogenase in the leaves of drought-stressed groups. Their findings demonstrated that prolonged drought stress weakens the antioxidant system and disrupts photosynthetic pigment synthesis. Javadi et al. [18] reported that under drought stress conditions, total soluble sugars (TSS) accumulated in the leaves of nine Asian and one European pear genotype. Liu et al. [19] investigated the effect of high temperature on the sorbitol mechanism in pear leaves and fruit flesh. They found that sorbitol accumulation in the fruit flesh showed greater stability under high temperatures, and sucrose content in the fruit flesh also increased significantly under high-temperature conditions. Brahem et al. [20] examined the phenolic composition of the fruit flesh and peel of different pear varieties (8 Tunisian sweet varieties, 8 European sweet varieties, and 3 French astringent varieties). They concluded that Tunisian sweet pears contained a high proportion of polymerized procyanidins, while French pears were even richer in procyanidins. Additionally, the polyphenol concentrations in the peel were found to be up to six times higher than those in the fruit flesh.

Asayesh et al. [21] subjected grafted and non-grafted pear plants to testing to determine the antioxidant defense systems under drought stress. Two pear rootstocks, 'Dargazi' and 'Pyrodwarf', were used as non-grafted plants, while the grafted plants consisted of the 'Dargazi' and 'Louise Bonne' varieties grafted onto the same 'Dargazi' and 'Pyrodwarf' rootstocks. The plants were subjected to different irrigation regimes: control (100% irrigation), moderate stress (60% irrigation), and severe drought stress (30% irrigation). Growth and chlorophyll fluorescence characteristics, certain oxidative stress markers, and enzymatic and non-enzymatic antioxidant parameters were examined in plants exposed to different water regimes. Water stress, particularly at severe levels, directly affected anthocyanin, total phenolic content, total flavonoid content, catalase, and ascorbate peroxidase activity, while high guaiacol peroxidase activity was observed in grafted combinations. Overall, non-grafted rootstocks exhibited greater oxidative stress compared to grafted combinations, as indicated by a significant increase in hydrogen peroxide (H_2O_2) and malondialdehyde levels, along with the accumulation of certain enzymatic and non-enzymatic factors. In contrast, grafted combinations demonstrated better tolerance, primarily through the enzymatic antioxidant defense system. In our study, similar to

this study, no significant difference was observed in total phenol and antioxidant capacity values.

From these studies, it is evident that under different stress conditions, varieties and genotypes exhibit distinct responses and demonstrate varying patterns in terms of substance accumulation.

CONCLUSION

In our study, when comparing astringent (A) and non-astringent (N) genotypes, it was observed that non-astringent (N) genotypes had higher values for flesh color a, peel color L, b, and °h, while astringent (A) genotypes exhibited higher values for flesh color °h and peel color a. Among the biochemical measurements, total soluble solids content (SSC) was statistically higher in astringent genotypes, whereas pH was higher in non-astringent genotypes, contrary to SSC. Titratable acidity (TA) and vitamin C average values were statistically higher in astringent genotypes compared to non-astringent ones. Total phenol and antioxidant capacity did not show statistically significant differences among the genotypes. Although the differences in taste among the genotypes were not consistently noticeable every year, they were distinctly observed in the samples collected in 2021. This variation can likely be attributed to the differing responses of the genotypes to climatic conditions. The genotype No.22-384 (Santa Maria × Akça) stood out from the other genotypes under changing climate conditions in terms of SSC, pH, phenolic content, and antioxidant capacity. In this regard, it is considered to have the potential to contribute significantly to national agriculture.

REFERENCES

1. Bell, R.L., Zwet, T. 1996. September. Breeding for host resistance to pear psylla: evaluation of parental germplasm. In: Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics 484:471-476.
2. Hancock, J.F., Lobos, G.A. 2008. Pears. In: Temperate fruit crop breeding: germplasm to genomics (pp:299-336). Dordrecht: Springer Netherlands.
3. Wolko, Łukasz, et al. 2010. Genetic diversity of European pear cultivars (*Pyrus communis* L.) and wild pear (*Pyrus pyraeaster* (L.) Burgsd, inferred from microsatellite markers analysis. Genetic Resources and Crop Evolution 57(6):801-806.
4. FAO, 2023. Food and Agricultural Organization (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl>) (Erişim Tarihi 16.01.2025).
5. Lopez, Gerardo, et al. 2011. Fruit thinning in 'Conference' pear grown under deficit irrigation: Implications for fruit quality at harvest and after cold storage, Scientia Horticulturae 129(1):64-70.
6. Babaei, Lavin, et al. 2021. Impact of drought stress on photosynthetic response of some pear species. International Journal of Horticultural Science and Technology 8(4):353-369.
7. Öztürk, N.Z. 2015. What is known and new approaches in plant responses to drought stress. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 3(5), 307-315.
8. Shalaby, E.E., Epstein, E., Qualset, C.O. 1993. Variation in salt tolerance among some wheat and triticale genotypes. Journal of Agronomy and Crop Science, 171(5), 298-304.
9. Wielgolaski, F.E. 1999. Starting dates and basic temperatures in phenological observations of plants. International Journal of Biometeorology, 42, 158-168.
10. Chmielewski, F.M., Müller, A., Bruns, E. 2004. Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000. Agricultural and Forest Meteorology, 121(1-2), 69-78.
11. Karaçalı, İ. 2002. Preservation and marketing of horticultural products. Ege University. No:494.
12. Anonymous, 1984. AOAC, Official methods of analysis. 14. U.S. Association of official analytical chemists (AOAC).
13. Singleton, V.L., Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Viticult. 16(3):144-158.
14. Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., Byrne, D.H. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. J. Food. Compos. Anal. 19:669-675.
15. Spinola, V., Mendes, B., Camara, J.S., Castilho, P.C. 2013. Effect of Time and Temperature on Vitamin C Stability in Horticultural Extracts, UHPLC-PDA vs Iodometric Titration as Analytical Methods, LWT-Food Science and Technology, 50(2):489-495.
16. Wen, D., Li, C., Di, H., Liao, Y., Liu, H. 2005. A universal HPLC method for the determination of phenolic acids in compound herbal medicines. J. Agr. Food. Chem. 53(17), 6624-6629.

17. Yang, Sheng, et al. 2020. Transcriptome survey and expression analysis reveals effects and metabolic pathways of Yuluxiang Pear in response to drought stress.
18. Javadi, T., Arzani, K., Ebrahimzadeh, H. 2006. Study of proline, soluble sugar, and chlorophyll a and b changes in nine Asian and one European pear cultivar under drought stress 27. International Horticultural Congress-IHC 2006: International Symposium on Asian Plants with Unique Horticultural 769.
19. Liu, Dongfeng, et al. 2013. High temperature alters sorbitol metabolism in *Pyrus pyrifolia* leaves and fruit flesh during late stages of fruit enlargement, Journal of the American Society for Horticultural Science 138(6):443-451.
20. Brahem, Marwa, et al. 2017. Characterization and quantification of fruit phenolic compounds of European and Tunisian pear cultivars. Food Research International 95:125-133.
21. Asayesh, Z.M., Arzani, K., Mokhtassi-Bidgoli, A., Abdollahi, H. 2023. Enzymatic and non-enzymatic response of grafted and ungrafted young European pear (*Pyrus communis* L.) trees to drought stress. Scientia Horticulturae, 310, 111745.

BAHÇE Yazım Kuralları

Sayfa düzeni ve yazı karakteri: Makaleler A4 ebadındaki kâğıda, her taraftan 2,5 cm boşluk bırakılacak şekilde, **11 punto büyüklüğünde, tek satır aralığı ve Times New Roman karakteri** ile Word dosyası olarak hazırlanmalıdır. Şekil ve Çizelgeler dahil toplam sayfa sayısının 15'i geçmemelidir. Paragrafların ilk satırı 0,5 cm içeriden başlamalı, paragraflar arası boşluk bırakılmamalıdır. Makale tek sütun halinde düzenlenmelidir.

Makale metni sırasıyla; Başlık, yazarların isim, adres ve ORCID numaraları, Öz, Anahtar Kelimeler, İngilizce başlık, Abstract, Keywords, metin, Teşekkür (gerekli ise) ve kaynaklar bölümünden oluşmalıdır.

Makale Başlığı: Makalenin Türkçe ve İngilizce başlığı 14 punto olacak şekilde yazılmalıdır.

Yazar isim(ler)i: Başlığın altına yazar(lar)ın isim ve soyisimleri yazılmalı, yazar(lar)ın ünvanı, adresi ve ORCID numaraları yazar isimlerinin altında bir boşluk bırakılarak verilmelidir. Yazar isimleri 11 punto ile adres ve ORCID numaraları ise 9 punto ile yazılmalıdır. Sorumlu yazara ait eposta adresi ilk sayfada dipnot olarak verilmelidir.

Öz ve Anahtar Kelimeler: Türkçe Öz, yazar(lar)ın isim, kurum ve ORCID numaraları altında 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde olmalı, Anahtar Kelimeler verilmelidir. Ardından makalenin İngilizce başlığı ve Abstract 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde verilmeli, hemen altına Keywords yazılmalıdır. Anahtar kelimeler 3 ile 5 adet arasında olması gerekmektedir.

Metin: Yazı genel olarak a) Giriş, b) Materyal ve Metot, c) Bulgular, d) Tartışma, e) Sonuç(lar), f) Kaynaklar bölümlerinden meydana gelmelidir, c ve d maddeleri "Bulgular ve Tartışma" başlığı altında tek bölümde incelenebilir. Derleme makaleler, materyal, metot ve bulgular başlıkları dikkate alınmadan diğer kurallara uyumlu olarak yazılır.

Makalenin metin bölümünde bulunan Ana başlıklar koyu ve büyük harfle, İkinci derece başlıklar koyu, italik ve küçük harfle, Üçüncü derece başlıklar normal tümce düzeninde ve italik olarak verilir. Ana başlıklar üstten iki alttan tek satır boşlukla, ikincil başlıklar alt ve üstten tek satır boşlukla, üçüncül başlıklar boşluksuz satır olarak yer almalıdır. Paragraflar 0,5 cm içeriden başlamalıdır.

GİRİŞ: Bu bölümde sorunun ne olduğu ortaya konulacak ve sorunun, çalışmanın başındaki durumu belirtilecektir. Sadece konuya uygun ve gerekli olan literatür bilgileri aktarılacaktır. Sonunda araştırmanın amacı yazılacaktır.

MATERYAL VE METOT: Kullanılan materyal ve uygulanan metot kısa ve öz bir şekilde açıkça anlatılmalıdır. Materyal ve metot ayrı alt başlıklar halinde verilmelidir.

BULGULAR: Araştırma bulguları sunuşunda, metin yazısı, çizelge ve şekiller birbirlerini tamamlayıcı olmalıdır.

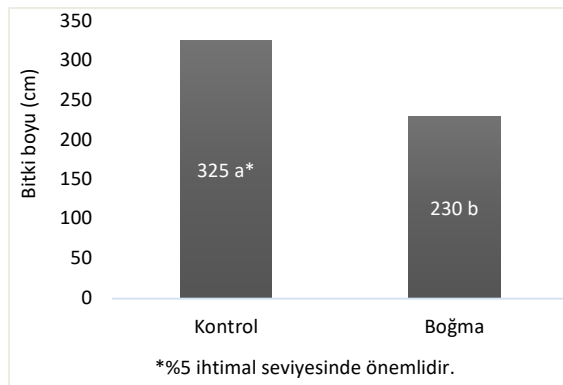
Şekiller ve Çizelgeler: Makalede yer alan şekil, grafik, fotoğraf vb. "şekil"; sayısal değerler ise "çizelge" olarak belirtilmeli ve metin içinde atıfta bulunulmalıdır. Açıklama yazıları şekillerin altında, çizelgelerin üstünde verilmelidir. Şekil ve Çizelgeler mümkün olduğu kadar birleştirilerek ve özetlenerek (Kaynaklar bölümünden sonra değil) metin içerisinde verilmelidir. Ortalamalar arasındaki farklılığın önemi için yapılan test ve seviyesi Çizelge altında verilmelidir. Çizelgelerde dip not koyarken alfabenin son harfinden başlanmalıdır. Şekiller baskı tekniğinin gereği olarak Microsoft Office programında düzenlenmelidir. Fotoğraflar baskıya uygun olarak seçilmelidir. Şekil ve Çizelge örnekleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 1. 2001 yılında Çanakkale yöresinde yetiştirilen Trabzon hurması meyvelerinin olgunlaşma sürecinde kimyasal yapılarındaki değişimler

	MES (kg)	SÇKM (%)	L-askorbik asit (mg.100g ⁻¹)	Tanen (mg.l ⁻¹)	Pektin (mg.100g ⁻¹)	Toplam şeker (mg.100g ⁻¹)
1. Hasat	4,30 b	23,84 a	21,85 ab	20,59 a	1,02	22,04 d
2. Hasat	4,61 a	23,65 a	22,69 ab	20,01 a	1,17	26,15 b
3. Hasat	3,74 c	22,65 ab	23,74 a	17,45 b	1,26	27,90 a
4. Hasat	3,51 c	22,75 ab	20,14 b	17,22 b	1,46	23,74 c
5. Hasat	3,38 c	22,46 b	7,89 c	16,90 b	1,19	23,93 c
LSD	0,28	0,37	2,00	0,89	Ö.D.	1,46

Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

Ö.D.: Önemli değil



Şekil 1. Boğma uygulamasının bitki boyu (cm) üzerine etkisi

Birimler: Makalelerde SI (Système International d'Units) ölçü birimleri kullanılacaktır. Birimlerde "/" yerine üstel ifade kullanılmalıdır (örn: mg/l yerine mg.l⁻¹).

TARTIŞMA: Bu bölümde sonuçlar irdelenerek, daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırılarak aradaki farkın bir genellemesi yapılmalıdır. Girişte belirtilen amaç ile sonuç arasında bir bağlantı kurularak, sorunun açık kalan yanları literatür ışığında tartışılmalıdır.

SONUÇ/LAR: Bu bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular, bilime/uygulamaya katkı yönünden değerlendirilerek öneriler şeklinde ifade edilmelidir.

KAYNAKLAR: Çalışmada faydalanan kaynaklar metinde geçtikleri yere göre sıraya konularak numaralanmalıdır. Yazar isimleri gerek metin içerisinde ve gerekse kaynaklar listesinde baş harfi büyük diğer kısmı küçük harflerle yazılmalıdır. Metin içerisinde kaynaklar belirtilirken kaynağın sadece numarası genellikle cümle sonuna ve köşeli parantez içine konulmalı, cümle başında ise yazarın isimden sonra kaynak numarası verilmelidir. (Örneğin: Satsuma'da yüzde meyve suları miktarı bölgelere göre değişmektedir [1]. Meyve ağırlığı yönünden bölgeler arasında fark yoktur [2, 3, 4]. Kaşka ve Yılmaz [5] yaptıkları çalışmada... gibi). Eserde faydalanan kaynaklar bu bölümde gösterilmez.

Kaynak verilmesine ait bazı örnekler aşağıda gösterilmiştir.

Kitap:

- Özbek, N., 1969. Deneme tekniği (I. Sera denemesi, tekniği ve metotları). A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 406. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara. 346s.
- Brown, A.C., 1975. Apples. In: J. Janick, J.N. Moore (Eds.): Advances in fruit breeding. Purdue University Press, West Lafayette, Indiana, ABD. pp:3–37.

Çeviri:

3. Kaşka, N., Yılmaz, M., 1974. Bahçe bitkileri yetiştirme tekniği (Çeviri: "Plant propagation" H.T. Hartman ve D.E. Kester). *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayınları* 79. 610s.

Makale / Bildiri:

4. Büyükyılmaz, M., Bulagay, A.N., Burak, M., 1994. Marmara bölgesi için ümitvar armut çeşitleri—III. *Bahçe* 23(1–2):79–92.
5. Turhan, Ş., Tipi, T., Erol, A.O., 2004. EurepGap uygulamalarının Türk yaş meyve–sebze üretimi ve rekabet gücü üzerine etkileri. *Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi, 16–18 Eylül 2004. Tokat. Cilt* 1:315–322.

Tez:

6. Akpınar, I., 1990. Değişik turunçgil anaçları üzerine aşılı Washington Navel, Valencia ve Moro portakal meyvelerinin muhafazası üzerine araştırmalar (Yüksek Lisans Tezi). *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 146s.*

Süreli Yayınlar:

7. Anonymous, 1951. Soil survey manual hand book. 18. *U.S. Govern Prin. Office. Washington, D.C. pp:340–343.*
8. Anonim, 2000. Tarımsal yapı (üretim, fiyat, değer). T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No:2614, Haziran 2002, Ankara. 598s.

Elektronik Kaynaklar:

9. Stiglitz, J.E., 1999. Whither reform? Ten years of the transition. *Annual World Bank Conference on Development Economics, Washington, DC, 28–30 April*, (www.worldbank.org/research/abcde/stiglitz.html), (Erişim Tarihi: Mayıs 2000).

BAHCE Author Guide

Page Layout and Font: Articles should be written on A4 size paper, with 2.5 cm margins on all sides, **11 font size, single line spacing and Times New Roman character** as a Word document. The total number of pages, including Figures and Tables, should not exceed 15. The first line of the paragraphs should start with 0.5 cm indent; no space should be given between the paragraphs. The article should be organized in a single column.

Article should contain following parts: Title of the article in English, the names of the authors, addresses and ORCID numbers of the authors, Abstract and Keywords in English; Title of the article, Abstract and Keywords of the article in Turkish; text, Acknowledgments (if necessary) and references.

Article Title: The Turkish and English title of the article should be written in 14 points.

Author name(s): Name(s) of the author(s) should be written below the title. Title, address and ORCID numbers should be given below the names of the authors with a space. Author names should be written with a font size of 11 and address and ORCID numbers should be written with a font size of 9. The e-mail address of the corresponding author should be given as a footnote on the first page.

Abstract and Keywords: Abstract and Keywords should follow Address and ORCID number(s). Abstract should not exceed 200 words. Keywords should be given after the abstract. Keywords should be between 3 and 5 words.

Text: Content of the paper should include the following parts: a) **Introduction**, b) **Material and Method**, c) **Results**, d) **Discussion**, e) **Conclusions**, f) **References**. If preferred Results and Discussion parts can be combined as one section with the title "**Results and Discussion**". Review articles are prepared without materials, methods and Results parts.

Main headings in the text section of the article are given in bold and capital letters, Second-degree headings in bold, italic and lowercase, Third-degree headings in normal sentence order and italics. Main headings should be placed with two-line space from the top and one-line space from the bottom, secondary headings should be placed with a single line space from the bottom and top and tertiary headings should be placed as a line without spaces. Paragraphs should start with 0.5 cm indent.

INTRODUCTION: In this section, the problem will be revealed and the situation of the problem at the beginning of the study will be stated. Only relevant and necessary literature information will be given. Finally, the purpose of the research will be written.

MATERIAL AND METHOD: The material and the method used should be clearly explained in a short and concise manner. Material and method should be given under separate sub-headings.

RESULTS: In presenting research findings, text, tables and figures should complement each other.

Figures and Tables: In the article Figures, graphics, photographs etc. should be specified as "Figures"; tables with numeric values should be specified as "Table" and referenced in the text. Explanations should be given below the figures and above the tables. Figures and Tables should be combined and summarized as much as possible with in the text, they should not after the References section). The test for the significance of the difference between the means and its level should be given in the Table. When placing footnotes in the tables, it should be started with the last letter of the alphabet. Figures should be arranged in Microsoft Office program as a requirement of printing technique. Photos should be selected in accordance with the printing. Figure and Table examples are given below.

Table 1. Changes in the chemical structures of persimmon fruits grown in Çanakkale in 2001 during the ripening.

	Fruit firmness (kg)	Water-soluble dry matter content (%)	L-ascorbic acid (mg.100g ⁻¹)	Tannin (mg.l ⁻¹)	Pectin (mg.100g ⁻¹)	Total sugar (mg.100g ⁻¹)
1. Harvest	4.30 b	23.84 a	21.85 eu	20.59 a	1.02	22.04 d
2. Harvest	4.61 a	23.65 a	22.69 eu	20.01 a	1.17	26.15 b
3. Harvest	3.74 c	22.65 ab	23.74 a	17.45 b	1.26	27.90 a
4. Harvest	3.51 c	22.75 eu	20.14 b	17.22 b	1.46	23.74 c
5. Harvest	3.38 c	22.46 b	7.89 c	16.90 b	1.19	23.93 c
LSD	0.28	0.37	2.00	0.89	N.S.	1.46

There is a 5% difference between the means expressed with different letters in the same column (LSD) N.S.: Not Significant

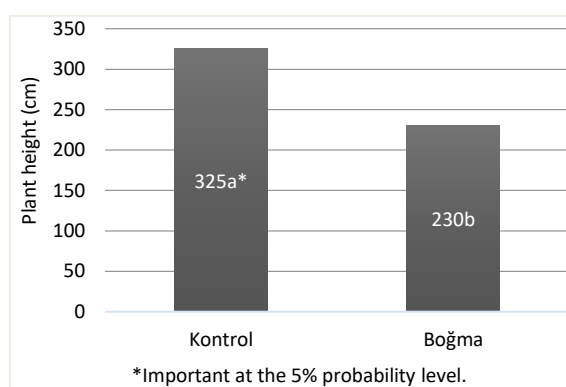


Figure 1. The effect of strangulation on plant height (cm)

Units: SI (Système International d'Units) measurement units will be used in the articles. Units should be given as "mg.l⁻¹" instead of mg/l).

DISCUSSION: In this section, a generalization of the difference should be made by examining the results and comparing them with previous studies. By establishing a connection between the aim and the result stated in the introduction, the open aspects of the problem should be discussed in the light of the literature.

CONCLUSION/S: In this section, the findings obtained as a result of the study should be evaluated in terms of contribution to science/practice and expressed as suggestions.

REFERENCES: The sources used in the study should be numbered by placing them in order according to their place in the text. Author names should be written both in the text and in the references list with capital letters and the other parts in lower case letters. When citing sources in the text, only the number of the source should be placed at the end of the sentence and in square brackets, at the beginning of the sentence, the source number should be given after the author's name. (For example: The percentage of fruit juices in Satsuma vary according to the regions [1]. There is no difference between regions in terms of fruit weight [2, 3, 4]. Kaşka and Yılmaz [5] in their study...). The sources that are not used in the work are not shown in this section.

Some examples of citation are shown below.

Book:

1. Özbek, N., 1969. Trial technique (I. Greenhouse experiment, technique and methods). *A.U. Faculty of Agriculture Publications 406. Ankara University Press, Ankara. 346p.*
2. Brown, A.C., 1975. Apples. In: J. Janick, J.N. Moore (Eds.): *Advances in fruit breeding. Purdue University Press, West Lafayette, Indiana, USA. pp:3–37.*

Translation:

3. Kaşka, N., Yılmaz, M., 1974. Horticultural cultivation technique (Translation: "Plant propagation" H.T. Hartman and D.E. Kester). *Çukurova University Faculty of Agriculture, Publications 79. 610p.*

Article / Statement:

4. Büyükyılmaz, M., Bulagay, A.N., Burak, M., 1994. Promising pear varieties for the Marmara region–III. *Garden 23(1–2):79–92.*
5. Turhan, Ş., Tipi, T., Erol, A.O., 2004. The effects of EurepGap applications on Turkish fresh fruit-vegetable production and competitiveness. *Türkiye VI. Agricultural Economics Congress, 16–18 September 2004. Tokat. Volume 1:315–322.*

Thesis:

6. Akpınar, I., 1990. Studies on the preservation of Washington Navel, Valencia and Moro orange fruits grafted on different citrus rootstocks (Master's Thesis). *Çukurova University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Horticulture, Adana, 146s.*

Periodic:

7. Anonymous, 1951. Soil survey manual hand book. 18. *US Govern Print office. Washington, DC pp:340–343.*
8. Anonymous, 2000. Agricultural structure (production, price, value). TR Prime Ministry State Institute of Statistics, Publication No:2614, June 2002, Ankara. 598p.

Electronic Sources:

9. Stiglitz, J.E., 1999. Whither reform? Ten years of the transition. *Annual World Bank Conference on Development Economics, Washington, DC, 28–30 April*, (www.worldbank.org/research/abcde/stiglitz.html), (Accessed May 2000).