

ISSN 1300-8943  
E-ISSN 2791-6375

# BAHÇE

ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ



JOURNAL OF ATATÜRK HORTICULTURAL CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT  
VOLUME 53

YIL  
YEAR 2024

SAYI  
NUMBER 2

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 53

YIL  
YEAR 2024

SAYI  
NUMBER 2

Yayımlayan 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 Kültürleri  
Merkez Araştırma Enstitüsü adına  
Sahibi | Owner

Yılmaz BOZ, Dr. (Müdür | Director)

**Baş Editör | Editor in Chief**

Emre BİLEN, Dr.

**Yardımcı Editör | Associate Editor**

Gülşah MISIR BİLEN

**Yayın Kurulu | Editorial Board**

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

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.

**Mizanpaj Editörü | Layout Editor**

Murat KORUCUK

**Yayın Tarihi | Publication Date**

26 Kasım 2024 | 26 November 2024



**İletişim | Contact**

<https://www.bahcejournal.org>  
bahcejournal@gmail.com  
Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü,  
Yalova 77100 TÜRKİYE  
X (Twitter): [www.x.com/BAHCEjournal](http://www.x.com/BAHCEjournal)  
LinkedIn: [www.linkedin.com/showcase/BAHCEjournal/](http://www.linkedin.com/showcase/BAHCEjournal/)  
Facebook: [www.facebook.com/BAHCEjournal](http://www.facebook.com/BAHCEjournal)  
Instagram: [www.instagram.com/BAHCEjournal](http://www.instagram.com/BAHCEjournal)

# BAHÇE

ISSN 1300-8943 E-ISSN 2791-6375

YIL : 2024 CİLT: 53 SAYI : 2  
YEAR : 2024 VOL: 53 NO : 2

## ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

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

TR Dizin yanında CAB Abstracts ve EBSCOhost veritabanlarında dizinlenmektedir.

Dergi içeriği 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 Kültürleri 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

- Bazı Zeytin Çeşitlerinde Hermafrodit Çiçek Oranları ve Meyve Dökümü  
*Hermaphrodite Flower Ratios and Fruit Drop in Some Olive Cultivars*  
**Cansu DÖLEK, Mücahit Taha ÖZKAYA** \_\_\_\_\_ 53-59
- Depolama Süresi ve Sıcaklığının Düşük Şekerli Turunç Kabuğu Marmelatının Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi  
*Effect of Storage Time and Temperature on Physicochemical and Microbiological Properties of Low Sugar Bitter Orange Peel Marmalade*  
**Demet YILDIZ TURGUT, Müslime TANRISEVEN, Arzu BAYIR YEĞİN, Muharrem GÖLÜKCÜ, Haluk TOKGÖZ, Osman KOLA** \_\_\_\_\_ 61-70
- Tuz Stresi Uygulanan Biber Türlerinde (*Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L. ve *Capsicum chinense* Jacq.) Meyve Olgunlaşma Dönemlerinde Meydana Gelen Fizikokimyasal ve Renk Değişimleri  
*Physicochemical and Color Changes During Fruit Ripening in Pepper Species (Capsicum annuum L., Capsicum baccatum L. and Capsicum chinense Jacq.) Exposed to Salt Stress*  
**Ümit Haydar EROL** \_\_\_\_\_ 71-79
- 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Uygulamasının 'Çağataybey' ve 'Karacabey' Kayısı Çeşitlerinin Modifiye Atmosferde Muhafazasına Etkileri  
*Effects of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Treatment on Modified Atmosphere Storage of 'Çağataybey' and 'Karacabey' Apricot Varieties*  
**Mustafa ÜNLÜ, Celile Aylin OLUK, Mustafa BİRCAN, Zafer KARAŞAHİN, Ahmet Erhan ÖZDEMİR** \_\_\_\_\_ 81-92
- Antakya Koşullarında Bazı Kurutmalık Kırmızıbiber Hatlarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi  
*Evaluation of Yield and Quality Characteristics of Some Drying Red Pepper Lines in Antakya Conditions*  
**Ökkeş YAYMAN, Tamer SERMENLİ, Bekir Bülent ARPACI** \_\_\_\_\_ 93-105
- Identification of Fusarium Wilt Disease Causal Agents in Pistachio Fields and Determination of Efficacy of Some Fungicides Controlling of The Disease  
*Antepfistiği Alanlarında Görülen Fusarium Solgunluk Hastalığı Etmenlerinin Tanımlanması ve Mücadelesinde Bazı Fungusitlerin Etkinliklerinin Belirlenmesi*  
**Kamil SARP KAYA, Ceren TANRIÖVER, Canan CAN** \_\_\_\_\_ 107-115
- Tokat ve Amasya İllerinden Toplanan Yerel Fasulye Genotiplerinin Morfolojik Karakterizasyonu  
*Morphological Characterization of Local Bean Genotypes Collected from Tokat and Amasya Provinces*  
**Mualla AYDIN, Duran KILIÇ, Bülent BAŞARAN, Yalçın KAYA, Hüseyin TOPAL, Ahu KARADAĞ** \_\_\_\_\_ 117-125

**DERLEMELER / REVIEWS**

Asma Islahında Son Gelişmeler ve Güncel Metotlar  
*Latest Developments and Current Methods in Grapevine Breeding*  
**Şeyma BOZKUŞ, Mücahid BOZKUŞ** \_\_\_\_\_ **127-135**

Dünya’da Kiraz Islah Programları ve Türkiye’nin Durumu  
*Sweet Cherry Breeding Programs in the World and Türkiye’s Current Situation*  
**Dilek SOYSAL** \_\_\_\_\_ **137-145**

## Bazı Zeytin Çeşitlerinde Hermafrodit Çiçek Oranları ve Meyve Dökümü

Cansu DÖLEK<sup>1\*</sup>, Mücahit Taha ÖZKAYA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dr., Department of Horticulture, Kozan Vocational High School, Cukurova University, Adana/Turkey; ORCID:0000-0001-7628-0676

<sup>2</sup>Prof. Dr., Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ankara University, Ankara/Turkey; ORCID: 0000-0002-6571-5985

Gönderilme Tarihi: 31 Mayıs 2024

Kabul Tarihi: 11 Eylül 2024

### ÖZ

Zeytin çeşitlerinde çiçek biyolojisi incelendiğinde erkek ve hermafrodit çiçek durumları değişiklik göstermektedir. Yapılan bu çalışma ile 3 farklı zeytin çeşidinin üç yıl süreyle Tarsus/Mersin ekolojisindeki erselik çiçek oranı tespit edilmiştir. Aynı zamanda döllemeden sonra çeşitlere ait uygulamalarda meyve dökümleri belirlenmiştir. İncelenen çeşitlerde kendine verimlilik ile tozlayıcı kullanımının meyve tutumuna etkisini belirlemek amacıyla başlangıçta uygulamaya alınmış çiçek sayıları ile karşılaştırılması sonucunda yüzde meyve tutma değerleri belirlenmiştir. Çeşitlerin çiçeklerinin açılmasından meyve bağlama aşamasına kadar geçen sürenin ise 10 ila 15 günlük bir süreyi kapsadığı saptanmıştır. Erselik çiçek oranları yıllar bazında benzerlik gösterirken, en yüksek Domat çeşidinde bulunmuş, bunu Sarı Ulak ve Gemlik çeşitleri izlemiştir. Domat, Gemlik ve Sarı Ulak çeşitlerinde yapılan tozlama denemeleri sonucunda meyve dökümlerinin kendileme uygulamalarında en fazla olduğu saptanmıştır. Yabancı tozlama uygulamalarında ise kendilemeye göre daha az döküm saptanmış ve tozlayıcı kullanımının meyve tutumu üzerine olumlu etkisi görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Zeytin, çiçek, meyve tutumu, tozlama, meyve dökümü

### Hermaphrodite Flower Ratios and Fruit Drop in Some Olive Cultivars

#### ABSTRACT

The intricacies of flower biology in olive cultivars reveal variations in the occurrence of male and hermaphrodite flowers. This study endeavours to ascertain the frequency of hermaphrodite flowers over a three-year period within the ecological context of Tarsus/Mersin. Simultaneously, post-fertilization fruit abscission rates specific to each cultivar were determined. By initially quantifying flower numbers and subsequently comparing them against fruit retention rates, this research aimed to elucidate the impact of self-pollination and cross-pollination on fruit set across the examined cultivars. The period from the opening of flowers to the stage of fruit setting was found to range from 10 to 15 days. While the ratios of hermaphrodite flowers remained similar across years, the highest ratio was observed in the Domat cultivar, followed by the Sarı Ulak and Gemlik cultivars. Pollination experiments conducted on the Domat, Gemlik and Sarı Ulak cultivars revealed that fruit drop rates were highest in self-pollination practices. Conversely, foreign pollination practices resulted in lower fruit drop rates compared to self-pollination, indicating a positive impact of pollinator use on fruit retention.

**Keywords:** Olive, flower, fruit set, pollination, fruit abortion

### INTRODUCTION

When examining the flower biology of olive cultivars, the conditions of male and hermaphrodite flowers exhibit variations. Cuevas and Polito [1] reported a staminate: hermaphrodite flower ratio of approximately 1:1 in their study on the Mission cultivar. Female organ abortion can occur during pistil differentiation [2]. Brooks [3] reported that hermaphrodite olive flowers tend to bloom earlier, while the results of Cuevas and Polito [1] indicate that early blooming is not specific to hermaphrodite flowers but is associated with better-nourished flowers within the cluster. Therefore, the most

significant advantage provided by staminate flower production in olives is the increase in the number of available pollen grains to ensure fertilization. The dry weight of hermaphrodite flowers was found to be 19% higher than that of staminate flowers.

Lavee et al. [4] examined the effect of flower number and distribution on fruit behavior in various olive cultivars over a 10-year period. The number of stamens within each cultivar and thinning the flowers by up to 50% did not significantly affect fruit retention. Removing half of the flowers resulted in double the fruit yield compared to the remaining ones. Typically, a considerable number of fruits are obtained from the flower cluster. In a productive

\*Sorumlu yazar / Corresponding author: cansudolek.90@gmail.com

flower cluster away from the center, 70-80% (double) of the fruits are obtained from various shoots. In Santa Caterina (Italy), a clear increase in fruit set per shoot was observed by removing 80% of the flowers from the flower cluster.

Seifi et al. [5] examined the timing of flower opening, gender and the persistence of the corolla in Manzanilla, Mission and Frantoio olive cultivars. In each cultivar, 45 flower clusters were examined every morning from flower opening to corolla shedding. Hermaphrodite flowers primarily opened at the beginning of the flowering period, while male flowers opened later. Flowers at the tip and on primary branches opened earlier than those on secondary branches. The study found that flower position significantly influenced gender in Manzanilla and Mission cultivars. In the Manzanilla cultivar, hermaphrodite flowers exhibited significantly longer corolla persistence compared to male flowers. According to the results of this study, corolla persistence was dependent on daily temperature during flower opening. Despite the expectation that earlier-opening flowers in the Manzanilla cultivar would be pollinated earlier, it was observed that corollas remained intact for a longer duration. Additionally, the study demonstrated that thinning of buds and shoots applied 30 days before full bloom reduced pistil degeneration in the remaining flowers.

Moreno-Alías et al. [6] determined pistil abortion in six Spanish olive cultivars over three different years to assess the relative impact of genetic and environmental factors and evaluate possible interactions between two different morphological characteristics. Ovule development was found to be high for the Arbequina cultivar, moderate for Hojiblanca and Manzanilla de Sevilla cultivars and low for the Lechin de Sevilla cultivar. In contrast, while staminate flower development was high in these cultivars, the degree of ovary development was low for the 'Empeltre' and 'Morisca' cultivars. Rosatia et al. [7] found that pistil degeneration, expressed as a percentage of staminate flowers, showed a positive correlation with the average ovary mass in different olive cultivars. The absolute number of hermaphrodite flowers per shoot showed a negative correlation with both ovary mass and pistil elimination, while the number of staminate flowers per shoot increased with both parameters.

In olives, the shedding of male flowers begins shortly after full bloom [8], while the abscission of unfertilized hermaphrodite flowers occurs after the flowering period [7]. Rapoport and Rallo [9] investigated the number of defective and perfect flowers in shoots as well as fruit abscission using five 7-year-old 'Manzanilla' trees in Córdoba, Spain.

Cumulative abscission was observed to continue until 25 days after full bloom. The shedding of defective flowers began immediately after full bloom, peaked 8 days after full bloom and continued until the 15<sup>th</sup> day. Hermaphrodite flower or fruit abscission occurred significantly after full bloom, between 10 and 25 days, with the highest abscission observed 13 to 15 days after full bloom. A second abscission (fruit drop) due to competition for nutrients was observed around 18-20 days after full bloom.

Knowledge of fertilization biology is an important issue for increasing yield. Olive plants constitute both female + male flowers (hermaphrodite) and only male flowers. Therefore, it is necessary to determine the number of hermaphrodite flowers that will be effective in yield. This study aimed to determine the hermaphrodite flower ratio of three different olive cultivars over a period of three years in the ecology of Tarsus/Mersin. Additionally, fruit abscission rates in cultivars were determined after fertilization.

## MATERIAL AND METHODS

The aim of this study was to determine the effect of self-pollination and the use of pollinators on fruit set in examined cultivars. Initially, the number of hermaphrodite and male flowers formed on branches was calculated by counting the total number of flowers before their petals opened, while they were in the balloon stage, in bags. Subsequently, at the end of the flowering period, the remaining flowers were counted when the bags were removed. The first count provides the total number of hermaphrodite and male flowers, while the second count only provides the number of hermaphrodite flowers. Following this, fruit set levels during the fruit development period in open, cross (Domat, Gemlik and Sarı Ulak) and self-pollination treatments were determined through monthly fruit counts and monthly fruit set levels were presented in histogram graphs.

Thus, the periods and levels of fruit drop were determined. Additionally, the number of fruits remaining on the tree before harvesting was determined and the percentage fruit set levels were calculated by comparing them with the initial number of flowers introduced into the treatment.

## RESULTS AND DISCUSSION

### *Ratio of Hermaphrodite Flowers (%)*

Prior to flower blooming, the numbers of male and hermaphrodite flowers on shoots were tallied and

their percentages were calculated relative to the total flower count. Table 1 presents the proportions of hermaphrodite flowers for the cultivars examined within the scope of the trial in the years 2017, 2018 and 2019.

Following the counts conducted in 2017, significant differences among cultivars were found in terms of hermaphrodite flower ratios at a statistically significant level of  $p < 0.05$ . The highest proportion, at 51.68%, was observed in the Domat cultivar, which was determined to belong to a distinct group from the others. The hermaphrodite flower ratio for the Gemlik cultivar was 47.13%, while the lowest value was recorded for the Sari Ulak cultivar at 45.82%. No statistically significant difference was observed among mean directions in terms of hermaphrodite flower ratios, with values ranging from 50.75% (West) to 45.82% (North). Regarding the cultivar  $\times$  direction interaction, no statistically significant difference was found among the values, which ranged from 42.03% (Sari Ulak cultivar, North direction) to 53.82% (Domat cultivar, West direction) (Table 1).

In 2018, due to the observed periodicity in the Domat cultivar, the values for this cultivar were not included in the table. Following the conducted counts, no statistical difference was found among the cultivar and direction means, as well as the cultivar  $\times$  direction interaction (Table 1). Upon comparison of cultivars, it was determined that the Sari Ulak cultivar had a higher hermaphrodite flower ratio (60.22%) compared to the Gemlik cultivar (57.81%). The highest value among direction means was determined to be 62.47% (South), while the lowest value was 55.99% (North). Regarding the cultivar  $\times$  period interaction, values ranged from 55.79% (Sari Ulak cultivar, North direction) to 65.47% (Sari Ulak cultivar, South direction).

In the 2019 evaluations, while the mean hermaphrodite flower ratios for cultivars were statistically significant at  $p < 0.001$ , neither the means for directions nor the interaction between cultivar and direction reached statistical significance (Table 1). Among cultivar means, the Domat cultivar exhibited the highest hermaphrodite flower ratio (62.67%), followed by the Sari Ulak cultivar (53.94%), whereas the lowest ratio was observed in the Gemlik cultivar (47.01%). Direction means ranged from the highest of 56.03% (North) to the lowest of 51.20% (East). Regarding the interaction between cultivar and period, the hermaphrodite flower ratio ranged from a minimum of 43.77% (Gemlik cultivar, West direction) to a maximum of 70.73% (Domat cultivar, North direction).

The highest hermaphrodite flower ratios among cultivars were found in the Domat cultivar in 2017

and 2019, while in 2018, it was observed in the Sari Ulak cultivar. Conversely, the lowest ratios were determined to be in the Sari Ulak cultivar in 2017 and in the Gemlik cultivar in 2018 and 2019. Regarding directions, the highest hermaphrodite flower ratios were observed in the West in 2017, in the South in 2018 and in the North in 2019, while the lowest values were detected in the North in 2017 and 2018 and in the East in 2019.

Table 1. Ratio of hermaphrodite flowers (%)<sup>1,2</sup>

Year	Cultivars	Directions				Average
		North	South	East	West	
2017	Domat	50.60	50.65	51.66	53.82	51.68 A
	Gemlik	44.84	49.16	45.26	49.28	47.13 AB
	Sari Ulak	42.03	45.62	46.44	49.18	45.82 B
	Average direction	45.82	48.48	47.79	50.75	
LSDcultivar: 3,756* LSDdirection: N.S. LSD cultivar $\times$ direction: N.S.						
2018	Domat	-	-	-	-	-
	Gemlik	56.18	59.46	55.86	59.75	57.81
	Sari Ulak	55.79	65.47	58.87	60.75	60.22
	Average direction	55.99	62.47	57.36	60.25	
LSDcultivar: N.S. LSDdirection: N.S. LSD cultivar $\times$ direction: N.S.						
2019	Domat	70.73	61.37	57.94	60.66	62.67 A
	Gemlik	47.17	49.21	47.87	43.77	47.01 C
	Sari Ulak	50.18	55.99	47.79	61.80	53.94 B
	Average direction	56.03	55.52	51.20	55.41	
LSDcultivar: 4,421*** LSDdirection: N.S. LSD cultivar $\times$ direction: N.S.						

<sup>1</sup>Angle transformation has been applied in the statistical analysis of percentage values (values in parentheses represent angle values).

<sup>2</sup>Differences indicated by different letters within the same column were found to be statistically significant.

N.S.: Not Significant; \*\*\*Represents  $p < 0.001$ .

Reale et al. [10] reported a correlation between ovary degeneration and starch content in Leccino and Dolce Agogia olive flowers. At this stage, starch grains were only detected in the ovaries, styles and stigmas of hermaphrodite flowers, with no starch accumulation observed in male flowers. In this study, the percentage of staminate (male) flowers was found to be higher in the Dolce Agogia cultivar compared to the Leccino cultivar. The results demonstrate the importance of carbohydrate nutrition, with higher starch content found in hermaphrodite (perfect) flowers compared to staminate (imperfect) flowers.

Reale et al. [11] reported that pistil degeneration in olives can occur at different stages, with functional staminate flowers sometimes containing poorly developed ovaries or ovaries lacking ovules. Additionally, the percentage of imperfect flowers can be higher when there are more flowers on shoots. Similarly, we believe that the tendency of the Sari Ulak cultivar to produce a large number of flowers may lead to a higher incidence of imperfect and button-shaped fruit formation.

Rosatia et al. [7] found a positive correlation between pistil degeneration, expressed as the percentage of staminate flowers and the average ovary mass in different olive cultivars. The absolute

number of hermaphrodite flowers per shoot showed a negative correlation with both ovary mass and pistil elimination, while the number of staminate flowers per shoot increased with both parameters. Mete and Mısırlı [12] conducted full flower counts in the Domat, Edinciksu, Esek, Kilis, Samanlı, Uslu and Arbequina olive cultivars after shedding anthers and corollas and removing the ovaries. The highest full (hermaphrodite) flower formation in both years of the trial was observed in the Arbequina cultivar, while the lowest was in the Esek cultivar. In the cultivars used in our study, the hermaphrodite flower ratio ranged from 45.82% (Sarı Ulak-2017) to 62.67% (Domat-2019), indicating a moderate level of pistil degeneration.

### Monthly Fruit Set Ratios

Monthly fruit set levels were determined by counting the remaining fruits on branches each month until harvest. The values obtained from the counts were then calculated as monthly fruit drop percentages by comparing them to the initial total flower count. These values are presented in histogram form in Figure 1.

Data for the Domat cultivar were collected in 2017 and 2019, while no evaluation could be conducted in

2018 due to the cultivar exhibiting periodicity. Monthly fruit set levels for the Domat cultivar in 2017 are presented in Figure 1. Upon examining the graph, it can be observed that for the Domat cultivar in 2017, the highest fruit drop occurred in June for open pollination, self-pollination, pollination with Gemlik and Sarı Ulak cultivars, with a significant decrease in drop intensity in July. There was minimal drop in August and September. According to the 2019 data, severe fruit drop was observed in June, with minimal drop in July, August and September (Figure 1).

Since the Gemlik cultivar does not exhibit periodicity, fruit was harvested regularly over the three years. Upon examining the graph, it can be seen that in 2017 for the Gemlik cultivar, the highest fruit drop occurred in June for open pollination, self-pollination, pollination with Domat and Sarı Ulak cultivars, with no significant drop observed thereafter. According to the graph, the highest drop in 2018 also occurred in June. While fruit drop continued to some extent in July and August for open pollination, there was little variation in monthly fruit quantity after July for the other treatments. When examining the fruit drop levels for 2019, it was observed that severe fruit drop occurred in June, with no significant drops thereafter.

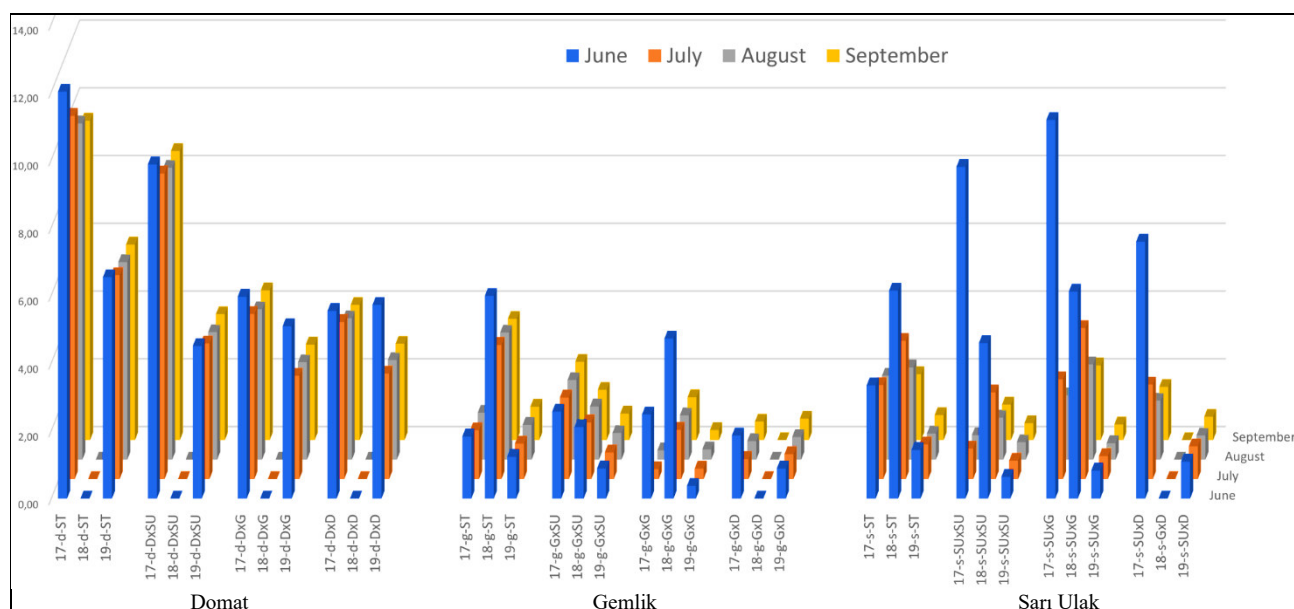


Figure 1. Monthly fruit drop levels for pollination treatments in Domat, Gemlik and Sarı Ulak olive cultivars (OP: Open Pollination, D: Domat, G: Gemlik, SU: Sarı Ulak)

Although the Sarı Ulak cultivar tends to exhibit periodicity, under regular maintenance conditions, it yields fruit annually. In this study, due to well-maintained conditions, fruit was harvested regularly for three years. Upon examination of the graph, it can be seen that for the Sarı Ulak cultivar in 2017, the

highest fruit drop occurred in June for open pollination, self-pollination, pollination with Domat and Gemlik cultivars, with fruit drop continuing in July and August and fruit numbers remaining constant in September. In the self-pollination treatment, there were almost no remaining fruits.



While monitoring monthly fruit numbers, a significant number of button-shaped fruits were encountered and their drop continued until the last month.

Domat cultivar's fruit development at specific intervals is depicted in Figure 2.

Figure 3 displays images related to the fruit development at specific intervals for the Gemlik cultivar.

Images related to the fruit development at specific intervals for the Sarı Ulak cultivar are provided in Figure 4.



Figure 2. Developmental stages of fruits belonging to the Domat cultivar. a. Fruits at 45 days with cartilaginous seeds, b. Fruits at 130 days ready for harvest



Figure 3. Developmental stages of fruits belonging to the Gemlik cultivar. a. Fruits at 30 days, b. Fruits at 45 days, c. Fruits at 70 days, d. Fruits at 90 days

In the trials conducted with the Domat, Gemlik and Sarı Ulak cultivars, it was determined that fruit drop was highest in the self-pollination treatments. In contrast, lower fruit drop was observed in cross-

pollination treatments, indicating a positive effect of pollinator use on fruit retention.

Rallo and Fernández-Escobar [13] reported that fruit drops are generally attributed to competition between the increase in ovary size occurring about 12 to 15 days after full bloom and the fertilized ovaries. In the samples examined, the rate of fertilized ovaries was 22% 8 days after full bloom, which increased to 62% 18 days after full bloom. Consistent with the findings of our study, the highest fruit drop occurred in June, mainly in the form of small fruit drop. During this period, fruit drop due to lack of pollination and nutrition deficiency was observed. It was also noted that during the period of flower drop, which is common in olives, mostly male flowers were shed.



Figure 4. Developmental stages of fruits belonging to the Sarı Ulak cultivar. a. Fruits at 30 days, b. Fruits at 45 days, c. Fruits at 70 days, d. Fruits at 90 days, e. Fruits at 110 days, f. Fruits at 125 days

Abscission is a term referring to the shedding observed in leaves, flowers and fruits. Kadioğlu (2016) states that despite successful pollination, abscission events can occur at different stages of fruit development. According to the researcher, these events can occur in three stages: immediately after

pollination in apples (post-blooming), shortly after general fruit growth (June drop) and during ripening (pre-harvest). In some plant species, periods of fruit drop coincide with decreases in the hormone (auxin) content in the fruit. When auxin levels are high, the fruit drop rate decreases. Among the cultivars in the trial, the highest fruit drops were observed in the Sarı Ulak and Gemlik cultivars. Additionally, in the Domat cultivar, both more and larger fruits were observed.

## CONCLUSION

•It was determined that the period from the opening of the cultivars flowers to the fruit setting stage lasted between 10 to 15 days.

While the ratios of perfect flowers showed similarity across years, the highest ratio was found in the Domat cultivar, followed by the Sarı Ulak and Gemlik cultivars.

•In the pollination trials conducted with the Domat, Gemlik and Sarı Ulak cultivars, it was found that fruit drop was highest in the self-pollination treatments.

•In cross-pollination treatments, less fruit drop was observed compared to self-pollination, indicating a positive effect of pollinator use on fruit retention.

•Among the cultivars examined in the trial, the highest fruit drops were observed in the Sarı Ulak and Gemlik cultivars.

•In the Domat cultivar, however, the fruit drop rate was significantly lower compared to the other two cultivars.

In the Domat olive cultivar, the highest fruit retention was observed in the 17-d-ST and 17-d-D×SU treatments. Generally, no significant difference was observed in fruit retention every 4 months in the Domat olive cultivar, indicating its good adaptation to the region. Despite the low fruit retention in pollination treatments, including self-pollination and hybridization with Sarı Ulak, Gemlik and Domat, no difference was observed in fruit retention among the four months.

In the Gemlik olive cultivar, very low fruit retention was observed in all pollination treatments. The lowest fruit retention was observed in the 19-g-G×G treatment. No difference was observed between the years and months in the Gemlik × Domat treatment.

In the Sarı Ulak olive cultivar, no difference was observed between treatments in 2019. The highest fruit retention in June was observed in the 17-s-SU×SU, 17-s-SU×G and 17-s-SU-D (Sarı Ulak × Sarı Ulak, Sarı Ulak × Gemlik, Sarı Ulak × Domat) treatments, which decreased in other months.

## CONFLICT OF INTEREST

This study was produced from the doctoral thesis.

## FUNDING STATEMENT

This work was supported by Ankara University Scientific Research Projects [Project number 18L0447008].

## REFERENCES

1. Cuevas, J., Polito V.S., 2004. The role of staminate flowers in the breeding system of *Olea europaea* (Oleaceae): an andromonoecious, wind-pollinated taxon. *Annals of Botany* 93:547-553.
2. Cuevas, J., Pinney, K., Polito, V.S., 1999. Flower differentiation, pistil development and pistil abortion in olive (*Olea europaea* L.). *Acta Horticulturae* 474:293-296.
3. Brooks, R.M., 1948. Seasonal incidence of perfect and staminate olive flowers. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 52:213-218.
4. Lavee, S., Rallo, L., Rapoport, H.F., Troncosa, A., 1996. The floral biology of the olive: effect of flower number, type and distribution on fruitset. *Scientia Horticulturae* 66:149-158.
5. Seifi, E., Guerin, J., Kaiser, B., Sedgley, M., 2008. Inflorescence architecture of olive. *Scientia Horticulturae* 116:273-279.
6. Moreno-Álías, I., Rapoport, H.F., Martins, P.C., 2012. Morphological limitations in floral development among olive tree cultivars. *Acta Hort.* 932, ISHS 2012.
7. Rosati, A., Caporali, S., Paoletti, A., Famiani, F., 2011. Pistil abortion is related to ovary mass in olive (*Olea europaea* L.). *Scientia Horticulturae* 127(4):515-519.
8. Cuevas, J., Rapoport, H.F., Rallo, L., 1995. Relationships among reproductive processes and fruitlet abscission in "Arbequina" olive. *Advances in Horticultural Science* 9(2):92-96.
9. Rapoport, H.F., Rallo, L., 1991. Postanthesis flower and fruit abscission in 'Manzanilla' olive. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116(4):720-723.
10. Reale, L., Sgromo, C., Ederli, L., Pasqualini, S., Orlandi, F., Fornaciari, M., Ferranti, F., Romano, B., 2009. Morphological and cytological development and starch accumulation in hermaphrodite and staminate flowers of olive (*Olea europaea* L.). *Sex Plant Reprod* 22:109-119.

11. Reale, L., Sgromo, C., Bonofiglio, T., Orlandi, F., Fornaciari, M., Ferranti, F., Romano, B., 2006. Reproductive biology of olive (*Olea europaea* L.) DOP Umbria cultivars. *Sex Plant Reprod* 19:151-61.
12. Mete, N., Mısırlı, A., 2009. Research on the pollination biology of some olive cultivars. Master's Thesis. Ege University, Institute of Natural and Applied Sciences, Izmir, Turkey. TAGEM Project No: BBAD/2008/1/06/01, Izmir.
13. Rallo, L., Fernández-Escobar, R., 1985. Influence of cultivar and flower thinning within the inflorescence on competition among olive fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:303-308.



## Depolama Süresi ve Sıcaklığının Düşük Şekerli Turunç Kabuğu Marmelatının Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi

Demet YILDIZ TURGUT<sup>1\*</sup>, Müslime TANRISEVEN<sup>2</sup>, Arzu BAYIR YEĞİN<sup>3</sup>, Muharrem GÖLÜKCÜ<sup>4</sup>, Haluk TOKGÖZ<sup>5</sup>, Osman KOLA<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-7486-3701

<sup>2</sup>Uzman Biyolog, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0001-5805-1554

<sup>3</sup>Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-2194-6730

<sup>4</sup>Doç. Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0003-1646-5876

<sup>5</sup>Ziraat Mühendisi, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-9956-0045

<sup>6</sup>Prof. Dr., Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Adana; ORCID: 0000-0003-0000-248X

Gönderilme Tarihi: 7 Ağustos 2024

Kabul Tarihi: 17 Eylül 2024

### ÖZ

Bu çalışmada düşük şekerli turunç kabuğu marmelatının bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine depolama sıcaklığı ve süresinin etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda şeker içeriği %30 azaltılmış ve yerine Steviol glikozit rebaudioside A (Reb A) ikame edilerek üretilmiş turunç kabuğu marmelatı iki farklı depolama sıcaklığında (5-6°C/22-24°C) 12 ay süre ile depolanmıştır. Depolama süresi boyunca suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH, titrasyon asitliği (TA), su aktivitesi (aw) renk değerleri (L\*, a\*, b\*, C\* ve h°), 5-Hidroksimetilfurfural (HMF) ve toplam küf-maya analizleri gerçekleştirilmiştir. SÇKM değerleri 5-6°C sıcaklıkta depolanan örneklerde artmış, 22-24°C'de depolanan örneklerde ise depolama sonunda başlangıca göre %1,20 azalmıştır. Depolama başlangıcında 3,86 olan pH değeri 5-6°C'de depolama koşulunda 3,82'ye, 22-24°C depolama koşulunda 3,83'e düşmüştür. Depolama sonunda su aktivitesi değerleri azalış gösterirken, titrasyon asitliği artış göstermiştir. Renk değerleri açısından incelendiğinde genel olarak depolama süresi boyunca marmelat örneklerinin L\* ve hue açısı değerleri azalmış, a\*, b\* ve kroma değerleri artmıştır. HMF miktarı başlangıca göre depolama süresi boyunca artmış, bu artış 22-24°C'de depolama sıcaklığında 57,53 kat, 5-6°C sıcaklıkta 11,97 kat olarak gerçekleşmiştir. Depolama süresi içerisinde düşük şekerli turunç kabuğu marmelatında küf ve maya gelişimi gözlenmemiştir. Sonuç olarak, şeker içeriği %30 düşürülmüş turunç kabuğu marmelatının incelenen kalite parametreleri açısından 12 ay süre ile 5-6°C'de muhafaza edilmesi tavsiye edilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Marmelat, turunç kabuğu, depolama, steviol glikozit, rebaudioside A

### Effect of Storage Time and Temperature on Physicochemical and Microbiological Properties of Low Sugar Bitter Orange Peel Marmalade

#### ABSTRACT

This study aimed to examine the effects of storage temperature and time on some physicochemical and microbiological properties of low-sugar orange peel marmalade. In this context, bitter orange peel marmalade produced by reducing sugar content by 30% and replacing it with steviol glycoside rebaudioside A (Reb A) was stored at two different storage temperatures (5-6°C/22-24°C) for 12 months. During the storage period, water-soluble solids (TSS), pH, titratable acidity (TA), water activity (aw) color values (L\*, a\*, b\*, C\* and h°), 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) and total mold-yeast analyses were carried out. At the end of the storage, TSS values increased in samples stored at 5-6°C, decreasing by 1.20% in samples stored at 22-24°C compared to the beginning. The pH value, which was 3.86 at the beginning of storage, decreased to 3.82 at 5-6°C storage conditions, and to 3.83 at 22-24°C storage conditions. Water activity values decreased at the end of storage, while titratable acidity increased. When examined in terms of color values, L\* and hue values of marmalade samples generally decreased during the storage period, while a\*, b\* and C\* values increased. The amount of HMF increased during the storage period compared to the beginning, and this increase was 57.53 times at 22-24°C storage temperature and 11.97 times at 5-6°C temperature. During the storage period, no mold and yeast development was observed in the low-sugar orange peel marmalade. In conclusion, it is recommended that bitter orange peel marmalade, with a 30% reduced sugar content, be stored at 5-6°C for 12 months for the quality parameters examined.

**Keywords:** Marmalade, bitter orange peel, storage, steviol glycoside, rebaudioside A

\*Sorumlu yazar / Corresponding author: demet.yildizturgut@tarimorman.gov.tr

## GİRİŞ

Güneydoğu Asya kökenli turunç (*Citrus aurantium* L.), Rutaceae familyasına ait olup, dünyada acı portakal, ekşi portakal ve Sevilla portakalı gibi isimlerle bilinmektedir [1]. Türkiye'nin turunç üretimi son 10 yılda %65 artarak 2023 yılında 3581 ton olarak gerçekleşmiştir. Akdeniz Bölgesi bu üretimin yaklaşık %77'sini karşılamaktadır [2].

Turunç genellikle portakal, limon ve greyfurt gibi diğer turunçgil türlerinin yetiştirilmesinde anaç olarak değerlendirilmektedir. Morfolojik olarak portakala benzemesine rağmen ekşi ve acı bir tada sahiptir. Bu nedenle taze olarak tüketilememektedir. Bazı bölgelerde turunç suyu ekşi tat vermek amacıyla limon suyu yerine salatalara eklenmektedir [3, 4]. Turunç meyvesinin çiçekleri yaprakları ve kabukları eskiden beri gerek geleneksel gerekse modern tıpta sakinleştirici, mide rahatsızlıklarını giderici, kilo azaltmaya yardımcı, gözkapağı iltihabı, merkezi sinir sistemi rahatsızlıkları, kas ağrıları ve cilt morarmalarının tedavisinde kullanılmıştır [5, 6].

Turunç kabukları flavonoidler, diyet lif, C vitamini ve uçucu yağlar gibi insan sağlığına son derecede faydalı biyoaktif maddeleri içermektedir. İçerdikleri bu bileşiklerden dolayı gıda, kozmetik, parfümeri ve ilaç endüstrisinde aroma ve koku maddesi, antioksidan ve antimikrobiyal ajan olarak tercih edilmektedir [7, 8]. Ülkemizde turunç meyvelerinin en yaygın değerlendirme şekli reçel ve marmelatır. Turunç kabuğu reçeli ve marmelatı üretimi özellikle Akdeniz'in kıyı bölgelerinde hem geleneksel hem de endüstriyel olarak oldukça yaygındır.

Günümüzde diyabet, hiperlipidemi, hipertansiyon ve obezite dahil olmak üzere birçok kronik hastalığın oranı dünya çapında hızla artmaktadır. Araştırmalar, bu kronik hastalıkların temel nedenlerinin beslenmede yüksek şeker, yağ ve tuz oranına sahip gıdaların aşırı tüketimi olduğunu göstermektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), şeker alımına ilişkin kılavuzlarda diyetle şeker alımının toplam günlük enerji alımının %10'undan az olmasını önermektedir. Bu bağlamda aspartam, siklamat ve sukraloz gibi yapay tatlandırıcılar 1800'lü yıllarda düşük kalorili tatlandırıcılar olarak gıda endüstrisinde yerini alarak kullanılmaya başlanmıştır. Ancak bu tatlandırıcıların potansiyel sağlık riskleri ve toplumda oluşan doğal ve sağlıklı beslenmeye olan eğilim nedeniyle, yapay tatlandırıcılar tüketiciler üzerinde olumsuz bir algıya sahip olmuştur. Bunun aksine son yıllarda doğal tatlandırıcılar, yüksek besin değerleri ve sağlıklı beslenme tarzı endişelerini giderme açısından tüketiciler tarafından tercih edilmektedir [9, 10].

Steviol glikozitler Güney Amerika kökenli *Stevia rebaudiana* Bertoni bitkisinden elde edilen doğal tatlandırıcılar ve sakkarozdan daha az kalori içerirler. Aynı zamanda güvenli olarak kabul edilirler. *S.rebaudiana* Bertoni yapraklarında 40'tan fazla steviol glikozit türü tanımlanmıştır[10]. Steviol glikozitlerin yoğun tatlılıkları (sakkaroz göre 250-300 kat daha tatlı) ısı ve pH stabilitesinin yüksek olması nedeniyle birçok gıda ürününün de doğal tatlandırıcı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır [11]. Stevioside ve rebaudioside (Reb) A, steviol glikozitler arasında başlıca tatlı bileşiklerdir ve piyasada en yaygın kullanılan steviol glikozitlerdir [9]. Bunların toplam miktarı, diğer steviol glikozitlerin tümünün yaklaşık %80-90'ını oluşturmaktadır. Ayrıca, Reb A genellikle steviosidenden daha düşük oranda bulunur ve nispeten daha yüksek bir tatlılığa sahiptir. Bu nedenle Reb A ticari açıdan en değerli steviol glikozitler arasında yer almakta ve gıda endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahip olmuştur [10, 12]. Ülkemizde steviol glikozitlerin gıdalarda kullanımına 2013 yılında Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği kapsamında E 960 kodu ile steviol eşdeğerleri olarak izin verilmiştir. Enerjisi azaltılmış reçel, jöle ve marmelat için steviol glikozitlerin maksimum kullanım oranı 200 mg/l veya 200 mg/kg steviol eşdeğerleri olarak belirlenmiştir [13].

Reçeller ve marmelatlar, su aktivitesinin azalmasını sağlayan yüksek şeker konsantrasyonu ve pişirme ve pastörizasyon gibi uygulanan ısıl işlemler sayesinde genellikle stabil ürünler olarak kabul edilir. Ancak bu tür ürünlerin depolanması sırasında renk ve diğer duyuşsal özelliklerin değişmesi, besin bileşenlerinin kaybolması ve istenmeyen bileşiklerin oluşması gibi raf ömrünü kısaltan bazı reaksiyonlar meydana gelir [14]. Depolama sıcaklığı, süresi ve ambalaj materyali gibi depolama koşulları bu değişikliklerin hızını belirleyen önemli faktörlerdir [15]. Kullanılan şeker miktarının azaltılması dolayısıyla kuru madde miktarının azaltılması bu süreci etkileyebilmektedir.

Bu çalışmada düşük şekerli turunç kabuğu marmelatının bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine depolama sıcaklığı ve süresinin etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda şeker içeriği %30 azaltılmış ve yerine steviol glikozit Reb A ikame edilerek üretilmiş turunç kabuğu marmelatı iki farklı depolama sıcaklığında 12 ay süre ile depolanarak kalite değişimleri incelenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada materyal olarak Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde yetiştirilen "Yerli Turunç" çeşidine ait turunç (*Citrus aurantium*) meyveleri kullanılmıştır. Düşük şekerli marmelat üretimlerinde beyaz kristal toz şeker (sakkaroz), düşük metoksilli (LM) pektin, sitrik asit ve doğal tatlandırıcı steviol glikoziti Reb A kullanılmıştır.

Marmelat üretimleri öncesinde meyveler yıkanıp, kabukları bıçakla meyve etinden dikkatlice çıkartılmış ve küçük şeritler halinde kesilmiştir. Daha sonra şerit halindeki kabukların acılıklarını gidermek amacıyla, daha önce ön denemeler ve duyuşal değerlendirme sonucu belirlenmiş kaynar suda 15 dk. haşlama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi (TGK) Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği (Tebliğ No: 2006/55) kapsamında ürünlerin çözünebilir kuru madde miktarı en az %25 oranında azaltıldığında, ürün "düşük şekerli ....." olarak adlandırılmaktadır [16]. Düşük şekerli turunç marmelatı formülasyonunun oluşturulmasında bahsi geçen mevzuat hükümleri dikkate alınmıştır.

Daha önce gerçekleştirdiğimiz çalışmada kontrol (70°Bx) olarak belirlediğimiz formülasyondaki şeker miktarı %30 oranında azaltılarak yerine tatlandırıcı olarak 100 mg Reb A kullanılmıştır [17]. Buna göre ön işlemde geçirilmiş turunç kabuğu (200 g), şeker (420 g), Reb A (100 mg) ve su (450 mL) paslanmaz çelik bir kaba alınarak kaynamaya başlayınca üzerine 5 g LM pektin içeren çözelti ilave edilmiştir. LM pektin çözeltisi 60°C'de suya (pektin su oranı 1/5) toz pektin eklenerek 750 rpm hızda manyetik karıştırıcıda yaklaşık 10 dk. karıştırılması ile hazırlanmıştır. Ardından karışıma 2 g sitrik asit içeren %50'lik sitrik asit çözeltisi ilave edilmiştir. Pişirme işlemi karışımın briks değeri olan 49'a ulaşınca sonlandırılmıştır. Bu briks değeri yukarıda belirtilen mevzuat hükümleri gereğince daha önce kontrol olarak belirlediğimiz marmelatın briks değerinin (70°Bx) %30 azaltılması sonucu belirlenmiştir. Üretilen marmelatlar 88°C'de sıcak dolum şeklinde 40 cc'lik cam kavanozlara doldurularak, kavanozlar metal kapakla kapatılmıştır.

Üretilen düşük şekerli marmelatlar oda sıcaklığı (22-24°C) ve buzdolabı sıcaklığında (5-6°C) olmak üzere iki ayrı sıcaklıkta 12 ay boyunca depolanmıştır. Depolama boyunca marmelat örneklerinde her ay SÇKM (suda çözünür kuru madde), su aktivitesi, pH, TA (titrasyon asitliği), renk değerleri, HMF (5-hidroksimetilfurfural) analizleri ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir.

Marmelat örneklerinde SÇKM, dijital refraktometre (A. Krüss Optronic GmbH, DR6000 series, Almanya) ile °Bx (briks) olarak 25°C'de ölçülmüştür. Su aktivitesi değerleri su aktivitesi ölçüm cihazı (Novasina Lab-swift) ile 25°C'de belirlenmiştir. pH değeri ölçümü, dijital pH metre ile gerçekleştirilmiş, TA ise 25 ml saf su ile seyreltilmiş 10 g marmelat örneğinin 0,1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile pH 8,1'e kadar titre edilmesiyle belirlenmiştir. Sonuçlar sitrik asit cinsinden g 100 g<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır [18].

Marmelat örneklerinde aydınlık (100)-karanlık (0) göstergesi olan L\*, yeşillik (-60) -kırmızılık (+60) ifadesi olan a\* ve mavilik (-60)-sarılık (+60) ifadesi olan b\*, renk doygunluğunu ifade eden C\* (kroma) ve renk tonunu belirten h° (hue açısı) değerlerinin ölçümü Minolta CR 400 model renk ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

HMF analizi amacıyla saf su ile 10 kat seyreltilen marmelat örnekleri 0,45 µm gözenek çaplı membran filtreden geçirilerek Shimadzu 20 AD serisi (Shimadzu, Tokyo, Japonya) HPLC (yüksek performanslı sıvı kromatografisi) cihazına verilmiştir. HMF'nin tanımlanması örnekler için kromatogramdaki pikin geliş zamanı ile HMF standardına ait kromatogramdaki pikin geliş zamanının karşılaştırılması ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar HMF standardına ait kalibrasyon eğrisinden (0,5-20 mg.L<sup>-1</sup>) elde edilen eşitlik (y=50818x-82392, r<sup>2</sup>=0,999) yardımıyla mg.kg<sup>-1</sup> kuru madde olarak hesaplanmıştır. Analizde SPD-M20A model PDA dedektör ile İnertsil ODS-3 C-18 (5 µm, 250×4,6 i.d.) (GL Sciences, Japonya) kolon kullanılmıştır. Mobil faz olarak su:metanol (90:10, v/v) seçilmiştir. Analiz 20 µL enjeksiyon hacmi, 25°C kolon sıcaklığı, 285 nm dalga boyu ve 1 mL.dk<sup>-1</sup> akış hızı şartlarında izokratik olarak gerçekleştirilmiştir [19].

Depolama koşullarında düşük şeker içerikli marmelat örneklerinde toplam küf ve maya sayımı için; tekerrürlere ait örneklerden steril dilüsyon sıvısı Maximum Recovery Diluent (MRD) kullanılarak, 10<sup>-1</sup> dilüsyondan 10<sup>-4</sup>'e kadar ve her dilüsyon için 2 paralel olacak şekilde seyreltmeler hazırlanmıştır. Ardından küf ve mayalar için selektif besiyeri olan Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRBC)'a yayma plak yöntemi kullanılarak örneklerin ekimleri yapılmıştır. Ekim yapılan petriyer 25°C'de 5-7 gün süreyle aerobik inkübasyona bırakılmıştır. İlgili dilüsyonlardan yapılan ekimlerde, inkübasyon süresi sonunda petriyerde gözlenen toplam küf ve maya kolonisi sayılmış ve dilüsyon katsayısı, örneklem hacmi göz önünde bulundurularak sonuçlar kob.g<sup>-1</sup> cinsinden hesaplanmıştır [20].

Depolama çalışmaları depolama sıcaklığının (5-6°C/22-24°C), depolama süresinin (12 ay) ve bunların arasındaki etkileşimlerin düşük şekerli turunc kabuğu marmelatının fizikokimyasal özelliklerine etkisinin belirlenmesi amacıyla tesadüf parselleri deneme desenine göre faktöriyel düzende yürütülmüştür. Marmelat üretimi 3 tekerrürlü gerçekleştirilmiştir (N=78). Veriler SAS İstatistik Programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki önemli farklılıkları değerlendirmek amacıyla %5 anlamlılık düzeyinde Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Miktarının Depolamaya Bağlı Değişimi

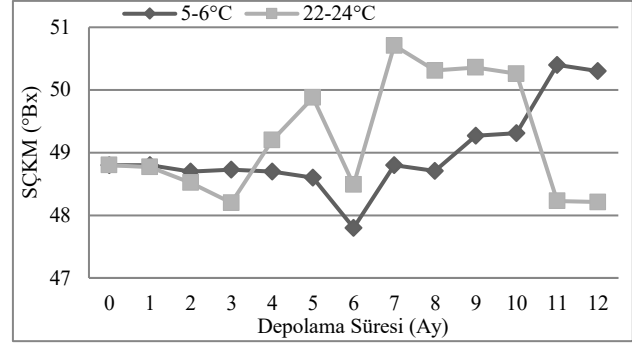
Düşük şeker içerikli marmelat örneğinin 5-6°C'de ve 22-24°C'de 12 aylık depolama sırasındaki SÇKM değişimleri Şekil 1'de verilmiştir. Depolama süresi marmelat örneğinin SÇKM içeriği üzerine P<0,001 düzeyinde etkili olurken, depolama sıcaklığı P<0,01 düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 1).

Her iki sıcaklık koşullarında depolama sürecinde SÇKM değişimleri önemli olup, 5-6°C'de depolanan marmelat örneğinin SÇKM miktarı az miktarda artarken, 22-24°C'de depolanan marmelat örneğinin SÇKM içeriği düşmüştür (Şekil 1). 5-6°C sıcaklıkta depolanan örneklerde SÇKM 47,80-50,40°Bx arasında değişirken, depolama süresi sonunda SÇKM değerinde %3,07 oranında bir artış gerçekleşmiştir. 22-24°C'de depolanan örneklerde depolama süresi içerisinde SÇKM değerleri 48,20-50,71°Bx olarak belirlenmiş olup, depolama aşamasında bir miktar artış gerçekleşse de son ayda başlangıca göre %1,20 azalmıştır. Marmelat gibi ürünlerde SÇKM hem kullanılan meyvedeki şeker, organik asit gibi maddeler, hem de proses sırasında marmelata eklenen sakkaroz, pektin ve asitlik düzenleyici gibi bileşenlerden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1. Düşük şekerli marmelatların depolama aşamasındaki kalite analizlerine ait varyans analizi sonuçları

Faktörler	SD	SÇKM	aw	pH	TA	L*	a*	b*	C*	h°	HMF
Depolama Süresi (S)	12	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Depolama Sıcaklığı (K)	1	**	***	***	**	Ö.D.	**	*	Ö.D.	***	***
S × K	12	Ö.D.	***	***	*	Ö.D.	***	***	***	Ö.D.	***
Hata	52										

(\*\*\*) P<0,001 düzeyinde önemlidir; (\*\*) P<0,01 düzeyinde önemlidir; (\*) P<0,05 düzeyinde önemlidir; ö.d.: Önemli değil; SD: Serbestlik derecesi



Şekil 1. Düşük şekerli turunc kabuğu marmelatının depolama sırasındaki SÇKM değişimi

Pavlova vd. [21] tarafından yapılan çalışmada, şeker miktarı azaltılmış ahududu ve şeftali reçellerinde 90 günlük depolama sonunda SÇKM değerlerinin arttığı rapor edilmiştir. Tatlandırıcı olarak stevianın kullanıldığı düşük kalorili elma reçeli ve sakkaroz ile hazırlanan kontrol örneğinin 28 günlük depolama sürecinde SÇKM'de artış gözlenmiştir [22]. Hindistan cevizi ve ananas pulpundan farklı kombinasyonlarla hazırlanan karışım reçellerin 4°C ve 30°C'de 6 ay depolanması sonucu toplam çözünür kuru madde miktarında artış gözlenmiştir [23]. Araştırmacılar SÇKM değerlerindeki artışın depolama sırasında asit varlığında polisakkaritlerin özellikle de pektinin basit şekerlere hidrolizi ve diğer reçel bileşenlerinin çözünmesinden kaynaklandığını vurgulamışlardır. Çilek marmelatlarında yapılan bir çalışmada 9°C, 22°C ve 35°C'de 180 gün depolanan marmelatların SÇKM'si sıcaklık ve süre ile birlikte azalış göstermiştir [24].

### pH ve TA Değerinin Depolamaya Bağlı Değişimi

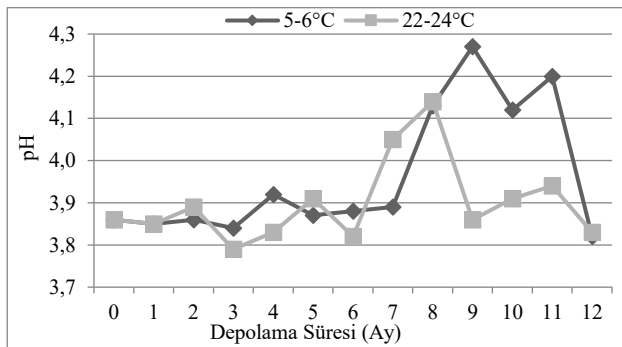
Varyans analizi sonuçlarına göre düşük şekerli marmelat örneğinin pH değeri üzerine depolama süresi, depolama sıcaklığı ve depolama süresi × sıcaklığı etkileşimini P<0,001 düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 1). Depolama başlangıcında 3,86 olan pH değeri 5-6°C depolama koşulunda 3,82'ye, 22-24°C depolama koşulunda 3,83'e düşmüştür. pH değerindeki düşüş 22-24°C depolama sıcaklığında daha fazla olmuştur (Şekil 2).

Dubey vd. [25], düşük kalorili aloevera bazlı ananas reçelinin 4°C, 25°C ve 35°C sıcaklıkta 8 haftalık depolama sürecinde pH değerinde düşüş olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, 35°C'de depolanan reçel numuneleri için pH'daki düşüş %22,5 iken, 25°C ve 4°C'de depolanan reçel numunelerinin pH'ı sırasıyla %15,6 ve %5,04 oranında azalma göstermiştir. Araştırmacılar, reçelin depolanması sırasında pH değerinin düşmesinin reçeli ekşi hale getirdiğini ancak mikrobiyal stabilitenin arttığı sonucuna varmıştır. Tatlandırıcı olarak stevianın



kullanıldığı düşük kalorili elma reçeli ve sakkaroz ile hazırlanan kontrol örneğinin 28 günlük depolama sürecinde pH değerinde düşüş gözlenirken [22]. Hindistan cevizi ve ananas pulpundan farklı kombinasyonlarla hazırlanan karışım reçellerin 4°C ve 30°C'de 6 ay depolanması sonucu pH değeri azalırken, toplam asitliğin arttığı gözlenmiştir [23]. Reçel marmelat gibi ürünlerde depolama sırasında pH değerindeki azalma depolama sırasında zayıf iyonize asit ve tuzlarının konsantrasyonundaki yükselmeye bağlanmaktadır. Bu durum ayrıca askorbik asit bozunması, pektinin hidrolizi veya polisakkaritlerin bozunması ve indirgen şekerlerin oksidasyonundan da kaynaklanabilir [21, 22, 25].

Düşük şekerli marmelat örneğinin 12 aylık depolama sırasındaki sitrik asit cinsinden belirlenen TA değişimleri Şekil 3'te yer almaktadır. Marmelat örneğinin TA değeri üzerine depolama süresi, depolama sıcaklığı ve depolama süresi × sıcaklığı etkisiyle etkili olmuştur (P<0,001; P<0,01; P<0,05) (Çizelge 1). Depolama başlangıcında 0,24 g 100 g<sup>-1</sup> olan TA değeri 5-6°C depolama koşulunda 0,27 g 100 g<sup>-1</sup>'a, 22-24°C depolama koşulunda 0,26 g 100 g<sup>-1</sup>'a yükselmiştir. Genel olarak marmelat örneklerinde depolama koşullarında asitlikte artış meydana gelmiştir. Bu örneklerin pH değerlerinde de düşüşler gözlenmiştir (Şekil 2). Tatlandırıcı olarak stevianın kullanıldığı düşük kalorili elma reçeli ve sakkaroz ile hazırlanan kontrol örneğinin 28 günlük depolama sürecinde pH değerinde düşüş gözlenirken, titre edilebilir asitlik miktarında artış gözlenmiştir [22]. Asitlikteki bu artışın, polisakkaritlerin bozunması ve pektik maddelerin parçalanması nedeniyle organik asitlerin oluşmasından kaynaklandığı rapor edilmiştir.



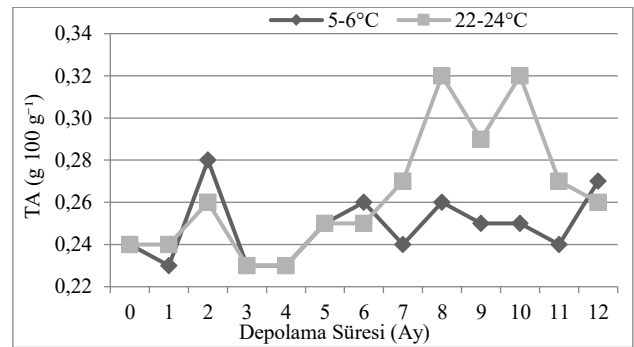
Şekil 2. Düşük şekerli turunç kabuğu marmelatının depolama sırasındaki pH değişimi

#### aw Değerinin Depolamaya Bağlı Değişimi

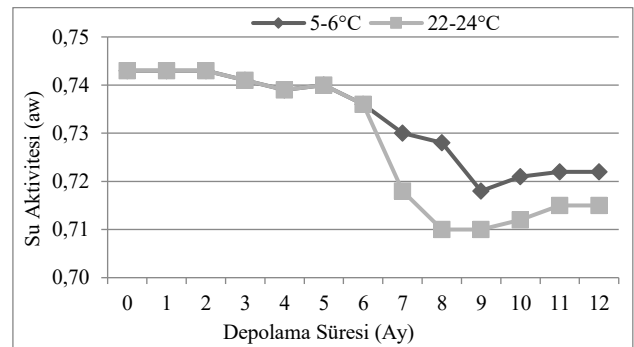
SÇKM'si %30 azaltılmış düşük şekerli marmelat örneğinin aw değeri üzerine depolama sıcaklığı, süresi ve depolama süresi × sıcaklığı etkisiyle etkili olmuştur (P<0,001) (Çizelge 1). Depolama

başlangıcında 0,743 olan aw değeri, 5-6°C sıcaklıkta depolanan örneklerde 0,722, 22-24°C sıcaklıkta depolanan örneklerde 0,715 değerine düşmüştür (Şekil 4).

Düşük şekerli marmelat örneklerinin tümünde 22-24°C'de depolama sıcaklığı koşulunun başlangıç aw değerinde daha fazla azalmaya yol açtığı gözlenmiştir. Reçel, marmelat prosesi sırasında ısıl işlemle suyun buharlaşması ve şeker ilavesine bağlı olarak kuru madde miktarı artmakta, dolayısıyla su aktivitesi düşmektedir. Tatlandırıcı olarak izomaltos ve tagatozun farklı kombinasyonlarının kullanıldığı limon marmelatlarının 60 gün depolanması sonucu su aktivitesinde bir miktar azalma meydana gelmiştir [26]. Su aktivitesi mikroorganizmaların gelişmesinde önemli bir rol oynamakta olup, gıdaların depolama stabilitesi etkileyen önemli parametrelerdendir. Su aktivitesindeki azalma depolama sırasında toplam çözünür katıların ve suyu bağlayan toplam şekerlerin artmasından kaynaklanıyor olabilir [27].



Şekil 3. Düşük şekerli turunç kabuğu marmelatının depolama sırasındaki TA değişimi

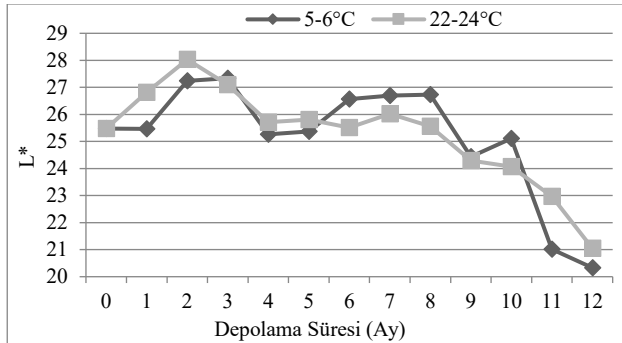


Şekil 4. Düşük şekerli turunç kabuğu marmelatının depolama sırasındaki aw değişimi

#### Renk Değerlerinin Depolamaya Bağlı Değişimi

CIE renk koordinat sistemine göre L\* değeri parlaklık değerini ifade ederken 0 ile 100 arasında bir değer alır. L\* değerinin 100'e yaklaşması materyalin parlaklığının arttığını göstermektedir. Varyans

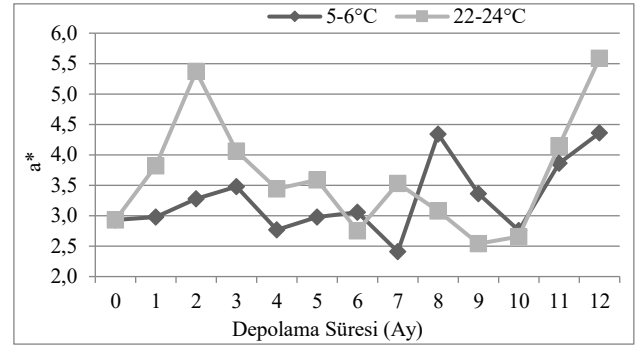
analizi sonuçlarına göre düşük şekerli marmelat örneğinin L\* değeri üzerine depolama süresi  $P<0,001$  düzeyinde etkili olurken, depolama sıcaklığı ve her iki faktörün interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Depolama başlangıcında 25,48 olan başlangıç L\* değeri 5-6°C depolama koşulunda %20,21 oranında azalarak 20,33, 22-24°C depolama koşulunda ise %17,38 oranında azalarak 21,05 değerine düşmüştür. Genel olarak 22-24°C'de depolanan örneklerin L\* değerinde daha fazla oranda düşüş gözlenmiştir (Şekil 5). Touati vd. [28] tarafından yapılan çalışmada, kayısı reçelinin 5°C, 25°C ve 37°C'de 60 gün depolanması sonucu L\* değerinde azalma tespit edilmiş bu azalma 25°C ve 37°C depolama sıcaklığında daha fazla olmuştur. Araştırmacılar bunun nedenini Maillard reaksiyonu ile kahverengi pigmentlerin oluşması ile açıklamışlardır. Ayrıca ön işlemler ve açık kazanda pişirme yöntemi, renk pigmentlerinin oksidasyonuna ve bozulmasına neden olabilmekte ve bu da reçel ve marmelat üretimi sırasında renk değerlerinde değişikliklere neden olabilmektedir [29]. Bir başka çalışmada ise çilek reçelleri 4°C ve 20°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta depolanmış, 4°C'de muhafaza edilen reçellerin L\* değerlerinin 20°C'de muhafaza edilenlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir [30].



Şekil 5. Düşük şekerli turuncu kabuğu marmelatının depolama sırasındaki L\* değeri değişimi

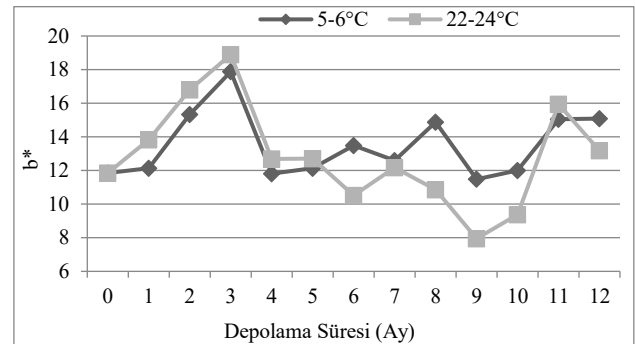
Düşük şekerli marmelat örneğinin a\* değeri üzerine depolama süresi ve depolama süresi  $\times$  sıcaklığı interaksiyonu  $P<0,001$  düzeyinde etkili olurken, depolama sıcaklığı  $P<0,01$  düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 1). Başlangıçta 2,93 olan a\* değeri depolama sonunda 5-6°C depolama sıcaklığında 1,48 kat (4,36), 22-24°C depolama sıcaklığında ise 1,90 kat (5,59) artış göstermiştir. a\* değeri 22-24°C depolama sıcaklığı koşullarında depolama süresi sonunda daha fazla artış göstermiştir (Şekil 6). a\* parametresi termal gıda proseslerinde önemli bir renk göstergesi olup, kırmızımsı renkler için pozitif (+60), yeşilimsi renkler için negatif değerler (-60) almaktadır [31]. a\* değerindeki artışlar genel olarak sıcaklık etkisiyle esmerleşme reaksiyonlarına ve

karotenoid gibi renk pigmentlerinin degradasyonu ile ilişkilendirilmiştir [32, 33]. Tagatoz ve oligo fruktozun farklı kombinasyonları ile formüle edilmiş portakal marmelatı üzerine yapılan bir çalışmada tagatoz içeriği en yüksek marmelatların 45 günlük depolamadan sonra a\* değerlerinin artış gösterdiği gözlemlenmiştir [34].



Şekil 6. Düşük şekerli turuncu kabuğu marmelatının depolama sırasındaki a\* değeri değişimi

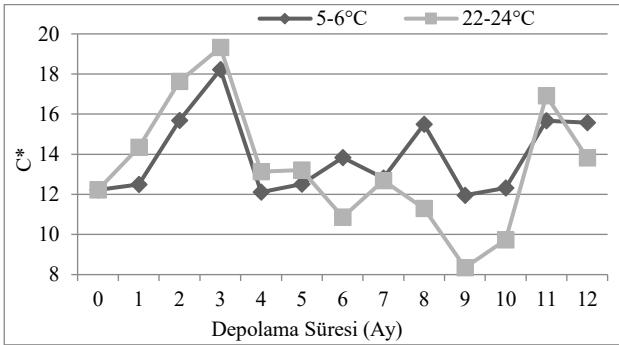
Sarı (+60)-mavi (-60) renk tonlarını gösteren b\* değeri üzerine depolama süresi ve depolama süresi  $\times$  sıcaklığı interaksiyonu  $P<0,001$  düzeyinde etkili olurken, depolama sıcaklığı  $P<0,05$  düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 1). Başlangıçta 11,86 olan b\* değeri depolama sonunda 5-6°C depolama sıcaklığında 1,27 kat artarak 15,09'a, 22-24°C depolama sıcaklığında ise 1,11 kat artarak 13,18'e yükselmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Düşük şekerli turuncu kabuğu marmelatının depolama sırasındaki b\* değeri değişimi

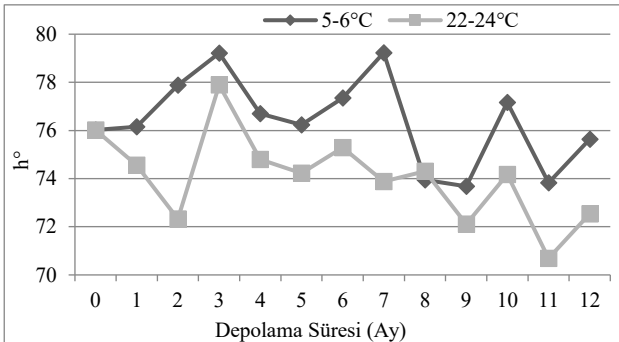
Tagatoz ve oligofruktozun farklı kombinasyonları ile formüle edilmiş portakal marmelatı üzerine yapılan bir çalışmada tagatoz içeriği en yüksek marmelatların 45 günlük depolamadan sonra b\* değerlerinin artış gösterdiği gözlemlenmiştir [34]. b\* değerinin pozitif değerlere yaklaşması sarılığın artışı anlamına gelmektedir. Tatlandırıcı olarak kullanılan Reb A'nın da b\* değeri üzerinde etkili olduğu değerlendirilmiştir. Öztürk [35], Reb A kullanılan portakal marmelatlarının şeker içeren marmelat

örneklerinden daha yüksek  $b^*$  değerine sahip olduğunu belirlemiştir.  $C^*$  değeri, rengin canlılığı ve doygunluğu ile ilgili bir parametredir. 0 değeri griakromatik (renksiz) renkleri ifade ederken, değer arttıkça rengin canlılığı artmaktadır [36]. Depolama süresi ve depolama süresi  $\times$  sıcaklığı interaksyonu  $C^*$  değeri üzerine  $P<0,001$  düzeyinde etkili olurken, depolama sıcaklığının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Başlangıçta 12,22 olan  $C^*$  değeri depolama sonunda 5-6°C depolama sıcaklığında 15,58'e, 22-24°C depolama sıcaklığında ise 13,82'ye yükselmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Düşük şekerli turuncu kabuğu marmelatının depolama sırasındaki  $C^*$  değeri değişimi

Hue açısı ( $h^\circ$ ) renk tonunu belirtmekte olup  $0^\circ$  veya  $360^\circ$  kırmızı,  $90^\circ$  sarı,  $180^\circ$  yeşil,  $270^\circ$  mavi renge işaret etmektedir [31].  $h^\circ$  değeri üzerine depolama süresi, depolama sıcaklığı  $P<0,001$  düzeyinde etkili olurken, depolama süresi  $\times$  sıcaklığı interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Başlangıçta 76,02 olan  $h^\circ$  değeri depolama sonunda 5-6°C depolama sıcaklığında %0,49 (75,64), 22-24°C depolama sıcaklığında ise %4,57 (72,54) oranında düşüş göstermiştir (Şekil 9).



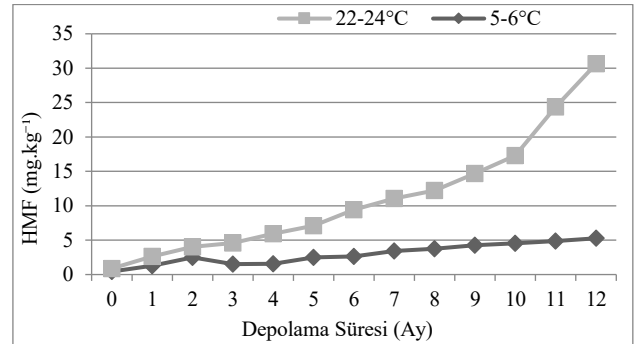
Şekil 9. Düşük şekerli turuncu kabuğu marmelatının depolama sırasındaki  $h^\circ$  değeri değişimi

22-24°C depolama sıcaklığında depolanan örneğin depolama sonunda renginin daha az sarı renkte olduğu değerlendirilmiştir. Rubio-Arrea vd.

[26], tatlandırıcı olarak izomaltoz ve tagatozun farklı kombinasyonlarının kullanıldığı limon marmelatlarının 60 gün depolanması sonucu  $h^\circ$  değerlerinin azaldığını rapor etmişlerdir. Başka bir çalışmada şeker yerine izomaltoz ve tagatoz gibi farklı tatlandırıcı kombinasyonları ile oluşturulan mandarin portakal marmelatlarında 180 gün depolama süresi sonunda  $h^\circ$  değerlerinin azaldığını rapor edilmiştir [37].

### HMF Miktarının Depolamaya Bağlı Değişimi

Düşük şeker içerikli marmelat örneğinin HMF miktarı üzerine varyasyon kaynaklarının etkisi  $P<0,001$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Başlangıçta  $0,44 \text{ mg.kg}^{-1}$  olan HMF değeri depolama sonunda 5-6°C depolama sıcaklığında 11,97 kat ( $5,27 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), 22-24°C depolama sıcaklığında ise 57,63 kat ( $25,36 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) artış göstermiştir (Şekil 10). TSE (Türk Standartları Enstitüsü)'ye göre HMF miktarı 1. Sınıf reçellerde maksimum  $50 \text{ mg.kg}^{-1}$  olmalıdır. Depolama süresi içerisinde HMF artışları gerçekleşse de belirlenen HMF miktarları bu değer altında kalmıştır.



Şekil 10. Düşük şekerli turuncu kabuğu marmelatının depolama sırasındaki HMF miktarı değişimi

Genel olarak depolama süresi içerisinde özellikle 22-24°C depolama sıcaklığında muhafaza edilen marmelat örneklerinin HMF miktarları daha fazla oranda artış göstermiştir. Touati vd. [28], kayısı reçelinin 5°C, 25°C ve 37°C'de 60 gün depolanması sonucunda HMF içeriğinde 5°C'de (%15,96) hafif bir artış olduğunu, ancak 25°C ve 37°C'de daha büyük bir artış gözlemlendiğini (sırasıyla %112,77 ve %150) bildirmişlerdir. HMF oluşumunun büyük ölçüde depolama sıcaklığına bağlı olduğunu, istatistiksel analiz sonucuna göre de depolama süresi ve sıcaklığı interaksyonunun HMF içeriği üzerine önemli bir etkiye sahip olduğunu değerlendirmişlerdir.

HMF, karbonhidrat içeren çok çeşitli gıdalarda aşırı ısıtma veya depolamadan kaynaklanan kalite bozulmalarının bir göstergesi olarak kabul

edilmektedir [28]. Farklı maviyemiş çeşitlerinden üretilen reçel ve marmelatların 6 ay oda koşullarında depolanması sonucunda HMF miktarının reçellerde %65-67 oranında, marmelatlarda ise %55-87 oranında artış gösterdiği belirlenmiştir [38]. Pektine alternatif olarak portakal marmelatına kuru portakal kabuğu ilave edilerek hazırlanan zenginleştirilmiş marmelatların 20°C ve 35°C'de depolama sıcaklığında 150 gün depolanması sonucu HMF miktarında artış olduğu belirlenmiştir [39]. HMF oluşumu pH, şeker konsantrasyonu, su aktivitesi ve sıcaklığa bağlı olan şekerlerin parçalanma ürünüdür. Genel olarak reçel ve marmelat gibi ürünlerin pişirilmesi ve depolamadaki sıcaklık koşullarının etkisi ile Maillard Reaksiyonu etkisiyle HMF oluşumu gerçekleşmektedir [14].

### **Toplam Küf ve Maya Analizi Sonuçları**

Toplam küf ve maya analizi sonuçlarına göre marmelat örneğinin farklı sıcaklık şartlarında 12 aylık depolama süresi içerisinde herhangi küf ve maya kolonisi gelişimine rastlanmamıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Düşük şekerli turunç kabuğu marmelatının depolama süresince toplam küf ve maya sayısı sonuçları (kob.g<sup>-1</sup>)

Depolama Süresi (Ay)	Depolama Sıcaklığı	
	5-6°C	22-24°C
0	<10	<10
1	<10	<10
2	<10	<10
3	<10	<10
4	<10	<10
5	<10	<10
6	<10	<10
7	<10	<10
8	<10	<10
9	<10	<10
10	<10	<10
11	<10	<10
12	<10	<10

Bakterilere göre maya ve küfler pH'sı 5'in altındaki gıda maddelerinde daha hızlı çoğalarak bozulmaya neden olurlar. Ayrıca bu mikroorganizmalar reçel, marmelat ve pekmez gibi düşük su aktivitesine sahip gıdalarda kolaylıkla gelişirler [27, 40].

Su aktivitesi sıcaklık, pH, redoks potansiyeli gibi koruyucu faktörler ile birlikte mikroorganizma gelişmesini önleyici ortamların sağlanmasına yardımcı olur. Patojen bakteriler için minimum aw değeri 0,90. mayalar için 0,80, küfler için ise 0,75-0,60'dır. Reçel ve marmelatlar genel olarak yüksek şeker içeriğine sahiptir ve meyve içeriğine bağlı olarak asidik özellikte de olabilirler. Daha az asitli

ürünlerde su aktivitesi kritik rol oynar ve su aktivitesi mikroorganizma çoğalmasını engeller [41].

### **SONUÇ**

Bu çalışmada şeker içeriği %30 azaltılmış ve yerine Steviol glikozit Reb A ikame edilerek üretilmiş turunç kabuğu marmelatı iki farklı depolama sıcaklığında (5-6°C/22-24°C) 12 ay süre ile depolanarak, depolama süresi boyunca bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Depolama sıcaklığı ve süresi turunç kabuğu marmelatının incelenen özellikleri üzerine etkili olmuştur. Depolama sonunda, 5-6°C sıcaklıkta depolanan örneklerde SÇKM artmış, 22-24°C'de depolanan örneklerde ise depolama sonunda azalmıştır. pH değeri ve su aktivitesi değerleri düşüş gösterirken, titrasyon asitliği artış göstermiştir. Renk değerleri açısından incelendiğinde genel olarak depolama süresi boyunca marmelat örneklerinin L\* ve h° değerleri azalmış, a\*, b\* ve C\* değerleri artmıştır. HMF içerikleri başlangıca göre depolama süresi boyunca artmış, bu artış 22-24°C'de depolama sıcaklığında 5-6°C'dekinden daha fazla gerçekleşmiştir. Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucu depolama süresi içerisinde düşük şeker içerikli marmelat örneğinde küf ve maya gelişimi gözlenmemiştir. Depolama koşulları açısından değerlendirildiğinde, genel olarak depolamaya tabi tutulan düşük şeker içerikli turunç marmelatının fizikokimyasal ve mikrobiyolojik stabilite açısından 5-6°C'de 12 ay süre ile muhafaza edilebileceği sonucuna varılmıştır.

### **TEŞEKKÜR**

Bu çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) imkânlarıyla yürütülen TAGEM/HSGYAD/B/19/A3/P2/1212 numaralı projenin bir bölümüdür. Desteklerinden dolayı TAGEM Hayvan Sağlığı, Gıda ve Yem Araştırmaları Daire Başkanlığı Bitkisel Gıda Araştırmaları Çalışma Grubu'na teşekkürlerimi sunarım.

### **KAYNAKLAR**

1. Pawar, R.S., Sagi, S., Leontyev, D., 2020. Analysis of bitter orange dietary supplements for natural and synthetic phenethylamines by LC-MS/MS. Drug Testing and Analysis 12(9):1241-1251.

2. TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri (<https://data.tuik.gov.tr/kategori/getkategori?p=tarim-111landdil=1>) (Erişim Tarihi: 25.04.2024).
3. Jabri Karoui, I., Marzouk, B., 2013. Characterization of bioactive compounds in Tunisian bitter orange (*Citrus aurantium* L.) peel and juice and determination of their antioxidant activities. *BioMed Research International* 2013(1):345415.
4. Farag, M.A., Abib, B., Ayad, L., Khatlab, A.R., 2020. Sweet and bitter oranges: An updated comparative review of their bioactives, nutrition, food quality, therapeutic merits and biowaste valorization practices. *Food Chemistry* 331:127306.
5. Adeline Dorcas, F., Sheila, J., Estherly, D., Priya, I., Priyadarshini, S., 2016. Study on the antimicrobial property of bitter orange (*Citrus aurantium* L.) Peel powder and developing recipes using the powder. *International Journal of Home Science* 2(21):125-131.
6. Heydari, M., Rostami, O., Mohammadi, R., Banavi, P., Farhoodi, M., Sarlak, Z., Rouhi, M., 2021. Hydro distillation ultrasound-assisted green extraction of essential oil from bitter orange peel wastes: Optimization for quantitative, phenolic, and antioxidant properties. *Journal of Food Processing and Preservation* 45(7):e15585.
7. Gaff, M., Esteban-Decloux, M., Giampaoli, P., 2020. Bitter orange peel essential oil: A review of the different factors and chemical reactions influencing its composition. *Flavour and Fragrance Journal* 35(3):247-269.
8. Binici, H.İ., Özdemir, C., Özdemir, S., 2023. The physical, chemical, sensory properties and aromatic organic substance profile of kefir added citrus fruits in different proportions. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(4):871-878.
9. Tao, R., Cho, S., 2020. Consumer-based sensory characterization of steviol glycosides (rebaudioside A, D and M). *Foods* 9(8):1026.
10. Wang, Y., Luo, X., Chen, L., Mustapha, A.T., Yu, X., Zhou, C., Okonkwo, C.E., 2023. Natural and low-caloric rebaudioside A as a substitute for dietary sugars: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 22(1):615-642.
11. Yang, Y., Xu, M., Wan, Z., Yang, X., 2022. Novel functional properties and applications of steviol glycosides in foods. *Current Opinion in Food Science* 43:91-98.
12. Yildiz, M., Karhan, M., 2021. Characteristics of some beverages adjusted with stevia extract, and persistence of steviol glycosides in the mouth after consumption. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 24:100326.
13. Anonim, 2013. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği (<https://kms.kaysis.gov.tr/home/kurum/24308110>) (Erişim: 25.04.2024).
14. Licciardello, F., Muratore, G., 2011. Effect of temperature and some added compounds on the stability of blood orange marmalade. *Journal of Food Science* 76(7):C1094-C1100.
15. Mesquita, K.S., Borges, S.V., Carneiro, J.D.D.S., Menezes, C.C., Marques, G.R., 2013. Quality alterations during storage of sugar-free guava jam with added prebiotics. *Journal of Food Processing and Preservation* 37(5):806-813.
16. Anonim, 2006. Türk Gıda Kodeksi reçel, jöle, marmelat ve tatlandırılmış kestane püresi tebliği. Tebliğ No:2006/55 (<https://kms.kaysis.gov.tr/home/kurum/24308110>) (Erişim: 23.04.2024).
17. Turgut, D.Y., Tanrıseven, M., YeğİN, A.B., Gölüklü, M., Tokgöz, H., Kola, O., 2023. Düşük şekerli turunc marmelatı üretiminde rebaudioside A kullanımının araştırılması. *Gıda* 48(4):872-887.
18. Cemeroglu, B., 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, 535 s.
19. Tontul, I., Topuz, A., 2017. Effects of different drying methods on the physicochemical properties of pomegranate leather (pestil). *LWT* 80:294-303.
20. Anonym, 2008. ISO 21527-1:2008. Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds-part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0.95.
21. Pavlova, V., Karakashova, L., Stamatovska, V., Delchev, N., Necinova, L., Nakov, G., Blazevska, T., 2013. Storage impact on the quality of raspberry and peach jams. *Journal of Hygienic Engineering and Design* 664:25-28.
22. Sutwal, R., Dhankhar, J., Kindu, P., Mehla, R., 2019. Development of low-calorie jam by replacement of sugar with natural sweetener Stevia. *International Journal of Current Research and Review* 11:9-16.
23. Rana, M.S., Yeasmin, F., Khan, M.J., Riad, M.H., 2021. Evaluation of quality characteristics and storage stability of mixed fruit jam, *Food Research* 5(1):225-231.
24. Gülhan, A., Çoklar, H., Akbulut, M., 2023. Enhancement of Strawberry Marmalade with Crab Apple (*Malus floribunda*) Anthocyanins. *Journal of the Institute of Science and Technology* 13(1):326-340.
25. Dubey, A., Kumar, A., Rao, P.S., 2021. Development and storage study of reduced calorie aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) based

- pineapple fruit jam. *Journal of Food Measurement and Characterization* 15(1):961-975.
26. Rubio-Arreaez, S., Ferrer, C., Capella, J.V., Ortolá, M.D., Castelló, M.L., 2017. Development of lemon marmalade formulated with new sweeteners (isomaltulose and tagatose): Effect on antioxidant, rheological and optical properties. *Journal of Food Process Engineering* 40(2):1-8.
27. Kanwal, N., Randhawa, M.A., Iqbal, Z., 2017. Influence of processing methods and storage on physicochemical and antioxidant properties of guava jam. *International Food Research Journal* 24(5):2017-2027.
28. Touati, N., Tarazona-Díaz, M.P., Aguayo, E., Louaileche, H., 2014. Effect of storage time and temperature on the physicochemical and sensory characteristics of commercial apricot jam. *Food Chemistry* 145:23-27.
29. Durmuş, F., Özcan-Sinir, G., Şahin, K.G., Çopur, Ö.U., 2020. Determination of physicochemical properties and antioxidant capacity of artichoke (*Cynara cardunculus* var. *Scolymus* L.) jam produced from different cultivars. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 17(2):191-202.
30. Wicklund, T., Rosenfeld, H.J., Martinsen, B.K., Sundfór, M.W., Lea, P., Bruun, T., Blomhoff, R., Haffner, K., 2005. Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. *LWT-Food Science and Technology* 38(4):387-391.
31. Pathare, P.B., Opara, U.L., Al-Said, F.A.J., 2013. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and Bioprocess Technology* 6(1):36-60.
32. Naknaen, P., Itthisoponkul, T., 2015. Characteristics of cantaloupe jams as affected by substitution of sucrose with xylitol. *International Journal of Fruit Science* 15(4):442-455.
33. Ozcan-Sinir, G., Ozkan-Karabacak, A., Tamer, C.E., Copur, O.U., 2018. The effect of hot air, vacuum and microwave drying on drying characteristics, rehydration capacity, color, total phenolic content and antioxidant capacity of Kumquat (*Citrus japonica*). *Food Science and Technology* 39:475-484.
34. Rubio-Arreaez, S., Sahuquillo, S., Capella, J.V., Ortolá, M.D., Castelló, M.L., 2015. Influence of healthy sweeteners (tagatose and oligofructose) on the physicochemical characteristics of orange marmalade. *Journal of Texture Studies* 46(4):272-280.
35. Öztürk, Ş., 2023. Rebaudiosit A kullanılarak düşük şekerli portakal marmelatı üretimi ve duyuşsal özellikleri. *Akademik Gıda* 21(1):57-69.
36. Dönmez, I., Özer, H., Gülser, C., 2016. Bazı bölgesel organik atıkların topraksız tarımda (torba kültürü) kullanılabilme imkânlarının belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 31(2):171-178.
37. Rubio-Arreaez, S., Capella, J.V., Ortolá, M.D., Castelló, M.L., 2016. Effect of replacing sucrose with tagatose and isomaltulose in Mandarin orange marmalade on rheology, colour, antioxidant activity, and sensory properties. *Acta Alimentaria* 45(3):406-415.
38. Güzel, E.K., Kaya, C., Yücel, E.E., Bayram, M., 2021. Determination of some properties of jam and marmalade produced from different blueberry varieties (*Vaccinium* sp.). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 9(5):937-945.
39. Sicari, V., Pellicanò, T.M., Laganà, V., Poiana, M., 2018. Use of orange by-products (dry peel) as an alternative gelling agent for marmalade production: Evaluation of antioxidant activity and inhibition of HMF formation during different storage temperature. *Journal of Food Processing and Preservation* 42(2):e13429.
40. Ünlütürk, A., Turantaş, F., 1996. *Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*. Ege Meslek Yüksekokulu, Yayın No:19, İzmir.
41. Karaçalı, İ., 2002. *Meyve ve Sebze Değerlendirme*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:19/4, İzmir, 263 s.

## Tuz Stresi Uygulanan Biber Türlerinde (*Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L. ve *Capsicum chinense* Jacq.) Meyve Olgunlaşma Dönemlerinde Meydana Gelen Fizikokimyasal ve Renk Değişimleri

Ümit Haydar EROL\*

Dr. Öğr. Üyesi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kilis; ORCID: 0000-0001-6126-5844  
Gönderilme Tarihi: 7 Eylül 2024 Kabul Tarihi: 24 Eylül 2024

### ÖZ

Bu çalışmada, tuz stresinin üç biber türünün (*Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L. ve *Capsicum chinense* Jacq.) farklı olgunlaşma aşamalarındaki fizikokimyasal ve renk özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Biberler yeşil, alacalı ve kırmızı olgunlaşma aşamalarında 0 mM, 50 mM ve 100 mM NaCl'e maruz bırakılmıştır. Çalışma, tuzlu topraklarda biber üretiminin sürdürülebilirliği için kritik öneme sahiptir. Farklı biber türlerinin tuz stresine tepkileri yeterince araştırılmadığından, bu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. Sonuçlar, tuz stresinin nem içeriği, toplam kül, pH, titre edilebilir asitlik, su aktivitesi ve renk parametrelerini önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. *C. chinense* en yüksek nem içeriğine ve su aktivitesine sahipken, *C. annuum* daha yüksek toplam kül içeriği ve pigment yoğunluğu (ASTA değeri) göstermiştir. Meyveler olgunlaştıkça nem içeriği azalmış ve toplam kül içeriği artmıştır. Tuz stresi su aktivitesi, pH ve titre edilebilir asitlikte azalmaya neden olurken, yüksek tuz konsantrasyonları su kaybının artmasına ve meyve kalitesinde düşüşe yol açmıştır. Ayrıca, tuz stresi renk parametrelerini ve ASTA değerlerini azaltarak karotenoid pigment sentezinin baskılandığını göstermiştir. Çalışma, tuz stresi biberin fizyolojik ve biyokimyasal kalitesini olumsuz etkilediğinden, tuza toleranslı biber çeşitlerinin geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır. Bu bulgular, özellikle tuzlu topraklara sahip bölgelerde sürdürülebilir biber üretimi için uygun agronomik stratejilerin ve dikkatli çevresel izlemenin gerekli olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, tuz stresinin biber meyve kalitesini etkilediği mekanizmalar hakkında değerli bilgiler sağlamak ve mahsulün dayanıklılığını artırmak için yollar önermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Biber, tuz stresi, olgunluk dönemi, fizikokimyasal özellikler

**Physicochemical and Color Changes During Fruit Ripening in Pepper Species (*Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L. and *Capsicum chinense* Jacq.) Exposed to Salt Stress**

### ABSTRACT

This study examines the impact of salt stress on the physicochemical and color characteristics of three pepper species (*Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L. and *Capsicum chinense* Jacq.) at different ripening periods. Peppers were exposed to 0 mM, 50 mM and 100 mM NaCl during the green, breaking and red ripening periods. The study is critical for the sustainability of pepper production in saline soils. Since the responses of different pepper species to salt stress have not been sufficiently investigated, it aims to fill this gap. The results showed that salt stress significantly influenced moisture content, total ash, pH, titratable acidity, water activity and color parameters. *C. chinense* had the highest moisture content and water activity, while *C. annuum* demonstrated a higher total ash content and pigment density (ASTA value). As fruits ripened, moisture content decreased and total ash content increased. Salt stress caused reductions in water activity, pH and titratable acidity, with high salt concentrations leading to increased water loss and a decline in fruit quality. Furthermore, salt stress reduced color parameters and ASTA values, indicating suppressed carotenoid pigment synthesis. The study highlights the importance of developing salt-tolerant pepper varieties, as salt stress negatively impacts the physiological and biochemical quality of peppers. These findings suggest that appropriate agronomic strategies and careful environmental monitoring are essential for sustainable pepper production, particularly in areas with saline soils. The results provide valuable insights into the mechanisms through which salt stress affects pepper fruit quality and suggest avenues for improving crop resilience.

**Keywords:** Pepper, salt stress, ripening period, physicochemical properties

\*Sorumlu yazar / Corresponding author: umith.erol@hotmail.com

## INTRODUCTION

Solanaceae is a large family of plants that play a crucial role in agricultural and health affairs, made up of important genus that include potato, tomato, eggplant, pepper, tobacco and petunia. It has been estimated that this large family contains about 100 genus and 2,500 species, all varying in the biological and economic importance of the species within it [1]. Some bioactive compounds in Solanaceae plants include phenolic compounds, alkaloids, saponins, terpenes and lipids, among others [2]. These are known to have protective effects due to the richness of antioxidant properties and vitamin content against several diseases including cancer [3]. Capsicum genus is one of the economically and nutritionally valuable families, native to Central and South America. The wide usage of peppers in culinary, medicinal and industrial applications spread across the world [4]. Among the 43 species in the Capsicum genus, there are only five: *C.chinense*, *C.baccatum*, *C.frutescens*, *C.pubescens* and *C.annuum* that are of commercial and nutritional importance. Peppers contain lots of vitamins A, C and E, carotenoids, phenolic compounds as well as capsaicinoids, which are very beneficial to human health [5].

The process of fruit ripening is a complex phenomenon that results from the biochemical changes in the plant and directly affects the flavor, color, aroma, texture and nutritional value of the fruit [6]. In this regard, there are remarkable changes in the levels of phenolic compounds and antioxidant activities during ripening [7]. The maturity of pepper fruit at ripening significantly influences the nutritive quality of ascorbic acid, total phenolic content, chlorophyll and carotenoids [8].

Environmental stress factors, especially salt stress, have a high influence on the quality of fruits. The mechanisms affecting plant growth and development under salt stress are mainly due to osmotic and ionic effects on water uptake and nutrient balance [9]. In salt-sensitive plants such as peppers, the stress evokes physiological and biochemical changes in the plant, leading to variations in phenolic compounds, antioxidant capacity and other key biochemical properties. The literature includes enough reports on modifications that occur in biochemical features of pepper fruits under saline stress [10, 11]. This study aims to investigate the effects of salt stress on the physicochemical and color characteristics of *C.annuum*, *C.baccatum* and *C.chinense* fruits at different ripening periods. Pepper fruits were subjected to 0 mM (control), 50 mM and 100 mM NaCl concentrations during their green, breaking and red ripening periods. The objective is to evaluate how

salt stress influences the physiological, biochemical and color properties of pepper fruits at various growth periods and to assess changes in fruit quality under stress conditions.

## MATERIALS AND METHODS

### *Cultivation of Plant Materials and Salt Stress Conditions*

The plant materials used in this study were cultivated in greenhouses at the Agricultural Practice and Research Center of Kilis 7 Aralık University between March and September. To achieve a broad range of biological diversity, pepper plants of different genetic backgrounds and geographical origins were selected. Three different pepper species were chosen for this purpose: *Capsicum baccatum* L. (PI439381), *Capsicum chinense* Jacq. (PI152225) and *Capsicum annuum* L. (PI636147).

For seedling cultivation, a sufficient quantity of seeds from the three pepper species (*C.baccatum*, *C.annuum* and *C.chinense*) were sown in March 2022. The sowing was carried out in greenhouses equipped with an automatic irrigation system and heating apparatus and the seeds were left to germinate. The seeds were planted in 384-cell trays filled with a 3:1 mixture of peat and perlite (EC: 0.26 dS/m, pH: 6.2). After the plants developed their fourth true leaves, they were transplanted into 10-liter pots in May 2022. The transplanting was done in acclimation greenhouses, with only one plant per pot.

The water-holding capacity (field capacity) of the growth medium used in the pots was determined by gravimetric method. Field capacity was computed as the saturation weight minus the dry weight after which the growth medium is completely saturated with water. From the measures derived, field capacity for the 10-liter pots was approximately 2 liters of water. Irrigation was maintained at 1.5 liters to ensure it stayed at 75% of its field capacity and it was applied as per the plant's demand in regular intervals during the growing season. The experiment was laid out in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. Eight plants were included in each replication. This design was therefore necessary to ascertain the impacts of the salt treatments and avoid the risk of coming up with invalid results due to statistics. Salt treatments were made using irrigation with solutions of NaCl at different molarities. The control was irrigated with water without salt (0 mM NaCl). The other molarities was irrigated with 50 mM and 100 mM NaCl, respectively. During all the fruiting period until all plants bore completely red fruits, the samples were taken at all ripening periods-



green, breaking and riped red. The concentrations of 50 mM and 100 mM NaCl were selected based on previous studies that examined the effects of salt stress on pepper plants [12, 13, 14]. These levels represent moderate to high salinity conditions commonly found in agricultural soils affected by salinization. Moreover, these concentrations were chosen to ensure comparability with existing research and to observe clear physiological and biochemical responses in the plants.

### **Physicochemical Analyses**

Moisture content, total ash, pH, titratable acidity and water activity were some of the physicochemical properties determined in the pepper species. All these analyses were done in triplicates on the pepper species to compare the physicochemical profile at different ripening periods.

#### *Moisture Content*

Moisture content was determined by the loss in weight of each pepper sample after drying at a predetermined temperature. Pepper samples of the three different species taken were at various degrees of ripening. One-gram portions were then oven dried to constant weight at a temperature of 105°C. The process lasted for 2 to 3 hours and the weights before and after drying were recorded. The moisture content was calculated as the percentage from the weight loss ( $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). All analyses were carried out in triplicate for each sample [15].

#### *Total Ash Content*

For total ash content determination, 2 g of the pepper samples was taken in porcelain crucibles and incinerated in a muffle furnace within a temperature range of 500-550°C. The samples were incinerated until they turned into ash; this took between 2-3 hours. The samples were allowed to cool inside a desiccator until constant weight was obtained. The total ash content was calculated as a percentage in relation to the weight difference prior and post incineration ( $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). All measurements were taken in triplicate for better precision [16].

#### *pH and Titratable Acidity*

Fresh pepper samples were mechanically homogenized to extract the juice, which was separated from the solid components. The pH of the pepper juice was measured using an ST20 model pH meter. Each sample was measured three times and the average values were recorded [16]. For titratable acidity analysis, 10 mL of pepper juice was titrated with 0.1 N NaOH solution until a pH of 8.1 was reached, with phenolphthalein as an indicator. The

titratable acidity was calculated as a percentage of citric acid and all measurements were repeated three times.

#### *Water Activity (aw)*

The water activity (aw) of the pepper samples was measured using an Amtast brand portable water activity meter. Three measurements were taken for each sample and the average water activity values were recorded for each sample [17].

### **Color Analysis of Fruits**

The color analysis of the pepper samples was conducted at different ripening periods using both colorimetric and spectrophotometric methods. Colorimetric measurements were performed with a Techkon colorimeter in the L\*, a\* and b\* color space. Spectrophotometric analysis followed the protocol [18]. In this method, 0.1 g of pepper sample was extracted in 100 mL of acetone for 16 hours at room temperature. After the extraction period, absorbance was measured at 460 nm against acetone using a Libra S70 spectrophotometer. The color intensity (ASTA) was calculated using the following formula:

$$\text{ASTA} = \text{Absorbance} \times 16.4 \times \text{If} / \text{weight}$$

(Where If represents the instrument factor, calculated by dividing the theoretical absorbance of the standard color solution (0.001 M  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  and 0.09 M  $(\text{NH}_4)_2\text{Co}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  in 1.8M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) at 460 nm by the actual absorbance measured. All analyses were performed in triplicate for each sample).

### **Statistical Analyses**

All data obtained from the experiment were subjected to variance analysis using JMP 14 software. Multiple comparison tests were conducted using Student's t-test. A significance level of 0.05 was set for all parameters and results with  $p \leq 0.05$  were considered statistically significant.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

### **Physicochemical Analyses**

#### *Moisture Content*

The results indicated significant differences in moisture content among the pepper species (Table 1). *C.chinense* had the highest average moisture content (94.99%), followed by *C.baccatum* (91.71%) and *C.annuum* (89.95%). These findings suggest that the genetic makeup and water-holding capacities of these species vary. The tropical origin of *C.chinense* may contribute to its higher water retention capacity. When examined by ripening period, the green period

had the highest moisture content (95.79%), which decreased to 93.18% during the breaking period and further dropped to 91.44% at the red period. This suggests that as pepper fruits mature, they lose water and the cell walls become denser. Green fruits, having less mature cell structures, tend to retain more water, while water loss naturally increases as the fruit ripens.

In the salt stress treatments, the control group exhibited the highest average moisture content (94.87%), which decreased to 91.31% with 50 mM NaCl treatment and further decreased to 90.74% with 100 mM NaCl treatment. These results depict the influence of salt stress on the moisture content. High salt concentrations change the osmotic balance within plants, which results in cell water loss. This leads to a decrease in the plant's water holding ability and hence leads to low moisture content [19].

Table 1. Comparison of the effects of salt stress treatments on physicochemical properties according to pepper species and plant ripening periods

	Moisture (% g.g <sup>-1</sup> )	Total ash (% g.g <sup>-1</sup> )	pH	Titration acidity (citric acid, %)	Water activity (aw)
Species (S)	**	***	**	***	*
<i>C.annuum</i>	89.95 C	5.91 C	5.81 C	0.65 A	0.94 B
<i>C.baccatum</i>	91.71 B	6.82 B	5.94 B	0.53 B	0.97 A
<i>C.chinense</i>	94.99 A	7.59 A	6.18 A	0.27 C	0.98 A
Fruit Ripening Period (RP)	***	**	**	***	**
Green	95.79 x	6.31 z	5.79 y	0.54 x	0.99 x
Breaking	93.18 y	6.72 y	5.95 x	0.47 y	0.97 x
Red	91.44 z	7.83 x	6.01 x	0.12 z	0.93 y
Salt Treatments (ST)	***	***	***	***	*
0 mM NaCl (Control)	94.87 a	5.85 c	5.82 c	0.48 a	0.98 a
50 mM NaCl	91.31 b	6.18 b	5.94 b	0.32 b	0.96 b
100 mM NaCl	90.74 c	7.47 a	6.06 a	0.15 c	0.94 c
Mean	92.66	6.74	5.94	0.39	0.96
S × RP	**	**	**	***	**
S × ST	**	***	**	***	*
RP × ST	***	**	**	***	**
S × RP × ST	ns	ns	*	*	*

Letters show the mean values of different groups in each column. ns non-significant, \*p ≤ 0.05, \*\*p ≤ 0.01, \*\*\*p ≤ 0.001, as indicated by the Tukey's HSD test.

The findings were consistent with other studies from the literature. For example, Kacjan Maršić et al. (2021) argued that salt-induced high-water deficit in low moisture content plants is caused by reduced retention of water [20]. Similarly, Yadav et al. (2011) demonstrated that when plants are subjected to salt stress, this would lead to increased water losses because of its high osmotic pressure, eventually leading to low moisture content [21]. Meanwhile, fruits lose water as a result of the normal ripening process; hence, mature fruits have low moisture content. According to Kim et al. (2004), maturation in pepper fruits was also found to be associated with

loss of water and that the cell wall became denser [22].

#### Total Ash Content

Significant differences in total ash content were observed among the pepper species (Table 1). *C.chinense* had the highest average ash content (7.59%), followed by *C.baccatum* (6.82%) and *C.annuum* (5.91%). Ash content in a plant is a measure of the mineral content and the buildup of inorganic substances in the plant tissue. Therefore, these values may imply that *C.chinense* tends to accumulate more minerals, which might be inherent in the plant's genetic constitution and in the environmental conditions under which it is grown. When evaluated by ripening period, the total ash content was highest during the red period (7.83%) and lowest during the green period (6.31%). These findings suggest that mineral accumulation increases as the fruit matures. Ripening fruits tend to accumulate more minerals in their cellular structures, which increases ash content. Besides that, the concentration of inorganic substances becomes higher with the ripeness of a fruit due to the loss of water during ripening.

The salt stress significantly affected the average total ash content. The ash content was 5.85% in the control group, but after 50 mM NaCl, the ash content shot up to 6.18%, further increasing to 7.47% with the treatment of 100 mM NaCl. These results indicated that salt stress could lead to the increase of Na and Cl and ashes in the organs of treated plants. Several studies have also reported that the salt stress can enhance the accumulation of minerals, which in turn increases the total ash level. For example, Sarker et al. (2018) indicated that salt stress enhances ion accumulation in plants and therefore leads to a significant increase in ash content [23]. Similarly, Smith et al. (2016) elaborated that at high salt concentrations, plant materials accumulate more inorganic matter, therefore increasing its ash content [24]. These salts are absorbed by plants from soil in saline conditions and increase the number of minerals in tissues. Mineral imbalance in plant species and increased ash content in all the parts of the plant species are a common report in literature for salt stress.

All these will help identify the essential agricultural practices for pepper cultivation in saline soils. More minerals accumulated in the plants under salinity will affect the performance of the plant, not only in growth but also the nutritional value in the fruit. An increase in ash content may be taken as an adaptive response to salt stress and calls for strictly

controlling the environmental conditions during pepper cultivation.

#### *pH and Titratable Acidity*

The pH and titratable acidity of pepper fruits showed significant changes due to both ripening and salt stress (Table 1). On average, *C.chinense* had the highest pH value (6.18) and *C.annuum* had the lowest pH (5.81). Concerning titratable acidity, *C.annuum* was the acidulous fruit (0.65%), while *C.chinense* showed the least acidity (0.27%). During the ripening periods, pH increased from 5.79 at green maturity to 6.01 at red maturity and titratable acidity decreased from 0.54% to 0.12%. This inverse relationship is related to the fact that its content of acidic compounds decreases while the accumulation of sugar increases as it matures and, respectively, it tastes sweeter. These results are within the range of those already reported [25, 26].

Salt stress created an effect similar to that produced by drought. The average pH changed from 5.82 in the control up to 6.06 under the highest salt treatment, 100 mM NaCl. In contrast, titratable acidity decreased from 0.48% in the control down to 0.15% under the highest salt treatment. Suppressed organic acid production minimizes acidity and increases pH in salt-stressed plants [27]. In relation with the available literature, this result could be associated with the fact that the presence of salt stress disrupts the balance between acids and sugars in plant metabolism by decreasing the generation of acid because of osmotic pressure [28]. Panchal et al. (2021) also emphasized that salt stress results in a reduced production of organic acids and, thereby, lowers pH, associated with a reduction of the availability of acidic compounds in plant tissues [29].

The pH and titratable acidity statistically showed significant differences in the parameters among species, ripening periods and salt stress. In the analysis of variance of pH, the result was extremely remarkable at the level  $p \leq 0.01$ . The results of titratable acidity similarly also demonstrated statistically significant differences among ripening periods and salt stress ( $p \leq 0.001$ ). Titration acidity significantly reduced during the course of maturity, with an increase in salt stress [30]. These results imply that both ripening and salt stress induce a significant impact on the chemical composition of pepper fruits with an inverse relationship between pH and titratable acidity. This assay's results demonstrate a change in maturity in the different ripening periods of pepper fruits and under different environmental conditions, both pH and titratable acidity; such changes have a significant effect on flavor profiles and fruit quality traits. For peppers grown under

saline environments, product quality can only be maintained if these two parameters are monitored.

#### *Water Activity (aw)*

The averaged values of water activity were variable among treatments, species and ripening periods of salt treatment (Table 1). According to averaged aw, *C.chinense* has a higher water activity (0.98), with *C.annuum* having the lowest (0.94). These results reflect differences in the water retention capacity of the pepper species. Water activity, which deals with the amount of free water in the fruit, is a most important parameter that directly affects shelf life and susceptibility to spoilage by microorganisms. According to reports, species of tropical origin tend to have higher water activity, this being in line with our result for *C.chinense* [31]. Meanwhile, if the data were analyzed according to ripening period, the water activity was highest during the green period (0.99) and dropped to 0.93 during the red period. This may be due to an increase in terms of water loss and cell density due to fruit maturation. Similarly, Gallardo-Guerrero et al. (2010) reported that water activity is reduced due to the decrease in water content in ripening pepper fruits [32]. In addition, the reduction in water activity associated with fruit maturation would increase the risk of spoilage by other microbes, as mentioned by [33].

Water activity was also significantly affected by salt stress. The control group revealed an average water activity of 0.98 and declined to 0.96 with 50 mM NaCl, then to 0.94 with 100 mM NaCl. There are several reports that salinity reduces water activity due to the imposition of salt stress. Salt application increases osmotic pressure in plants by increasing solute concentration, which gives rise to the inability of plants to retain cellular water. In line with this, Pirasteh-Anosheh et al. (2016) noted that because of salt stress, functionalities of proteins and carbohydrates holding water in the plant cell decline whereby free water is released from the cell and water activity decreases [34]. Lowering the water activity means decreased levels of intercellular water and direct osmotic stress by salt.

Results were evaluated as to be a significant difference. As indicated in the ANOVA results, differences of water activities were found significant between the species, period of ripening and the salt stress ( $p \leq 0.05$ ). Results were compared in each of the treatments based on comparison to untreated controls. There was a statistically significant decrease in water activity with increasing salt stress, with the largest difference seen at the 100 mM NaCl treatment. This was confirmed with Muns (2002), stating that high concentrations of salts in the cells led to

increased osmotic pressure, hence water loss and low water activity [35]. Many reports have noted that salt stress decreases the ability of the cells to hold water and thus affects the general structure and resilience of the fruit [36, 37]. Overall, it is known that both ripening and salt stress significantly affect the activity of water in the fruits of pepper. Therefore, these results stress that water activity should be taken into account to control pepper fruit quality and shelf life.

**Color Analysis**

Observations of the color parameters and ASTA values showed significant differences among pepper species (Table 2). *C. annuum* had the lowest average L\* (89.95) and a\* (5.91) values, while *C. chinense* had the highest L\* (94.99) and a\* (7.59) values. These results are consistent with findings from Wahyuni (2014) and Erol (2024-a), which reported that *C. annuum* is rich in carotenoids, while *C. chinense* exhibits brighter color tones [38, 39]. When measured according to the period of ripening, the L\* value in the green period was 61.74 with -7.41 as the average a\* value and the average b\* value was 19.48. In the breaking period, these values increased to 49.08, 9.43 and 40.15, respectively. In the red period, the L\* value decreased to 31.42, while the a\* value increased to 34.07 and the b\* value rose to 54.01. These findings support the observations by Kevrešan et al. (2013) and Erol (2024-b), which noted that red pigments increase during the ripening process in red peppers [40, 41].

Table 2. Comparison of the effects of salt stress treatments on colorimetric and extractable colors according to pepper species and plant ripening periods

	Colorimetric Color			Extractable Color
	L*	a*	b*	ASTA
Species (S)	*	***	*	***
<i>C. annuum</i>	89.95 B	5.91 C	5.81 B	97.45 A
<i>C. baccatum</i>	91.71 B	6.82 B	5.94 B	81.17 B
<i>C. chinense</i>	94.99 A	7.59 A	6.18 A	70.59 C
Fruit Ripening Period (RP)	***	**	**	***
Green	61.74 x	-7.41 z	19.48 z	27.06 z
Breaking	49.08 y	9.43 y	40.15 y	72.99 y
Red	31.42 z	34.07 x	54.01 x	141.08 x
Salt Treatments (ST)	***	**	**	***
0 mM NaCl (Control)	57.91 a	27.05 a	50.99 a	111.02 a
50 mM NaCl	40.15 b	16.73 b	53.40 a	100.95 b
100 mM NaCl	25.44 c	15.92 b	39.76 x	91.14 c
Mean	60.26	12.90	30.63	88.16
S × RP	**	**	**	***
S × ST	**	***	**	***
RP × ST	***	**	**	***
S × RP × ST	ns	ns	*	**

Letters show the mean values of different groups in each column. ns non-significant, \* p ≤ 0.5, \*\* p ≤ 0.01, \*\*\*p ≤ 0.001, as indicated by the Tukey's HSD test.

Salt stress also had a significant effect on color parameters; in the control group, the average L\* value was 57.91, average a\* value was 27.05 and average b\* value was 50.99, while under 100 mM NaCl treatment, these values decreased to 25.44, 15.92 and 39.76, respectively. Salt stress has been frequently reported to inhibit the synthesis of photosynthetic pigments, leading to a reduction in red and yellow tones. Ziaf et al. (2019) noted that salt stress suppresses the production of chlorophyll and carotenoid pigments in pepper fruits, resulting in lower color parameter values [42].

When examining average ASTA values, *C. annuum* showed the highest average value at 97.45, while *C. chinense* had the lowest at 70.59. This may be related to the higher carotenoid content and pigment density in *C. annuum*. The statement that *C. annuum* is the most productive in carotenoid biosynthesis, which is also evident from the study of Hugueney et al. (1998). These study compares *C. annuum* with other species that produce carotenoids [43]. By ripening period, the data of ASTA effects color can be illustrated as they are the following: 27.06 when green -72.99 when breaking - 141.08 when red. This rising is linked to the formation of carotenoid pigments during the ripening process, as confirmed by [44].

The study observed that as salt stress aggravated, the average ASTA values was observed, with the control group showing an average value of 111.02, which decreased to 91.14 under 100 mM NaCl treatment. The carotenoid pigment biosynthetic pathway of peppers was observed to be under-generated by the deleterious effects of the stress on the plants and the resulting astaxanthin concentration of the plants, as detailed in the investigation made by [45]. The follow-up statistical analysis regulated that the difference between the salt stress treatments, ripening periods and species was found to be highly significant in color and ASTA values (p ≤ 0.01 and p ≤ 0.001). Therefore, the data imply that salt stress brings about changes in the properties of astaxanthin pigments and in pigment density of the plants.

The negative effect of salt stress on the color characteristics and the pigment synthesis is clear. It is reported that *C. annuum* has more red pigment, but the pigmentation is rather dense, whereas *C. chinense* is rarer but more intense. What's more, the suppressive role of salt stress on pigment synthesis and color characteristics at the same time is evident. Color is one of the most crucial factors when it comes to consumer perception and the market value of food and spice industries, therefore, maintaining the color quality of the peppers can be crucial. Meanwhile, the fall in ASTA values suggests that pigments have been

lost leading to a possible nutritional feebleness of the fruit. So, these findings suggest the cruciality of salt-tolerant pepper varieties development and the usage of sustainable agriculture for the continuation of product quality during salt stress conditions.

## CONCLUSION

This study provides a comprehensive investigation into the effects of varying salt stress levels on the physicochemical and color characteristics of *Capsicum* spp. fruits. The findings indicated that both genetic structures and environmental stress factors exert a significant influence on the quality parameters of pepper fruits. *C.chinense* exhibited a high moisture content and water activity, whereas *C.annuum* demonstrated a higher total ash content and pigment density (ASTA value). As the ripening process advanced, a loss of moisture and an increase in total ash content were observed in all pepper species. In fruits exposed to salt stress, significant reductions in water activity, pH and titratable acidity were observed, with high salt concentrations leading to increased water loss and physiological degradation of the fruit. In addition, salt stress was found to reduce color parameters and ASTA values, probably due to the suppression of carotenoid pigment synthesis. These results emphasize the critical importance of managing salt stress and developing salt-tolerant varieties in pepper cultivation, as both yield and product quality are affected. In areas where peppers are cultivated under saline conditions, careful monitoring of environmental factors and the application of appropriate agronomic strategies are essential for sustainable pepper production.

## REFERENCES

- Moharana, D.P., Singh, R.K., Kashyap, S.P., Rai, N., Bhardwaj, D.R., & Singh, A.K., 2021. Response of Solanaceous vegetables to increasing temperature and atmospheric CO<sub>2</sub>. *Advances in Research on Vegetable Production Under a Changing Climate*, 1:91-111.
- Svobodová, B., & Kuban, V., 2018. Solanaceae: A family well-known and still surprising. *Phytochemicals in Vegetables*, pp:296-372.
- Chamikara, M.D.M., Dissanayake, D.R.R.P., Ishan, M., & Sooriyapathirana, S.D.S.S., 2016. Dietary, anticancer and medicinal properties of the phytochemicals in chili pepper (*Capsicum* spp.). *Ceylon Journal of Science*, 45(3).
- Po, L.G., Siddiq, M., & Shahzad, T., 2018. Chili, peppers and paprika. *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*, 633-660.
- Erol, Ü.H., Gümüş, P., & Arpacı, B.B., 2024. Comparative analysis of fatty acid profiles, phytochemical and mineral contents of pepper spice types in Türkiye. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(1):133-147.
- Bhatla, S.C., Lal, M.A., Shakya, R., & Lal, M.A., 2018. Fruit development and ripening. *Plant Physiology, Development and Metabolism*, pp:857-883.
- Navarro, J.M., Flores, P., Garrido, C., & Martinez, V., 2006. Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. *Food Chemistry*, 96(1):66-73.
- Pérez-López, A.J., del Amor, F.M., Serrano-Martínez, A., Fortea, M.I., & Núñez-Delgado, E., 2007. Influence of agricultural practices on the quality of sweet pepper fruits as affected by the maturity stage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(11):2075-2080.
- Shahid, M.A., Sarkhosh, A., Khan, N., Balal, R.M., Ali, S., Rossi, L., ... & Garcia-Sanchez, F., 2020. Insights into the physiological and biochemical impacts of salt stress on plant growth and development. *Agronomy*, 10(7):938.
- Navarro, J.M., Flores, P., Garrido, C., & Martinez, V., 2006. Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. *Food Chemistry*, 96(1):66-73.
- Zamljen, T., Medic, A., Hudina, M., Veberic, R., & Slatnar, A., 2022. Salt stress differentially affects the primary and secondary metabolism of peppers (*Capsicum annuum* L.) according to the genotype, fruit part and salinity level. *Plants*, 11(7):853.
- Kaya, C., & Higgs, D., 2003. Supplementary potassium nitrate improves salt tolerance in bell pepper plants. *Journal of Plant Nutrition*, 26(7):1367-1382.
- Chartzoulakis, K., & Klapaki, G., 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae*, 86(3):247-260.
- Aktas, H., Abak, K., & Cakmak, I., 2006. Genotypic variation in the response of pepper to salinity. *Scientia Horticulturae*, 110(3):260-266.
- AOAC, 2005. Official method of Analysis. 18<sup>th</sup> Edition, Association of Officiating Analytical Chemists, Washington DC, Method 935.14 and 992.24.

16. AOAC, 1985. Official Methods of Analysis. 14<sup>th</sup> Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, No.43.292. 7.001, 7.009, 7.006.
17. Bitá, M.G., Ghivercea, V., Dinu, M., & Chilom, P., 2009. Biochemical Changes During Red Peppers Preservation Process as a Function of Water Activity. *Revista de Chimie*, 60(11):1181-1184.
18. AOAC-Method, 2000. Official method of analysis. Gaithersburg, MD, USA: Association of Official Analytical Chemists (No. 971.26 Colour (Extractable) in spices spectrophotometric method).
19. Demir, I., & Mavi, K., 2008. Effect of salt and osmotic stresses on the germination of pepper seeds of different maturation stages. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51:897-902.
20. Kacjan Maršić, N., Štolfa, P., Vodnik, D., Košmelj, K., Mikulič-Petkovšek, M., Kump, B., ... & Šircelj, H., 2021. Physiological and biochemical responses of ungrafted and grafted bell pepper plants (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* (L.) Sendtn.) grown under moderate salt stress. *Plants*, 10(2):314.
21. Yadav, S., Irfan, M., Ahmad, A., & Hayat, S., 2011. Causes of salinity and plant manifestations to salt stress: a review. *Journal of Environmental Biology*, 32(5): 667.
22. Kim, K.H., Yoon, J.B., Park, H.G., Park, E.W., & Kim, Y.H., 2004. Structural modifications and programmed cell death of chili pepper fruit related to resistance responses to *Colletotrichum gloeosporioides* infection. *Phytopathology*, 94(12):1295-1304.
23. Sarker, U., Islam, M.T., & Oba, S., 2018. Salinity stress accelerates nutrients, dietary fiber, minerals, phytochemicals and antioxidant activity in *Amaranthus tricolor* leaves. *PLOS One*, 13(11):e0206388.
24. Smith, A.M., Singh, S., & Ross, A.B., 2016. Fate of inorganic material during hydrothermal carbonisation of biomass: Influence of feedstock on combustion behaviour of hydrochar. *Fuel*, 169:135-145.
25. Albertini, M.V., Carcouet, E., Pailly, O., Gambotti, C., Luro, F., & Berti, L., 2006. Changes in organic acids and sugars during early stages of development of acidic and Acidless citrus fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(21):8335-8339.
26. Batista-Silva, W., Nascimento, V.L., Medeiros, D.B., Nunes-Nesi, A., Ribeiro, D.M., Zsögön, A., & Araújo, W.L., 2018. Modifications in organic acid profiles during fruit development and ripening: correlation or causation? *Frontiers in Plant Science*, 9:1689.
27. Msimbira, L.A., & Smith, D.L., 2020. The roles of plant growth promoting microbes in enhancing plant tolerance to acidity and alkalinity stresses. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4:106.
28. Hao, S., Wang, Y., Yan, Y., Liu, Y., Wang, J., & Chen, S., 2021. A review on plant responses to salt stress and their mechanisms of salt resistance. *Horticulturae*, 7(6):132.
29. Panchal, P., Miller, A.J., & Giri, J., 2021. Organic acids: versatile stress-response roles in plants. *Journal of Experimental Botany*, 72(11):4038-4052.
30. Rahman, M.J., & Inden, H., 2012. Antioxidant content and quality of fruits as affected by nigari, an effluent of salt industries and fruit ages of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agricultural Science*, 4(10):105.
31. McCoy, J.E., McHale, L.K., Kantar, M., Jardón-Barbolla, L., & Mercer, K.L., 2022. Environment of origin and domestication affect morphological, physiological and agronomic response to water deficit in chile pepper (*Capsicum* sp.). *PLOS One*, 17(6):e0260684.
32. Gallardo-Guerrero, L., Pérez-Gálvez, A., Aranda, E., Mínguez-Mosquera, M.I., & Hornero-Méndez, D., 2010. Physicochemical and microbiological characterization of the dehydration processing of red pepper fruits for paprika production. *LWT-Food Science and Technology*, 43(9):1359-1367.
33. Tapia, M.S., Alzamora, S.M., & Chirife, J., 2020. Effects of water activity (aw) on microbial stability as a hurdle in food preservation. *Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications*, pp:323-355.
34. Pirasteh-Anosheh, H., Ranjbar, G., Pakniyat, H., & Emam, Y., 2016. Physiological mechanisms of salt stress tolerance in plants: An overview. *Plant-Environment Interaction: Responses and Approaches to Mitigate Stress*, pp:141-160.
35. Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell & Environment*, 25(2):239-250.
36. Acosta-Motos, J.R., Ortuño, M.F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M.J., & Hernandez, J.A., 2017. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, 7(1): 18.
37. Singh, A., & Sharma, P.C., 2018. Recent insights into physiological and molecular regulation of salt stress in fruit crops. *Adv. Plants Agric. Res*, 8(2):171-183.

38. Wahyuni, Y., 2014. Breeding for pepper fruit quality: a genetical metabolomics approach. Wageningen University.
39. Erol, Ü.H., 2024-a. Comparison of morphological, biochemical and enzymatic responses of some capsicum species to drought stress during developmental stages. Russian Journal of Plant Physiology, 71(4):106.
40. Erol, Ü.H., 2024-b. Pepper fruits at different ripening periods have potential phyto-biochemical and enzymatic responses to irrigation levels. Journal of Food Quality, 2024(1):9082436.
41. Kevrešan, Z.S., Mastilović, J.S., Mandić, A.I., & Torbica, A.M., 2013. Effect of different ripening conditions on pigments of pepper for paprika production at green stage of maturity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61(38):9125-9130.
42. Ziaf, K., Amjad, M., Pervez, M.A., Iqbal, Q., Rajwana, I.A., & Ayyub, M., 2009. Evaluation of different growth and physiological traits as indices of salt tolerance in hot pepper (*Capsicum annuum* L.). Pak. J. Bot., 41(4):1797-1809.
43. Hugueney, P., Badillo, A., Chen, H.C., Klein, A., Hirschberg, J., Camara, B., & Kuntz, M., 1995. Metabolism of cyclic carotenoids: a model for the alteration of this biosynthetic pathway in *Capsicum annuum* chromoplasts. The Plant Journal, 8(3):417-424.
44. Hornero-Méndez, D., & Mínguez-Mosquera, M.I., 2000. Xanthophyll esterification accompanying carotenoid overaccumulation in chromoplast of *Capsicum annuum* ripening fruits is a constitutive process and useful for ripeness index. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48(5):1617-1622.
45. Amin, F., Al-Huqail, A.A., Ullah, S., Khan, M.N., Kaplan, A., Ali, B., ... & Abeed, A.H., 2024. Mitigation effect of alpha-tocopherol and thermo-priming in *Brassica napus* L. under induced mercuric chloride stress. BMC Plant Biology, 24(1):108.





## 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Uygulamasının ‘Çağataybey’ ve ‘Karacabey’ Kayısı Çeşitlerinin Modifiye Atmosferde Muhafazasına Etkileri

Mustafa ÜNLÜ<sup>1\*</sup>, Celile Aylin OLUK<sup>2</sup>, Mustafa BİRCAN<sup>3</sup>, Zafer KARAŞAHİN<sup>4</sup>, Ahmet Erhan ÖZDEMİR<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erdemli/Mersin; ORCID: 0000-0001-9957-2954

<sup>2</sup>Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana; ORCID: 0000-0001-8939-3610

<sup>3</sup>Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erdemli/Mersin; ORCID: 0000-0002-2028-3824

<sup>4</sup>Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erdemli/Mersin; ORCID: 0000-0002-5960-6694

<sup>5</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay; ORCID: 0000-0001-7114-5715

Gönderilme Tarihi: 3 Haziran 2024

Kabul Tarihi: 3 Ekim 2024

### ÖZ

Bu çalışmada iki farklı olgunluk ve yılda derilen, modifiye atmosferde paketlenip soğukta depolanan kaysılarda 1-Methylcyclopropene (1-MCP) uygulamasının bazı kalite parametrelerindeki değişimler üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Materyal olarak ‘Çağataybey’ ve ‘Karacabey’, kayısı çeşitleri kullanılmıştır. Meyvelerin turuncu sarı renklerini aldığı (1. dönem) ve yeşilden sarıya hafif döndüğü (2. dönem) dönemlerde olmak üzere 2 hasat yapılmıştır. Her iki dönemde hasat edilen meyveler; modifiye atmosferde paketlenme (MAP) torbalarında ve MAP+ 1-MCP uygulamaları yapılarak 0°C’de %90-95 oransal nemde 45 gün muhafaza edilmiştir. Çalışma süresince ağırlık kaybı, suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM) miktarı, titre edilebilir asit (TEA) miktarı, pH değeri, meyve eti sertliği (MES), meyve kabuk rengi (L\* ve h° değerleri), antioksidan aktivitesi, toplam karotenoid, β-karoten, şeker (glikoz, fruktoz ve sakaroz) bileşen analizleri yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, ‘Çağataybey’ ve ‘Karacabey’ kayısı çeşitlerinin 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 45 güne kadar kaliteli olarak muhafazası mümkün olabilecektir. ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama %1,37 olan TEA miktarı 45. günde %1,13’e, ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama %1,59 olan TEA miktarı, 45. günde %0,97’ye düşmüştür. ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama %10,79 olan SÇKM miktarı 45. günde %12,39’a ulaşmış, ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama %11,00 olan SÇKM miktarı 45. günde %12,36’ya ulaşmıştır. ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın 15. gününde ortalama %1,56 olan ağırlık kayıpları 45. günde %2,84’e ulaşmıştır. ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın 15. gününde ortalama %0,62 olan ağırlık kayıpları 45. günde %2,32’ye ulaşmıştır. Ancak, sarı olumda derilen meyvelerin, nispeten düşük sertlik değerleri nedeniyle depolamadan sonra ticari olarak uzak pazarlar yerine yerel veya yakın pazarlara gönderilmesi uygun olacaktır. 1-MCP uygulamasının her iki çeşitte de MAP ile birlikte kullanılması ümitvar bulunmuştur. 1-MCP uygulamasının farklı dozlarının uygulanması yararlı olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Hasat, olgunluk, kalite, soğukta muhafaza

### Effects of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Treatment on Modified Atmosphere Storage of ‘Çağataybey’ and ‘Karacabey’ Apricot Varieties

#### ABSTRACT

This study aimed to determine the effects of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) application on changes in some quality parameters in apricots harvested at two different maturities and years, modified atmosphere packaged and stored in cold storage. ‘Çağataybey’ and ‘Karacabey’ apricot varieties were used as material. 2 harvests were made in the periods when the fruits took on an orange-yellow color (1<sup>st</sup> period) and when they slightly turned from green to yellow (2<sup>nd</sup> period). The fruits harvested in both periods were stored in MAP bags and MAP+1-MCP applications at 0°C and 90-95% relative humidity for 45 days. During the study, weight loss, total Soluble Solid (TSS), titratable acid (TEA) amount, pH value, fruit flesh firmness (MES), fruit peel color (L\* and h° values), antioxidant activity, total carotenoid, β-carotene, and sugar (glucose, fructose and sucrose) component analyses were performed. According to the findings, it is possible to store ‘Çağataybey’ and ‘Karacabey’ apricot varieties in high quality for up to 45 days at 0°C temperature and 90-95% relative humidity. In the ‘Çağataybey’ apricot variety, the TEA amount, which was 1.37% on average at the beginning of cold storage, decreased to 1.13% on the 45<sup>th</sup> day, in the ‘Karacabey’ apricot variety, the TEA amount, which was 1.59% on average at the beginning of cold storage, decreased to 0.97% on the 45<sup>th</sup> day. In the ‘Çağataybey’ apricot variety, the TEA amount, which was 10.79% on average at the beginning of cold storage, reached 12.39% on the 45<sup>th</sup> day, in the ‘Karacabey’ apricot variety, the TEA amount, which was 11.00% on average at the beginning of cold storage, reached

\*Sorumlu yazar / Corresponding author: munlu1975@gmail.com

12.36% on the 45<sup>th</sup> day. In the ‘Çağataybey’ apricot variety, the weight losses, which were 1.56% on average on the 15<sup>th</sup> day of cold storage, reached 2.84% on the 45<sup>th</sup> day. In the ‘Karacabey’ apricot variety, the weight loss, which was 0.62% on the 15<sup>th</sup> day of cold storage, reached 2.32% on the 45<sup>th</sup> day. However, it would be appropriate to send the fruits harvested at yellow maturity to local or nearby markets instead of distant markets for commercial purposes after storage due to their relatively low hardness values. The use of 1-MCP application together with MAP in both varieties was found promising. Application of different doses of 1-MCP application would be beneficial.

**Keywords:** Harvest, maturity, quality, cold storage

## GİRİŞ

Kısa olan derim mevsiminde toplanan kayısıların hepsi tamamen tüketilemez ve bu nedenle olgunlaşma sürecini geciktirmek için düşük sıcaklıkta depolanırlar. Soğukta depolanan kayısılarda genellikle olgunlaşmanın gecikmesi ve duyu kalitenin düşmesi söz konusudur. Kayısı meyveleri soğuk hava deposundan oda sıcaklığına alındığında genellikle hızla yumuşarlar. Etilen engelleyici olan 1-Metilsiklopropan (1-MCP), meyve olgunlaşmasını engellediği ve kayısı gibi klimakterik meyvelerin depolama sonrası kalitesini iyileştirdiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir [1, 2, 3, 4]. Kayıslarda depolama, pazarlama, taşıma ve raf ömrü sırasında kalite kayıpları, mantarsal ve fizyolojik bozulmalar olabilmektedir. Kayıslarda meyve zemin renginin yeşilden sarıya dönüşümü hasat zamanının belirlenmesi için kullanışlı bir kriter olduğu Scorza [5] ve Lichou vd. [6] tarafından bildirilmiştir. ‘Ninfa’, ‘Precoce de Tyrinthe’, ‘İğdır’ ve ‘Şekerpare’ kayısı çeşitlerinin soğukta muhafazası da meyveler 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nem koşullarında 35 gün süreyle depolanması sonucunda ‘Precoce de Tyrinthe’ ve ‘Ninfa’ çeşitlerinde muhafaza ve raf ömrü sonunda tüm meyvelerde yumuşama ve çürüklük gelişimi görülürken, İğdır ve Şekerpare çeşitlerinde ise saptanmamıştır. ‘İğdır’ ve ‘Şekerpare’ çeşitleri 35 gün, ‘Precoce de Tyrinthe’ çeşidinin 14 gün ve ‘Ninfa’ çeşidinin ise 21 gün depolanabileceği saptanmıştır [7]. Modifiye atmosferde paketlenen (MAP) torbalarında ‘Precoce de Tyrinthe’ kayısı çeşitlerinin 2-3 hafta, ‘Precoce de Colomer’ kayısı çeşidinin 4 hafta ve ‘Sakit-2’ kayısı çeşidinin 4-5 hafta [8], ‘Goldrich’, ‘Ante’ ve ‘Bebeco’ kayısı çeşitlerinin 30 gün [9], ‘Apriko’z’ kayısı çeşidinin 30 gün [10] soğukta depolanabileceği bildirilmiştir.

Yeşil ve sarı olumda derilen ‘Perfection’ kayısı çeşidi meyvelerinde 1-MCP uygulandıktan sonra 0°C’de 5 hafta muhafaza sırasında kalitedeki değişimlerin araştırıldığı çalışmada, 1-MCP uygulamasında depolama sırasında daha az sertlik ve titre edilebilir asit (TEA) kaybı saptanmış ve sarı olum meyvelerinde meyve eti sertliği ve TEA’nın korunmasının yeşil olumdaki meyvelere göre daha az olmuştur [2]. 1-MCP’nin farklı dozlarının, ‘Currot’

ve ‘Bulida’ kayısı çeşitleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 1-MCP uygulamasının meyve kalitesi üzerine geciktirici etkiye sahip olduğu ve 1-MCP uygulama dozu ile ağırlık kaybı, renk değişikliği, yumuşamanın geciktirilmesinin sağlandığı bildirilmiştir [11]. 1-MCP uygulanan ‘Canino’ kayısı çeşidinin 30 günün üzerinde soğukta depolanabileceği bildirilmiştir [12].

Bu çalışmanın amacı, iki farklı olgunlukta derilen ‘Çağataybey’ ve ‘Karacabey’ kayısı çeşitlerinin meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında MAP ve MAP+1-MCP uygulamasının meyve kalitesine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Materyal olarak 2014 ve 2015 yıllarında, ‘Çağataybey’ ve ‘Karacabey’ kayısı çeşitlerinin meyveleri kullanılmıştır. Bu çeşitler Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Kayısı Koleksiyon parselinde, zerdali üzerine aşılı 6×4 mesafelerde dikilen ve damlama sulama sistemi ile sulanan 10 yaşında ki ağaçlarda yetişmiştir. Derim meyvelerin zemin rengine göre; yeşil olum (açık yeşil, kısmen sarı renge dönen) ve sarı olum (meyve yüzeyinin çoğunluğu turuncumsu sarı renkli) olarak iki farklı dönemde yapılmıştır. Meyveler bahçeden geldikten hemen sonra 12 saat boyunca 20°C’de bekletilmiştir. Daha sonra 5 kg’lık MAP torbalarına (Xtend®, StePac, İsrail) konulup 12 saat boyunca 20°C’de 1 µl/l 1-MCP uygulanan ‘1-MCP’ uygulamaları yapıldıktan sonra 0°C’de %90-95 oransal nemde 45 gün depolanmıştır. Depolama süresince 15 gün aralıklar ile analizleme için meyveler depodan çıkarılarak analizler yapılmıştır.

Depolama sırasında periyodik olarak 3 yinelemeli ve her yinelemede 10’ar adet meyve olacak şekilde ayda bir alınan meyve örneklerinde kalite analizleri yapılmıştır. Toplam olarak 120 meyve kullanılmıştır.

•Ağırlık kaybı: Muhafaza sırasında 0,01 g’a duyarlı teraziyle (Ohaus Adventurer, ABD) başlangıç ağırlığıyla karşılaştırılarak % olarak hesaplanmıştır.

•Mantarsal ve fizyolojik bozulmalar: Muhafaza sırasında meyveler incelenmiş ve mantarsal ve

fizyolojik bozulma gösterenler saptanarak % olarak hesaplanmıştır.

•Meyve kabuk rengi L\* ve h° değerleri: Ağırlık kayıpları için her 15 günde bir depodan dışarı çıkarılan meyvelerde C.I.E. L\*a\*b\*'ye göre Minolta CR-300 Chromometer renk ölçüm cihazı (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japonya) ile meyvenin ekvator bölgesinde her iki yanaktan daha önceden işaretlenen yerlerden her seferinde okuma yapılmıştır [13].

•Meyve eti sertliği (MES): Muhafaza sırasında her meyvenin ekvator bölgesinin iki yanından, yaklaşık 1 cm çapındaki meyve kabuğu kaldırıldıktan sonra 8 mm'lik uç kullanılarak penetrometre (Effegi model FT 327) ile kg-kuvvet (kg-k) cinsinden belirlenmiştir.

•Suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM) miktarı: Muhafaza sırasında her yinelemenin meyve suyu örnekleri 20°C oda sıcaklığında el refraktometresi (Atago ATC-1E Model, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japonya) ile % olarak saptanmıştır.

•Titre edilebilir asitlik (TEA) miktarı: Muhafaza sırasında potansiyometrik yöntem ile ölçülmüş olup, meyve suyunun 0,1 N NaOH çözeltisi titrasyonu ile malik asit cinsinden % olarak saptanmıştır.

•Meyve suyu pH'sı: Muhafaza sırasında Hanna model HI 2211 dijital pH metre (Thermo Fisher Scientific Inc., MA, ABD) ile belirlenmiştir.

•Antioksidan aktivitesi (%): Her çeşidin her uygulamasının her tekerrüründen alınan meyve püre örneği 4°C'de 4000 rpm'de 20 dakika süre santrifüjlenmiştir. Santrifüj edilmiş örnekten 5 ml alınıp üzerine 5 ml saf su eklenerek, vorteks ile karıştırılmıştır. Bu karışımdan alınan 100 µl meyve suyu örneğine (distile su ile seyreltilmiş ve santrifüjlenmiş) 2,46 mL 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH\*; %50 etanolde 0,025 g/l) ilave edilmiştir. Kontrol örneğinde 100 µl distile su kullanılmıştır. Örneklerin absorbansı, vakit kaybedilmeden %100 metanole karşı 5, 10, 30, 45, 60 dakikalarda spektrofotometrede (Biotek power wave HT, ABD) 515 nm'de ölçülmüş, ölçümün sabitlendiği 60. dakika verileri kullanılmıştır. Antioksidant aktivitesi, eşitlik 1.0'a göre DPPH'ın inhibisyon %'si olarak ifade edilmiştir [14].

Antioksidant Aktivitesi (%)

$$= \frac{\text{Şahit Numune Absorbans Değeri} - \text{Örnek Absorbans Değeri}}{\text{Şahit Numune Absorbans Değeri}} \times 100 (1.0)$$

•Toplam karotenoid (mg/kg) ve β-karoten (mg/kg) içeriği: Meléndez-Martínez vd. [15]'ne göre yapılmıştır. Püre haline getirilen meyveden 5 g alınıp üzerine 25 ml ekstraksiyon çözeltisi (hekzan: aseton: metanol / 50:25:25, %0,1 BHT) ile karıştırılmıştır. 4000 rpm, 10 dk, 4°C'de santrifüjlenmiştir. Berrak kısım alınıp 4 defa ayırma hunisinde 15 ml damıtık su

ile yıkanmıştır. Sabunlaştırma için 15 ml %10'luk KOH (etanolda çözülmüş) ile 1 saat karanlıkta bekletilmiştir. 10 ml %10'luk NaCl ile sabunlaştırma reaksiyonu sonlandırılmıştır. Karışım tekrar 4 defa 15 ml damıtık su ile yıkanmıştır. 35°C'de hekzan fazı rotari evaporatörde uçurulmuştur. Kalıntı 2 ml aseton: metanol çözeltisinde (1:2, %0,1 BHT) çözüldürülmüştür. 0,45 µm'lik filtreden süzülüp Viallere enjeksiyon yapılmıştır. Yüksek basınç sıvı kromatografisi (HPLC)'nde (HPLC, Shimadzu LC20AD, Tokyo, Japonya) okuma yapılmıştır. Kromatografi Koşulları: Kolon: ProntoSIL C30, kolon sıcaklığı: 20°C, hareketli faz: MeOH (A), MTBE (B), Su (C), gradient akış (MTBE ve MeOH %0,1 BHT ve %0,02 amonyum asetat içerikli), hareketli faz akışı: 1 ml/dk., enjeksiyon hacmi: 50 µL, elüsyon süresi: 65 dakika ve dalga boyu: 450 nm'dir. Örneklerin konsantrasyonu beta karoten için 452 nm'de external standart yöntemi ile belirlenmiştir.

•β-karoten ve toplam karotenoid içerikleri “mg/kg” olarak ifade edilmiştir. Şekerlerin (fruktoz, glukoz ve sakaroz) analizi (g/100 g): Pulp haline getirilen meyveden 5 g alınıp üzerine 20 ml deionize su ilave edilip 3 dakika homojenize edilmiştir. Daha sonra 0,45 µm'lik membran filtreden geçirilip örnekler analize hazır hale getirilmiştir. HPLC'de analiz için Bartolome vd. [16]'den modifiye edilmiş ve akış hızı 0,9 ml/dk., mobil faz %80 asetonitril + %20 saf su, kolon sıcaklığı 300°C ve analiz süresi 20 dakika şeklinde uygulanmıştır.

•Şeker analizi: Fruktoz (g/100 g), glukoz (g/100 g) ve sakaroz (g/100 g) miktarlarının belirlenmesinde Shimadzu LC-20AL refraktif indeks dedektörü kullanılmış, alıkonma zamanına göre tespit edilmiş, pik alanına göre daha önce hazırlanan standart grafikten hesaplanmış ve miktarlar g/100 g cinsinden belirtilmiştir.

•Çalışma “tesadüf parselleri deneme deseni” göre kurulmuş olup, elde edilen verilerin istatistiksel analizi SAS software (SAS Institute, Cary, N.C.) kullanılarak yapılmıştır. F testi sonunda önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harflerle (P<0,05) gösterilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Yeşil ve sarı olumda toplanıp, MAP ve MAP+1-MCP uygulamaları yapıp iki yıl süreyle 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde muhafaza edilen ‘Çağataybey’ ve ‘Karacabey’ kayısı çeşitlerinde ağırlık kayıpları üzerine yıllar, olgunluk dönemleri ve uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak

önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1 ve 2). ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın 15. gününde ortalama %1,56 olan ağırlık kayıpları 45. günde %2,84’e ulaşmıştır (Çizelge 1). ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın 15. gününde ortalama %0,62 olan ağırlık kayıpları 45. günde %2,32’ye ulaşmıştır (Çizelge 2). Meyveler, esas olarak solunum, terleme ve çeşitli metabolik faaliyetler nedeniyle ağırlıklarını kaybederler. Meyvedeki ağırlık kayıplarının büyük bölümünü su kaybı oluşturur [17]. Kayıslarda meyvenin küçük, stomalarının fazla ve kutikula tabakasının ince olması nedeniyle [18] su kaybının fazla olması MAP kullanımıyla çok düşük oranlarda olmaktadır. MAP’in, meyve türüne uygun O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> geçirgenlikleri ile meyveyi çevreleyen havanın değişmesine [19] ve böylece meyvenin etrafında oldukça yüksek nemli, CO<sub>2</sub>’nin yüksek, O<sub>2</sub>’nin düşük olduğu atmosfer oluşturarak olgunlaşmayı yavaşlatması yanında su kaybını sınırlandırmaktadır [20, 21]. Bulgularımıza benzer olarak, Fan vd. [2]’de soğukta muhafaza edilen ‘Perfection’ kayıslarında soğukta muhafaza sırasında olgunluk dönemleri arasındaki farkları istatistiksel olarak önemsiz bulmuşlardır. Koyuncu vd. [22], MAP torbalarda 0°C’de 40 günlük depolama sonunda ‘Aprikoz’ kayısı çeşidinde ağırlık kayıplarını %2,58 olarak saptanmışlardır. Bulgularımızdan farklı olarak, döküm polipropilen (CPP) ve çift yönlü gerdirilmiş polipropilen (BOPP) film kullanılan ‘Kabaası’ kayısı çeşidinde ağırlık kaybının 4°C’de depolamanın 42. gününde %1’in altında kaldığı bildirilmiştir [23]. Özdoğru vd. [24] tarafından MAP torbalarda 0°C’de 35 günlük depolamaya ilaveten 2 günlük raf ömrü sonunda ‘Ninfa’, ‘Precoce de Tyrinthe’, ‘İğdir’ ve ‘Şekerpare’ kayısı çeşitlerinin ağırlık kayıpları sırasıyla %4,40, %3,91, %3,07 ve %4,11 olarak belirlenmiştir. Çavuşoğlu vd. [25]’de 0°C ve %90-95 oransal nem içeren koşullarda köpük tabaklar içerisine yerleştirilerek üzeri streç film ile tek kat olacak şekilde kaplanan ‘Bebeco’ kayıslarının 25 gün muhafaza sonunda %5,79 ağırlık kaybına ulaştığını bildirmişlerdir. Çalhan [18] tarafından yapılan bir çalışmada, ‘Roxana’ kayıslarının 0°C’de 35 gün soğukta muhafazasında MAP+1-MCP uygulamasında ağırlık kayıpları MAP meyvelerinden daha düşük olmuştur. Aslantürk vd. [27], 0°C’de 20 gün depolanan ‘Precoce de Tyrinthe’ kayısı çeşidinde MAP’in ağırlık kaybını önemli ölçüde azalttığı ve kontrol meyvelerinde %2,3 olan kayıpların %0,70’e düşüğünü bildirmişlerdir.

İki farklı olumda MAP ve MAP+1-MCP uygulamaları yapıp iki yıl süreyle soğukta muhafaza edilen her iki kayısı çeşidinde SÇKM miktarı genelde %10’un üzerinde olmuştur.

Çizelge 1. ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde farklı olgunlukta derimlerin ve uygulamaların 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde muhafaza sırasında ağırlık kaybı, SÇKM, TEA, pH değeri, MES ve meyve kabuk rengi (L\* ve h°) değerleri üzerine etkileri

Çağataybey kayısı çeşidi	Ağırlık kaybı (%)	SÇKM (%)	TEA (%)	pH değeri	MES (kg-k)	Meyve kabuk rengi	
						L* değeri	h° değeri
Yıl							
2014	1,71	11,89 a	1,21 b	3,39 a	3,73 b	61,19 b	89,87
2015	1,66	10,58 b	1,35 a	3,21 b	4,66 a	64,12 a	88,87
D% <sub>os</sub> (yıl)	Ö.D.	0,27	0,06	0,08	0,20	2,52	Ö.D.
Soğukta Muhafaza Süresi (gün)							
0	-	10,79 c	1,37 a	3,16 b	4,30	64,78	88,32
15	1,56 c	10,36 c	1,41 a	3,29 ab	4,23	63,43	90,80
30	2,35 b	11,40 b	1,21 b	3,41 a	4,18	62,06	90,61
45	2,84 a	12,39 a	1,13 b	3,36 a	4,06	60,36	87,76
D% <sub>os</sub> (muhafaza)	0,16	0,51	0,12	0,14	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Olgunluk							
Yeşil olum	1,66	10,63 b	1,28	3,38 a	4,67 a	63,03	91,27 a
Sarı olum	1,72	11,85 a	1,29	3,23 b	3,73 b	62,29	87,48 b
D% <sub>os</sub> (olgunluk)	Ö.D.	0,27	Ö.D.	0,08	0,20	Ö.D.	2,95
Uygulama							
MAP	1,67	11,44 a	1,26	3,33	4,17	62,41	88,91
MAP+1-MCP	1,71	11,04 b	1,30	3,28	4,22	62,91	89,84
D% <sub>os</sub> (uygulama)	Ö.D.	0,28	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

\*Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 2. ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde farklı olgunlukta derimlerin ve uygulamaların 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde muhafaza sırasında ağırlık kaybı, SÇKM, TEA, pH değeri, MES ve meyve kabuk rengi (L\* ve h°) değerleri üzerine etkileri

Karacabey kayısı çeşidi	Ağırlık kaybı (%)	SÇKM (%)	TEA (%)	pH değeri	MES (kg-k)	Meyve kabuk rengi	
						L* değeri	h° değeri
Yıl							
2014	1,07	11,39 b	1,19	3,39	5,03 a	61,37	84,55 b
2015	1,04	11,69 a	1,17	3,37	2,81 b	62,43	89,90 a
D% <sub>os</sub> (yıl)	Ö.D.	0,21	Ö.D.	Ö.D.	0,21	Ö.D.	3,70
Soğukta Muhafaza Süresi (gün)							
0	-	11,00 c	1,59 a	3,25 b	4,08 ab	62,69	88,08
15	0,62 c	11,38 bc	1,11 b	3,28 c	4,43 a	60,28	87,74
30	1,27 b	11,43 b	1,06 bc	3,49 a	3,78 bc	62,60	84,67
45	2,32 a	12,36 a	0,97 c	3,48 a	3,41 c	62,45	88,40
D% <sub>os</sub> (muhafaza)	0,22	0,39	0,12	0,16	0,40	Ö.D.	Ö.D.
Olgunluk							
Yeşil olum	1,06	11,39 b	1,20	3,40	4,02	62,86	89,82 a
Sarı olum	1,06	11,69 a	1,17	3,35	3,83	60,95	84,62 b
D% <sub>os</sub> (olgunluk)	Ö.D.	0,21	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	3,70
Uygulama							
MAP	1,04	11,54	1,13 b	3,41	3,87	61,91	87,04
MAP+1-MCP	1,08	11,54	1,24 a	3,34	3,98	61,90	87,40
D% <sub>os</sub> (uygulama)	Ö.D.	Ö.D.	0,06	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

\*Ö.D.: Önemli değil

‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde 2014 yılında SÇKM miktarı 2015 yılından daha yüksek olurken, ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde daha düşük olmuştur (Çizelge 1 ve 2). ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama %10,79 olan SÇKM miktarı artışlar göstererek, 45. günde %12,39’a ulaşmıştır (Çizelge 1). ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama %11,00 olan SÇKM miktarı da artışlar göstermiş ve 45. günde %12,36’ya ulaşmıştır (Çizelge 2). ‘Çağataybey’ ve ‘Karacabey’ kayısı çeşitlerinde SÇKM miktarı sarı olumda yeşil olumdan daha yüksek olmuştur (Çizelge 1 ve 2). ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde MAP+1-MCP uygulamasında (%11,04) SÇKM miktarı MAP meyvelerinden (%11,44) daha düşük olmuştur (Çizelge 1). ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde ise SÇKM miktarı üzerine uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Kayıslarda yapılan çalışmalarda, muhafaza sırasında SÇKM miktarında artışlar olduğu değişik araştırmacılar tarafından belirtilmiştir [9, 26, 27]. Bulgularımıza benzer olarak, kayısı ile yapılan çalışmalarda genelde SÇKM üzerine 1-MCP’nin etkisinin olmadığı bildirilmiştir [28, 29, 12]. Bulgularımızdan farklı olarak, ‘Roxana’ kayıslarının soğukta muhafazasında MAP+1-MCP uygulamasında SÇKM miktarı MAP meyvelerinden daha yüksek bulunmuştur [18]. Müftüoğlu [23] tarafından ‘Kabaası’ kayıslarında MAP meyvelerinde 35 günlük bir depolama sırasında SÇKM miktarında düşüşler olduğu bildirilmiştir. Özdoğru vd. [24] tarafından MAP torbalarda depolanan ‘Ninfa’ (başlangıca göre düşüş) ve ‘Şekerpare’ (başlangıca göre yükseliş) kayısı çeşitlerinde SÇKM miktarındaki değişiklikler istatistiksel anlamda önemli, ‘Precoce de Tyrinthe’ ve ‘İğdir’ çeşitlerinde ise önemsiz bulunmuştur. Koyuncu vd. [22]’de MAP torbalarda depolama sonunda ‘Aprikoz’ kayısı çeşidinde SÇKM miktarında düşüşler saptanmışlardır. Çavuşoğlu vd. [25]’de soğukta depolanan ‘Bebeco’ kayıslarının muhafaza sonunda SÇKM miktarının başlangıca göre düşüşler gösterdiğini saptamışlardır.

İki farklı olumda MAP ve MAP+1-MCP uygulamaları yapıp iki yıl süreyle soğukta muhafaza edilen her iki kayısı çeşidinde TEA miktarı üzerine olgunluk dönemleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1 ve 2). ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde 2015 yılında TEA miktarı 2014 yılından daha yüksek olmuştur (Çizelge 1). ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde TEA miktarı üzerine yıllar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama %1,37 olan TEA miktarı azalışlar göstermiş

ve 45. günde %1,13’e düşmüştür (Çizelge 1). ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama %1,59 olan TEA miktarı benzer şekilde azalarak, 45. günde %0,97’ye düşmüştür (Çizelge 2). ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde TEA miktarı üzerine uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde ise MAP+1-MCP uygulamasında (%1,24) TEA miktarı MAP meyvelerinden (%1,13) daha düşük olmuştur (Çizelge 2). TEA miktarındaki düşüşlerin sebebinin solunum sırasında organik asitlerin kullanılmasının olabileceği bildirilmiştir [30, 31, 32]. Meyvelerde olgunlaşmanın ilerlemesiyle TEA içeriğindeki azalışların, olgunlaşma ilerledikçe asitlerin solunumda daha fazla kullanılması, pektinlerin parçalanmasıyla da oluşan katyonlarla nötrleşmeden kaynaklandığı belirtilmiştir [33, 34, 17, 7]. Bulgularımıza benzer olarak, soğukta depolanan kayıslarda muhafaza sırasında kayısların TEA miktarında düşüşler olduğu değişik araştırmacılar tarafından bildirilmiştir [2, 9, 23, 35, 24, 7, 36, 22, 25, 27]. ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde olduğu gibi, 1-MCP uygulanmış meyvelerin, depolama süresince kontrol meyvelerine kıyasla daha yüksek TEA’ya sahip olduğu bildirilmiştir [2]. Kayısı ile yapılan bir çalışmada TEA üzerine 1-MCP’nin etkisinin olmadığı bildirilmiştir [37, 28, 12]. Fan vd. [2] tarafından ‘Perfection’ kayıslarının soğukta muhafazası sonunda sarı olum meyvelerinde TEA’nın korunmasının yeşil olumdaki meyvelere göre daha az olmasına rağmen, 1-MCP uygulamasının TEA kaybını her iki olgunlukta da yavaşlattığını bildirilmiştir. Bulgularımızdan farklı olarak, tarafından soğukta depolanan ‘Roxana’ [18, 26] ve ‘Bebeco’ [38] kayıslarının muhafaza sonunda TEA miktarının başlangıca göre artışlar gösterdiğini saptamıştır.

Yeşil ve sarı olumda toplanıp, MAP ve MAP+1-MCP uygulamaları yapıp iki yıl süreyle 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde muhafaza edilen ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde 2015 yılında meyve suyu pH değeri 2014 yılından daha düşük olmuştur (Çizelge 1). ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde ise meyve suyu pH değeri üzerine yıllar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama 3,16 olan meyve suyu pH değeri 45. günde artarak 3,36 olmuştur (Çizelge 1). ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama 3,25 olan meyve suyu pH değeri 45. günde artarak 3,48 olmuştur (Çizelge 2). ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde meyve suyu pH değeri yeşil olumda sarı olumdan daha yüksek olmuştur (Çizelge 1). ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde meyve suyu

pH değeri üzerine olgunluk dönemleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Her iki kayısı çeşitlerinde de meyve suyu pH değeri üzerine uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1 ve 2). Meyve suyu pH değerinde artışların genellikle meyve olgunluğuyla ilişkilidir. Yapılan çalışmalarda kayısı muhafazasında 'meyve suyu pH değerinde artışlar olduğu bildirilmiştir [18, 24, 27].

Yeşil ve sarı olumda toplanıp, MAP ve MAP+1-MCP uygulamaları yapıp iki yıl süreyle 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde muhafaza edilen 'Çağataybey' kayısı çeşidinde 2015 yılında MES 2014 yılından daha yüksek olurken, 'Karacabey' kayısı çeşidinde daha düşük olmuştur (Çizelge 1 ve 2). 'Çağataybey' kayısı çeşidinde ise MES üzerine muhafaza süresinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). 'Karacabey' kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama 4,08 kg-k olan MES azalarak 45. günde 3,41 kg-k olmuştur (Çizelge 2). 'Çağataybey' kayısı çeşidinde MES yeşil olumda sarı olumdan daha yüksek olmuştur (Çizelge 1). 'Karacabey' kayısı çeşidinde ise MES üzerine olgunluk dönemlerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Her iki kayısı çeşidinde de MES üzerine uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1 ve 2). Hücre duvarının mekanik yapısında ve hücresel bağlantılardaki değişiklikler meyve olgunlaşması ve/veya hasat sonrası uygulamalar sırasında sertlik kayıplarına neden olabilir [39]. Monjabez Marvdashti vd. [40] tarafından karbonhidratların olgunlaşma sırasında parçalanması sebebiyle meyvede yumuşama olabileceği belirtilmiştir. Kayıslarda meyve et sertliği, tüketici tarafından ürün kabulünde kritik bir öneme sahiptir. Genel olarak kayıslarda MES 9-13,50 N değerlerine ulaştığında yeme olumuna geldiğini [41] ve meyvenin pazarlanabilir olarak kabul edilebilmesi için meyve eti sertliğinin 10 N (1,02 kg-k)'un üzerinde olması gerektiği bildirilmiştir [42, 43]. Bulgularımıza göre her iki çeşit ve tüm uygulamamızda meyvelerimizin MES değeri bu değerin üzerinde olmuştur. 45 günlük soğukta muhafaza sonunda bile her iki çeşitte değerlerimiz 33-40 N aralığında olmuştur. Kayıslarda depolama süresi MES'de azalmalar olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir [28, 9, 35, 24, 7, 44, 22, 26, 27]. Bulgularımıza benzer olarak, Çalhan [18] tarafından yapılan çalışmada 'Roxana' kayıslarının muhafazasında MES üzerine MAP ve MAP+1-MCP uygulamaları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. Kayısı ile yapılan bir çalışmada muhafaza süresince MES üzerine 1-MCP'nin etkisinin olmadığı bildirilmiştir [37].

'Çağataybey' kayısı çeşidinde olduğu gibi, Fan vd. [2] yeşil ve sarı olumda derilen 'Perfection' kayısı çeşidi meyvelerinde depolama sırasında erken hasat (yeşil olum) edilen meyvelerin daha sert kaldıklarını saptamışlardır. Bununla birlikte bulgularımızdan farklı olarak, derim sonrası olgunlaşma aşamasında 1-MCP uygulamasının kayısların yumuşamasını geciktirdiği bildirilmiştir [43, 45, 44, 12].

İki farklı olumda MAP ve MAP+1-MCP uygulamaları yapıp iki yıl süreyle soğukta muhafaza edilen her iki kayısı çeşidinde meyve kabuk rengi L\* değeri üzerine muhafaza süresi, olgunluk dönemleri ve uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1 ve 2). 'Çağataybey' kayısı çeşidinde 2015 yılında MES 2014 yılından daha yüksek olurken, 'Karacabey' kayısı çeşidinde meyve kabuk rengi L\* değeri üzerine yıllar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1 ve 2). Renk skalasında genellikle 100'den sonraki değerler yeşil rengi ifade ederken, 100-90 yeşilimsi sarıyı, 90-80 arası değerler sarıyı, 80-70 arası değerler de sarımsı turuncuyu ifade eder. 'Çağataybey' kayısı çeşidinde meyve kabuk rengi h° değeri üzerine yıllar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, 'Karacabey' kayısı çeşidinde meyve kabuk rengi h° değeri 2015 yılında MES 2014 yılından daha yüksek olmuştur (Çizelge 1 ve 2). Her iki kayısı çeşidinde de meyve kabuk rengi h° değeri üzerine muhafaza süresi ve uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1 ve 2). Her iki kayısı çeşidinde meyve kabuk rengi h° değeri yeşil olumda sarı olumdan daha yüksek olmuştur (Çizelge 1 ve 2). Her iki kayısı çeşidinde de meyve kabuk rengi L\* değeri üzerine muhafaza süresi, olgunluk dönemleri ve uygulamalar arasındaki farkların önemsiz olması meyvelerin yavaş olgunlaştığına işaret etmektedir. Dong vd. [37], Bahar ve Lurie [46], Botondi vd. [47] ve Munoz-Robredoa vd. [48] kayıslarda renk değişimlerinin 1-MCP'den etkilenmediğini bildirmişlerdir. Çalhan [18] tarafından yapılan çalışmada kayıslarının muhafazasında meyve kabuk rengi L\* değeri üzerine MAP ve MAP+1-MCP uygulamaları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. Müftüoğlu [23] tarafından 'Kabaası' kayısı çeşidini 4°C sıcaklıkta 42 gün süreyle depolanmış ve MAP uygulamasında meyve kabuk rengi L\* ve h° değerinde istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Bureau vd. [49], 'Bergeron' ve 'Goldrich' kayısı çeşitlerinde yaptıkları çalışmada, erken dönemde meyveler yeşilken yüksek olan h° değerinin olgunluğun ilerlemesiyle azaldığını bildirmişlerdir. Bulgularımızdan farklı olarak, 1-MCP uygulanmış meyvelerinde renk değişikliklerinin daha az ve bu meyvelerin kontrol

meyvelerinden daha yeşil olduğu bildirilmiştir [2]. Satuor vd. [12]'da 1-MCP uygulanmış meyvelerde renk değişikliklerinin ( $L^*$  ve  $h^\circ$ ) kontrole göre daha az olduğunu belirtmişlerdir. Kayısı meyvelerinde renk değişimlerinin artış eğilimlerinin 1-MCP ile baskılandığı bildirilmiştir [44]. Erbaş vd. [36], Koyuncu vd. [22] ve Aslantürk vd. [27] tarafından yapılan çalışmalarda kayıisuların muhafaza sırasında meyve kabuk rengi  $L^*$  değerinde azalmalar görülmüştür. Fan vd. [2], Dong vd. [37], Çalhan [18], Özdoğru vd. [24] ve Aslantürk vd. [27] tarafından yapılan çalışmalarda kayıisuların muhafaza sırasında meyve kabuk rengi  $h^\circ$  değerinde azalmalar görülmüştür.

Yeşil ve sarı olumda toplanıp, MAP ve MAP+1-MCP uygulamaları yapıp 45 gün süreyle  $0^\circ\text{C}$  sıcaklık ve %90-95 oransal nemde muhafaza edilen 'Çağataybey' kayısı çeşidinde 2014 yılında antioksidan aktivitesi 2015 yılından daha yüksek, 'Karacabey' kayısı çeşidinde ise çeşidinde antioksidan aktivitesi üzerine yıllar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3 ve 4). 'Çağataybey' kayısı çeşidinde antioksidan aktivitesi üzerine muhafaza süresinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3). 'Karacabey' kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama %1,94 olan antioksidan aktivitesi artışlar göstermiş ve 45 günlük muhafaza sonunda %14,90'a ulaşmıştır (Çizelge 4). Her iki kayısı çeşidinde de antioksidan aktivitesi sarı olumda yeşil olumdan daha yüksek olmuştur (Çizelge 3 ve 4). Her iki kayısı çeşidinde de antioksidan aktivitesine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3 ve 4). 'Çağataybey' kayısı çeşidinde başlangıçta antioksidan aktivitesi %11,41 olurken, 'Karacabey' kayısı çeşidinde %1,94 olmuştur. Kayısı çeşitleri arasında antioksidan aktivitesi bakımından görülen bu farklılıklar, değişik kayısı çeşitleri ve tipleri ile yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir [50, 51, 52, 53, 7]. Depolama süresi uzadıkça meyve olgunlaşması ile antioksidan aktivitesinde artışlar görülmektedir. 'Karacabey' kayısı çeşidi bulgularımıza benzer olarak, Özdoğru vd. [7]'nin çalışmaları 'İğdir', 'Şekerpare', 'Ninfa' ve 'Precoce de Tyrinthe' kayısı çeşitlerin 35'er günlük, Çavuşoğlu vd. [25]'nin 'Bebeco' kayısı çeşidinin 25 günlük ve Aslantürk vd. [27]'nin 'Precoce de Tyrinthe' kayısı çeşidinin 20 günlük muhafazaları sonunda antioksidan aktivitesinde artışlar olmuştur. Bulgularımızdan farklı olarak, 1-MCP uygulanmış meyvelerde depolama sırasında antioksidan aktivitenin artışlar gösterdiği ve kontrole göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir [43]. Müftüoğlu [23]'nun çalışmasında 'Kabaası' kayısı çeşidinin

muhafazası süresince MAP uygulamasında antioksidan aktivitesinde düşüşler olmuştur.

İki farklı olumda MAP ve MAP+1-MCP uygulamaları yapıp 45 gün süreyle soğukta muhafaza edilen 'Çağataybey' kayısı çeşidinde antioksidan aktivitesi üzerine yıllar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, 'Karacabey' kayısı çeşidinde 2015 yılında antioksidan aktivitesi 2014 yılından daha yüksek olmuştur (Çizelge 3 ve 4). 'Çağataybey' kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama 16,08 mg/kg olan toplam karotenoid miktarı en yüksek değere 15. günde (27,40 mg/kg) ulaşmış, sonrasında azalışlar ve artışlar göstermiş ve 45 günlük muhafaza sonunda 24,75 mg/kg olmuştur (Çizelge 3). 'Karacabey' kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama 16,41 mg/kg olan toplam karotenoid miktarı en yüksek değere 30. günde (34,84 mg/kg) ulaşmış, sonrasında azalarak ve 45 günlük muhafaza sonunda 13,85 mg/kg'a düşmüştür (Çizelge 4). Her iki kayısı çeşidinde de toplam karotenoid miktarı üzerine olgunluk dönemleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3 ve 4). 'Çağataybey' kayısı çeşidinde MAP+1-MCP uygulamasında (18,36 mg/kg) toplam karotenoid miktarı MAP meyvelerinden (25,81 mg/kg) daha düşük olurken, 'Karacabey' kayısı çeşidinde MAP+1-MCP uygulamasında (21,96 mg/kg) toplam karotenoid miktarı MAP meyvelerinden (19,09 mg/kg) daha yüksek olmuştur (Çizelge 3 ve 4). Meyve olgunlaşması sırasında karotenoid içeriğinin arttığı [54], ancak daha sonra meyve yaşlanması süreci başladığında bu dönemde gelişen oksidatif süreçler nedeniyle azaldığı bildirilmiştir [55]. 1-MCP uygulanmış meyvelerde depolama sırasında karotenoidlerin daha iyi tutulduğu ve kontrole göre daha yüksek değerler aldığı bildirilmiştir [43]. El-Badawy ve El-Salhy [35] ise 'Canino' kayısı çeşidinde depolama süresinin uzaması ile 'karotenoidlerin arttığını bildirmişlerdir. Bulgularımızdan farklı olarak, Müftüoğlu [23]'nun çalışmasında 'Kabaası' kayısı çeşidi MAP uygulamasında toplam karotenoid miktarı üzerine muhafaza süresinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. 1-MCP uygulanan kayıisuların askorbat ve karotenoid seviyelerini daha iyi koruduğu, 1-MCP uygulanan meyvenin besin değerini iyileştirdiği bildirilmiştir [56]. 1-MCP uygulanan kayıisularda askorbat ve karotenoid seviyelerinin daha iyi korunmasıyla ilgili olarak, depolama sırasında daha yüksek antioksidan aktivite değerleri elde edilmiştir [43]. Bazı meyvelerde karotenoid ve askorbat içerikleri ile toplam antioksidan kapasite arasında iyi bir korelasyon olduğu bildirilmiştir [57]. Kayısı meyveleri yeşil ve/veya sert olumda derildiklerinde,

klimakterik gösterdiklerinden olgunlaşmayla birlikte toplam karotenoid miktarında ve antioksidan aktivitesinde artışlar olmaktadır. Kayısı çeşitleri arasında bu bakımdan farklılıklar olduğu değişik kayısı çeşitleri ve tipleri ile yapılan çalışmalarda bildirilmiştir [51, 52, 53, 7].

Çizelge 3. ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde farklı olgunlukta derimlerin ve uygulamaların 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde muhafaza sırasında antioksidan aktivitesi, toplam karotenoid, β-karoten ve şekerler (fruktoz, glukoz ve sakaroz) içerikleri üzerine etkileri

Çağataybey kayısı çeşidi	Antioksidan aktivite (%)	Toplam karotenoid (mg/kg)	β-karoten (mg/kg)	Şekerler (g/100 g)		
				Fruktoz	Glukoz	Sakaroz
Yıl						
2014	13,56 a	20,12	14,75 b	0,70	1,61	5,29
2015	10,32 b	24,04	19,97 a	0,68	1,64	5,20
D% <sub>os</sub> (yıl)	2,13	Ö.D.	2,67	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Soğukta Muhafaza Süresi (gün)						
0	11,41	16,08 b	13,25 b	0,51 c	1,33 b	5,13 ab
15	12,38	27,40 a	19,25 a	0,63 bc	1,48 b	5,75 a
30	12,70	20,09 ab	17,64 ab	0,90 a	1,87 a	4,77 b
45	11,28	24,75 a	19,31 a	0,73 b	1,80 a	5,32 ab
D% <sub>os</sub> (muhafaza)	Ö.D.	7,46	4,99	0,12	0,20	0,70
Olgunluk						
Yeşil olum	9,61 b	20,85	16,53	0,73 a	1,72 a	4,99 b
Sarı olum	14,27 a	23,32	18,19	0,66 b	1,53 b	5,50 a
D% <sub>os</sub> (olgunluk)	2,13	Ö.D.	Ö.D.	0,06	0,10	0,38
Uygulama						
MAP	10,92	25,81 a	20,31 a	0,74 a	1,78 a	5,64 a
MAP+1-MCP	12,97	18,36 b	14,41 b	0,64 b	1,46 b	4,85 b
D% <sub>os</sub> (uygulama)	Ö.D.	4,00	2,67	0,06	0,10	0,38

\*Ö.D.: Önemli değil

Yeşil ve sarı olumda toplanıp, MAP ve MAP+1-MCP uygulamaları yapıp iki yıl süreyle 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde muhafaza edilen her iki kayısı çeşidinde de 2015 yılında β-karoten miktarı 2014 yılından daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3 ve 4). ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama 13,25 mg/kg olan β-karoten miktarı artış ve azalışlar göstermiş ve artarak 45 günlük muhafaza sonunda 19,31 mg/kg’a ulaşmıştır (Çizelge 3). ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama 8,21 mg/kg olan β-karoten miktarı en yüksek değere 30. günde (31,55 mg/kg) ulaşmış, sonrasında azalarak ve 45 günlük muhafaza sonunda 9,57 mg/kg’a düşmüştür (Çizelge 4). Her iki kayısı çeşidinde de β-karoten miktarı üzerine olgunluk dönemleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3 ve 4). ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde MAP+1-MCP uygulamasında (14,41 mg/kg) β-karoten miktarı MAP meyvelerinden (20,31 mg/kg) daha düşük olurken, ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde MAP+1-MCP uygulamasında (15,70

mg/kg) β-karoten miktarı MAP meyvelerinden (12,19 mg/kg) daha yüksek olmuştur (Çizelge 3 ve 4). Kayısıda bulunan toplam karotenoidlerin %60-70’ini β-karoten oluşturmaktadır. Bu nedenle kayısı çok iyi β-karoten kaynağı olduğu bildirilmiştir [23]. Depolama süresince kayısı çeşitlerinin toplam karotenoid ve β-karoten miktarları ile antioksidan aktivitesinde görülen artışlar meyve olgunlaşması ile uyumlu görülmektedir.

Çizelge 4. ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde farklı olgunlukta derimlerin ve uygulamaların 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde muhafaza sırasında antioksidan aktivitesi (%), toplam karotenoid (mg/kg), β-karoten (mg/kg) ve şekerler (fruktoz, glukoz ve sakaroz) içerikleri (g/100 g) üzerine etkileri

Karacabey kayısı çeşidi	Antioksidan aktivite (%)	Toplam karotenoid (mg/kg)	β-karoten (mg/kg)	Şekerler (g/100 g)		
				Fruktoz	Glukoz	Sakaroz
Yıl						
2014	10,38	18,23 b	12,12 b	0,97 a	3,19 a	3,63 b
2015	9,75	22,83 a	15,76 a	0,59 b	1,90 b	4,77 a
D% <sub>os</sub> (yıl)	Ö.D.	2,14	1,71	0,06	0,13	0,20
Soğukta Muhafaza Süresi (gün)						
0	1,94 c	16,41 b	8,21 b	0,34 c	1,79 d	4,11 b
15	12,80 ab	17,00 b	6,45 b	0,79 b	2,81 b	4,85 a
30	10,63 b	34,84 a	31,55 a	0,87 b	2,40 c	3,76 b
45	14,90 a	13,85 b	9,57 b	1,11 a	3,19 a	4,07 b
D% <sub>os</sub> (muhafaza)	2,69	3,99	3,19	0,12	0,24	0,36
Olgunluk						
Yeşil olum	8,50 b	20,41	14,42	0,83 a	2,65 a	4,19
Sarı olum	11,63 a	20,64	13,47	0,73 b	2,44 b	4,21
D% <sub>os</sub> (olgunluk)	1,44	Ö.D.	Ö.D.	0,06	0,13	Ö.D.
Uygulama						
MAP	10,40	19,09 b	12,19 b	0,79	2,61 a	4,15
MAP+1-MCP	9,74	21,96 a	15,70 a	0,77	2,48 b	4,25
D% <sub>os</sub> (uygulama)	Ö.D.	2,14	1,71	Ö.D.	0,13	Ö.D.

\*Ö.D.: Önemli değil

İki farklı olumda kontrol ve 1-MCP uygulamaları yapıp iki yıl süreyle soğukta muhafaza edilen ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde fruktoz miktarı üzerine yılların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3). ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde ise 2014 yılında fruktoz miktarı 2015 yılından daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). ‘Çağataybey’ kayısı soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama 0,51 g/100 g olan fruktoz miktarı en yüksek değere 30. günde (0,90 g/100 g) ulaşmış, sonrasında azalarak ve 45 günlük muhafaza sonunda 0,73 g/100 g’a düşmüştür (Çizelge 3). ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama 0,34 g/100 g olan fruktoz miktarı artışlar göstermiş ve 45. günde 1,11 g/100 g’a ulaşmıştır (Çizelge 4). Her iki kayısı çeşidinde de fruktoz miktarı yeşil olumda sarı olumdan daha yüksek olmuştur (Çizelge 3 ve 4). ‘Çağataybey’



kayısı çeşidinde MAP+1-MCP uygulamasında (0,64 g/100 g) fruktoz miktarı MAP meyvelerinden (0,74 g/100 g) daha düşük olurken, ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde fruktoz miktarı üzerine uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3 ve 4).

Yeşil ve sarı olumda kontrol ve 1-MCP uygulamaları yapıp iki yıl süreyle soğukta muhafaza edilen ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde glukoz miktarı üzerine yılların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3). ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde ise 2014 yılında glukoz miktarı 2015 yılından daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama 1,33 g/100 g olan glukoz miktarı artışlar göstermiş ve 45. günde 1,80 g/100 g olmuştur (Çizelge 3). ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama 1,79 g/100 g olan glukoz miktarı artışlar göstermiş ve 45 günlük muhafaza sonunda 3,19 g/100 g’a ulaşmıştır (Çizelge 4). ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde MAP+1-MCP uygulamasında (1,46 g/100 g) glukoz miktarı MAP meyvelerinden (2,48 g/100 g) daha düşük olurken, ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde MAP+1-MCP uygulamasında (1,46 g/100 g) glukoz miktarı MAP meyvelerinden (2,61 g/100 g) daha düşük olmuştur (Çizelge 3 ve 4).

Her iki kayısı çeşidinde de hakim şekerin sakaroz olduğu saptanmıştır. ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde sakaroz miktarı üzerine yılların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde 2014 yılında sakaroz miktarı 2015 yılından daha düşük bulunmuştur (Çizelge 3 ve 4). ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama 5,13 g/100 g olan sakaroz miktarı en yüksek değere 15. günde (5,75 g/100 g) ulaşmış, sonrasında biraz azalarak ve 45 günlük muhafaza sonunda 5,32 g/100 g olmuştur (Çizelge 3). ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama 4,11 g/100 g olan sakaroz miktarı en yüksek değere 15. günde (4,85 g/100 g) ulaşmış, sonrasında azalarak ve 45 günlük muhafaza sonunda 4,07 g/100 g’a düşmüştür (Çizelge 4). ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde sakaroz miktarı sarı olumda yeşil olumdan daha yüksek olurken, ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde sakaroz miktarı üzerine olgunluk dönemlerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3 ve 4). ‘Çağataybey’ kayısı çeşidinde MAP+1-MCP uygulamasında (5,64 g/100 g) sakaroz miktarı MAP meyvelerinden (4,85 g/100 g) daha yüksek olurken, ‘Karacabey’ kayısı çeşidinde sakaroz miktarı üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3 ve 4). Kayıslarda olgunluk döneminde fruktoz, glukoz ve sakaroz miktarları Bureau vd. [58]

ve Satuor vd. [12] tarafından da bulgularımıza benzer şekilde saptanmıştır. Fan vd. [44] ise ‘Shushanggan’ kayıslarının muhafazasında başlangıçta fruktoz, glukoz ve sakaroz miktarlarını sırasıyla 1,15 g/100 g, 2,17 g/100 g ve 7,58 g/100 g olarak saptamışlar ve 1-MCP uygulanmış kayıslar ve kontrol meyveleri arasında şekerlerde önemli bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

Her iki kayısı çeşidinde de yıllara, olgunluk dönemlerine, uygulamalara ve depolama süresine göre herhangi bir mantarsal ve fizyolojik bozulmaya rastlanılmamıştır.

## SONUÇ

Günümüzde tüketiciler besin, vitamin ve antioksidan bakımından zengin meyveleri tercih etmektedirler. Bu özellikleri ihtiva eden meyvelerin dalından koptuktan sonra da besinsel özelliklerini en az kayıpla korumaları için uygun yöntem ve/veya uygulamaların yapılması gereklidir. Bu açıdan MAP uygulamaları önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Bu çalışmada ‘Çağataybey’ ve ‘Karacabey’ kayısı çeşitlerinin 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 45 güne kadar kaliteli olarak muhafazası mümkün olup, bundan sonra ki çalışmalarda 60 gün ve üzerinde denemeler yapılması uygun olacaktır. 1-MCP uygulamasının her iki çeşitte de MAP ile birlikte kullanılması ümitvar bulunmuştur. Yaptığımız çalışmada MAP ile birlikte 1 µl/l 1-MCP uygulaması ümitvar bulunmasına rağmen, bundan sonra ki çalışmalarda 1-MCP’nin farklı dozları ile farklı MAP uygulamalarının denenmesi yararlı olacaktır. Ancak, sarı olumda derilen meyveler, nispeten düşük sertlik değerleri nedeniyle depolamadan sonra ticari olarak uzak pazarlar yerine yerel veya yakın pazarlara gönderilmesi uygun olacaktır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü imkânlarıyla yürütülen TAGEM/BBAD/12/A04/P01/02-4 numaralı projenin bir bölümüdür. Desteklerinden dolayı 1-MCP’yi sağlayan ve uygulamamıza yardımcı olan Savaş YILDIRIM’a ve Smartfresh firması ile Xtend® MAP torbalarını sağlayan StePac firmasına teşekkürlerimi sunarım.

## KAYNAKLAR

1. Sisler, E.C., Serek, M., 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. *Physiol. Plant.* 100, 577-582.
2. Fan, X., Argenta, L., Mattheis, J.P., 2000. Inhibition of ethylene action by 1-Methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biology and Technology* 20:135-142.
3. Sakar, E., Ünver, H., Taş, A., Ak, B.E., 2014. Meyvelerde 1-MCP (1-methylcyclopropene)'nin kullanım olanakları. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 18(1):46-52.
4. Baswal, A.K., Ramezani, A., 2021. 1-Methylcyclopropene potentials in maintaining the postharvest quality of fruits, vegetables, and ornamentals: A review. *J. Food Process Preserv.* 45:e15129. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15129>.
5. Scorza, R., 2005. Peach and Apricot (Chapter 19). In: *Processing Fruits Science and Technology* (2<sup>nd</sup>). (Barrett, D.M., Somogyi, L., Ramaswamy, H., eds.), CRC Press, Boca Raton, 481-496.
6. Lichou, J., Jay, M., Chamet, C., Pinet, C., Broquaire, J.M., 2006. The Apricot Colour Chart: For a Picking at Optimal Maturity. *Acta Horticulturae* 701:551-552.
7. Özdoğru, B., Şen, F., Bilgin, N.A., Mısırlı, A., 2015. Bazı sofralık kayısı çeşitlerinin depolama sürecinde fiziksel ve biyokimyasal değişimlerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 52(1):23-30.
8. Koyuncu, M.A., Can, A., 2000. Research on modified atmosphere (MA) storage of some apricot cultivars. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 15(1):54-62.
9. Kaynaş, K., Sakaldaş, M., Kuzucu, F.C., 2008. Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen Bazı Kayısı Çeşitlerinde Hasat Sonrası Farklı MAP Uygulamalarının Meyve Kalitesine Etkileri. *Bahçe Ürünlerinde 4. Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, 8-11 Ekim 2008, Antalya, 25-32.
10. Koyuncu, M.A., Dilmaçunal, T., Özdemir, Ö., 2010. Modified and controlled atmosphere storage of apricots. *Acta Hort.* 876:55-58.
11. Valero, D., Guillén, F., Valverde, J.M., Martínez-Romero, D., Castillo, S. and Serrano, M., 2005. 1-MCP Use on *Prunus* spp. to Maintain Fruit Quality and to Extend Shelf Life During Storage: A Comparative Study. *Acta Horticulturae*, 682, 933-940.
12. Satuor, R.F., Attia, M.M., Kassem, H.A., Mostafa, Y.S., 2019. Effect of postharvest amino ethoxyvinylglycine, 1-Methylcyclopropene and jasmonic acid treatments on storability and quality maintenance of apricot fruit Cv. "Canino". *Alex. J. Agric. Sci.* 64(1):11-20.
13. McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective colour measurement. *HortScience* 27:1254-1255.
14. Klimczak, I., Malecka, M., Szlachta, M., Gliszczyńska-Świgło, A., 2007. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis* 20:313-322.
15. Meléndez-Martínez, J.A., Britton, G., Vicario M.I., Heredia, J.H., 2007. Relationship between the colour and the chemical structure of carotenoid pigments. *Food Chemistry* 101(3):1145-1150.
16. Bartolome, A.P., Ruperez, P., Fuster, C., 1995. Pineapple fruit: Morphological characteristics, chemical composition and sensory analysis of Red Spanish and Smooth Cayenne cultivars. *Food Chemistry* 53(1):75-79. doi:10.1016/0308-8146(95)95790-D.
17. Karaçalı, İ., 2012. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 494, İzmir, 472 s.*
18. Çalhan, Ö., 2010. Bazı depolama koşullarının 'Roxana' kayısı çeşidinin soğukta muhafazası üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Isparta, 120 s.
19. Crisosto, C.H., Lurie, S., Retamales, J., 2009. Stone Fruits (Chapter 13) In: *Modified and Controlled Atmospheres for the Storage, Transportation and Packaging of Horticultural Commodities* (Yahia, E.M., -eds.). CRC Press Boca Raton, 287-316.
20. Zoffoli, J.P., Latorre, B.A., Naranjo, P., 2009. Preharvest applications of growth regulators and their effect on postharvest quality of table grapes during cold storage. *Postharvest Biology and Technology* 51(2):183-92.
21. Sandhya, 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs. *LWT-Food Sci. Technol.* 43:381-392.
22. Koyuncu, M.A., Secmen, T., Onursal, C.E., Erbas, D., Guneyli, A., Uzumcu, S.S., Koyuncu, F., 2018. Effect of postharvest oxalic acid treatment on cold storage of apricot cv. 'Aprikoz'. *Horticulture LXII*; 147-152.
23. Müftüoğlu, F., 2010. Yenilebilir kaplama ve modifiye atmosfer paketlenmenin kayısının ('Kabaası') kalite özelliklerine ve muhafazasına etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı 45 s.
24. Özdoğru, B., Şen, F., Bilgin, N.A., Mısırlı, A., 2014. Bazı sofralık kayısı çeşitlerinin depolanma

- sürelerinin belirlenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2(2):89-96.
25. Çavuşoğlu, Ş., İşlek, F., Yılmaz, N., Tekin, O., 2020. Kayısıda (*Prunus armeniaca* L.) metil jasmonate, sitokinin ve lavanta yağı uygulamalarının hasat sonrası fizyolojisi üzerine etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 30(1):136-146.
26. Varlı Yunusoğlu, S., Ekinci, N., Gündoğdu, M.A., 2021. Modifiye atmosfer paketleme ve normal atmosfer koşullarında depolanan 'Roxana' kayısı çeşidinin aroma bileşenlerindeki değişimler. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 9(2):399-410.
27. Aslantürk, B., Altuntaş, E., Öztürk, B., 2022. Effects of modified atmosphere packaging and methyl jasmonate treatments on fruit quality and bioactive compounds of apricot fruit during cold storage. Journal of Agricultural Sciences 28(1):71-82.
28. Salvador, A., Cuquerella, J., Monterde, A., 2006. Effect of 1-Methylcyclopropene on the post-harvest behaviour of apricot cv. Canino. Acta Horticulturae 701:591-594.
29. Mencarelli, F., Bellincontro, A., Forniti, R., Vizovitis, K., Botondi, R., Valentini, M., Sequi, P., DiNatale, C., Basile, B., Romano, R., 2006. Factors affecting the apricot quality for the consumer with special attention to the use of 1-MCP and of NDT for detection of bruising. Acta Horticulturae 717:315-320.
30. Dündar, Ö., Küden, A.B., Dennis, F.G., 1997. Investigations on cold storage and post-harvest physiology of J.H. Hale Peach. Acta Hort. 441:411-441.
31. Özkaya, O., Dündar, Ö., Küden, A., 2005. Adana koşullarında yetiştirilen Angeleno erik çeşidinin muhafaza performansı. 3. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, Antakya-Hatay, 406-408.
32. Jin, P., Zhu, H., Wang, J., Chen, J., Wang, X., Zheng, Y., 2012. Effect of methyl jasmonate on energy metabolism in peach fruit during chilling stress. Society of Chemical Industry 10:1002-5973.
33. Wills, R.B.H., McGlasson, W.B., Graham, D., Joyce, D., 1998. Postharvest an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals. 4<sup>th</sup> edition, UNSW Press, Sydney, Australia.
34. Kader, A., 2002. Postharvest technology of horticultural crops. University of California Division of Agricultural and Natural Resources, Third Edition, Publication, Oakland CA USA, 3311.
35. El-Badawy, H.E.M., El-Salhy, F.T.A., 2011. Physical and chemical properties of Canino apricot fruits during cold storage as influenced by some post-harvest treatments. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 5(9):537-548.
36. Erbaş, D., Onursal, C.E., Koyuncu, M.A., 2015. Derim sonrası salisilik asit uygulamalarının Aprikoz kayısı çeşidinin soğukta depolanması üzerine etkileri. Meyve Bilimi 2(2):50-57.
37. Dong, L., Lurie, S., Zhou, H-W., 2002. Effect of 1-Methylcyclopropene on ripening of Canino apricots and Royal Zee plums. Postharvest Biology and Technology 24:135-145.
38. Panou, A.A., Karabagias, I.K., Riganakos, K.A., 2018. The effect of different gaseous ozone treatments on physicochemical characteristics and shelf life of apricots stored under refrigeration. J. Food Process Preserv. e13614, 1-7. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13614>.
39. Valero, D., Serrano, M., 2010. Postharvest biology and technology for preserving fruit quality. New York: CRC Press, 287 p.
40. Monjazez Marvdashti, L., Abdulmajid Ayatollahi, S., Salehi, B., Sharifi-Rad, J., Abdolshahi, A., Sharifi-Rad, R., Maggi, F., 2020. Optimization of edible Alyssum homalocarpum seed gum-chitosan coating formulation to improve the postharvest storage potential and quality of apricot (*Prunus armeniaca* L.). J. Food Saf. 40:e12805. [doi.org/10.1111/jfs.12805](https://doi.org/10.1111/jfs.12805).
41. Crisosto, C.H., Mitchell, F.G., 2003. Postharvest handling system: Stone fruits, Kader, A.A., (Ed.). Postharvest Technology of Horticultural Crops, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California, USA, 345-350.
42. Serrano, M., Amoros, A., Riquelme, F., Marinez, G., Pretel, M.T., Romojaro, F., 1992. Incidencia del estado de madurez sobre la calidad comercial del albaricoque (*Prunus armeniaca* L.) (ed. Serrano, M., Amoros, A.) in Jornadas Tecnicas sobre Produccion y Comercializacion del Albaricoque CAGP, Murcia, Spain, 85-97.
43. Egea, I., Flores, F.B., Martinez-Madrid, M.C., Romojaro, F., Sanchez-Bel, P., 2010. 1-Methylcyclopropene affects the antioxidant system of apricots (*Prunus armeniaca* L. cv. Bulida) during storage at low temperature. J. Sci. Food Agric. 90:549-555.
44. Fan, X., Shu, C., Zhao, K., Wang, X., Cao, J., Jiang, W., 2018. Regulation of apricot ripening and softening process during shelf life by post-storage treatments of exogenous ethylene and 1-methylcyclopropene. Scientia Horticulturae 232:63-70.

45. Wu, B., Guo, Q., Wang, G.X., Peng, X.Y., Wang, J.D., Che, F.B., 2015. Effects of different postharvest treatments on the physiology and quality of 'Xiaobai' apricots at room temperature. *J. Food Sci. Technol.* 52:2247-2255.
46. Bahar, A., Lurie, S., 2002. Kayıslarda 1-MCP (1-Methylcyclopropene) uygulamasının fizyolojik bozukluklara ve depo ömrüne etkisi. 2. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 24-27 Eylül 2002, 118-127.
47. Botondi, R., Crisa, A., Massantini, R., Mencarelli, F., 2000. Effects of low oxygen short-term exposure at 15°C on postharvest physiology and quality of apricots harvested at two ripening stages. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 75:202-208.
48. Munoz-Robredo, P., Rubiob, P., Infanteb, R., Campos-Vargasc, R., Manríquez, D., González-Agüeroa, M., Defilippia, B.G., 2012. Ethylene biosynthesis in apricot: Identification of a ripening-related aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase (ACS) gene. *J. Agr. Food Chem.* 57:5809-5815.
49. Bureau, S., Chahine, H., Gouble, B., Reich, M., Albagnac, G., Audergon, J.M., 2006. Fruit ripening of contrasted apricot varieties: Physical, physiological and biochemical changes. *Acta Horticulturae* 701:511-516.
50. Drogoudi, P.D., Vemmos, S., Pantelidis, G., Petri, E., Tzoutzoukou, C., Karayiannis, I., 2008. Physical characters and antioxidant, sugar, and mineral nutrient contents in fruit from 29 apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars and hybrids. *J. Agric. Food Chem.* 56:10754-10760.
51. Kalyoncu, I.H., Akbulut, M., Coklar, H., 2009. Antioxidant capacity, total phenolics and some chemical properties of semi matured apricot cultivars grown in Malatya, Turkey. *World Applied Sciences Journal* 6:519-523.
52. Hegedus, A., Engel, R., Abrankó, L., Balogh, E., Blázkovics, A., Hermán, R., Halász, J., Ercisli, S., Pedryc, A., Stefanovits Bányai, E., 2010. Antioxidant and antiradical capacities in apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruits: variations from genotypes, years, and analytical methods. *J. Food Sci.* 75:722-730.
53. Çalışkan, O., Bayazit, S., Sumbul, A., 2012. Fruit quality and phytochemical attributes of some apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars as affected by genotypes and seasons. *Not Bot Horti Agrobo* 40(2):284-294.
54. Dragovic-Uzelac, V., Levaj, B., Mrkic, V., Bursac, D., Boras, M., 2007. The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food Chemistry* 102(3):966-975.
55. Jaren-Galan, M., Minguez-Mosquera, M.I., 1999. Effect of pepper lipoxygenase activity and its linked reactions on pigments of the pepper fruit. *J. Agric. Food Chem.* 47:4532-4536.
56. Davey, M.W., Montagu, M.V., Inze, D., Sanmartin, M., Kanellis, A., Smirnoff, N., 2000. Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *J. Sci. Food Agric.* 80:825-860.
57. Cano, A., Acosta, M., Arnao, M.B., 2003. Hydrophilic and lipophilic antioxidant activity changes during on-vine ripening of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Postharv. Biol. Technol.* 28:59-65.
58. Bureau, S., Ruiz, D., Reich, M., Gouble, B., Bertrand, D., Audergon, J., Renard, C.M.G.C., 2009. Application of ATR-FTIR for a rapid and simultaneous determination of sugars and organic acids in apricot fruit. *Food Chemistry* 115:1133-1140.

## Antakya Koşullarında Bazı Kurutmalık Kırmızıbiber Hatlarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Ökkeş YAYMAN<sup>1</sup>, Tamer SERMENLİ<sup>2</sup>, Bekir Bülent ARPACI<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü; Hatay; ORCID: 0000-0002-9359-2943

<sup>2</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü; Hatay; ORCID: 0000-0002-1562-2561

<sup>3</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kilis; ORCID: 0000-0001-7505-3658

Gönderilme Tarihi: 21 Eylül 2024

Kabul Tarihi: 9 Ekim 2024

### ÖZ

Bu çalışma, Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından Kahramanmaraş biberi popülasyonu içerisinde seleksiyon yoluyla geliştirilen S4 kademesindeki 12 genotipin ve 4 tescilli biber çeşidinin Antakya koşullarında verim ve kalite performanslarının incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bitkisel materyal olarak 83, 331, 368, 373, 361, 378, 439, 449, 454, 472, 521 ve 69 numaralı hatlar ile Sena, Dila, Bozok ve Yesemek çeşitleri kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek taze verim 1106 g.bitki<sup>-1</sup> ile 83 numaralı hattın, en yüksek kuru verim ise 270 g.bitki<sup>-1</sup> ile 472 numaralı hattın elde edilmiştir. Suda çözünebilir kuru madde miktarı açısından %13,30 değeri ile 361 numaralı hat öne çıkarken, en yüksek kurutma randımanı %32,5 ile 454 numaralı hatta belirlenmiştir. Meyve sayısı açısından 439 numaralı hat 127 adet bitki<sup>-1</sup> ile en yüksek değere ulaşırken, meyve ağırlığı 10,60 g.meyve<sup>-1</sup> ile 472 numaralı hatta, meyve uzunluğu ise 7 cm ile 449 numaralı hatta en yüksek değer olarak kaydedilmiştir. Tohum sayısı bakımından en yüksek değer 347 adet meyve<sup>-1</sup> ile 378 numaralı hatta, meyve genişliği ise 23 mm ile Dila çeşidinde tespit edilmiştir. Kapsaisinoid (acılık) analizi sonuçlarına göre, 472 numaralı hat 147483 (scoville heat unit) SHU ile en yüksek acılığa sahip olmuş ve bu yönüyle önemli bir kalite kriteri olarak öne çıkmıştır. Bunun yanında, en düşük meyve et kalınlığı 0,75 mm ile 378 numaralı hatta belirlenirken, 1000 tohum ağırlığı açısından 6,50 g ile 373 numaralı hat öne çıkmıştır. Genel olarak, özellikle kurutulmuş biber üretiminde önemli olan kuru verim ve acılık kriterleri dikkate alındığında, 472 numaralı hattın hem yüksek kuru verim hem de yüksek acılık değeri ile üstün bir performans sergilediği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Antakya koşullarının yüksek verim ve kaliteye sahip biber hatlarının yetiştirilmesi için uygun olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bu genotiplerin ticari üretimde önemli bir potansiyele sahip olabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Acılık, seleksiyon, toz ve pul kırmızı biber, *Capsicum annuum*

### Evaluation of Yield and Quality Characteristics of Some Drying Red Pepper Lines in Antakya Conditions

#### ABSTRACT

This study aimed to evaluate the yield and quality performance of 12 S4-generation genotypes and 4 registered pepper varieties, developed through selection from the Kahramanmaraş pepper population by the East Mediterranean Transitional Zone Agricultural Research Institute, under the conditions of Antakya. The plant materials used were the genotypes 83, 331, 368, 373, 361, 378, 439, 449, 454, 472, 521, and 69, along with the varieties Sena, Dila, Bozok, and Yesemek. The results revealed that the highest fresh yield was obtained from genotype 83 with 1106 g.plant<sup>-1</sup>, while the highest dry yield was recorded in genotype 472 with 270 g.plant<sup>-1</sup>. The genotype 361 stood out with a total soluble solid content (SSC) of 13.30%, and the highest drying efficiency was observed in genotype 454 at 32.5%. In terms of fruit number, genotype 439 had the highest value with 127 fruits plant<sup>-1</sup>, while genotype 472 showed the highest fruit weight of 10.60 g.fruit<sup>-1</sup> and genotype 449 had the longest fruit length at 7 cm. The highest seed count was observed in genotype 378 with 347 seeds fruit<sup>-1</sup>, while Dila had the largest fruit width at 23 mm. According to the capsaicinoid (pungency) analysis, genotype 472 exhibited the highest pungency level with 147483 scoville heat units (SHU), highlighting it as a notable quality trait. Furthermore, the lowest fruit flesh thickness was recorded in genotype 378 with 0.75 mm, and the highest 1000-seed weight was observed in genotype 373 with 6.50 g. Overall, considering the key criteria for dried pepper production, particularly dry yield and pungency, genotype 472 demonstrated superior performance due to its high dry yield and pungency levels. These findings suggest that the Antakya region is well-suited for the cultivation of high-yielding and high-quality pepper lines. Additionally, these genotypes hold significant potential for commercial production.

**Keywords:** Pungency, selection, red pepper powder and flakes, *Capsicum annuum*

\*Sorumlu yazar / Corresponding author: bsarpaci@hotmail.com

## INTRODUCTION

The cultivation of the pepper plant dates back approximately 5,000 years in South America, as revealed by archaeological excavations [1]. Small hot peppers were introduced to Europe by Christopher Columbus, becoming popular, and before the discovery of the Americas, peppers were unknown in other continents [2]. The Maya, Inca, and Aztec civilizations regarded the pepper plant as a divine gift, believing in its mystical and spiritual powers [3]. Once its benefits for human health and agriculture were discovered, peppers rapidly spread worldwide. They began being cultivated in Central Europe, the Middle East, and the Mediterranean region after the 15<sup>th</sup> century, and in China, Japan, India, and the Far East after the 18<sup>th</sup> century [3, 4, 5]. In Turkey, peppers were first introduced during the Ottoman Empire in the 16<sup>th</sup> century, brought to Istanbul, and then spread to other regions [6]. Peppers were among the first crops cultivated along with maize, beans, New World crops, and various types of squash. Among the species, red peppers were the first to be used as spices [7].

The pepper plant belongs to the Plantae kingdom, Magnoliophyta division, Magnoliopsida class, Solanales order, and Solanaceae family [8]. Peppers currently cultivated fall under the *Capsicum* genus within the Solanaceae family, which contains 98 genera. The number of species in the *Capsicum* genus, previously 38, has now been revised to 43 with the discovery of five new species. Among these, five species-*C. annuum* L., *C. frutescens* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., and *C. pubescens* Ruiz & Pav.-are commonly cultivated [9, 10].

*Capsicum annuum* species is the most widely cultivated for commercial purposes globally. This species exhibits great morphological diversity in terms of color, shape, pungency, and flavor [11, 12]. The common names for *Capsicum* species differ from country to country, with terms such as aji, paprika, chili, cayenne, chilli pepper, tabasco, red chilli, hot red pepper, and *Capsicum* being used [13]. Although *Capsicum annuum* is often classified as an annual plant, this is not entirely accurate as some varieties can live for 4-5 years under suitable conditions. *Capsicum annuum* varieties are among the most commonly cultivated, with well-known varieties such as Kapyra, Çarliston, Demre Sivrisi, and California Wonder types in Türkiye [14].

Peppers are cultivated both in open fields and under cover, and they are important for producers, consumers, and the processing industry across many countries [15]. In 2023, global pepper production reached a total of 52.14 million tons, with China

remaining the largest producer at 16.8 million tons. Mexico and Indonesia are also significant producers, each contributing around 3 million tons, while Türkiye maintains a strong position with 3 million tons of production [16]. In Türkiye, most of the pepper production occurs in the Aegean, Marmara, Mediterranean, Southeastern Anatolia, and Black Sea regions. In the Aegean region, open-field production is predominant, especially for table peppers. In the Mediterranean region, protected cultivation is common, particularly in Antalya and Mersin. The eastern parts of the Mediterranean region, especially Hatay, Kahramanmaraş, and Gaziantep, are important for dried red pepper production. In the Marmara region, both fresh table peppers and peppers for industrial purposes are produced, with processing facilities for sauces, preserves, and frozen products being significant. In the Black Sea region, pepper cultivation is concentrated in Samsun, especially in the Çarşamba and Bafra plains. In Southeastern Anatolia, particularly Şanlıurfa, the production of dried crushed red pepper (isot) is widespread [17]. In Türkiye, 44% of the pepper production is for paste, followed by 36% for slender peppers (sivri), 16% for bell peppers, and 4% for Çarliston.

The decline in the cultivation area and production volume of red peppers in Türkiye is largely attributed to issues with seeds and varieties. With cross-pollination rates between 3-30%, seed production does not adhere to certification standards or controlled conditions, leading to genetic mixing. Moreover, the lack of a distinct red pepper variety for drying in the country forces farmers to rely on self-sourced seeds, further exacerbating genetic variability [18]. Some local vegetable varieties have received geographical indication certification through the support of local governments. These certificates guarantee the purity and commercial value of the seeds. The Turkish Patent Institute has granted geographical indication certification to varieties such as Şanlıurfa pepper, Samandağ pepper, and Maraş pepper [19].

The East Mediterranean Transitional Zone Agricultural Research Institute conducts research and development activities in areas such as vegetable cultivation, medicinal and aromatic plants, industrial crops, plant health, biodiversity, and genetic resources. In 2006 and 2017, they introduced two registered dried pepper varieties (Sena and Dila) to the market. Additionally, two varieties (Bozok and Yesemek) received production licenses in 2017 and 2019 [20]. These varieties are known for their high yield and adaptability in the region. Farmers usually acquire dried red pepper seeds from processing plants, factories, or agricultural research stations, or



they use seeds from their own crops. However, many farmers are unaware of the specific variety they are growing, and due to the low quality of the seeds used, they cannot achieve high yields. This study aims to evaluate the yield and quality characteristics of dried pepper lines (pure line, 6<sup>th</sup> generation) developed by the East Mediterranean Transitional Zone Agricultural Research Institute under the conditions of Antakya.

## MATERIALS AND METHODS

This study was conducted between 2020 and 2021 at Hatay Mustafa Kemal University, in the experimental fields of the Department of Horticulture and the Physiology Laboratory.

### Material

The plant material used in the study consisted of genotypes 83, 331, 368, 373, 361, 378, 439, 449, 454, 472, 521, 69, which were selected from the Maraş pepper population through selection by the East Mediterranean Transitional Zone Agricultural Research Institute. Additionally, the dried pepper varieties Sena and Dila, registered between 2006-2017, and Bozok and Yesemek, which received production permits in 2017-2019, were also utilized.

The seeds of 12 genotypes and 4 varieties were sown on March 2, 2020, in trays filled with peat (class TS1) in a controlled greenhouse for seedling production (Figure 1-a). To ensure sufficient seedlings for the experiment, 3×30 seeds were planted for each replication. Deep plowing (30 cm) of the field was carried out on March 23, followed by shallow tilling for weed control on April 12. On April 15, the experimental design was outlined, and on April 19, a drip irrigation system was installed, and rows were covered with mulch. Seedlings were planted on April 21 with a spacing of 40×70 cm after root treatment against root rot (Figure 1-b). Fertilization was done according to [8], applying 24 kg N, 15 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 24 kg K<sub>2</sub>O per decare through drip irrigation. Pest and disease control was performed following the Ministry of Agriculture and Forestry's technical guidelines for greenworms, aphids, thrips, powdery mildew, and bacterial spot (Figure 1-c).

Dal and Ağca [21], reported that the soils of the Tarla 49 field have a basic reaction, with sandy-loam texture at 60-80 cm depth and loam texture at other depths [21]. The pH ranged from 7.56 to 8.33, salt content from 0.035% to 0.062%, lime content from

1.4% to 6.9% and organic matter from 0.20% to 1.13%.



Figure 1. Appearance of seedlings grown in vials (a) before planting in the field, 90 days (b) and 150 days (c) after planting

Climate data during the experiment were collected from the nearest weather station (No.17371), noting the highest and lowest humidity, wind speed, temperature, and rainfall during different months. The lowest average wind speed was determined in October with 2.9 m.s<sup>-1</sup> and the highest average wind speed was determined in July with 7.0 m.s<sup>-1</sup>. The lowest average temperature was determined in March and the highest average temperature was determined in August. The highest precipitation was observed in March and the lowest in July and August (Table 1).

Table 1. Meteorological data of the trial area between March and October 2020

Months	Monthly maximum temperature (°C)	Monthly minimum temperature (°C)	Average monthly temperature (°C)	Average monthly relative humidity (%)	Monthly average wind speed (m.s <sup>-1</sup> )	Monthly total precipitation (mm.kg.m <sup>2</sup> )
March	25.50	2.10	14.40	73.20	3.40	136.20
April	30.40	7.00	17.50	68.90	3.80	77.50
May	41.20	11.00	22.90	54.20	4.30	73.70
June	41.30	13.90	25.20	58.10	5.90	32.50
July	39.40	20.70	29.00	64.20	7.00	0.00
August	42.00	18.10	29.40	58.10	5.80	0.00
September	42.60	17.40	28.50	64.20	4.30	1.40
October	35.40	9.90	23.60	55.80	2.90	1.40

### Parameters Analyzed

In this study, morphological observations of 12 genotypes and 4 varieties were conducted using the pepper descriptor guide [22] and the descriptors developed by [23]. The 22 characteristics used to describe the Maraş pepper genotypes were evaluated as follows:

•**Plant height (cm):** Measured using a tape measure when 50% of the plants had reached the first mature fruit and at the end of the third harvest. The distance from the soil line to the tip of the longest branch was recorded in centimeters.

•**Canopy width (cm):** Measured using a tape measure as the distance between the farthest leaves on the lateral branches at 50% fruit maturity and after the third harvest.

•**Plant habit:** This characteristic was calculated as the ratio of plant height to canopy width. A value less than 1 indicated a spreading habit, 1 indicated a moderate habit, and greater than 1 indicated an upright and narrow habit.

•**Days to flowering:** This was recorded as the number of days from seed sowing in trays until at least one flower had opened in 50% of the plants.

•**Number of flowers per node:** This was determined by ranking the number of flowers observed in over 50% of the plant nodes on a scale from 1 to 5.

•**Number of fruits per plant:** This was recorded as the total number of fruits harvested at the end of each harvest, reported in units.

•**Days to fruit maturity:** This was recorded as the number of days from seed sowing until the first mature fruit was observed in the first node of 50% of the plants.

•**Immature fruit color:** Prior to maturity, fruit color was categorized by variety into one of the following groups: 1 for light green, 2 for green, and 3 for dark green.

•**Mature fruit color:** Ripe fruits were classified into three groups: 1 for light red, 2 for red, and 3 for dark red.

•**Fruit shape:** Mature fruits were classified into categories such as elongated, round, triangular, bell, or blocky based on their shape (Figure 2).

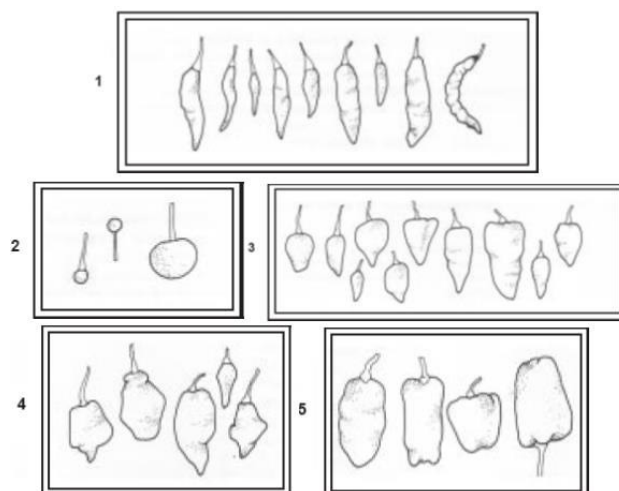


Figure 2. Fruit shape groups according to the pepper identification guide [22]

•**Fruit length (cm):** During each harvest, 15 mature fruits from each plot were selected, measured using a ruler, and the average value was recorded in centimeters.

•**Fruit width (mm):** During harvests, 15 fruits from each plot were measured using calipers, and the average width was recorded in millimeters.

•**Fruit weight (g):** Fifteen mature fruits from each plot were weighed on a digital scale, and the average weight was recorded in grams.

•**Flesh thickness (mm):** The flesh thickness of 15 mature fruits was measured using calipers and recorded in millimeters.

•**Fruit position:** Fruit position was classified as upright, intermediate, or pendent.

•**Pungency of ripe fruit:** Pungency analysis was conducted using HPLC, and the results were expressed in Scoville heat units (SHU) [24].

•**Soluble solid content (%):** This parameter was measured using a digital refractometer and expressed as a percentage.

•**Thousand seed weight (g):** For each line, 100 seeds were weighed, and the average was multiplied to determine the thousand seed weight in grams.

•**Number of seeds per fruit:** The number of seeds from 15 mature fruits was counted, and the average number was recorded.

•**Total fresh yield (g.plant<sup>-1</sup>):** The fruits of 5 plants per plot were weighed at the end of the harvest, and the average yield was recorded in grams per plant.



•*Total dry yield (g.plant<sup>-1</sup>):* The fruits harvested were dried and weighed in grams, and the average dry yield was calculated.

•*Drying efficiency (%):* This was determined as the ratio of dry fruit weight to fresh fruit weight, expressed as a percentage.

### **Statistical Analyses**

After the characterization of dried red pepper genotypes, the data were evaluated using mean values. For statistical comparison of the obtained data, analysis of variance (ANOVA) was performed using the JMP 5.0.1 software package. Lines with statistically significant differences in means were compared using the LSD test.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

### **Total Fresh Yield**

Findings related to total fresh yield, total dry yield, dry yield ratio, and soluble solids content (SSC) for the Kahramanmaraş pepper lines and varieties included in the experiment are presented in Table 2. Significant differences in dry yield values between lines and varieties were found to be statistically significant ( $p \leq 0.01$ ). In terms of total fresh yield, the highest yield was obtained from line 83 with 1106 g.plant<sup>-1</sup>, and from the Sena variety with 1102 g.plant<sup>-1</sup>. The lowest fresh yield was recorded from the Bozok variety with 549 g.plant<sup>-1</sup>, followed by the Yesemek variety with 660 g.plant<sup>-1</sup>.

In previous studies conducted in Kahramanmaraş, Trening [25], reported that the average red pepper yield was 225-275 kg.da<sup>-1</sup>, while Yüksek et al. [26] reported an average yield of 325 kg.da<sup>-1</sup>. In the Narlı region of Kahramanmaraş, Çakan [27] reported that the average red pepper yield was 180-326 kg.da<sup>-1</sup>, while Anonymous [28] reported that the fresh yield varied between 2-3 tons/da. In their study in Antakya, Sermenli and Mavi [29], examined the yield and quality parameters of local varieties, such as 'Chili Jalapeno', 'Pical', and 'Geyik Boynuzu'. They reported significantly higher yields for the 'Chili Jalapeno' and 'Pical' varieties, with yields of 1951 kg.da<sup>-1</sup> and 1818 kg.da<sup>-1</sup>, respectively, compared to 1593 kg.da<sup>-1</sup> for the Geyik Boynuzu variety. Keleş et al. [30], observed that the pure line 1278-14 produced 6258 kg.da<sup>-1</sup>, outperforming other lines in their trials. According to the findings of Aytıp and Akbay [31], the average yield was 1558 kg.da<sup>-1</sup>. Arpacı et al. [32], developed a variety from the Kahramanmaraş red pepper population with a mature red pepper yield of 2748 kg.da<sup>-1</sup>. In a study conducted in 2009, [7] reported a fresh yield of 2674 kg.da<sup>-1</sup> from the Sena

variety, while the hybrid K211×P-67×46 yielded 2769 kg.da<sup>-1</sup>. In 2008, the highest yield was obtained from the K211×P-67×46 hybrid with 2790 kg.da<sup>-1</sup>, followed by 2383 kg.da<sup>-1</sup> from line 46, while the Sena variety yielded 2294 kg.da<sup>-1</sup>. In our experiment conducted under Antakya conditions, a yield of approximately 5100 kg.da<sup>-1</sup> was obtained from the Sena variety. These results suggest that higher yields are achieved from the Sena variety under Antakya conditions due to factors such as growth conditions and climate. Akıncı and Akıncı [33], examined the Kahramanmaraş red pepper population and reported that the yield of mature peppers per plant ranged from 82.5 g to 567.7 g. Considering that approximately five thousand plants are grown per decare in red pepper cultivation, the population has a red pepper yield potential ranging from 400 to 2800 kg.da<sup>-1</sup>. Based on previous studies and the results of this study, it is evident that fresh fruit yield is relatively high. The higher yields obtained from the Kahramanmaraş red pepper under Antakya conditions may be attributed to factors such as earlier ripening compared to Kahramanmaraş, growth environment, pesticide and fertilizer use, mulching, drip irrigation, climate, and plant spacing, all of which contribute to yield improvement.

### **Total Dry Yield**

According to Table 2, the highest total dry yield was obtained from line 472 with 270 g.plant<sup>-1</sup>, while the lowest yield was recorded from the Bozok variety with 132 g.plant<sup>-1</sup>. The registered variety Sena and the approved variety Dila yielded 201 g.plant<sup>-1</sup> and 199 g.plant<sup>-1</sup> of dry yield, respectively.

In the production of Kahramanmaraş pepper, fresh yield is crucial for producers who market fresh peppers, whereas dry yield is just as important for those processing the final product into powder or flakes. While farmers focus on fresh yield, processing companies prioritize dry yield. Akıncı and Akıncı [33], reported yields of dried red pepper per plant ranging from 13.4 g to 94.6 g. Arpacı et al. [32], obtained an average dry yield of 377 kg.da<sup>-1</sup> from the Kahramanmaraş red pepper population, and developed the Sena variety, achieving 500 kg.da<sup>-1</sup> of dry yield. In our study, 201 g.plant<sup>-1</sup> was obtained from the Sena variety, which aligns with previous findings. Çakan [27], reported that the average dry red pepper yield for Kahramanmaraş pepper ranges between 180 to 326 kg.da<sup>-1</sup>. Based on the plant density used in our experiment, it is estimated that the number of plants per decare is around 4700. When the per-plant yield is converted to a per-decare basis, it is calculated that line 472 achieved a dry yield of 1269 kg.da<sup>-1</sup>. The longer growing season under Antakya

conditions compared to Kahramanmaraş, as well as the sandy loam soil texture on the surface and loam texture in deeper layers, positively influenced yield. Additionally, the use of mulch, fertigation, and wider planting spacings contributed to the increased yield.

Table 2. Total dry yield, total fresh yield, drying yield, drying efficiency and SCC values of varieties and lines

Variety and lines	Total fresh yield (g.plant <sup>-1</sup> )	Total dry yield (g.plant <sup>-1</sup> )	Drying efficiency (%)	SCC (%)
69	1047 ac	256 ab	24.5 ce	9.97 ef
83	1106 a	248 ab	22.7 e	6.93 i
331	938 ad	231 ac	24.6 ce	9.57 fg
361	879 bd	247 ab	28.1 bc	13.30 a
368	1088 a	242 ac	22.2 ef	9.10 gh
373	776 de	226 cd	29.3 ab	11.37 d
378	864 cd	255 ab	29.5 ab	10.03 ef
439	936 ad	250 ab	26.8 bd	9.27 gh
449	1084 a	255 ab	23.6 de	11.97 cd
454	794 de	249 ab	32.5 a	11.63 d
472	1056 ab	270 a	25.8 be	12.77 ab
521	952 ad	233 ad	24.5 ce	9.50 fgh
Bozok	549 f	132 f	24.1 ce	10.33 e
Dila	1076 a	199 de	18.6 fg	8.83 h
Sena	1102 a	201 ce	18.2 g	7.53 i
Yesemek	660 ef	162 ef	24.7 ce	12.43 bc

#### Soluble Solid Content (SSC) (%)

The highest SSC value was obtained from line 361 with 13.30%, while the lowest values were observed in line 83 with 6.93% and the Sena variety with 8.83% (Table 2). Öntürk [34] reported that the highest SSC value among 50 pepper genotypes grown by farmers in Hatay was 9.0%, and the lowest was 6.47%. Hesham et al. [35] found SSC values ranging from 8.00% to 11.00% in *Capsicum annuum* varieties. Previous studies align with the values obtained in this experiment. High SSC values are more suitable for processing into sauces or paste.

#### Drying Efficiency (%)

The highest drying efficiency was achieved by line 454 with 32.5%, while the lowest efficiencies were recorded for the Sena variety at 18.2% and the Dila variety at 18.6% (Table 2). Arpacı et al. [36] reported that the highest efficiency in the Kahramanmaraş pepper population was 57% from line 265, while the lowest was 47% from line 390. The efficiency values in this study reflect the ratio of dried pepper yield to fresh yield, while Arpacı et al. [36] calculated the efficiency of powdered pepper from dried peppers, hence the differing results (Figure 3).

#### Number of Fruits

The number of fruits, seed count per fruit, average fruit weight, average fruit length, and average fruit width for the Kahramanmaraş pepper lines and varieties are presented in Table 3. Significant

differences in fruit number among lines and varieties were observed ( $p \leq 0.01$ ). The highest fruit count was recorded for line 439, with 127.33 fruits per plant, while the lowest counts were obtained from the Bozok variety with 65.33 fruits per plant and the Yesemek variety with 86.00 fruits per plant.



Figure 3. Appearance of dried fruits

Table 3. Number of fruits, number of seeds in fruit, fruit weight, fruit length and fruit width values of varieties and lines

Variety and lines	Number of fruits (pcs.plant <sup>-1</sup> )	Number of seeds in fruit (pcs)	Fruit weight (g.fruit <sup>-1</sup> )	Fruit length (cm.fruit <sup>-1</sup> )	Fruit width (mm.fruit <sup>-1</sup> )
69	116.7 abc	197.0 i	8.51 cde	6.91 cde	18.31 cdef
83	104.7 bcde	348.0 a	11.01 a	6.76 cdef	19.36 bc
331	104.7 bcde	248.3 e	10.09 ab	6.47 ef	20.13 b
361	103.3 bcde	225.3 g	8.11 de	6.78 cdef	18.06 def
368	112.3 abc	276.7 bcd	9.70 abc	6.68 def	19.79 b
373	90.7 de	242.7 ef	8.41 cde	7.54 ab	17.41 f
378	103.0 bcde	347.0 a	7.76 de	7.00 cd	15.84 g
439	127.3 a	172.0 j	7.44 e	6.01 g	19.46 bc
449	120.0 ab	233.7 fg	9.01 bcd	7.82 a	19.07 bcde
454	102.3 bcde	265.3 d	8.58 cde	7.64 a	19.17 bcd
472	107.3 abcd	270.3 cd	10.60 a	7.19 bc	19.48 bc
521	98.0 cde	284.3 b	9.71 abc	6.33 fg	19.73 b
Bozok	65.3 f	278.0 bc	7.36 e	5.92 g	17.86 ef
Dila	108.3 abcd	182.3 j	10.57 a	6.84 cde	23.65 a
Sena	110.0 abcd	213.3 h	10.06 ab	6.76 cdef	22.89 a
Yesemek	86.0 ef	268.0 cd	7.30 e	6.63 def	17.18 f

#### Number of Fruits

In previous studies, Khristov et al. [37] reported fruit counts ranging from 9-12 fruits per plant, while Akıncı et al. [41] found 12-17 fruits per plant. Alparslan [42] reported counts ranging from 75.93-156.93 fruits per plant. Arpacı [7] identified the CM×PB-81 genotype as having the highest fruit count (81 fruits per plant), followed by K211×PB-14 with 72 fruits per plant. The lowest fruit count was observed in K12×K211-4 with 11 fruits per plant. Akıncı and Akıncı [33] reported that fruit counts in Kahramanmaraş red pepper ranged from 13 to 86

fruits per plant. In our study, some lines matched the fruit counts of Indian genotypes reported by [39]. The number of fruits in larger-fruited genotypes used for drying in Bulgaria [37] was considerably lower compared to our findings. The number of fruits in this study aligns with the Kahramanmaraş population evaluated by Alparslan [42].

#### Number of Seeds Per Fruit

According to Table 3, the highest number of seeds per fruit was found in line 378 with 347 seeds and line 83 with 348 seeds, while the lowest counts were observed in line 439 with 172 seeds and the Dila variety with 182 seeds. Vinod et al. [38] examined the yield and quality changes in the *C. annuum* (Kt-P1-19) variety harvested at eight different times, reporting 159 seeds per fruit after 60 days of flowering. The number of seeds is important in powder pepper production, as seeds are nutrient-rich, but fewer seeds are preferred in varieties for flake pepper production.

#### Fruit Weight

As shown in Table 3, the highest fruit weight was recorded in line 83, with 11.0 g.fruit<sup>-1</sup>, followed by line 472 with 10.60 g.fruit<sup>-1</sup>, Dila variety with 10.57 g.fruit<sup>-1</sup>, line 331 with 10.09 g.fruit<sup>-1</sup>, and the Sena variety with 10.06 g.fruit<sup>-1</sup>. The lowest fruit weights were observed in the Yesemek variety (7.30 g.fruit<sup>-1</sup>) and the Bozok variety (7.36 g.fruit<sup>-1</sup>). Anonymous [28] recorded 8-14 g.fruit<sup>-1</sup> for Kahramanmaraş pepper. Arpacı [7] noted that the K12×K211-46 genotype had the highest fruit weight (10.50 g.fruit<sup>-1</sup>), followed by K12×K211-27 (10.23 g.fruit<sup>-1</sup>). Genotypes K211×334-44 and K211×334-75 had the lightest fruit weights at 4.56 g and 4.40 g, respectively. In this study, the Sena variety had the highest fruit weight (13.21 g). These results are consistent with previous studies. Anonymous [28] reported that the fruit weight of the Kahramanmaraş pepper registered in 2002 ranged from 8 g to 14 g. Considering the processing techniques for red peppers in the region, smaller fruit sizes are preferred, as larger surface areas are required for sun-drying. The size of the pepper fruits is determined by the preferences of producers and processing plants. All lines used in this experiment fall within the desired size range.

#### Fruit Length

According to the observations, the longest fruits were found in line 449 (7.82 cm.fruit<sup>-1</sup>) and line 454 (7.64 cm.fruit<sup>-1</sup>), while the shortest fruits were observed in the Bozok variety (5.92 cm.fruit<sup>-1</sup>) and

line 439 (6.01 cm.fruit<sup>-1</sup>), as shown in Table 3 and Figure 4.

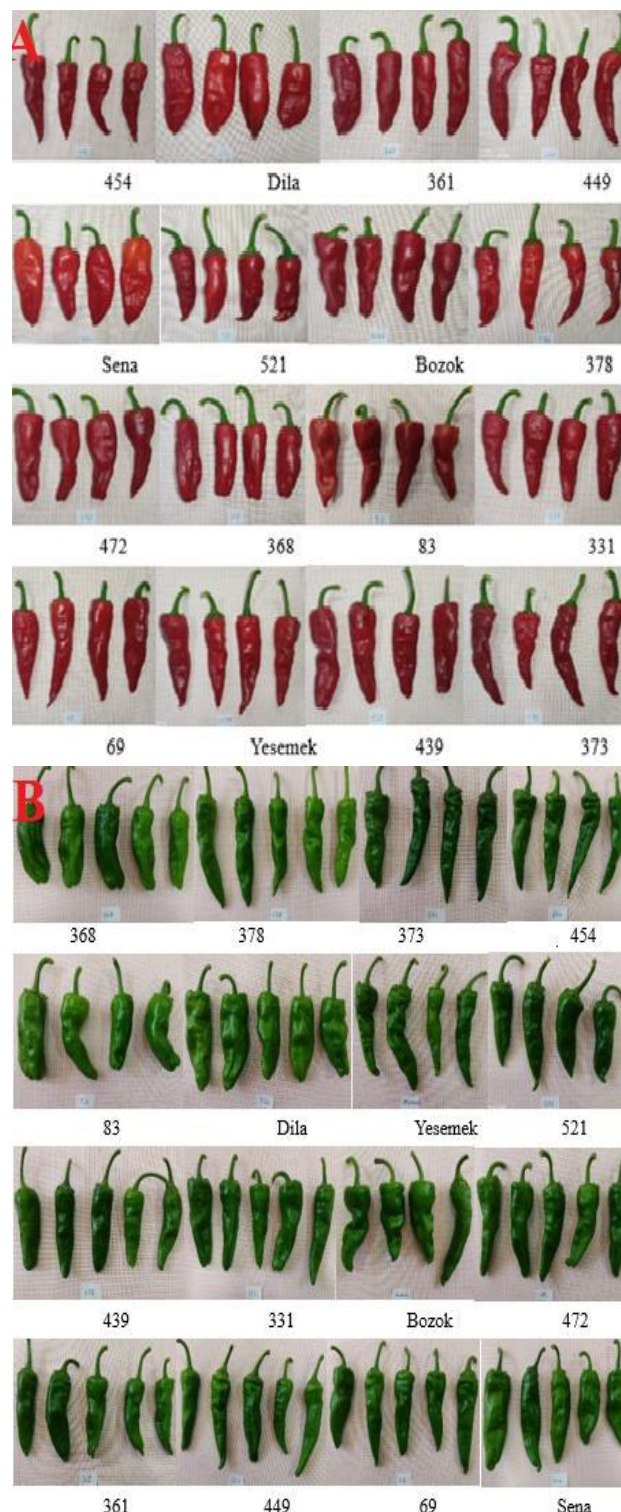


Figure 4. Views of mature (a) and immature (b) fruits on scaled paper (square size 1×1 cm)

Arpacı [7] found that line 46 had the longest fruit (93.15 mm), while the shortest fruit was observed in genotype K211×CM-75 (55.00 mm). Akıncı and Akıncı [33] reported that fruit length in the



Kahramanmaraş red pepper population ranged from 47 mm to 156 mm, and Demir [39] reported fruit lengths of 70 mm to 90 mm in the same population. Anonymous [28] stated that the fruit length of the Kahramanmaraş pepper registered in 2002 ranged from 60 mm to 115 mm. The values found in previous studies are consistent with the results obtained in this study.

### Fruit Width

As shown in Table 3, the Dila variety had the highest fruit width at 23.65 mm/fruit, followed by the Sena variety with 22.89 mm/fruit. The narrowest fruit width was observed in line 378 with 15.84 mm/fruit. Arpacı [7] reported that the widest fruit was from the PB×PM-65 genotype with 28.66 mm, while PB×PM-2×46 and CM×PM-52×S genotypes had the narrowest fruit width at 12.92 mm. The Sena variety, which had a fruit width of 26.09 mm in previous studies, was measured at 22.89 mm under Antakya conditions, and the values are consistent. Arpacı et al. [40] found that the fruit width in the Kahramanmaraş pepper population ranged from 18.3 mm to 32.5 mm, while Akıncı and Akıncı [33] reported a range of 9 mm to 36 mm. Anonymous [28] stated that the Kahramanmaraş pepper registered in 2002 had a fruit width between 25 mm and 35 mm. Most lines and varieties used in this study had fruit widths below 25 mm, which is likely influenced by climatic conditions.

### Flesh Thickness

The findings related to fruit flesh thickness, 100 seed weight, plant height, canopy width, and height-to-width ratio for the Kahramanmaraş pepper lines and varieties are presented in Table 4. The highest flesh thickness was measured in line 449 at 1.40 mm, while the lowest flesh thickness was observed in line 361 with 0.72 mm and in the Yesemek variety with 0.77 mm.

Öntürk [34] reported that the thickest (3.28 mm) and thinnest (2.34 mm) fruit flesh thicknesses were measured in plant samples from the Altınözü population. Arpacı [32] found that the highest fruit flesh thickness was 1.84 mm in the K211×P-8×S genotype, while the lowest was 0.59 mm in the K211×CM-75×46 genotype. Korkutata and Kavaz [40] identified varying thicknesses among different regional pepper varieties, with Şanlıurfa peppers showing the highest average thickness (1.92 mm) and Kilis peppers the lowest (1.04 mm). Anonymous [28] reported thicknesses between 1.2 mm and 1.6 mm. Thin fruit flesh is crucial for rapid drying without aflatoxin formation.

Table 4. Fruit flesh thickness, 1000 seed weight, plant height, plant crown width and height to width ratio values of cultivars and lines

Variety and lines	Flesh thickness (mm)	1000 seed weight (g)	Plant height (cm)	Canopy width (cm)	Plant habitus (height to width ratio)
69	1.32 bc	5.57 d	65.67 ab	68.47 a	0.96 h
83	1.28 abc	6.00 c	61.13 c	49.40 f	1.24 b
331	1.15 cd	5.10 fg	62.53 bc	61.80 bc	1.01 gh
361	0.72 h	6.33 ab	64.67 abc	64.67 b	1.00 h
368	1.21 bcd	4.67 h	63.93 abc	55.93 e	1.15 cd
373	1.04 de	6.50 a	61.93 bc	44.73 g	1.39 a
378	0.75 h	6.40 ab	61.47 c	54.67 e	1.13 cde
439	0.85 fgh	5.00 g	64.80 abc	62.47 bc	1.04 efgh
449	1.40 a	6.00 c	65.60 ab	59.73 cd	1.10 defg
454	0.96 efg	5.00 g	64.40 abc	55.67 e	1.16 bcd
472	0.98 ef	4.63 h	64.93 abc	54.27 e	1.20 bc
521	1.33 ab	5.23 ef	62.07 bc	63.33 bc	0.98 h
Bozok	0.79 gh	5.40 de	61.80 bc	59.73 cd	1.03 fgh
Dila	1.16 bcd	5.90 c	64.27 abc	57.47 de	1.12 cdef
Sena	1.22 bc	6.22 b	61.47 c	62.80 bc	0.98 h
Yesemek	0.77 h	5.87 c	67.53 a	64.33 b	1.05 efgh

### Plant Height

Among the lines and varieties, the highest plant height was measured in the Yesemek variety at 67.53 cm, while the lowest was recorded in line 83 at 61.13 cm, line 378 at 61.47 cm, and the Sena variety (Figure 5). Khristov et al. [37], in their study to find a new dried red pepper variety in Bulgaria, crossed the *Capsicum fasciculatum* and *Capsicum annum* cv. Grogled 6 varieties, resulting in the new variety Buketen 50, which was reported to have a plant height of 40-45 cm. Similarly, Fırat et al. [43] also determined the plant height as 60 cm in hybrid varieties [43]. Anonymous [28] reported the Maraş pepper height to be around 60 cm, consistent with our findings.

### Canopy Width

In Table 4, the highest canopy width was recorded in line 69 at 68.47 cm, while the lowest was in line 373 at 44.73 cm (Figure 5). Although the Sena variety, which had the highest fresh yield, also had above-average canopy width, there was no significant correlation between canopy width and yield.

### 1000 Seed Weight

According to Table 4, the highest 1000 seed weight was found in line 373 at 6.50 g, while the lowest was in line 472 at 4.63 g and line 368 at 4.67 g. Vinod et al. [38] observed that the 1000 seed weight for the *C. annum* (Kt-P1-19) variety, harvested 60 days after flowering, was 8.29 g. The smaller size of Kahramanmaraş pepper seeds directly affects their weight, but seed germination strength is more important than seed weight for red pepper cultivation. Lower seed weight is beneficial for transportation.

### ***Plant Habit***

The highest plant habit value was observed in line 373 at 1.39, while the lowest values were found in lines 69 and 521, as well as the Sena variety, with values between 0.96 and 0.98. These results indicate that the Sena, 521, and 69 varieties have a more spreading habit (values less than 1), while the other lines and varieties exhibit a more upright and compact habit (values greater than or equal to 1).

### ***Pungency of Ripe Fruit***

The findings for ripe fruit pungency, immature fruit color, and mature fruit color for the Kahramanmaraş pepper lines and varieties are presented in Table 5. Significant differences in fruit

number among lines and varieties were observed ( $p \leq 0.01$ ). The highest pungency in ripe fruit was recorded in the Yesemek variety with 41873 SHU, while the lowest was observed in the Dila variety with 185 SHU.

Arpacı et al. [36] examined the morphological traits of the Kahramanmaraş pepper population and found the highest pungency value of 48,690 Scoville from line 187, while the lowest was 3,585 Scoville from line 3. Pungency is a crucial factor determining the quality of both powdered and flaked pepper. In this study, the Dila and Sena varieties showed significantly lower pungency levels than those reported by Arpacı et al. [36], while the lines reflected the typical pungency traits of the population.



Figure 5. Views of harvested plants on scale paper (square size 10×10 cm)



Table 5. Ripe fruit pungency, immature fruit colour, mature fruit colour values of lines and cultivars

Varieties and lines	SHU	Fruit position	Immature fruit color	Mature fruit color
69	5936 f	3	2 b	2 b
83	8321 e	3	1 c	2 b
331	39921 b	3	2 b	3 a
361	18365 c	3	2 b	3 a
368	30080 bc	3	2 b	3 a
373	13843 ef	3	3 a	3 a
378	31016 bc	3	1 c	1 c
439	14393 d	3	3 a	3 a
449	8068 e	3	2 b	2 b
454	15874 cd	3	2 b	3 a
472	147483 a	3	1 c	3 a
521	1976 g	3	3 a	3 a
Bozok	8400 e	3	2 b	3 a
Dila	185 i	3	1 c	1 c
Sena	369 h	3	1 c	1 c
Yesemek	41873 b	3	2 b	2 b

### Fruit Position

According to Table 5 and Figure 6, all lines and varieties exhibited pendant fruit position. Anonymous [28] indicated that the Kahramanmaraş pepper, registered in 2002, displayed either pendant, horizontal, or mixed fruit positions.



Figure 6. Views of the position of mature fruits on the branch

### Color of Immature Fruits

Among the important traits, the color of immature fruits varied from green to different shades of green. Lines 521, 439, and 373 displayed dark green fruits, while lines 83, 378, 472, and the Dila and Sena varieties showed light green fruits, as observed in Table 5. Arpacı et al. [36] also reported that the color of immature fruits varied between light green (1),

green (2), and dark green (3). Anonymous [28] stated that the immature fruits of Kahramanmaraş pepper were green. Although red is important for dried red peppers, the color of immature fruits is less significant for drying purposes (Figure 7-a). Brightness and uniformity of color are important for fruit quality.



Figure 7. Views of immature (a) and mature (b) fruits on scale paper (square size 1×1 cm)

### Color of Mature Fruits

In terms of mature fruit color, the varieties and lines studied exhibited red and various shades of red. Dark red fruits were notably observed in lines 331, 361, 368, 373, 439, 454, 472, and 521, as well as the Bozok variety. In contrast, light red fruits were found in line 378 and the Sena and Dila varieties (Table 5). Anonymous [28] described the Kahramanmaraş

pepper as having red mature fruits. The red color is one of the most critical qualities sought after in dried Kahramanmaraş pepper, commonly known as red flake pepper, for both marketing and consumption purposes. A bright and homogeneous red color is crucial for the pepper's marketability. The varieties and lines tested showed bright and uniform colors suitable for marketing (Figure 7-b).

### Flowering Time

According to Table 6, the flowering time varied by 25 days across the varieties and lines. The earliest flowering was observed in the Yesemek and Bozok varieties at 73 days, while the latest flowering was observed in the Sena variety at 98 days, followed by the Dila variety at 95 days. Arpacı et al. [36] found that the earliest flowering times were 62 days and 65 days for lines 333 and 3, respectively, and the latest was 81 days for lines 390 and 442. Varieties with later flowering times also exhibited later fruit ripening, which was attributed to their genetic characteristics.

Table 6. Flowering time, number of flowers in the axil, fruit ripening time, fruit shape, fruit position values of varieties and lines

Varieties and lines	Flowering time (days)	Number of flowers in the axil	Fruit ripening time (days)	Fruit shape
69	90 c	2 a	130 b	3 b
83	85 d	1 b	130 b	5 a
331	85 d	1 b	127 c	3 b
361	79 f	1 b	123 e	3 b
368	85 d	1 b	130 b	5 a
373	82 e	1 b	123 e	3 b
378	82 e	2 a	123 e	3 b
439	82 e	2 a	125 d	3 b
449	85 d	1 b	125 d	3 b
454	82 e	1 b	127 c	3 b
472	85 d	2 a	127 c	3 b
521	83 de	1 b	130 b	3 b
Bozok	73 f	1 b	111 g	3 b
Dila	95 b	1 b	135 a	3 b
Sena	98 a	1 b	135 a	3 b
Yesemek	73 f	1 b	115 f	3 b

### Number of Flowers Per Node

As shown in Table 6, there was no significant variation in the number of flowers per node among the lines and varieties. Lines 69, 378, 439, and 472 had two flowers per node, while the other lines and varieties had one flower per node. The Sena variety, which had the highest fresh yield, exhibited one flower per node, suggesting that the number of flowers per node had no significant impact on yield.

### Fruit Ripening Time (Days)

According to Table 6, the Yesemek and Bozok varieties, with ripening times of 115 days and 111 days, respectively, were early-ripening varieties. The Sena and Dila varieties, with ripening times of 135

days, were late-ripening varieties. The difference in ripening times between early- and late-ripening varieties was 24 days. Fruit ripening time is a key indicator of whether a variety is early- or late-ripening. A parallel relationship was observed between flowering time and fruit ripening time.

### Fruit Shape

Based on the pepper descriptor guide [22] and as shown in Figure 2, lines 83 and 368 had blocky fruit shapes, while the other lines and varieties had triangular fruit shapes, as seen in Table 6 and Figure 4. Anonymous [28] described the Kahramanmaraş pepper, registered in 2002, as having a conical fruit shape, with the tip being either pointed or blunt, and a smooth surface, with the part where the fruit attaches to the stem usually flat or sometimes raised. The small surface area and smooth shape of Kahramanmaraş pepper fruits provide advantages for drying, marketing, and export. The shapes of the varieties and lines used in this experiment are consistent with the characteristics of dried peppers.

## CONCLUSION

In this study, genotypes 83, 331, 368, 373, 361, 378, 439, 449, 454, 472, 521, and 69, developed through selection from the Maraş pepper population by the East Mediterranean Transitional Zone Agricultural Research Institute, were used alongside the registered varieties Sena and Dila, and the approved varieties Bozok and Yesemek. Twenty-two different morphological traits were characterized in detail, including plant height, canopy width, flowering time, number of fruits per plant, fruit color, and fruit weight.

The results revealed significant variation in fresh yield (ranging from 1106 to 549 g.plant<sup>-1</sup>), dry yield (270 to 132 g.plant<sup>-1</sup>), drying efficiency (32.5% to 18.2%), and pungency levels (147483 to 185 SHU). The flowering period varied from 73 to 98 days, while fruit ripening ranged from 111 to 135 days. The data demonstrated that Antakya provides suitable conditions for red pepper production, particularly for genotype 472, which showed both high dry yield and pungency, making it an excellent candidate for commercial dried pepper production.

## CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

## ACKNOWLEDGMENTS

This article is based on the master thesis of the first author.

## REFERENCES

1. Perry, L., Dickau, R., Zarrillo, S., Holst, I., Pearsall, D.M., Piperno, D.R., 2007. Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. *Science*, 315(5814):986-988.
2. Şeniz, V., 1992. Domates biber ve patlıcan yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı (TAV), Yayın No:26, Yalova, 174 s.
3. Bosland, P.W., Votava, E.J., 1999. Peppers: vegetable and spice *Capsicums*. CAB International, Wallingford, UK, pp:204.
4. Pickersgill, B., 1969. The archaeological record of chilli peppers (*Capsicum* spp.) and the sequence of plant domestication in Peru. *American Antiquity*, 34:53-61.
5. Somos, A., 1984. Genetic resources of *Capsicum*. AGPG/IBPG, 82/12, Rome.
6. Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. Kültür sebzeleri (sebze yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, s:35, Bornova-İzmir.
7. Arpacı, B.B., 2009. Phytophthora capsici'ye dayanıklı biber hatlarının ve melezlerinin Kahramanmaraş koşullarındaki arazi dayanıklılıkları ile verim ve kaliteleri. Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, s:125.
8. Bosland, P.W., Votava, E.J., 2012. Peppers: vegetable and spice *Capsicums*. CAB International, Wallingford, UK, 204.
9. Mavi, K., 2020. Biberlerde türler arası melezleme. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 3(3):386-406.
10. Balcı, M., Arpacı, B.B., Koç, M., Erol, Ü.H. 2024. Response of some pepper genotypes to cucumber mosaic virus (CMV) and discrimination of Kilis isolates using high-resolution melting (HRM) method. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12(8):1435-1441.
11. Wang, D., Bosland, P.W., 2006. The Genes of *Capsicum*. *HortScience*, 41(5):1169-1187.
12. Bosland, P.W., 2010. An American in Spain. In: Proceedings of the 14<sup>th</sup> UCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum & Eggplant, 30 August-1 September, Valencia-Spain, 21-25.
13. Basu, S.K., Krishna de, A., 2004. Historical and botanical perspectives. In Krishna de, A. (ed.), *Capsicum: The genus Capsicum*. Taylor & Francis e-Library, London and New York, pp:1-15.
14. Mavi, K., 2013. Kendisi küçük acısı büyük bir lezzet: Süs biberi. *Agroskop. Ağustos*, s:24-28.
15. Erol, Ü.H., 2024. Pepper fruits at different ripening periods have potential phyto-biochemical and enzymatic responses to irrigation levels. *Journal of Food Quality*, 2024(1), 9082436.
16. TÜİK, 2023. <https://data.tuik.gov.tr/kategori/getkategori?p=tarim-111> (Date of Access: 20.08.2024).
17. Abak, K., Sarı, N., Daşgan, H.Y., 2000. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Biber Yetiştiriciliği. TÜBİTAK Tarp Yayınları, s:21, Ankara.
18. Günay, A., 1992. Özel Sebze Yetiştiriciliği. Cilt 4. Çağ Matbaası, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, s:40-48, Ankara.
19. Karaağaç, O., Balkaya, A., 2017. Türkiye'de yerel sebze çeşitlerinin mevcut durumu ve ıslah programlarında değerlendirilmesi. *TÜRKTOB Dergisi*, 6(23):8-15.
20. Anonymous, 2019-b. <https://www.tarimorman.gov.tr/bugem/ttsm/sayfalar/detay.aspx?sayfaid=8> (Accessed on 10.10.2019).
21. Dal, P., Ağca, N., 2001. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Arazilerinde Topraktaki Bazı Potasyum Fraksiyonları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1-2):1-12.
22. Anonymous, 1995. Descriptors for *Capsicum*. International Plant Genetic Resources Institute, The Asian Vegetable Research and Development Centre, The Centro Agronomico Tropical de Investigacion Ensananza, Italy, Taiwan, Costa Rica.
23. Silva, W.C.J., Carvalho, S.I.C., Duarte, J.B., 2013. Identification of minimum descriptors for characterization of *Capsicum* spp. germplasm. *Horticultura Brasileira*, 31:190-202.
24. Erol, Ü.H., Gümüş, P., Arpacı, B.B., 2024. Comparative analysis of fatty acid profiles, phytochemical and mineral contents of pepper spice types in Türkiye. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(1):133-147.
25. Trening, A., 1971. Kahramanmaraş'taki acı kırmızıbiber endüstrisi üzerine bir araştırma. *FAO Uzmanı Muvakka Raporu*, No:1.
26. Yüksek, G., Kanber, R., Eylen, M., Demiröz, C., 1980. Kahramanmaraş koşullarında phytophthora capsici leonian ile bulaşık alanlarda azot miktarı ve sulama suyunun kırmızıbiberin verim ve su tüketimine etkisi. *T.C. Köyşleri ve Kooperatifleri*



- Bakanlığı Toprak Su Genel Müdürlüğü, Tarsus Bölge Toprak Su Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:105, Rapor Yayın No:55, Tarsus/Mersin.
- 27.Çakan, M., 1996. Kahramanmaraş ilinde (Narlı Bölgesi) kırmızı biber üretimi ve üretim girdilerinin ekonometrik analizi. K.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 67.
28. Anonymous, 2002. Republic of Turkey Turkish Patent Institute, Geographical Indication Registration Certificate. <http://yucita.org/uploads/tescilliurunler/339.pdf> (Access Date: 09.06.2021).
29. Sermenli, T., Mavi, K., 2010. Determining the yield and several quality parameters of 'Chili Jalapeno' in comparison to 'Pical' and 'Geyik Boynuzu' pepper cultivars under Mediterranean Conditions. African Journal of Agricultural Research, 5(20):2825-2828.
30. Keleş, D., Rastgeldi, U., Karipçin, Z., Karagül, S., Soylu, M.K., Çömlekçioğlu, N., Büyükcalaca, S., 2016. Seleksiyon yoluyla Şanlıurfa biber ıslahı. Alatarım, 15(1):39-44.
31. Aytıp, Y., Akbay, C., 2018. Baharatlık kırmızı biber (Maraş Biberi) üretiminin ekonomik analizi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5(4):455-464.
32. Arpacı, B.B., Balıkçı, T., Abak, K., 2008. Kahramanmaraş biberi ıslahı ve geliştirilen biber hatlarının bitki özellikleri ile verim ve kaliteleri. 7. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos 2008, Yalova.
33. Akıncı, S., Akıncı, İ.E., 2004. Evaluation of red pepper for spice (*Capsicum annuum* L.) germplasm resource of Kahramanmaraş region (Turkey). Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(5):703-710.
34. Öntürk, G., 2018. Hatay biberi köy popülasyonlarında bitki, çiçek ve meyve özelliklerinin belirlenmesi ve teksel bitki seleksiyonu ile farklı hatların oluşturulması. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 45.
35. Hesham, A.E., Mostafa, B.E., Hussein, A.S., 2007. Capsaicin content and quality characteristics in different local pepper varieties (*Capsicum annuum*) and acid-brine pasteurized puree. Journal of Food Technology, 5(3):246-255.
36. Arpacı, B.B., Balıkçı, T., Gezginç, Y., Yaralı Karakan, F., 2017. Kahramanmaraş kırmızı biber popülasyonundan seçilen hatların bitkisel özellikleri ve kalite değerlerinin belirlenmesi. Alatarım, 16(2):47-57.
37. Khristov, S., Todorov, I., Hristov, S., 1984. Buketen 50: A new variety of red pepper for grinding. Horticultural Abstracts, 65(10):10.
38. Vinod, K., Shashidhar, S.D., Kurdikeri, M.B., Channaveerswami, A.S., Hosmani, R.M., 2002. Influence of harvesting stages on seed yield and quality in paprika (*Capsicum annuum* L.). Seed Research, 30(1):99-103.
39. Demir, L., 1996. A Study on sun drying of Kahramanmaraş red pepper by laying on different materials. K.S.Ü. Institute of Science and Technology, Department of Agricultural Machinery, Master's Thesis, Kahramanmaraş, 84.
40. Korkutata, N., Kavaz, A., 2012. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen kırmızı acı biber popülasyonlarının (*Capsicum annuum* L.) bazı kalite parametreleri. Adıyaman Üniversitesi Akademik Gıda Dergisi, 11(1):53-58.
41. Akıncı, S., Çağlar, G., Akıncı, İ.E., Doğar, N., Aras, V., 1998. Bazı yabancı çeşitlerin kurutmalık kırmızı biber üretimine uygunluklarının belirlenmesi. 2. Sebze Tarım Sempozyumu, 28-30 Eylül, Tokat.
42. Alparslan, G., 2007. Effect of drip irrigation on yield and quality traits of different ornamental pepper (*Capsicum frutescens* L.) populations under Kahramanmaraş conditions. Çukurova University, Science and Technology Dept. Tarla Bitkileri Abd, PhD Thesis, Adana, 110.
43. Fırat, C., Karataş, K., Arpacı, B.B., Mavi, K., 2021. Turşu sanayisine uygun tatlı süs biberi çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik melezleme ıslahı çalışmaları. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(3):679-691.



## Identification of Fusarium Wilt Disease Causal Agents in Pistachio Fields and Determination of Efficacy of Some Fungicides Controlling of The Disease

Kamil SARPKAYA<sup>1\*</sup>, Ceren TANRIÖVER<sup>2</sup>, Canan CAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Karabuk University, Faculty of Forest, Karabuk; ORCID: 0000-0001-5794-668X

<sup>2</sup>Gaziantep University, Gaziantep; ORCID: 0000-0002-4974-6669

<sup>3</sup>Gaziantep University, Gaziantep; ORCID: 0000-0002-0473-1914

Gönderilme Tarihi: 8 Ekim 2024

Kabul Tarihi: 30 Ekim 2024

### ABSTRACT

Pistachio (*Pistacia vera*) propagation is commonly carried out by seedlings and new orchards are mostly set by in situ grafting of rootstocks. Pathogenic and molecular characterization of wilt and desiccation agents observed in nurseries and young orchards were carried out and the causal species were identified as *Fusarium oxysporum* and *F.solani*. *In vitro* inhibition of mycelial development and conidia germination were carried out with seven fungicides selected against the disease. The plant protection product containing Prothioconazole+Spiroxamine was found to be 100% effective in mycelial growth trials in *F.oxysporum* isolates from 20 mgL<sup>-1</sup> and in *F.solani* from 100 mL<sup>-1</sup> at all increasing doses. . The fungicide containing phosphoric acid was found to be 18.3-33.3% effective on both species at 2.5 times the recommended dose. On conidial germination, Prothioconazole+Spiroxamine and Captan provided 100% inhibition even at the lowest doses in all isolates tested. The EC<sub>50</sub> values of Prothioconazole+Spiroxamine, which was determined as the most effective chemical in mycelial development and conidial germination, were 3.67 ml and 3.72 ml in *F.oxysporum* isolates and 56.83 ml in *F.solani*, respectively.

**Keywords:** Pistachio, Fusarium wilting, Fungicides, *in vitro*

### Antepfıstığı Alanlarında Görülen Fusarium Solgunluk Hastalığı Etmenlerinin Tanımlanması ve Mücadelesinde Bazı Fungisitlerin Etkinliklerinin Belirlenmesi

### ÖZ

Antepfıstığı (*Pistacia vera*) fidan üretimi yaygın olarak çöğürlerle yapılmakta ve yeni tesis bahçeler çoğunlukla aşısız dikilen anaçların daha sonra yerinde aşılınmasıyla kurulmaktadır. Fidanlıklarda ve genç bahçelerde yapılan incelemelerde görülen solgunluk ve kuruma etmenlerinin patojenik ve moleküler karakterizasyonları gerçekleştirilerek etmen türlerin *Fusarium oxysporum* ve *F.solani* olduğu tespit edilmiştir. Hastalığa karşı seçilen yedi adet fungusitle *in vitro* düzeyde miseliyal gelişimin inhibisyonu ve konidi çimlenmesinin engellenmesi üzerine çalışmalar yürütülmüştür. Prothioconazole+Spiroxamine etkili madde içeren bitki koruma ürünü, miseliyal gelişim denemelerinde *F.oxysporum* izolatlarında 20 mgL<sup>-1</sup>'den itibaren, *F.solani*'de ise 100 mgL<sup>-1</sup>'den itibaren artan tüm dozlarda %100 etkili bulunmuştur. Fosforöz asidi içeren fungusit, tavsiye dozunun 2,5 katında her iki tür üzerinde %18,3-33,3 oranlarında etkili bulunmuştur. Konidial çimlenme üzerinde Prothioconazole+Spiroxamine ve Captan denemeye alınan tüm izolatlarda en düşük dozlarda bile %100 inhibisyon sağlamıştır. Miseliyal gelişim ve konidi çimlenmesinde en etkili kimyasal olarak belirlenen Prothioconazole+Spiroxamine'nin EC<sub>50</sub> değerleri sırasıyla *F.oxysporum* izolatlarında sırasıyla 3,67 ml ve 3,72 ml ve *F.solani* izolatında ise 56,83 ml olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Antepfıstığı, Fusarium solgunluk hastalığı, Fungisit, *in vitro*

### INTRODUCTION

Turkiye has suitable climatic conditions for the cultivation of Pistacia species and is located on one of the germplasms of Pistacia species. Türkiye has gained a certain share in pistachio production in the world in terms of domestic market and foreign market and pistachio has become a valuable product of increasing importance for our country [1, 2, 3].

Fusarium species cause serious problems in pistachio as in many plant species. While Verticillium wilt and Phytophthora diseases are known as the most important problems among soil-borne diseases in the world [4, 5, 6], in recent years, wilting disease caused by Fusarium species in pistachio has been reported from many countries in the world [7]. While root rot disease caused by *F.solani* was reported for the first time in irrigated orchards and nurseries in Tunisia [8],

\*Sorumlu yazar / Corresponding author: kamilsarpkaya@gmail.com

Fusarium species (*F.equiseti*, *F.oxysporum*, *F.prolifera*) and Neocosmospora species (*N.falciformis*, *N.solani*) caused crown rot and stem cancer in trees grafted on UCB-1 rootstocks in the United States [9]. In detailed studies on soil-borne pathogens in pistachio fields in our country, Fusarium species (*F.solani*, *F.oxysporum*, *F.brachygibbosum*, *F.chlamydosporum*) and Macrophomina phaseolina were found to be the most common disease agents related to wilt and drying of trees [7]. On the other hand, the disease was defined as 'Fusarium wilt of pistachio' in the instructions for pest and disease control in Türkiye and the causal species were stated as a Fusarium complex (*F.solani*, *F.prolifera*, *F.oxysporum* and *F.redolens*). In the same technical instruction, it is stated that the disease is most common in young plants and the severity of the disease increases after 4-5 years of age after the stress caused by inoculation and some cultural practices on the plant. There is no known effective fungicide against Fusarium wilt disease in pistachio [10]. However, some chemicals can be used in seedling production in annual plants against infections that may occur in the plant during seedling production [11, 12]. This study was carried out to determine the Fusarium species causing pistachio wilt disease in pistachio orchards and nurseries in Gaziantep and its surroundings and to determine the *in vitro* efficacy of some chemicals for its control.

## MATERIAL AND METHODS

### *Plant Materials and Fungal Isolations*

*Pistacia vera* L. (Pistachio) production areas in the Southeastern Anatolia Region, where pistachio production is the highest in Turkey, were sampled from plants showing wilt disease symptoms and from seedlings in nurseries. Samples were taken from Şanlıurfa-Bozova (28), Pistachio Research Institute seedling production greenhouses (14) and Şanlıurfa-Birecik producer seedling production locations (8). A total of 50 diseased plant samples were brought to Gaziantep University Biology Department laboratories and isolated according to the method described by Leslie and Summerell [13].

In the laboratory, 0.5-1 cm<sup>2</sup> of transverse sections were taken, including healthy tissue, taking into account the lesions seen especially in the conduction bundle tissues, washed in running tap water for 2-3 minutes, and then subjected to the following sterilisation procedures. 3% Sodium Hypochlorite solution was shaken for 1-5 minutes, washed 3 times in distilled water and left to dry on blotting papers for

4-5 hours and cultured in Potato Dextrose Agar (PDA) medium at 24°C and in dark conditions. After weekly controls, colonies showing morphological differences were isolated and purified. Single spore isolations were made from the purified isolates according to Katan [14].

For morphological characterization each isolate was grown on PSA and SNA media according to Leslie and Summerell [13].

### *Fungicides Used In in vitro Trials*

In order to prepare studying doses of fungicides, stock solutions were prepared by diluting the fungicides. The prepared stock solutions were added to the media which were allowed to cool down to 48°C after autoclaving at the dosage specified for each fungicide (Table 1) with the help of a micropipette and shaken for homogenous mixing. The mixture was poured into each petri dish as 15 ml and kept for 30-60 min for solidification. For each dose, 4 petri dishes were used and 4 petri dishes without any fungicide were used as control. Samples taken from the tips of the fungal isolates with a 0.5 cm fungal disc cork borer were planted one in the centre of the petri dishes with and without fungicide (Control) and left to incubate at 24°C [15]. Measurements were made from four directions depending on the development and mycelial growth was measured with the average of the values obtained. Based on the 21<sup>st</sup> day measurements, the percentage effects according to doses were calculated according to Abbott formula [16]. The experiment was established according to the random plots experimental design with 4 replicates.

In order to determine the effects of fungicides on conidial germination, pure sterile water was added to 7-day-old Fusarium isolates, scraped with a spatula and the spores were allowed to pass into the water. The spore density was adjusted to  $1 \times 10^5$  on Thoma cell counting chamber. After the prepared PDA media were cooled to 48 degrees in a water bath after autoclaving, fungicides at the determined doses were added to the media and homogenous mixing was ensured. PDAs were poured into petri dishes in a sterile cabinet and kept for 30-60 min for freezing. For each dose, 4 petri and 4 petri were prepared as control. Afterwards, 50 µl of the prepared spore suspension was added to each petri and spread on the surface with the help of a pipette. Circles with a diameter of approximately 1,5 cm were drawn by determining certain areas under the petri dishes. At the end of incubation under the specified conditions, 100 spores were counted for each area to determine the conidia germination rate (%). Measurements were

made at the end of the 4<sup>th</sup> day. EC<sub>50</sub> values of each fungicide were calculated by probit analyses.

The active ingredients and ratios, formulation types, trade names and doses of the fungicides used in the trials are given in Table 1.

Table 1. Trademarks, formulations and active ingredient ratios of the chemicals used in the study

Active Ingredients and Ratios	Formulation	Trademark	Doses (mgL <sup>-1</sup> )
Captan 50%	WP	CAPTAN	20, 50, 150, 300, 500
Azoxystrobin+Metalaxyl-M+Fludioxanil 75+37,5+12,5 g/l	FS	DYNASTY	10, 50, 100, 250, 500
Fosforoz Asidi 400 g/l	SL	AGRIFOS	20, 100, 200, 400, 1000
Hymexazol 360 g/l	SC	KORGAREN	30, 100, 250, 500, 750
Metalaxyl-M+Mancozeb 4%+64	WG	RIDOZEB	10, 50, 100, 250, 500
Prothioconazole+ Spiroxamine 160 g/l+300 g/l	EC	INPUT	30, 100, 250, 500, 750
Propamocarb+Cymoxanil 400+50 g	SC	PROXANIL	10, 40, 100, 175, 350

### DNA Isolation of *Fusarium* spp.

DNA isolation studies from the pure *Fusarium* isolates were performed by modifying the method developed by Peever et al. [17]. Accordingly, the isolates were incubated in PDB medium on a shaker at 75 rpm for 3-5 days. Developing fungal hyphae were washed with sterile water and prepared for DNA analyses, wrapped in foil and stored at -80°C. Developing hyphae were crushed in a porcelain mortar by adding liquid nitrogen. DNA isolation was performed using the method modified from Peever et al. [17]. The crushed hyphae were treated with lysis baffle and then vortexed for 3 min. The buffer solution was then added 2 times with a 24:1 ratio of chloroform:isoamyl alcohol and centrifuged at 10.000 rpm for 5 min at 4°C. After this process, the supernatant was precipitated 2 times with cold 95% ethanol (2 volumes) and centrifuged at 14000 rpm for 5 min at 4°C. The pellet was washed with 70% ethanol and the DNA in eppendorfs was allowed to dry for approximately 45 minutes to remove the ethanol. Finally, the DNA was dissolved in 1×TE (Appendix 4) and stored at -20°C until use in PCR analyses. The concentrations of the DNAs obtained as a result of DNA isolation were measured using a Nanodrop device and necessary dilutions were made for concentrations greater than 20 ng/μl.

### PCR Protocols

The PCR protocol was modified according to Zhang et al., [18]. For fungal DNA amplification, 1 μl DNA obtained from the fungus was added to 25 μl reaction volume. The reaction mixture consisted of 10× PCR buffer, MgCl<sub>2</sub> (2 mM), dNTP (2 mM), Primer F (0.4 mM), Primer R (0.4 mM), Taq DNA Polymerase (1.0 U) and dH<sub>2</sub>O. FOF1 and FOR1 primers specific for *F.oxysporum* were used in the study [19] (Table 2).

Table 2. Specific primers for *Fusarium oxysporum*

Primers	Sequences (5'-3')
FOF1	5'-ACATACCACTTGTTCCTCG-3'
FOR1	5'-CGCCAATCAATTTGAGGAACG-3'

Firstly, PCR optimisation conditions were determined for *Fusarium* spp. molecular studies [18]. Accordingly, DNA was denatured at 94°C for the first 1 min. Then 25 cycles were set at 58°C for 25 cycles for primer binding and finally elongation was achieved at 72°C.

DNAs were loaded on agarose gel electrophoresis for visualisation of the bands. For the preparation of the gel, 1.5-2.0% agarose gel was dissolved in 1×TAE (Tris, Acetic acid, EDTA, given in Appendix 3) solution. 25 μl of ethidium bromide (0.5 μg/ml) was added to the agarose gel to visualise the DNA under UV light. The solution was allowed to cool down to 55-60°C and poured into the gel tank. After gel polymerisation, the combs were removed and the gel was transferred to the electrophoresis tank containing 1×TAE buffer. The first well of the gel was loaded with marker (1 kb or 50 bp DNA) and the other wells were loaded with 25 μl PCR product mixed with 4 μl loading buffer. Electrophoresis was performed in 1.5% agarose gel at 90 V/cm for 1.5 hours. Evaluation was made according to band formation. The bands formed in gel electrophoresis were visualised and photographed in a computerised gel imaging system.

## RESULTS

### Morphological and Molecular Analysis of Isolates

In the cultures of 50 diseased plant samples collected from the fields, 38 isolates showing characteristic *Fusarium* symptoms were obtained. Colony morphology, sporodochia, polyphialidia, macroconidia and microconidia structures of the isolates were analyzed on PSA and SNA media. In molecular studies, amplification was obtained from PCR studies of 6 samples using FOF1 and FOR2

primers (Figure 1). These samples were identified as *F.oxysporum* by matching the sequence results in NCBI.

In the species identification based on morphology, 9 samples were macroscopically and microscopically identified as *F.solani* (Figure 2). The other specimens were identified as different *Fusarium* species.

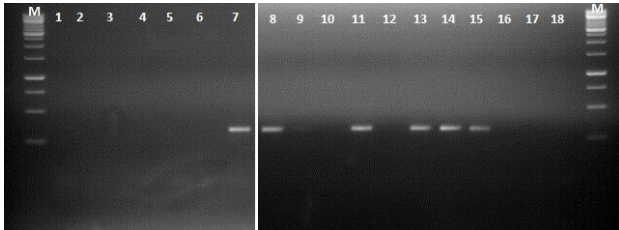


Figure 1. DNA bands of isolates on gel

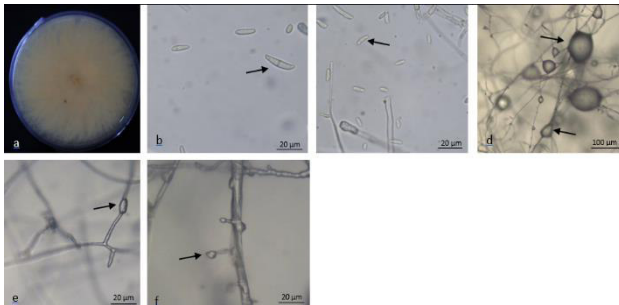


Figure 2. Morphology of K.2/5.1. isolate on SNA and PSA, a) Colony morphology on PSA, b) macroconidi, c) microconidi, d) sporodochia, e) chlamidospore, f) monophialide

### Efficacy Levels of Fungicides in Mycelial Growth

Two isolates of *F.oxysporum* (63.111 and Fidan.1) and an isolate of *F.solani* (K.2/5.1) were selected to determine the efficacy of different fungicides on *Fusarium* isolates in pistachio. It was observed that different doses of fungicides had different effects on the inhibition of mycelial growth of *Fusarium* isolates and the results obtained are given in Figure 3 according to the fungicides.

Fungicide Dynasty™, the highest effect among the isolates was seen in Fidan.1 isolate with 79.1% at 250 mgL<sup>-1</sup> dose. At the same dose, another *F.oxysporum* isolate 63.111 showed a similar effect with 76.2%, while *F.solani* isolate K.2/5.1 showed a lower effect with 66.9% compared to the other isolates. The highest effect was observed at 250 mgL<sup>-1</sup> in isolates 1 and K.2/5.1. The lowest effect in all 3 isolates was observed at 10 mgL<sup>-1</sup> dose as 22% in 63.111, 35.5% in K.2/5.1 and 48.2% in Fidan 1, respectively. In 63.111, while the percentage effects increased with increasing doses, the highest effect was 78.7% at 500 mgL<sup>-1</sup>. In K.2/5.1 and in Fidan.1,

the highest level of activity was found at 250 mgL<sup>-1</sup> and more than 500 mgL<sup>-1</sup>.

It was observed that Captan™ provided similar inhibition on *Fusarium* spp. at all doses. The highest effect was 50.6% at 300 mgL<sup>-1</sup> and the lowest effect was 8.9% at 20 mgL<sup>-1</sup> dose. In K.2/5.1, the highest effect was 62.8% at 500 mgL<sup>-1</sup> and in Fidan 1, the highest effect was 55.8% at 150 and 300 mgL<sup>-1</sup>. The lowest dose of 20 mgL<sup>-1</sup> was not effective in both isolates.

In the trial with Ridozeb™, the highest effect value was observed at 250 mgL<sup>-1</sup> dose in isolate 63.111 and approximate percentage values with 250 mgL<sup>-1</sup> were found at 100 mgL<sup>-1</sup>, 250 mgL<sup>-1</sup> and 500 mgL<sup>-1</sup>. The lowest value was recorded as 6.4% at 10 mgL<sup>-1</sup> dose. In K.2 /5.1 isolate, the highest percentage effect value was recorded at 100 mgL<sup>-1</sup> and it was observed that mycelial development was completely stopped. In the same isolate, no effect was observed at 10 mgL<sup>-1</sup>. In another *F.oxysporum* isolate, Fidan.1, the highest effect was recorded at 500 mgL<sup>-1</sup> and mycelial growth was completely stopped on this dose. In the same isolate, the lowest effect was 31.3% at the lowest dose of 10 mgL<sup>-1</sup>.

In the trials with Agrifos™, the highest effect was observed at the highest dose of 1000 mgL<sup>-1</sup> in all three isolates. While the inhibition rate in isolate 63.111 was 18.3% at 1000 mgL<sup>-1</sup>, the highest effect in isolates K.2/5.1 and Fidan.1 was 25.2% and 33.3%, respectively. No inhibition was observed in isolate 63.111 up to 400 mgL<sup>-1</sup>. While no effect was observed in isolate K.2 /5.1 at a dose of 20 mgL<sup>-1</sup>, 17.5% effect was observed in isolate Fidan.1.

When *Fusarium* spp. isolates were examined in Korgaren™ commercial preparation containing Hymexazol active ingredient, similar levels of inhibition were achieved in isolates numbered 63.111 and K.2/5.1 according to the increasing doses of Korgaren™ commercial preparation. In the isolate numbered Fidan.1, 55.4% inhibition was observed at the lowest dose and 100% inhibition was achieved at a dose of 500 mgL<sup>-1</sup>. In 63.111, inhibition was not achieved at the lowest dose, while in K.2/5.1, inhibition rate at the lowest dose was 1.2%. In 63.111, the highest effect was 83.33% at the highest dose of 750 mgL<sup>-1</sup>, while the highest effect was 77.4% at the same dose in isolate no. K.2/5.1.

In the study conducted with Proxanil™ containing Propamocorp+Cymoxonail active substance, no activity was observed at any dose in isolates 63.111 and Fidan.1. In K.2/5.1, the highest effect was 55.0% at a dose of 350 mgL<sup>-1</sup>, while no effect was observed at the lowest dose of 10 mgL<sup>-1</sup> and 16.3% effect was observed at a dose of 40 mgL<sup>-1</sup> (Figure 3).



Figure 3. Inhibition of mycelial growth of Fusarium isolates by different fungicides used in the study

### EC<sub>50</sub> Values

EC<sub>50</sub> (the dose that inhibits mycelial growth by 50%) values were calculated for 7 fungicides for Fusarium isolates with the measurement results of the fungicides whose percentage effects were calculated. EC<sub>50</sub> values according to the evaluations in probit analysis are given in Table 3.

Table 3. EC<sub>50</sub> values of the fungicides (p<0.05)

Isolates	Fungicides						
	Dynasty™	Captan™	Ridozeb™	Agrifos™	Korgaren™	Proxanil™	Input™
63.111	147,72	261,45	384,87	2758,86	266,46	NA*	3,67
K.2.5.1	58,99	175,64	63,28	2069,06	259,13	180,29	56,83
Fidan.1	19,53	203,5	103,92	4159,10	250,12	NA*	3,72

\*Not applicable: It could not be calculated statistically since it has no effect.

As given in Table 3, EC<sub>50</sub> values were calculated for each isolate. The EC<sub>50</sub> value of the commercial preparation named Dynasty™ was calculated as 147.22 ml for isolate 63.111, 58.66 ml for isolate K.2/5.1 and 19.53 ml for isolate Fidan.1. In Captan™, EC<sub>50</sub> value for isolate 63.111 was 261,45 g; EC<sub>50</sub> value for isolate K.2/5.1 was 175,64 g; EC<sub>50</sub> value for isolate Fidan.1 was 203,5 g. EC<sub>50</sub> values for Ridozeb were 384.87 g for isolate 63.111; 63.28 g for isolate K.2/5.1; 103.92 g for isolate Fidan.1. When it is looked at EC<sub>50</sub> values for Agrifos™, it was calculated as 2758.86 g for isolate 63.111; 2069.06 g for isolate K.2/5.1; 4159.1 g for isolate Fidan.1. In Korgaren™, EC<sub>50</sub> values were recorded as 266.46 ml for isolate 63.111; 259.13 ml for isolate K.2/5.1; 250.12 ml for isolate Fidan.1. The efficacy level of Proxanil™ was found to be low in the percentage calculations and accordingly, EC<sub>50</sub> values could not be calculated for isolates 63.111 and Fidan.1. EC<sub>50</sub> value for isolate K.2 /5.1 was calculated as 180,29 ml. In Input™, the EC<sub>50</sub> value for isolate 63.111 was 3.67 ml, for isolate K.2/5.1 EC<sub>50</sub> value was 56.83 ml and for isolate Fidan.1 the EC<sub>50</sub> value was 3.72 ml.

### Efficacy of Fungicides on Spore Germination

Spore germination was evaluated according to 4<sup>th</sup> day measurements. Observations were made in 4 different ocular fields of the microscope in each petri dish and germinated and non-germinated spores were counted in the ocular field since the spores were not homogeneously distributed. It was observed that all spores germinated even at the first measurements and at the highest dose of Proxanil™, Korgaren™, Agrifos™, Ridozeb™. When the effects of fungicides named Input and Captan™ on spore germination

were examined microscopically, it was observed that there was no germination even at the lowest dose of the preparations, while in the preparation named Dynasty™, germinated and non-germinated spores in the determined areas could be counted and calculated as a percentage. Dynasty™ spore germination percentage values for isolates are given in Table 4.

Table 4. Spore germination (%) ratio of isolates for Dynasty™

Doses (mgL <sup>-1</sup> )	Means of Spore Germination (K.2/5.1)	Means of Spore Germination (63.111)	Means of Spore Germination (Fidan.1)
10	0	0	0
50	0	0	0
100	0	0	96,52
250	93,35	98,50	100
500	100	100	100

## DISCUSSION

Pistachio is an important strategic product for our country. Türkiye, which is one of the oldest shelled fruit species with high nutritional value and rich substances in its composition, is one of the origin regions of pistachio and ranks 3<sup>rd</sup> in the world in terms of production [20]. Pistachio is becoming an increasingly important product of increasing importance for our country. In pistachio cultivation, just like all other plants, plant protection problems that restrict cultivation are encountered. Especially in new plant gardens, plant diseases that occur during the development of plants, including fungal diseases, can cause serious problems. The increase in plant diseases may be caused by some inaccuracies in cultivation. The most extensive study on soilborne pathogens in pistachio in our country was carried out by Aydın et al. [7] and it was reported that the causal species of the disease were mostly *Fusarium* spp. species (*Fusarium solani*, *F.oxysporum*, *F.brachygibbosum* and *F.chlamydosporum*). *Fusarium* spp. have recently been reported in other pistachio growing countries in the world [8].

Captan 50% (Captan™), Azoxystrobin+Metalaxyl-M+Fludioxanil 75+37,5+12,5 g/l (Dynasty™), Phosphorose Acid 400 g/l (Agrifos™), Hymexazol 8360 g/l (Korgaren™), Metalaxyl-M (4%)+Mancozeb (64%) (Ridozeb™), Prothioconazole (160 g/l) + Spiroxamine (300 g/l) (Input™), Propamocarb (400 g/l) + Cymoxanil (50 g/l) (Proxanil) were used for *Fusarium oxysporum* (63. 111, Fidan.1) and *F.solani* (K.2 /5.1) isolates obtained in the study.

In Azoxystrobin+Metalaxyl-M+Fludioxanil (Dynasty™), the highest effect was observed in *F.oxysporum* (Fidan.1) with a rate of 79,17% at the

dose of 250 mgL<sup>-1</sup> recommended by the company. A similar effect was observed in another *F.oxysporum* isolate (63.111), at 500 mgL<sup>-1</sup> with a rate of 78.66%. In *F.solani* (K.2/5.1), an effect of approximately 10% less than *F.oxysporum* isolates was observed. *In vitro* mycelial growth experiments carried out with the preparation named Dynasty™, it can be said that the effective dose is 250 mgL<sup>-1</sup> recommended by the company. In the spore germination study, high percentage inhibition was observed in all 3 isolates. Gökalp et al. [21], in a study on *Fusarium* species on grass seeds, similarly found the plant protection product Dynasty™ to be 82.3% effective. In the present this study, an interesting result emerged when the EC<sub>50</sub> values of the preparation were analysed. In *F.oxysporum* (Fidan.1), a low value of 19.53 ml was encountered, but in another *F.oxysporum* (63.111), the EC<sub>50</sub> value was 147.22 ml, which was approximately 7 times higher. It is thought that this may be due to the difference in age, location or pathotype of the plants from which the two isolates were isolated.

In Captan™, the highest mycelial inhibition in all 3 isolates was observed on 150 mgL<sup>-1</sup>, which is half of the dose recommended by the company. Among the applied preparations, the highest inhibition effect was observed in *F.solani* (K.2/5.1) with an average of 62.79%. Inhibition of mycelial growth remained approximately the same at doses after 150 mgL<sup>-1</sup>. *F.oxysporum* isolates were similar with Fidan.1 55,81% and 63.111, 51,79% for mycelial inhibition. No spore germination was observed until the end of the 21<sup>st</sup> day for all 3 preparations even at the lowest dose. This shows that the effect of the preparation with 50% diameter active ingredient on conidia germination is 100%. When looking to EC<sub>50</sub> values, approximate values are observed in both *F.oxysporum* isolates. Zang et al. [22] also observed that the preparation was effective for *in vitro* tests against damping-off in vegetables and increased seed germination by 52.1% and also increased field emergence in maize plants. Yaman [23], *in vitro* study on *F.oxysporum*, *F.solanum*, *Rhizoctonia solani* AG+ causing root rot in kiwis, observed that mycelial growth was completely inhibited with Captan at 2% concentration of organic 21 salt.

The commercial preparation Ridozeb containing Metalaxyl-M+Mancozeb showed different effects between two *Fusarium* species. Starting from the dose of 100 mgL<sup>-1</sup>, which is a lower dose of the recommended dose, 100% inhibition was achieved in *F.solani* and mycelial growth was completely inhibited. At 500 mgL<sup>-1</sup>, which is the highest dose in the experiment, 100% inhibition was again obtained by Fidan.1, while 51.59% inhibition was observed in



another *F.oxysporum* (63.111) at the recommended dose (250 mgL<sup>-1</sup>). It is thought that the difference in the effect between Fusarium species is related to the age of the isolated plant and it is recommended that this factor should be taken into consideration in the trials of this preparation. In a study on the mycelial development of *F.oxysporum* f.sp. *dianthi*, similarly, Metalaxyl+Mancozeb was found to be 58.77% effective [24]. In the spore germination trials of fungicides, conidia were germinated in all isolates. When evaluating EC<sub>50</sub> values of fungicides, a very low value of 63.28 g was recorded for *F.solani* isolate. When *F.oxysporum* isolates were compared in terms of EC<sub>50</sub> value, it was calculated that the EC<sub>50</sub> value of isolate 63.111 (384.87 g) was approximately 3 times higher than the EC<sub>50</sub> value of isolate Fidan.1 (103.92 g).

Lower inhibition was observed in all doses of Agrifos™, a plant protection product with the active ingredient Phosphorose acid, when comparing other fungicides. The highest effect in all isolates was observed at 1000 mgL<sup>-1</sup>, which is the highest dose studied. Among all isolates, the highest effect was observed in *F.oxysporum* (Fidan.1) with 33.33%, while no inhibition was observed in another *F.oxysporum* (63.111) in 1000 mgL<sup>-1</sup> dose and very low inhibition was observed at 1000 mgL<sup>-1</sup> dose with 18.25%. In *F.solani* (K.2/5.1), the highest mycelial inhibition ratio was 25.23%. In spore germination experiments, similar low effect results were obtained with mycelial development and germination was found to be 100% in all petri dishes. When the EC<sub>50</sub> values for the preparation were analysed, 4159.1 g in Fidan.1, 2758.86 g in and 2069 g in K.2/5.1 respectively. As a result, fungicide containing phosphorose acid was found to be low *in vitro* effects for *F.solani* and *F.oxysporum* species.

In Korgaren™, containing Hymexazol active ingredient, the highest inhibition effect was observed in Fidan.1 (*F.oxysporum*) isolate at 500 mgL<sup>-1</sup> dose recommended by the company and 100% inhibition was observed at this dose. The effect increased with increasing doses and at the highest dose of 750 mgL<sup>-1</sup>, 63.111 (*F.oxysporum*) with 83.33% and K.2/5.1 (*F.solani*) 77.38%. The fungicide was found highly effective in mycelial growth inhibition. In spore germination experiments, 100% germination rate was observed in all petri dishes and Korgaren was found ineffective. EC<sub>50</sub> values were obtained parallel to mycelial inhibition. The EC<sub>50</sub> values of the preparations were calculated as 259,46 ml for 63.111 isolate, 259,13 ml for K.2/5.1 isolate and 250,12 ml for Fidan.1 isolate, respectively.

Proxanil™ containing Propamocarb+Cymoxanil did not provide inhibition against *F.oxysporum*

(63.111, Fidan.1) in *in vitro* mycelial growth, while it showed approximately the same percentage effect (51.16%) against *F.solani* isolate at 3 doses (100 mgL<sup>-1</sup>, 175 mgL<sup>-1</sup>, 350 mgL<sup>-1</sup>) starting from 100 mgL<sup>-1</sup> dose. In spore germination trials, it was observed that inhibition was not achieved in both species. Considering the EC<sub>50</sub> values of the preparation, EC<sub>50</sub> values could not be calculated for *F.oxysporum* isolates due to the percentage effect values and EC<sub>50</sub> value for *F.solani* isolate was calculated as 180.29 ml.

In the *in vitro* study carried out with Input™ containing Prothioconazole+Spiroxamine, it was observed that the highest inhibition was achieved on *F.oxysporum* and *F.solani* from the lowest dose experimented (5 mgL<sup>-1</sup>). Even at 20 mgL<sup>-1</sup>, which is one fifth of the dose recommended by the company, it was observed that inhibition was obtained in all *F.oxysporum* isolates. In *F.solani*, 100% inhibition was achieved at 100 mgL<sup>-1</sup>, which is the dose recommended by the company. The same success was recorded in spore germination trials and conidia germination could not be observed in all isolates. EC<sub>50</sub> values calculated based on the percentage effect were quite low. 3.72 ml for Fidan.1 and 3,67 ml for 63.111 and 56.83 ml for K.2/5.1 were recorded. Sanssene et al. [25] found that prothioconazole active ingredient was effective at a good level between 60% and 70% within 7 days in a study against Septoria in wheat. Küçükkaya [26] found that Prothioconazole+Tebuconazole (250 g/L+150 g/L) had a MIC (minimum inhibitory concentration) value of 40 µg/ml and 95.78% efficacy with a MIC value of 40 µg/ml in a study on *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, a soil-borne pathogen.

## CONCLUSIONS

Fusarium pathogens are prominent among soil-borne pathogens in pistachio. Since the disease causes more problems in young plants and nurseries, it is very important to produce healthy plants at the nursery production stage. First of all, studies on disease resistant individual breeding should be prioritised. Since Fusarium wilt disease has become widespread in our country in recent years, it is obvious that this issue should be addressed in breeding studies.

In this study, the *in vitro* effects of some selected fungicides on the fungal isolates obtained were investigated. Fungicides licensed against fungal diseases on some other plants were used in the determination of plant protection products.

In conclusion, it is first studied for controlling of *Fusarium* spp., which are becoming increasingly common in young pistachio orchards. *In vitro* experiments, Input™ containing Prothioconazole+ Spiroxamine inhibited mycelial growth and conidial germination of *F.oxysporium* and *F.solani* isolates by almost 100% and it is thought that it can be a very effective preparation in vivo studies to control of the disease. Although there were slight differences of Korgaren containing Hymexazol and Dynasty containing Azoxystrobin+Metalaxyl-M+Fludioxanil on *F.oxysporum* isolates among experimented doses, the efficacy level of inhibition of all isolates was found to be quite higher. In the trials with Metalaxyl-M+Mancozeb (Ridozeb™), the efficacy against *F.solani* was found to be 90%, but the efficacy level against *F.oxysporum* isolates remained around 76%. The efficacy levels of Propamocarb+Cymoxanil (Proxanil) and Phosphorese Acid (Agrifos) were very low. The effective doses for each fungicide were determined in the studies, which can guide further studies and prevent excessive chemical usage.

In line with the data obtained as a result of the researches, especially in vivo trials should be carried out and the results should be shared and be recommend to producers for *Fusarium* wilting disease, which is a significant problem on pistachio.

#### KAYNAKLAR

1. Onay, A., Tilkat, E., Ersalı, Y., Tilkat, E. A. & Süzerer, V., 2012. Antepfıstığı'nın (*Pistacia vera* L.) morfolojik ve biyolojik özellikleri ile verimini etkileyen faktörler. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 2(1), 116-131.
2. Oruç, Ş., 2003. Antepfıstığı Sektör Etüdü. İstanbul Ticaret Odası, 20 s.
3. Satıl, F., 1995. Balıkesir'de menengiç ağaçlarına aşılansarak elde edilen antepfıstığı ağaçlarının gaziantep'te yetiştirilen doğal Antep fıstıkları ile biyoekolojik ve diğer yönlerden karşılaştırılması. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir.
4. Michailides, T.J., Morgan, D.P., Doster, M.A., 1995. Diseases of Pistachio in California and their significance. Acta Horticulturae. 419, 337-343.
5. Eskalen, A., Küsek, M., Danıştı, L., Karadağ, S., 2001. Fungal diseases in pistachio trees in East-Mediterranean and Southeast Anatolian regions. Cahiers Options Méditerranéennes, 56:261-264.
6. Teviotdale, B.L., Michailides, T.J. & Pscheidt, J.W., 2002. Compendium of nut crop diseases in temperate zones. The Am. Phytopath. Soc. APS Press. pp:64-75.
7. Aydin, M.H., Canpolat, S. & Uzun, T., 2024. Some soilborne pathogens causing root rot and wilting of pistachio trees in southeastern Turkey. Canadian Journal of Plant Pathology, 46(4), 395-409.
8. Triki, M.A., Rhouma, A., Chaabouni, A.C. & Ioos, R., 2009. Emergence of *Fusarium solani* causing root rot of pistachio trees in Tunisia. V International Symposium on Pistachios and Almonds 12, pp:717-721.
9. Crespo, M., Lawrence, D.P., Nouri, M.T., Doll, D.A. & Trouillas, F.P., 2019. Characterization of *Fusarium* and *Neocosmospora* species associated with crown rot and stem canker of pistachio rootstocks in California. Plant Disease, 103(8), 1931-1939.
10. Anonim, 2024. Meyve Hastalıkları Zirai Mücadele Teknik Talimatları. [https://www.tarimorman.gov.tr/tagem/belgeler/ya\\_yin/meyve%20hastal%c4%b1klar%c4%b1%20zirai%20m%3%bccadele%20teknik%20talimatlar%c4%b1.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/tagem/belgeler/ya_yin/meyve%20hastal%c4%b1klar%c4%b1%20zirai%20m%3%bccadele%20teknik%20talimatlar%c4%b1.pdf) (Erişim Tarihi: 28.09.2024).
11. Everts, K.L., Egel, D.S., Langston, D. & Zhou, X.G., 2014. Chemical management of *Fusarium* wilt of watermelon. Crop Protection, 66:114-119.
12. Song, W., Zhou, L., Yang, C., Cao, X., Zhang, L. & Liu, X., 2004. Tomato *Fusarium* wilt and its chemical control strategies in a hydroponic system. Crop Protection, 23(3), 243-247.
13. Leslie, J.F. & Summerell, B.A., 2006. The *Fusarium* laboratory manual. John Wiley & Sons. 387 p.
14. Katan, T., 1999. Current status of vegetative compatibility groups in *Fusarium oxysporum*. Phytoparasitica, 27:51-64.
15. Delen, N., Yıldız, M. & Maraite, H., 1984. Benzimidazole and dithiocarbamate resistance of *Botrytis cinerea* on greenhouse crops in Turkey. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv.Gent. 49:153-161.
16. Karman, M., 1971. Bitki koruma araştırmalarında genel bilgiler denemelerin kuruluşu ve değerlendirme esasları. T.C. Tarım Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Mesleki Kitaplar Serisi, 279 s.
17. Peever, T.L., Canihos, Y., Olsen, L., Ibanez, A., Liu, Y.C. & Timmer, L.W., 1999. Population genetic structure and host specificity of *Alternaria* spp. causing brown spot of *Minneola* tangelo and rough lemon in Florida. Phytopathology, 89(10), 851-860.
18. Zhang, S., Zhao, B., Liu, X., Gao, Z. & Huang, X., 2013. DNA sequencing and UP-PCR

- characterization of *Fusarium oxysporum* isolates from three cucurbit species. *Plant Pathology Journal* 12(2), 78-84.
19. Jiménez-Fernández, D., Montes-Borrego, M., Navas-Cortés, J.A., Jiménez-Díaz, R.M. & Landa, B.B., 2010. Identification and quantification of *Fusarium oxysporum* in planta and soil by means of an improved specific and quantitative PCR assay. *Applied Soil Ecology*, 46(3), 372-382.
20. Tokuşoğlu, Ö., 2007. Yeşil altın: antepfıstığı teknolojisi, kimyası ve kalite kontrolü. 86 s, Gaziantep.
21. Gökalp, C., 2012. Çim tohumlarında yaygın olan *Fusarium* türüne karşı bazı fungusitlerin etkililiklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 63 s.
22. Zang, L.E., Shetty, K.K., Watrin, C.G. & Forster, B., 2001. Fludioxonil, a low use rate seed treatment for the control of *Fusarium* on corn and potatoes, Seed treatment: challenges & opportunities. *Proceedings of an International Symposium*, Wishaw, North Warwickshire, UK.
23. Yaman, M., 2017. Kivilerde kök çürüklüğüne neden olan toprak kökenli bazı fungal patojenlere karşı organik ve inorganik tuzların engelleyici etkilerinin belirlenmesi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ordu.
24. Bengyella, L., Pranab, R., Yekwa, E.L. & Waikhom, S.D. 2012. The farmers cry: impact of heat stress on *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi*, interaction with fungicides. *Asian Journal of Plant Pathology*; 6(1):19-24.
25. Sanssené, J., Selim, S., Roisin-Fichter, C., Djerroud, L., Deweer, C. & Halama, P., 2011. Protective and curative efficacy of prothioconazole against isolates of *Mycosphaerella graminicola* differing in their *in vitro* sensitivity to DMI fungicides. *Pest Management Science*, 67(9), 1134-1140.
26. Küçükaya, G., 2012. Bazı fungusitlerin domateste *Fusarium* kök ve kök boğazı çürüklüğü (*Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lyopersici* Jarvis & Shoemaker)'ne karşı etkililiklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.



## Tokat ve Amasya İllerinden Toplanan Yerel Fasulye Genotiplerinin Morfolojik Karakterizasyonu

Mualla AYDIN<sup>1\*</sup>, Duran KILIÇ<sup>2</sup>, Bülent BAŞARAN<sup>3</sup>, Yalçın KAYA<sup>4</sup>, Hüseyin TOPAL<sup>5</sup>,  
Ahu KARADAĞ<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat; ORCID: 0009-0005-6501-5603

<sup>2</sup>Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat; ORCID: 0000-0002-8851-5214

<sup>3</sup>Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat; ORCID: 0000-0003-3784-5481

<sup>4</sup>Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat; ORCID: 0000-0002-5378-6137

<sup>5</sup>Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat; ORCID: 0000-0003-3565-0428

<sup>6</sup>Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat; ORCID: 0009-0001-6818-3013

Gönderilme Tarihi: 13 Şubat 2024

Kabul Tarihi: 21 Ekim 2024

### ÖZ

Çalışma, Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Bölgesi'nde yer alan Tokat ve Amasya illerinde yürütülmüştür. 2016-2021 yılları arasında Tokat ve Amasya illerine bağlı ilçeler ve köylere düzenlenen surveyler sonucunda tesadüfi örneklemelemlerle 66 adet yerel fasulye genotipi toplanmıştır. Surveyler neticesinde toplanan yerel sebze genotiplerine 2018-2020 ve 2021 yıllarında tarla denemeleri kurularak üretim yenileme, morfolojik ve fenolojik tanımlamalar yapılmıştır. Ele alınan materyallerde incelenen özellikler yönünden mevcut genotipler arasındaki varyasyonun ortaya konması ve birbirine yakın ya da çok farklı olan genotiplerin belirlenmesi amacıyla kümeleme (cluster) analizi yapılmıştır. Kümeleme analizi sonucunda "Gruplar arası benzerlik" yöntemine göre dendrogram oluşturulmuş, fasulye genotiplerinin ele alınan 16 karakter yönünden iki ana grup ve altı alt grupta kümelendiği tespit edilmiştir. B grubu en fazla genotipin kümelendiği grup olarak belirlenmiştir. Analiz yapılan özellikler bakımından birbirine en yakın genotipler 7 ve 15 no.lu genotipler, en uzak genotipler ise 59 ve 62 no.lu genotipler olmuştur. Yöresel olarak yetiştiriciliği yapılan ve çoğu, çeşit olarak tescil edilmemiş durumdaki bu genotiplerin özelliklerinin ortaya çıkarılması gelecekte yapılacak ıslah amaçlı çalışmalarda büyük önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Fasulye, genetik kaynak, Tokat, Amasya, karakterizasyon

### Morphological Characterization of Local Bean Genotypes Collected from Tokat and Amasya Provinces

#### ABSTRACT

The study was carried out in the provinces of Tokat and Amasya, which are located in the Central Black Sea Passage Zone. As a result of the surveys organized in the towns and villages of Tokat and Amasya provinces between 2016-2021, 66 local bean genotypes were collected by random sampling. Production renewal, morphological and phenological definitions were made by establishing field trials in 2018-2020 and 2021 on the local vegetable genotypes collected as a result of the surveys. Cluster analysis was carried out in order to reveal the variation among the existing genotypes in terms of the characteristics examined in the examined materials and to determine the genotypes that are close to each other or very different. As a result of the cluster analysis, a dendrogram was created according to the "similarity between groups" method. As a result of the cluster analysis, it was determined that the bean genotypes were clustered in two main groups and six subgroups in terms of 16 characters. Group B was determined as the group in which the most genotypes were clustered. Genotypes 7 and 15 were the closest to each other in terms of the analyzed characteristics, and genotypes no. 59 and 62 were the most distant genotypes. It is of great importance for our vegetable growing to reveal the characteristics of these genotypes, which are grown locally and most of them are not registered as varieties, in future breeding studies.

**Keywords:** Bean, genetic resource, Tokat, Amasya, characterization

### GİRİŞ

Ülkemiz sebze türlerinde yüksek oranda genetik varyasyonlara ev sahipliği yapmaktadır. Anadolu'da,

sebze türlerinin ıslahında kullanılacak geniş bir genetik varyasyon söz konusudur. Bu varyasyonun bazı durumlarda, yabani popülasyonlara göre kültürü yapılan çeşitlerde daha yüksek olabileceği

\*Sorumlu yazar / Corresponding author: mualla.aydin@tarimorman.gov.tr

bildirilmektedir. *Leguminosae* familyası türleri bu duruma iyi bir örnek teşkil etmektedir [1]. Bununla alakalı olarak, *Leguminosae* familyasına dahil olan muhafaza altındaki tohumların (fasulye tohumları da dahil) değerlendirilmesi ve belgelenmesi çalışmalarına, Türkiye gibi ülkelerde gereklilik duyulduğu belirtilmektedir [2]. Bu familyanın nohut, bezelye, bakla, börülce gibi üyeleri arasında özellikle fasulye köy popülasyonlarına, Anadolu'nun hemen hemen her yerinde rastlamak mümkündür [1].

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.); *Leguminosae* veya *Fabaceae* (baklagiller) familyası, *Phaseolus* cinsi içerisinde yer almaktadır. Dünyada fasulyenin 230 civarında türünün olduğu ve bunların 20 adedinin insan beslenmesinde kullanıldığı, en fazla yetiştiriciliği yapılan türün ise *P.vulgaris* olduğu bilinmektedir [3, 4]. Fasulye insan beslenmesinin dışında hayvan beslenmesi, kozmetik sanayi ve boya yapımı gibi alanlarda da kullanılmaktadır [5]. Diğer yandan çapa bitkisi olması, ekim nöbetine girmesi, derin kök yapısı sayesinde alt tabakalardaki besin elementlerini toprağın üstüne taşıması, toprağı gevşetmesi, köklerinde *Rhizobium* bakterisinin oluşturduğu nodüller sayesinde toprağa azot bağlaması yönünden önemli bir baklagil bitkisidir [6].

Yerel çeşitleri köy popülasyonu olarak tanımlanan genotipler klasik üretici yörelerinde bulunmaktadır. Genetik çeşitlilik için bunlar çok değerli kaynaklar niteliğindedir. Bu türlerin buldukları bölgeye çok iyi uyum sağlamaları ve buldukları yörelerde çevresel baskı ve aşırı kullanma, geleneksel kültür bitkilerin yerine ticari çeşitlerin yer alması gibi diğer baskılarla azalma hatta yok olma tehlikesi ile karşı karşıya olmaları nedeniyle korunmaları gelecekte bitkisel üretimin devamı ve bitkisel çeşitliliğin sürdürülebilirliği açısından oldukça önem arz etmektedir [7].

Orta Karadeniz ile İç Anadolu geçit kuşağı bölgesinde yer alan Tokat ve Amasya illeri sebze genetik kaynakları bakımından zengin bir potansiyele sahiptir. Ancak, son yıllarda sebze yetiştiriciliğinin ticari çeşitlerle yapılmaya başlaması, üreticinin elinde bulunan yerel çeşit ve tiplerin gün geçtikçe azalmasına ve bunun sonucu olarak genetik kaynaklarımızın kaybolma tehlikesi ile karşı karşıya kalmasına neden olmuştur.

Morfolojik karakterizasyon yapılarak genetik kaynakların tanımlanması ve sınıflandırılması genetik kaynakların ilk aşamasıdır [8]. Bu çalışma ile sebze genetik kaynakları yönünden önemli bir çeşitliliğe ve varyasyona sahip olan Tokat, Amasya illerindeki yerel fasulye genotipleri toplanarak karakterizasyonları yapılmıştır. Karakterizasyonları

yapılmış bir örnek set, Ulusal Tohum Gen Bankası'na gönderilerek koruma altına alınmıştır. Bu çalışma ile bölge kültürünün ve geleneğinin bir parçası olan yerel sebze genotiplerinin tespiti ve korunması için en önemli adım atılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, 2016-2021 yılları arasında Karadeniz-İç Anadolu Geçit Bölgesi'nde yer alan Tokat ve Amasya illeri-ilçeleri ve köylerinde yürütülmüştür. İl ve İlçe Tarım ve Orman Müdürlükleri, çiftçilerle yapılan görüşmeler ile düzenlenen surveyler sonucunda tesadüfi örneklemelemlerle genotipler toplanmıştır (Çizelge 1). Surveyler neticesinde toplanan fasulye genotiplerine 2018, 2020 ve 2021 yıllarında tarla denemeleri kurularak üretim yenileme çalışmaları, morfolojik, fenolojik ve pomolojik tanımlamalar yapılmıştır.

Deneme alanı toprak özelliklerini belirlemek amacıyla denemenin kurulduğu yıllarda deneme kurulmadan önce 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınarak, Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü toprak analiz laboratuvarında analiz edilmiştir. Toprak analizlerinde bünye; [9], pH; [10] organik madde; [11] yöntemlerine göre tespit edilmiştir. Toprak analizi sonuçlarına göre toprak yapısı killi tınlı yapıda çıkmıştır. Deneme alanının pH'ın hafif alkali (7.73-7.93) olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında genetik kaynakların korunmasına ilişkin uluslararası alanda belirlenmiş prensipler izlenmiştir. Toplanan fasulye genotipleri için yapılan morfolojik ölçüm ve incelemeler Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarında yapılmıştır.

### *Survey ve Materyal Toplama Çalışmaları*

Araştırma materyali olarak Orta Karadeniz Geçit Bölgesinde üretiminin yoğun olarak yapıldığı Tokat ve Amasya illerinden toplanan Fasulye genotipleri kullanılmıştır. Genetik materyalin toplama işlemi, 2016 yılı Nisan ayında başlamış ve 2021 yılı Ocak ayında tamamlanmıştır. Belirtilen bu tarihlerde Tokat ve Amasya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü personelleriyle yapılan istişare neticesinde seçilen ilçe ve köylere surveyler düzenleyerek fasulye tohumları toplanmıştır. Örnekleme tarla, bahçe, üretici ambarı, yerel köy dükkânları, pazarlar, aktarlar ve tohumculardan yapılmıştır. Toplama çalışmalarında "Rastgele Örnekleme" yöntemi kullanılmıştır [12].

Çizelge 1. Yerel sebze genotiplerinin toplandığı il, ilçe ve köyler

Genotip No	Yöresel Adı	Toplandığı İl, İlçe, Köy
F-1	Ayşe Kadın	Tokat-Turhal-Yenisu
F-2	Ayşe Kadın	Tokat-Turhal-Yenisu
F-3	40 Günlük Fasulye	Tokat-Turhal-Yenisu
F-4	Şeker Fasulye	Tokat-Zile-Köylüürünü
F-5	Şeker Fasulye	Tokat-Zile-Kırlar
F-6	Şeker Fasulye	Tokat-Zile-Kırlar
F-7	Beyaz Fasulye	Tokat-Zile-Yıldıztepe
F-8	Arnaka Fasulye	Tokat-Pazar-Ovacık
F-9	Kalkınma Sırık	Tokat-Pazar-Ovacık
F-10	Beyaz Bahçe Fasulyesi	Tokat-Niksar-Tepcyatak
F-11	Kara Fasulye	Tokat-Niksar-Tepcyatak
F-12	Yanıala Fasulye	Tokat-Niksar-Tepcyatak
F-13	Yer Sırığı	Tokat-Merkez-Gözova
F-14	Yer Çil Fasulye	Tokat-Merkez-Kılıçlı
F-15	Geçici Şeker Fasulye	Tokat-Pazar-Üzümören
F-16	Sırık Çil Fasulye	Tokat-Merkez-Kılıçlı
F-17	Erkenci Şeker Fasulye	Tokat-Pazar-Üzümören
F-18	Tokat Sırığı	Tokat-Pazar-Üzümören
F-19	Ayşe Kadın	Tokat-Pazar-Üzümören
F-20	Boncuk Fasulye	Tokat-Pazar-Üzümören
F-21	Şeker Fasulye	Tokat-Pazar-Üzümören
F-22	Cicikiz	Tokat-Merkez-Gözova
F-23	Balkabağı	Tokat-Turhal-Kızkayası
F-24	Erkenci Fasulye	Tokat-Pazar-Üzümören
F-25	Boncuk Fasulye	Tokat-Pazar-Üzümören
F-26	Erkenci 40 Günlük Fasulye	Tokat-Merkez-Gözova
F-27	Alaböğür	Tokat-Merkez-Musullu
F-28	Kızılılık Fasulye	Tokat-Merkez-Musullu
F-29	Fasulye	Amasya-Taşova
F-30	Fasulye	Amasya-Taşova
F-31	Fasulye	Amasya-Taşova
F-32	Fasulye	Amasya-Taşova
F-33	Fasulye	Amasya-Taşova
F-34	Oğlakçı-1	Tokat-Erbaa-Oğlakçı
F-35	Oğlakçı-2	Tokat-Erbaa-Oğlakçı
F-36	Oğlakçı-3	Tokat-Erbaa-Oğlakçı
F-37	Oğlakçı-4	Tokat-Erbaa-Oğlakçı
F-38	Oğlakçı-5	Tokat-Erbaa-Oğlakçı
F-39	Fasulye	Tokat-Erbaa-Oğlakçı
F-40	Yer Fasulyesi	Tokat-Turhal-Yenisu
F-41	Fasulye	Tokat-Zile-Emirören
F-42	Şeker Fasulye	Tokat-Pazar-Ovacık
F-43	Barbunya Fasulye	Tokat-Pazar-Merkez
F-44	Barbunya Fasulye	Tokat-Erbaa-Oğlakçı
F-45	Barbunya Fasulye	Tokat-Zile-Merkez
F-46	Barbunya Fasulye	Tokat-Zile-Merkez
F-47	Kazan Patlatan Fasulyesi	Tokat-Almus Pazarı
F-48	Sırık Sarı Kabuk Fasulye	Tokat-Almus-Görümlü
F-49	Sırık Sarı Fasulye	Tokat-Almus-Görümlü
F-50	Yayla Köy Fasulyesi	Tokat-Merkez-Çamağzı
F-51	Ziraat Fasulyesi	Tokat-Erbaa-Oğlakçı
F-52	Ala Fasulye	Tokat-Erbaa-Oğlakçı
F-53	Bıldırcın Yumurtası	Tokat-Erbaa-Oğlakçı
F-54	Oğlakçı-6	Tokat-Erbaa-Oğlakçı
F-55	Oğlakçı-7	Tokat-Erbaa-Oğlakçı
F-56	Oğlakçı-8	Tokat-Erbaa-Oğlakçı
F-57	Tesbih Fasulye	Amasya-Taşova-Karlık
F-58	Alibey Fasulyesi	Amasya-Taşova-Tekpınar
F-59	Kır Fasulyesi	Amasya-Taşova-Kırkharman
F-60	Dazlı Fasulyesi	Amasya-Taşova-Karlık
F-61	Köy Fasulyesi	Tokat-Niksar Tepcyatak
F-62	Fasulye	Tokat-Almus Pazarı
F-63	Şeker Fasulye	Tokat-Merkez-Döllük
F-64	Fasulye	Tokat-Zile-Emirören
F-65	Fasulye	Tokat-Turhal-Yenisu
F-66	Fasulye	Tokat-Pazar-Ballıca

Toplanan örneklere ait her türlü bilgiler standart "Bitki Toplama Formu" na işlenmiştir. Düzenlenen surveyler sonucunda toplam 66 adet fasulye genotipi toplanmıştır (Çizelge 1).

### Genetik Materyalin Üretim Yenileme ve Karakterizasyon Çalışmaları

2016-2017 yıllarında Tokat ve Amasya illerine düzenlenen surveyler sonucunda toplanan 29 adet fasulye genotipinden tohumu yeterli olmayanların çoğaltılması için 2018 yılı üretim sezonunda deneme planı hazırlanarak enstitü arazisinde 17/05/2018 tarihinde tohum ekimleri gerçekleştirilmiş, 2020 yılında ise 29/05/2020 tarihinde enstitü arazisinde 22 adet fasulye genotipinin üretim yenileme çalışmaları için tohum ekimleri gerçekleştirilmiştir. Yine 2021 yılında 15 adet fasulye tohumunun 26/05/2021 tarihinde deneme planı hazırlanarak enstitü arazisinde tohum ekimleri yapılmıştır. Deneme 2 tekerrürlü olarak her parselde 10 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Toprak analizi sonucuna göre, Potasyum yeterli olduğu için, Fosfor ve Azot gübrelenmesi yapılmıştır (Çizelge 2). Fosforun (TSP) tamamı, dekara 17 kg hesabıyla arazi hazırlığı öncesi atılmıştır. Dekara 31 kg hesabıyla Amonyum Sülfat (%21 N) formundaki azot gübresinin ilk yarısı tohum ekiminden 10-15 gün sonra ocakların etrafına veya sıra aralarına serpilip çapa ile ocağa karıştırılmıştır. Azotlu gübrenin ikinci yarısı ise çiçekten sonra meyveler görüldüğü an ocakların etrafına veya sıra aralarına verilip sulama yapılmıştır. Tohum ekiminden hasada kadar olan süreçte tüm kültürel işlemlere düzenli olarak devam edilmiş, gerektiğinde hastalık ve zararlılara karşı periyodik olarak ilaçlamalar yapılmıştır.

Çizelge 2. Denemenin kurulduğu yıllara ait toprak özellikleri (2018-2020 ve 2021 yılları)

Yıl	Verimlilik								Fiziksel Bünnye			
	İşba (%)	EC (mmhos/cm)	Tuz (%)	pH	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Fosfor	Potasyum	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Sınıf
2018	61	0.46	0.02	7.87	8.90	1.28	2.85	75.40	21.49	40.09	38.42	CL
2020	63	0.66	0.03	7.73	12.40	1.48	1.48	64.32	28.82	29.57	41.62	CL
2021	67	0.65	0.03	7.93	10.71	1.08	1.08	116.33	25.05	39.28	35.67	CL

Ekimi gerçekleştirilen tüm genotiplerin karakterizasyonu IPGRI'nin yayınlamış olduğu tanımlama listesi ve bulunan türlere ait UPOV özellik belgesinden yararlanılarak belirlenmiştir. Tüm genotipler, morfolojik fenotipik özellikler bakımından incelenmiş ve elde edilen veriler

kümeleme analizi ile değerlendirilmiştir. Parametrik özellikler cetvel, dijital kumpas, hassas terazi ve el refraktometresi yardımı ile ölçülmüş, parametrik olmayan özellikler ise görsel olarak belirlenmiştir. Fasulye genotiplerinde 16 özellik incelenmiştir. Kullanılan tüm morfolojik ve fenolojik özellikler aşağıda liste halinde verilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Taze fasulye genotiplerinde incelenen morfolojik özellikler

Özellikler	Karakter Değerleri				
Büyüme Tipi	1	2	3		
Bitki Görünümü	1	2	3		
Yaprak Rengi	1	2	3	4	5
Yaprak Buruşukluk Durumu	1	2	3		
Uç Yaprığın Şekli	1	2	3		
Bayrak Çiçek Rengi	1	2	3	4	
Kanatçıkların Rengi	1	2	3	4	
Baklada Gevreklik	0	1			
Baklada Kılçıklılık	0	1	2	3	
Baklada Beneklilik	0	1			
Bakla Boyu	1	2	3	4	5
Bakla Eni	1	2	3	4	5
Bakla Şekli	1	2	3		
Yeşil Bakla Ağırlığı	Gram				
Baklada Pürüzlülük	1	2	3		
Baklanın Uç Şekli	1	2			

Büyüme Tipi: Bodur:1 Yarı Sırk:2 Sırk:3, Bitki Görünümü: Toplu:1 Orta:2 Dağınık:3, Yaprak Rengi: Çok Açık Yeşil:1 Açık Yeşil:2 Orta Yeşil:3 Koyu Yeşil:4 Yeşil:5, Yaprak Buruşukluğu: Zayıf:1 Orta:2 Fazla:3, Uç Yaprığın Şekli: Kısa:1 Orta:2 Uzun:3 Bayrak Çiçek Rengi: Beyaz:1 Pembe:2 Mor:3 Kırmızı:4, Kanatçık Rengi: Beyaz:1 Pembe:2 Mor:3 Kırmızı:4, Baklada Gevreklik: Yok:0 Var:1, Baklada Gevreklik: Yok:0 Var:1, Baklada Beneklilik: Yok:0 Var:1, Bakla Boyu: 10.50:1 10.51-13.49:2 13.50-16.49:3 16.50-19.49:4 19.50:5, Bakla Eni: 10.50:1 10.51-12.99:2 13.00-15.49:3 15.50-17.99:4 18.00:5, Bakla Şekli: Düz:1 Orta:2 Kıvrık:3, Baklada Pürüzlülük: Pürüzlü:1 Az Pürüzlü:2 Düz:3, Baklanın Uç Şekli: Sivri:1 Küt:2.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma taze fasulye gen kaynakları bakımından Tokat ve Amasya illerinde taze ve olgunlaşmamış bakla olarak tüketilen, üreticilerin ellerinde neredeyse kaybolmaya yüz tutmuş fasulye genetik kaynaklarının toplanması, muhafazasının sağlanması ve özelliklerinin tespiti amacı ile yapılmıştır. Genotiplere ait karakterizasyonları yapılmış bir örnek set, Ulusal Tohum Gen Bankası'na gönderilerek koruma altına alınmıştır. Fasulye genotiplerinin karakterizasyon çalışmaları, IPGRI'nin fasulye için yayınlamış olduğu tanımlama listesi ve bu türe ait UPOV özellik belgesinden yararlanılarak yapılmıştır. Çalışmada 66 fasulye genotipinin fenotipik karakterizasyonunda, bitki görünümü, büyüme tipi, yaprak rengi, yaprakta buruşukluk durumu, bakla uç şekli, bayrak çiçek rengi, kanatçıkların rengi, baklada gevreklik, baklada kılçıklılık ve baklada beneklilik, bakla boyu ve bakla eni, baklada tohumun belirginlik

durumu, baklada pürüzlülük, baklanın uç şekli, yeşil bakla ağırlığı gibi bitki ve bakla özellikleri incelenmiştir (Çizelge 4).

Bitkilerin büyüme tipleri 51 genotipte sırk, 9 genotipte bodur, 6 genotipte yarı sırk olarak tespit edilmiştir. Bitki görünümüleri ise 17 genotipin toplu, 39 genotipin orta, 10 genotipin dağınık görünümde değerlendirilmiştir. Fasulyelerin bayrak çiçek rengi incelendiğinde 43 adedi beyaz, 8 adedi pembe, 15 adedi mor çiçekli olarak gözlemlenmiştir. Kanatçık rengi 57 fasulye genotipinde beyaz, 9 genotipte ise mor olarak belirlenmiştir. Fasulye bitkilerinin yaprak rengi ise 5 genotipte çok açık yeşil, 32 genotipte açık yeşil, 12 genotipte orta yeşil, 7 genotipte koyu yeşil, 10 genotipte yeşil olarak tespit edilmiştir. Yine yaprakların buruşukluk durumu incelendiğinde 40 genotip zayıf, 25 genotip orta buruşuk, 1 genotip ise fazla buruşuk bulunmuştur. İncelenen fasulye genotiplerinde uç yaprağın şekli 3 genotipte kısa, 42 genotipte orta, 21 genotipte uzun olmuştur. Toplamış olduğumuz fasulye genotiplerinin bakla boyu 10.50-19.50 cm arasında değişmiştir. Genotiplerin 6 adedinde (5, 10, 12, 13, 26, 29 no.lu genotipler) bakla boyu 19,50 cm ve üzeri olarak ölçülmüş, 9 adedinde ise (35, 36, 37, 39, 42, 44, 46, 54, 61 no.lu genotipler) 10,50 cm olarak gözlemler alınmıştır. Bakla eni değerleri 1,05 cm [37] ile 2,58 cm [3] arasında değişim göstermiştir. Bakla şekli 38 genotipte düz, 17'sinde orta, 11 adedinde ise kıvrık şekilli olmuştur [24]. Bakla kıvrılma düzeylerini "Yok", "Az", "Orta", "Fazla" ve "Çok Fazla" olarak gruplandırmıştır. Gruplarda en fazla "Yok", "Az" ve "Orta" kıvrılma belirlediğini bildirmiştir. Yeşil bakla ağırlığı en düşük 66,36 gram iken en yüksek 149,52 gram olarak ölçülmüştür. Baklada kılçıklılık 50 genotipte az olarak tespit edilirken, 9 genotipte orta, 7 genotipte çok kılçıklı olarak tespit edilmiştir. Bakla uç şekli 32 genotipte küt uçlu olurken 34 genotipin bakla ucu sivri olarak tespit edilmiştir. Bakla dokusunun pürüzlülüğü yönünden 3 genotip pürüzlü, 14 genotip az pürüzlü, 49 genotip düz olarak tespit edilmiştir. Baklada beneklilik %77'sinde yok iken, %23 oranında benekli olarak belirlenmiştir (Çizelge 4).

Ele alınan materyallerde incelenen özellikler yönünden mevcut genotipler arasındaki fenotipik varyasyonun ortaya konması ve birbirine yakın ya da çok farklı olan genotiplerin belirlenmesi amacıyla kümeleme (cluster) analizi yapılmıştır. Kümeleme analizi sonucunda "Gruplar arası benzerlik" yöntemine göre oluşturulan dendrogram Şekil 1'de yer almaktadır.

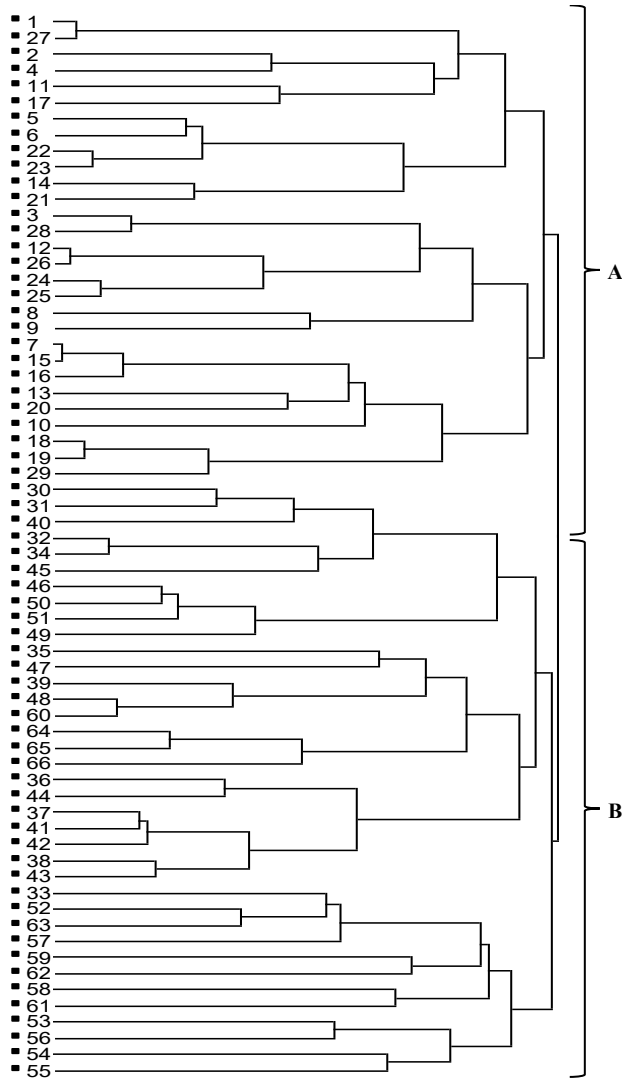


Çizelge 4. Fasulye genotiplerinde incelenen özelliklere ait değerler

Geno tip no	Büyüme tipi	Bitki görünümü	Yaprak çiçek rengi	Kanatçık rengi	Yaprak rengi	Yaprak buruşukluk durumu	Uç yaprağın şekli	Bakla boyu	Bakla eni	Baklada gevreklik	Bakla şekli	Yeşil bakla ağırlığı	Kılçık varlığı	Baklanın uç şekli	Baklada pürüzlülük	Baklada benekli lik
F-1	3	2	3	3	4	1	3	4	1,66	1	1	120,56	1	2	3	0
F-2	1	2	2	1	4	1	3	2	1,70	1	1	95,07	1	2	3	0
F-3	3	2	1	1	4	2	2	4	2,58	0	1	132,05	1	2	3	0
F-4	1	2	1	1	4	1	2	2	1,44	0	1	111,01	2	2	3	0
F-5	3	2	2	1	2	1	3	5	2,26	1	1	150,35	1	2	3	0
F-6	3	2	1	1	2	1	3	4	2,17	1	1	135,52	2	2	3	0
F-7	3	2	1	1	5	1	2	4	1,95	1	1	143,67	1	2	3	0
F-8	3	2	1	1	1	2	2	3	1,38	0	1	149,52	2	2	3	1
F-9	1	2	1	1	2	2	2	3	1,21	1	3	112,95	2	2	3	1
F-10	3	2	1	1	5	1	1	5	1,25	1	1	131,53	2	2	3	1
F-11	1	2	3	3	2	1	2	3	1,18	1	1	116,8	1	2	3	0
F-12	3	2	1	1	1	2	2	5	1,58	1	1	135,95	1	2	3	0
F-13	3	2	1	1	5	3	2	5	1,85	0	1	125,82	1	2	3	0
F-14	3	2	1	1	2	1	2	4	1,41	0	1	138,65	1	2	3	0
F-15	3	2	1	1	5	1	2	4	2,32	1	1	123,48	1	2	3	0
F-16	3	2	1	1	5	1	3	4	1,91	1	1	143,16	1	2	3	0
F-17	1	2	3	1	2	1	3	2	1,64	1	1	115,89	1	2	3	1
F-18	3	2	2	1	5	1	2	4	1,27	1	3	136,45	1	2	3	1
F-19	3	2	2	1	5	1	2	4	1,22	1	3	125,82	1	2	3	0
F-20	3	2	1	1	5	1	2	4	1,38	0	3	138,67	2	2	3	0
F-21	3	2	2	1	5	1	1	4	2,55	0	1	144,25	1	2	3	0
F-22	3	2	2	1	2	2	3	4	1,91	1	1	130,95	1	2	3	0
F-23	3	2	1	1	2	2	3	4	1,25	1	1	140,63	1	2	3	0
F-24	3	2	1	1	1	2	2	4	1,83	1	3	136,55	1	2	3	0
F-25	3	2	1	1	1	2	2	3	1,35	1	3	125,60	1	2	3	0
F-26	3	2	1	1	1	2	2	5	1,94	1	1	145,30	1	2	3	0
F-27	3	2	3	3	4	1	3	4	1,65	1	1	133,15	1	2	3	0
F-28	3	2	1	1	4	2	2	4	1,81	1	3	138,64	1	2	3	0
F-29	3	2	3	1	5	1	2	5	1,78	1	3	142,52	1	2	3	1
F-30	1	1	3	1	3	1	3	2	1,48	1	2	110,36	1	1	3	0
F-31	3	1	3	1	3	1	2	2	1,24	1	2	99,51	1	1	2	0
F-32	1	1	1	1	3	1	2	2	1,28	1	1	99,95	1	1	3	0
F-33	3	2	3	1	2	1	2	3	1,38	1	2	108,11	1	1	2	0
F-34	1	1	1	1	3	1	2	2	1,26	1	1	81,95	3	1	3	0
F-35	3	1	1	1	2	1	3	1	1,40	0	1	81,70	2	1	3	1
F-36	1	1	1	1	2	2	2	1	1,23	1	2	80,05	3	1	3	0
F-37	3	1	1	1	2	1	2	1	1,05	1	1	66,36	3	1	3	0
F-38	3	1	1	1	2	1	2	2	1,32	1	2	86,62	1	1	2	0
F-39	3	1	1	1	2	2	3	1	1,13	1	1	68,57	1	1	3	0
F-40	2	1	1	1	3	2	2	2	1,38	1	2	98,38	1	1	3	0
F-41	3	1	1	1	2	1	2	2	1,44	1	1	99,44	1	1	3	0
F-42	3	1	1	1	2	1	2	1	1,34	1	2	105,76	1	1	3	0
F-43	3	1	1	1	2	1	2	2	1,78	1	2	121,04	2	1	3	0
F-44	3	1	1	1	2	1	1	1	1,62	1	2	90,04	3	1	3	0
F-45	3	2	3	1	3	1	2	2	1,49	1	1	123,06	2	1	3	0
F-46	2	1	1	1	2	1	2	1	1,47	1	1	103,94	1	1	3	0
F-47	3	3	2	1	2	1	3	2	1,13	0	1	75,92	1	1	3	0
F-48	3	3	1	1	2	2	3	2	1,37	1	1	94,51	1	1	3	0
F-49	2	2	1	1	2	1	2	2	1,39	1	1	88,20	1	1	3	0
F-50	2	1	2	1	2	1	2	2	1,27	1	1	151,10	1	1	3	0
F-51	2	3	1	1	2	1	2	3	1,60	1	1	133,02	1	1	3	0
F-52	3	2	3	3	2	2	2	2	1,41	0	2	93,87	1	1	2	1
F-53	3	3	3	3	3	2	3	3	1,63	0	3	112,59	1	2	2	1
F-54	2	1	3	3	3	2	3	1	1,28	1	2	87,22	1	2	2	1
F-55	3	2	3	3	3	2	2	2	1,36	1	2	153,86	3	2	1	1
F-56	3	2	3	3	3	2	3	3	1,80	0	1	108,56	1	1	2	0
F-57	3	2	1	1	2	2	3	3	1,57	0	3	90,96	1	1	2	0
F-58	3	3	3	3	4	1	2	2	1,49	0	2	93,57	1	1	2	0
F-59	3	2	1	1	2	1	3	2	1,53	1	2	139,41	3	2	1	1
F-60	3	3	1	1	2	2	3	2	1,43	1	1	108,26	1	1	2	0
F-61	3	3	1	1	3	1	3	1	1,36	1	2	103,30	1	1	2	0
F-62	3	2	1	1	3	1	2	2	1,41	0	3	110,84	1	1	1	1
F-63	3	2	1	1	2	2	2	3	1,62	0	2	102,80	1	1	2	1
F-64	3	3	1	1	2	2	2	2	1,52	0	1	79,84	1	1	2	0
F-65	3	3	1	1	2	2	2	2	1,43	0	1	136,53	1	2	2	1
F-66	3	3	1	1	2	2	2	2	1,48	0	2	136,31	3	1	3	0

Büyüme Tipi: Bodur:1 Yarı Sırk:2 Sırk:3, Bitki Görünümü:Toplu:1 Orta:2 Dağınık:3 Bayrak Çiçek Rengi: Beyaz:1 Pembe:2 Mor:3 Kırmızı:4, Kanatçık Rengi: Beyaz:1 Pembe:2 Mor:3 Kırmızı:4, Yaprak Rengi: Çok Açık Yeşil:1 Açık Yeşil:2 Orta Yeşil:3 Koyu Yeşil:4 Yeşil:5, Yaprak Buruşukluğu: Zayıf:1 Orta:2 Fazla:3, Uç Yaprığın Şekli: Kısa:1 Orta:2 Uzun:3, Bakla Boyu: 10.50:1 10.51-13.49:2 13.50-16.49:3 16.50-19.49:4 19.50:5, Bakla Eni: 10.50:1 10.51-12.99:2 13.00-15.49:3 15.50-17.99:4 18.00:5, Baklada Gevreklik: Yok:0 Var:1, Bakla Şekli: Düz:1 Orta:2 Kıvrık:3, Kılıçık Varlığı: Yok:0 Az:1 Orta:2 Çok:3, Baklamanın Uç Şekli: Sivri:1 Küt:2, Baklada Pürüzlülük: Pürüzlü:1 Az Pürüzlü:2 Düz:3, Baklada Beneklilik: Yok:0 Var:1

Analiz sonucunda oluşan dendrogramda genotipler 2 grup ve 6 alt grup içerisinde kümelenmiştir (Şekil 1). B grubu en fazla genotipin kümelendiği grup olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Analiz yapılan özellikler bakımından birbirine en yakın genotipler 7 ve 15 no.lu genotipler, en uzak genotipler ise 59 ve 62 no.lu genotipler olmuştur (Şekil 1). İncelenen fasulye genotiplerinde bakla boyu 10,50-19,50 cm arasında değişmiştir.



Şekil 1. Fasulye genotiplerinde cluster (kümeleme) analizi sonucunda elde edilen gruplar arası benzerlik dendrogramı

#### Grup A

**Alt Grup 1:** Bu grupta 12 genotip yer almıştır. Bitki görünümü orta, bakla şekli düz, baklalarının uç

şekli küt, bakla pürüzlülüğü düz, baklada beneklilik yoktur.

**Alt Grup 2:** Bu alt grupta 8 genotip mevcuttur. Bitki görünümü orta, bayrak çiçek rengi beyaz, kanatçık rengi beyaz, yaprak buruşukluğu orta, uç yaprağın şekli orta, baklalarının uç şekli küt, bakla pürüzlülüğü düz, baklada beneklilik yoktur.

**Alt Grup 3:** Bu alt grupta 9 genotip mevcuttur. Bitki büyüme tipi sırk, Bitki görünümü orta, bayrak çiçek rengi beyaz, kanatçık rengi beyaz, yaprak rengi çok koyu yeşil, bakla boyu 16.50-19.49 mm arasında, baklalarının uç şekli küt, bakla pürüzlülüğü düzdür.

#### Grup B

**Alt Grup 1:** B gurubunun ilk alt grubunu 10 genotip temsil etmiştir. Baklaları gevrek, bakla uç şekli küt, baklada pürüzlülük düz, baklada beneklilik yoktur.

**Alt Grup 2:** Tüm alt gruplar içerisinde en fazla bu grupta 15 genotip olduğu belirlenmiştir. Büyüme tipi sırk, bayrak çiçek rengi beyaz, kanatçık rengi beyaz, yapraklarının rengi açık yeşil, baklalarının uç şekli sivridir.

**Alt Grup 3:** 12 popülasyon mevcuttur. Bitki büyüme tipi sırk, bayrak çiçek rengi (beyaz-mor), kanatçık rengi (beyaz-mor), yaprak rengi (açık yeşil-orta yeşildir).

Çizelge 5. Kümeleme analizi sonucunda elde edilen grup ve alt gruplar

Gruplar	Alt gruplar	Genotipler	Toplam genotip sayısı
A	1	1, 27, 2, 4, 11, 17, 5, 6, 22, 23, 14, 21	12
	2	3, 28, 12, 26, 24, 25, 8, 9	8
	3	7, 15, 16, 13, 20, 10, 18, 19, 29	9
B	1	30, 31, 40, 32, 34, 45, 46, 50, 51, 49	10
	2	35, 47, 39, 48, 60, 64, 65, 66, 36, 44, 37, 41, 42, 38, 43	15
	3	33, 52, 63, 57, 59, 62, 58, 61, 53, 56, 54, 55	12
Toplam	6		66

Ülkemizde farklı araştırmacılar tarafından taze fasulyede bakla özellikleri açısından çeşitlere ait morfolojik tanımlama çalışmaları yapılmış ve mevcut morfolojik varyasyonlar ile dağılımları ayrıntılı olarak ortaya konulmuştur [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23].

Ergün [24]'ün 2005 yılında Samsun ilinde yaptığı araştırmada yöredeki barbunya fasulye gen kaynakları toplanmış, bunların fenolojik ve morfolojik özellikleri incelenerek karakterizasyonları

yapılmıştır. Barbunya fasulye gen kaynaklarındaki morfolojik farklılıkların belirlenmesi amacıyla her bir genotip 25 özellik yönünden incelenmiş ve 13 kantitatif ve 12 kalitatif özellik esas alınarak yapılan Kümeleme analizi sonucunda genotipleri 6 grup olarak kümelemiştir. Morfolojik varyabilitenin barbunya fasulye genotipleri arasında oldukça yüksek olduğunu belirtmiştir. Çalışmada bakla kıvrılma düzeylerini “Yok”, “Az”, “Orta”, “Fazla” ve “Çok Fazla” olarak gruplandırmıştır. Gruplarda en fazla “Yok”, “Az” ve “Orta” kıvrılma düzeyleri belirlendiğini rapor etmiştir. Bakla gruplarında pürüzlülük ile ilgili yapmış olduğu nonparametrik değerlendirmesinde çoğunlukla “Yok” ve “Var” sonuçlarını elde etmiştir.

Madakbaş vd. [25], bakla uç şekli yönünden yaptıkları incelemede Sarısu çeşidinde küt uç, diğer çeşitlerde ise sivri uç şekli tespit etmişlerdir. Lazaro vd. (2013), İspanya’dan topladıkları 67 fasulye çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada bakla uç şeklinin sivri ve küt olduğu ve bakla şeklinin düz, eğri ve çift eğri şeklinde olduklarını gözlemlemişlerdir. 12 genotip arasında yapılan istatistikî analiz sonucunda baklada pürüzlülük ortalaması gruplar arası fark çok önemli bulunmuştur.

Çarşamba Ovasının ve Lâdik ilçesinde 100 köyden 45 mahalli isimle anılan 155 bodur taze fasulye popülasyonu toplanarak yapılan çalışmada Ayşe kadın özelliklerinde olan 11 bodur taze fasulye genotipinin UPOV kriterlerine göre bitkisel ve bakla özellikleri, erkencilik, kalite, verimlilik özelliklerine bakılarak ıslah çalışmalarında kullanılması uygun bulunduğu bildirilmiştir [26].

Dumlu [27], Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi’nden toplanan 23 fasulye genotipinin fenolojik ve morfolojik karakterizasyonunu belirlemek amacıyla, 2008 yılında Erzurum tarla şartlarında bir araştırma yürütmüştür. Bu amaçla, Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi’nde yer alan illerde fasulye tarımının yapıldığı alanlarda bulunan seçilmiş köyler ziyaret edilerek kuru fasulye popülasyonlarını toplamıştır. Toplanan fasulye genotiplerini 32 fenolojik ve morfolojik özellik bakımından karakterize etmiştir. Ekimden sonra hava sıcaklığının düşük olması, sulamanın ardından aşırı yağışların görülmesi verimi olumsuz etkilemiştir. Araştırmada kullanılan genotipler arasında 303 ve 257 no.lu genotipler yüksek verim, kalite ve erkencilik yönünden ümitvar bulunmuştur. Özellikle, tohum verimi açısından 257, 102, 254 ve 244 no.lu genotipler ümitvar bulunmuştur.

Yeken [28] tarafından yapılan çalışmada, Türkiye’nin 13 farklı ilinden (Bingöl, Bitlis, Tokat, Samsun, Elâzığ, Hakkâri, Van, Malatya, Muş, Sivas,

Tunceli, Niğde ve Bolu) toplanmış 236 adet yerel fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotipi ile Türkiye’de ticari olarak yetiştirilen 4 adet fasulye çeşidinden (Önceler-98, Göynük-98, Karacaşehir-90, Göksun) oluşan, toplam 240 adet yerel fasulye genotip ve çeşit materyal olarak kullanmıştır. Araştırma sonucunda genotiplerin çiçeklenme gün sayısı 45-70 gün, bakla bağlama gün sayısı 53-74 gün, olgunlaşma süresi 90-159 gün, bitkide dal sayısı 2-12 adet/bitki, bitkide bakla sayısı 67-73 adet/bitki, bakla uzunluğu 7.5-23.9 cm, bitki boyu 25.25-390 cm, biyolojik verim 16.67-538 g/bitki, baklada tane sayısı 2.10-13.38 adet/bakla, bitkide tohum sayısı 13-377 adet/bitki, tohum boyu 7.96-21.36 mm, tohum eni 5.06-14.63 mm, bitki başına tane verimi 3.47-215.27 g/bitki, 1000 tane ağırlığı 105-1583 g değerleri arasında olduğunu saptamıştır.

## SONUÇ

Türkiye’de, sebze yetiştiriciliği farklı habitatlarda yapılmaktadır. Yetiştiricilikte buralara uyum sağlanması sayesinde çeşitlilik devam etmiş, değişik yöresel sebze genotiplerine sahip bir ülke konumuna ulaşmıştır. Yöresel olarak yetiştiriciliği yapılan ve çoğu, çeşit olarak tescil edilmemiş durumdaki bu genotiplerin özelliklerinin ortaya çıkarılarak ıslah amaçlı çalışmalarda kullanımına yönelik araştırmaların yapılması önem taşımaktadır.

Tokat ve Amasya İllerinin yer aldığı Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Bölgesi, sebze genetik kaynakları bakımından oldukça zengindir. Sonuç raporunu kapsayan, 2016-2021 yıllarında enstitümüz bünyesinde yürütülen “Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Sebze Genetik Kaynakları Araştırmaları” projesi kapsamında Tokat ve Amasya illerine gidilerek 66 fasulye genotipi toplanmıştır. Toplanan materyallere 2018, 2020 ve 2021 yıllarında üretim yenileme ve morfolojik tanımlamalar yapılarak her bir fasulye genotipe ait örnek set, Ulusal Tohum Gen Bankası’na gönderilerek koruma altına alınmıştır.

Bu çalışma ile bölge kültürünün ve geleneğinin bir parçası olan yerel sebze genotiplerinin tespiti ve korunması için en önemli adım atılmıştır. Anadolu’ya ait yerel genotiplerin toplanması ve muhafaza edilmesi küresel ısınmanın ve sanayileşmenin etkisi ile yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olan genotiplerin gelecek nesillere aktarılabilmesi için hayati önem arz etmektedir. Bizim çalışmamız ve benzeri çalışmaların gerek sebzecilik ve meyvecilik gerekse hayvancılık gibi alanlarda çeşitlendirilerek artırılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Tan, A., Açıkğöz, N., 2002. *In situ* and on-Farm Conservation of Legume Landraces in Turkey. International Plant Genetic Resources Institute, pp:117-120, Krakow, Poland.
2. Muehlbauer, F., 2002. Plant genetic resources of legumes in the Mediterranean. Kluwer Academic Publishers, pp:378, Netherlands.
3. Uysal, F., 2002. Kalite Fonksiyonunun Türkiye’de Baklagil Dış Satımına Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s:114, Antalya.
4. Günay, A., 2005. Sebze Yetiştiriciliği. İzmir, Cilt.2, 345s.
5. Singh, R.J., Chung, G.H., Nelson, R.L., 2007. Landmark Research in Legumes. Genome, 50:525-537.
6. Akçin, A., 1998. Yemeklik Tane Baklagiller. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, s:8-43, Konya.
7. Tan, A., 2010. Türkiye Bitki Genetik Kaynakları ve Muhafazası. Anadolu J. of Aegean Agricultural Research Institute 20(1):9-37.
8. Smith, J.S.C., Smith, O.S., 1989. The Description and Assessment of Distances Between Inbred Lines of Maize: The Utility of Morphological, Biochemical and Genetic Descriptors and a Scheme for the Testing of Distinctiveness Between Inbred Lines. Maydica 34:151-161.
9. Bouyoucos, G.J., 1951. A. Recalibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Sils. Agronomy Journal 43:9.
10. U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agriculture Handbook, No:60.
11. Jackson, M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J. USA.
12. Tan, A., Taşkın, T., İnal, A., 2013. Bitki Genetik Kaynaklarının Toplanması. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Teknik Broşür No:7, İzmir.
13. Ekinci, A.S., 1939. Türkiye Fasulye Soy ve Çeşitlerinin Sistemik ve Morfolojik Tetkiki ve Standardizasyonuna Başlamak İçin İlk Mesai. T.C. Yüksek Ziraat Enstitüsü Çalışmaları.
14. Çiftçi, Y., Şehirli, S., 1984. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Çeşitlerinde Değişik Özelliklerin Fenotipik ve Genotipik Farklılıklarının Saptanması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayın No:4, Ankara.
15. Zeytun, A., 1988. Çarşamba Ovasında Yetiştirilen Fasulye Çeşitlerinin Fenolojik ve Morfolojik Karakterlerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
16. Apan, H., 1988. Çarşamba İlçesinin Sebzeçilik Durumu ve Geliştirme İmkânları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yayın No:29, Samsun.
17. Türkeş T., 1990. Selection Breeding of Şeker Boncuk Ayşe, Karaayşe and Ferasetisiz Green bean Populations (in Turkish). Result Report. TAV Publishing, Yalova, Turkey.
18. Baş, T., Koludar, J., Caymazer, Z., 1991. Fasulye Araştırmaları Projesi (Ege Dilimi). TAGEM Projesi 1991 Yılı Gelişme Raporu.
19. Önder, M., Sade, A., 1996. “Yunus-90” Bodur Kuru Fasulye Çeşidinde Farklı Bitki Sıklıklarının Dane Verimi ve Verim Unsurları Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 9(11):71-82.
20. Balkaya, A., 1999. Karadeniz Bölgesindeki Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) Gen Kaynaklarının Toplanması, Fenolojik ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Taze Tüketime Uygun Tiplerin Teksel Seleksiyon Yöntemi ile Seçimi Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun.
21. Balkaya, A., Yanmaz, R., 2003. Bazı Taze Fasulye Çeşit Adayları ile Ticari Çeşitlerin Morfolojik Özellikler ve Protein Markörler Yoluyla Tanımlanmaları. Tarım Bilimleri Dergisi 9(2):182-188.
22. Madakbaş, S.Y., Özçelik, H., Ergin, M., 2006. Çarşamba Ovasında Bodur Taze Fasulye Popülasyonlarından Belirlenmiş Olan Hatlar Arasındaki Farklılıkların Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 10(3/4):71-77.
23. Ekinci, A., Şensoy, S., 2013. Van Gölü Havzası Fasulye Genotiplerinin Bazı Bitkisel Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 23(2):102-111.
24. Ergün, A., 2005. Samsun İlindeki Barbunya Fasulye Gen Kaynaklarının Karakterizasyonu ve Morfolojik Varyabilitesinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun.
25. Madakbaş, S.Y., Kar, H., Küçükumuzlu, B., 2004. Çarşamba Ovasında Bazı Bodur Taze Fasulyelerin Adaptasyonu. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 21(2):1-6.
26. Madakbaş, S.Y., Ergin, M., Özçelik, H., Küçükumuzlu, B., 2007. Orta Karadeniz Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Bodur Taze Fasulye

- Popülasyonlarından Seçilen Bodur Ayşe Kadın Özelliğinde Saf Hatların Bazı Morfolojik ve Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 21(41):68-73.
27. Dumlu, B., 2009. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesinden Toplanan 23 Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotipinin Fenolojik ve Morfolojik Karakterizasyonu. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, <https://tez.yok.gov.tr> (11.10.2019).
28. Yeken, M.Z., 2017. Türkiye'nin Farklı Bölgelerinden Toplanan Yerel Fasulye Genotiplerinin Morfolojik Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu, <https://tez.yok.gov.tr>.



## Asma Islahında Son Gelişmeler ve Güncel Metotlar

Şeyma BOZKUŞ<sup>1\*</sup>, Mücahid BOZKUŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zir. Yük. Müh., Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müd., Kahramanmaraş; ORCID: 0000-0002-3977-4199

<sup>2</sup>Zir. Yük. Müh., Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müd., Kahramanmaraş; ORCID: 0009-0002-0885-1611  
Gönderilme Tarihi: 14 Şubat 2024 Kabul Tarihi: 10 Temmuz 2024

### ÖZ

Asma (*Vitis vinifera* subsp. *vinifera*), dünya genelinde en yaygın ve ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan çok yıllık meyve türlerinden biridir. Asma ürünlerinin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinin bilinmesiyle, dünyadaki bağ alanlarında istikrarlı bir artış görülmüştür. Değişen çevresel koşullar ve pazar talepleri doğrultusunda yıllar içinde değişen bağcılık sektöründe yeni çeşitlerin geliştirilmesiyle üzümün pazardaki sürdürülebilirliği sağlanmıştır. Bu bağlamda, biyoteknoloji ve genetik mühendisliği alanındaki gelişmeler üzüm verimliliğini ve kalitesini arttırmada etkili bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Genetik biliminin sağlamış olduğu metotları klasik asma ıslahı sürecine dâhil etmek, meyve kalitesinin artırılması, biyotik ve abiyotik stres şartlarına karşı dayanıklı asma türlerinin daha hızlı geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu derlemenin amacı, asma ıslahında geçmişten günümüze kadar olan süreçler ve kullanılan önemli metotlar ile ilgili bir perspektif sunmak ve yeni teknolojilerin asma genetiğinin iyileştirilmesi potansiyeli hakkında bilgi vermektir.

**Anahtar Kelimeler:** Asma, asma ıslah metotları, QTL (kantitatif karakter lokus), genomik seleksiyon, markör destekli seleksiyon

### Latest Developments and Current Methods in Grapevine Breeding

#### ABSTRACT

Grapevine (*Vitis vinifera* subsp. *vinifera*) is one of the most widespread and economically cultivated perennial fruit crops in the world. The knowledge of the beneficial effects of grapevine products on human health has led to a steady increase in vineyards around the world. In response to changing environmental conditions and market demands, the sustainability of grapes in the marketplace has been ensured by developing new varieties in the evolving viticulture sector over the years. In this context, developments in biotechnology and genetic engineering have emerged as effective tools to enhance grape productivity and quality. Integrating the methods provided by genetic science into the traditional grapevine breeding process allows for the improvement of fruit quality and the faster development of grapevine varieties resistant to abiotic and biotic stress conditions. The aim of this review is to provide a perspective on the processes and important methods used in grapevine breeding from the past to the present and to identify the potential of new technologies to improve grape genetics.

**Keywords:** Grapevine, grapevine breeding methods, QTL (quantitative character loci), genomic selection, marker assisted selection

### GİRİŞ

Üzüm, dünya genelinde ve Türkiye’de en fazla üretilen meyve türlerinden biri olup, ülkemiz bu alanda önemli bir konuma sahiptir. Dünya çapındaki üzüm üretim hacimleri karşılaştırıldığında önde gelen ülkelerden bazılarının üzüm üretiminde yoğun olarak yer aldığı görülmektedir. Örneğin Çin, dünyanın en büyük üzüm üreticilerinden biridir ve yıllık üzüm üretimi dünya üretiminin yaklaşık %20-22’sini oluşturmaktadır [1]. İtalya üzüm üretiminde yaklaşık %11-12’lik bir payla Çin’den sonra dünyada ikinci sırada yer almaktadır. Amerika Birleşik Devletleri de

dünya üzüm üretiminin yaklaşık %8-9’unu oluşturan önemli bir üzüm üreticisi olup, İspanya ve Fransa dünya üzüm üretiminin %7-8’ini gerçekleştirmektedir [1]. Türkiye ise dünya üzüm üretiminin %5’ini karşılamakta olup, dünya sıralamasında 6. sırada yer almaktadır [1]. Son yıllarda dünya genelinde üzüm üretimi yıldan yıla değişmekle birlikte 70-80 milyon ton arasında seyretmekte ve bu ülkelerin üretim miktarları dünya üzüm üretiminin büyük bir kısmını oluşturmaktadır [1].

*Vitaceae* ailesine ait asma (*Vitis* spp.) yaklaşık 60 tür içerir ve *Euvitis* ve *Muscadinia* alt cinslerine ayrılır. *Vitis* cinsi tarımı yapılan üzüm türleri

\*Sorumlu yazar / Corresponding author: seyma.bozkus@tarimorman.gov.tr

içerisindeki en önemli türdür [2, 3, 4, 5, 6]. *V.vinifera* L., ılıman iklimden subtropikal veya tropikal iklime kadar çeşitli iklim koşullarına uyum sağladığı için en yaygın *Vitis* türüdür [5]. Bu nedenle, *V.vinifera* ve *V.vinifera* hibritlerine ait çeşitler dünya genelinde en yaygın olarak yetiştirilen türlerdir; ayrıca asma pazarında büyük bir paya sahiptirler. İnsan sağlığı ve beslenmesinde önemli bir rol oynayan üzüm, sofralık, kurutmalık ve şaraplık gibi çok yönlü tüketim seçeneklerine sahiptir [2, 7, 8]. Ayrıca, ülkemizin farklı bölgelerinde pekmez, sucuk, sirke gibi farklı kullanım biçimleri de mevcuttur. Üzümün bu çok yönlü ve çeşitli kullanım alanları, tarım ve gıda endüstrisinde önemli bir yere sahip olmasına neden olmuştur.

Üzüm asmalarının meyve ve şarap üretimi amacıyla yetiştiriciliği, Yakın Doğu Bölgesi'nde en az 7000 yıl önce başlamış ve tarih boyunca bu bitkiler üzerinde binlerce yıl süren ıslah ve seleksiyon süreci gerçekleşmiştir. İnsanlar bitkilerin doğal özelliklerini değerlendirmiş ve istedikleri özelliklere sahip asmaları seçip çoğaltarak, farklı üzüm çeşitlerini geliştirmişlerdir. Bu süreç hem sofralık üzüm meyveleri hem de şarap üretimi için kullanılan üzüm çeşitlerinin evrimini şekillendirmiştir [9].

On dokuzuncu yüzyılın sonlarında ve yirminci yüzyılın başlarında Avrupa'da ortaya çıkan salgın hastalık ve zararlılar, bağcılık ve asma ıslahında yeni bir dönemin başlamasına neden olmuştur. Özellikle de filoksera ile mücadele etmek amacıyla filokseraya dayanıklı yabancı asma türleri (*V.riparia* ve *V.rupestris*) anaç ıslahı çalışmalarında kullanılmıştır [10]. Anaç ıslah çalışmalarının yanı sıra, üzüm ıslah çalışmaları da yine aynı dönemde başlamış ve öncelikli olarak şaraplık çeşitlerin iyileştirilmesine yönelik adım atılmış, daha sonra sofralık üzüm çeşitleri için de ıslah çalışmaları yapılmaya başlanmıştır. Yirminci yüzyılda, özellikle ABD'deki sofralık üzüm ıslah çalışmalarına öncülük eden farklı kuruluş (United States Department of Agriculture-USDA) ve organizasyonlar tarafından üstün özelliklere sahip birçok yeni sofralık üzüm çeşidi geliştirilmiş ve bu üzüm çeşitleri üreticiler tarafından yetiştirilmiştir [11]. Bu gelişmeler, dünya genelinde sofralık üzüm endüstrisinin gelişmesine öncülük etmiştir. Daha sonra, Uzak Doğu, Avrupa, Türkiye, İsrail ve birçok farklı ülkede üzüm ıslah çalışmalarına başlanmıştır [12, 3]. Bu çalışmalar, asma ıslahının temelini oluşturmuş ve birçok farklı üzüm çeşidinin elde edilmesine olanak sağlamıştır.

Günümüzde ise dünya genelinde birçok farklı üzüm çeşidi bulunmakta olup, bu zengin çeşitlilik hem sofralık tüketim hem de şarap endüstrisi için büyük bir önem arz etmektedir. Fakat küresel ısınma, tüketici tercihlerinin hızla değişmesi, insan ve çevre

sağlığına yönelik farkındalığın artması ve bazı diğer faktörlerin etkisi ile araştırmacılar klasik ve modern yöntemlerle bu beklentilere yanıt verecek yeni çeşitlerin geliştirilmesini hedeflemektedir [13].

Geçmişten günümüze kadar olan asma ıslah çalışmalarının temel amacı, tüketici ve üreticilerin beklentilerini karşılayacak yeni çeşitler elde etmektir. Geleneksel ıslah yöntemleri melezleme ve seleksiyon aşamalarından oluşmaktadır ve bu süreç çok zaman alıcı olmasının yanı sıra sonuçları tahmin etmek oldukça zordur. Fakat teknolojinin sağladığı fırsatlarla birlikte, asma ıslahında gelişmeler ileri seviyeye ulaşmıştır. Genetik mühendisliği ve moleküler biyoloji teknikleri, istenilen özelliklere sahip yeni çeşitlerin daha hızlı ve doğru bir şekilde seçilmesine olanak tanımıştır. Böylece, iklim değişikliğinin etkisini en aza indirerek ve değişen tüketici taleplerini göz önünde bulundurarak, farklı biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı dayanıklı çeşitlerin ıslahı daha kolay ve hızlı olmaktadır [14].

Bu derleme, asma ıslahının geçmişten günümüze kadar olan sürecini ve önemli ıslah metodlarını özetleyerek, bilim insanlarını ve tüm paydaşları bilgilendirmeyi amaçlamaktadır.

### **Klasik Islah Yöntemleri**

Asma (*Vitis*), dünya genelinde 7000 yıl önce kültüre alınan ilk çok yıllık meyve türlerinden biridir. Asmada, özellikle *V.vinifera* türünde, meyve büyüklüğü, renk, tam çiçek ve şeker içeriği gibi morfolojik özellikler, kültüre alınma sürecinde önemli özellikler olarak ortaya çıkmıştır. Ancak, bu türün bazı dezavantajları bulunmaktadır. Özellikle *V.vinifera* çeşitleri, hastalık ve zararlılara karşı hassas bir yapıya sahiptirler ve bu hassasiyet nedeni ile önemli verim ve kalite kayıpları yaşanmaktadır [2]. *V.vinifera* çeşitlerindeki hassasiyet, yabancı üzüm türlerinin melezleme çalışmalarında kullanılmasına yol açmıştır. Kuzey Amerika kökenli olan *V.riparia*, *V.rupestris* ve *V.berlandieri* türleri farklı toprak koşullarına uygun anaçların geliştirilmesinde, biyotik ve abiyotik streslere dayanıklı, yüksek kaliteli ve istenilen olgunluk süresine sahip çeşitlerin geliştirilmesi amacıyla ıslahçılar tarafından yaygın bir şekilde kullanılmıştır [3]. Üzümün farklı kullanım amaçlarına göre melezleme programlarında odaklanılan özellikler Çizelge 1'de özetlenmiştir.

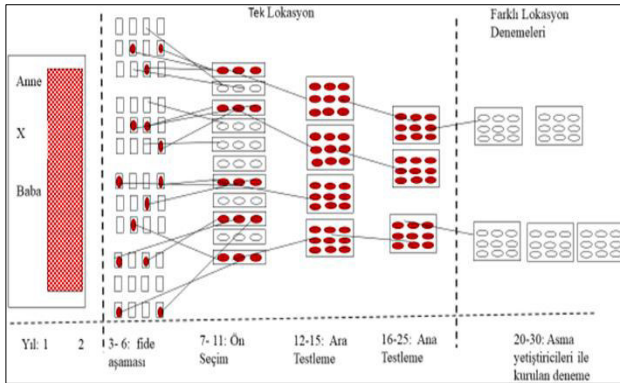
Asmada klasik ıslah programı melezlemeden başlayıp seleksiyon aşamasına kadar farklı adımlardan oluşmaktadır [15]. Fakat ıslah çalışmaları bağlamında değerlendirildiğinde, asmanın meyve oluşturabilmesi için üç yıllık gençlik dönemine ihtiyaç duyması ve ortalama yirmi beş yıllık uzun bir ıslah süresinin olması, asmanın tarımsal açıdan zor bir bitki olmasına neden olmuştur. Tipik bir ıslah



programı, her bir seçim aşamasında bireylerin sayısını azaltan ardışık adımlardan oluşmaktadır. Şekil 1’de klasik ıslah adımlarını gösterilmektedir.

Çizelge 1. Üzümün farklı kullanım amaçlarına göre melezleme programlarında odaklanılan temel özellikler

Özellik	Şaraplık Çeşitler	Sofralık Çeşitler	Anaç
Kalite	Yüksek şarap kalitesi (yüksek şeker, dengeli asit, tat, renk)	Çekirdeksizlik, tat, tane şekli ve yapısı, istenilenin tatların dışında tatların olmaması	
Dayanıklılık (Biyotik)	Mildiyö, külleme, çürüklük ( <i>Botrytis cinerea</i> ), antraknoz ( <i>Elsinoe ampelina</i> ), filoksera	Mildiyö, külleme, çürüklük ( <i>Botrytis cinerea</i> ), antraknoz ( <i>Elsinoe ampelina</i> ), filoksera	Filoksera, nematod
Dayanıklılık (Abiyotik)	Don, kuraklık, güneş yanıklığı	Don, kuraklık, güneş yanıklığı	Kirece toleranslı, kök gelişim yeteneği yüksek
Olgunluk/Hasat	Dengeli ve stabil ürün miktarı, orta ve geçici hasat zamanı	Yüksek, dengeli ve stabil ürün miktarı, pazar ihtiyaçları doğrultusunda olgunlaşma zamanı	Kallus oluşumu, aşı uyumu, aşı kalemini destekleyecek büyüme oranı
Diğer	İklim şartlarına uyum, bağcılık özellikleri	İklim koşullarına uyum	



Şekil 1. Asma ıslah programının adımları ve zaman çizelgesi

Asma ıslah programları birçok ülke tarafından farklı amaçlar doğrultusunda yürütülmektedir. Örneğin bazı ıslah programları, anaç üretimi, şarap, sofralık üzüm ve kuru üzüm üretimine odaklanırken bazı programlar ise meyve kalitesi, hasat süresinde erkencilik ve geçcilik gibi özelliklere odaklanılmışlardır [16]. ABD’de soğuğa ve hastalıklara dayanıklı, uzun raf ömrüne sahip, verimli, büyük taneli üzümün elde edilmesi amacıyla, 1880’lerin sonlarında melezleme çalışmalarına başlanmış ve ‘Golden Muscat’, ‘Concord Seedless’, ‘Frontenac’, ‘Marquette’ gibi birçok çeşit elde edilmiştir [17]. Günümüzde ABD, asma ıslahındaki gelişmelere öncülük eden ülkeler içerisinde yer almaktadır.

Avrupa bağcılığında Fransa’ya bakıldığında, Fransız ıslahçıları, filoksera zararlısına, külleme ve mildiyö hastalıklarına dayanıklı anaç ve üzüm çeşitlerini geliştirmek amacıyla ıslah programlarına başlamışlardır. 1870’lerde Fransa’da başlayan ıslah çalışmalarında *V.vinifera*, *V.labruscana*, *V.cinerea*, *V.aestivalis*, *V.rupestris*, *V.lincecumii*, *V.riparia*, *V.amurensis* türleri kullanılmış ve bu çalışmalar 1950’lere kadar binlerce hibrit bireyin geliştirilmesini sağlamıştır. Fransa’daki ıslah çalışmaları sonucunda elde edilen çeşitlerden bazıları ‘Chambourcin’, ‘Baco Noir’, ‘Leon Millot’, ‘Marechal Foch’, ‘Aurore’, ‘Vignoles’, ‘Rosette’, ‘Rougeon’, ‘De Chaunac’, ‘Villard Noir’, ‘Chelois’, ‘Chancellor’, ‘Seyval Blanc’, ‘Villard Blanc’, ‘Vidal Blanc’ ve ‘Cascade’ çeşitleridir [18].

Almanya’daki ıslah çalışmalarının temeli başlangıçta viral hastalıklara karşı mücadeleye dayanmakla birlikte [19] daha sonraları verim, kalite ve hastalıklara (külleme ve mildiyö) dayanıklı çeşitler geliştirmeyi hedefleyen bir ıslah programı haline gelmiş ve bu programın sonucunda ‘Siegerrebe’, ‘Scheurebe’, ‘Bacchus Morio Muskat’, ‘Kerner’, ‘Ehrenfelser’, ‘Accent’, ‘Regent’, ‘Phoenix’, ‘Cabertin’, ‘Villaris’ ve ‘Cabernet Cortis’ çeşitleri geliştirilmiştir [19]. Daha sonraki yıllarda, *V.riparia*, *V.berlandieri* ve *V.rupestris* türleri arasında melezlemeler yapılmış ve çalışmalar sonucunda ‘13 Gm’, ‘SO4’ ve ‘Börner’ gibi anaçlar geliştirilmiştir [20].

Asma ıslah programları, İtalya’da 1800’lerin sonlarından itibaren yoğun bir şekilde başlamıştır [21]. 1879’da İtalya’da filokseranın ortaya çıkmasının ardından, öncelikli olarak anaç ıslahı çalışmalarına başlanmış ve anaç ıslah programlarında; filoksera’ya karşı direnç, kirece ve kuraklığa tolerans ve adaptasyon konularına yoğunlaşmıştır. Bu ıslah programlarında *V.berlandieri* × *V.riparia*, *V.berlandieri* × *V.rupestris*, *V.riparia* × *V.rupestris* türleri melezlenmiş ve ‘779 P’, ‘775 P’ ve ‘1103 P’, ‘240’, ‘225’, ‘300’, ‘140 Ru’, ‘Cosmo 2’ ve ‘Cosmo 10’, ‘Golia’, ‘Gagliardo’, ‘Star 50’ ve ‘Star 74’, ve ‘M’ serisi (M1, M2, M3 ve M4) gibi anaçlar geliştirilmiştir [21].

İspanya’daki asma ıslahı süreci değerlendirildiğinde, İspanya’da asma ıslahı üzerine çalışmaların 1940 yılında başladığı görülmüş ve ilk ıslah programında bazı anaçlar ve yerel genotipler ebeveyn olarak kullanılarak yeni şarap çeşitlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu dönemde yapılan ıslah çalışmalarının bir sonucu olarak ‘Redora’ çeşidinin geliştirildiği bildirilmiştir [22]. Ayrıca, 2003 yılında, mantar hastalıklarına dayanıklı, yerel ekosisteme uyum sağlayabilen ve kaliteli şarap

üretebilen çeşitler geliştirmek amacıyla bir ıslah programı başlatılmıştır. Bu programda; ‘Merlot’, ‘Palomino Fino’, ‘Alicante Henri Bouschet’, ‘Syrah’, ‘Regent’ ve ‘Tempranillo’ çeşitleri kullanılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bazı hibritlerin (örneğin Palomino × Regent), mantar hastalıklarına karşı dirençli olduğu belirtilmiştir [18].

Ülkemizde ise ıslah çalışmaları 1970’lerde başlamış olup, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü ve Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü asma ıslah çalışmalarında öncü kuruluşlar arasında yer almıştır. Türkiye’de asma ıslah çalışmaları, hastalıklara dayanıklı, meyve kalitesini artıracak özellikler (güzel aromalı, iri tane yapısına sahip), erkencilik, geçcilik ve çekirdeksiz üzüm çeşitleri ıslahına yoğunlaşmıştır [16]. Bu çalışmalar sonucunda ‘Trakya İlkeren’ (Alphonse Lavallee × Perlette), ‘Tekirdağ Çekirdeksizi’ (Alphonse Lavallee × Sultani Çekirdeksizi), ‘Barış Üzümü’ (Cardinal × Beauty Seedless), ‘Özer Karası’ (Italia × Favli) Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü’nün geliştirmiş olduğu 23 çeşitten bazılarıdır. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü asma ıslah çalışmaları sonucunda birçok çeşit geliştirilmiş ve geliştirilen çeşitler arasında ise ‘Arif Bey’ (Beyaz Şam × Müşküle), ‘Atak77’ (Beyaz Çavuş, × Hamburg Muscat), ‘Yalova Beyazı’ ve ‘Ata Sarısı’ (Beyaz Çavuş, × Cardinal), ‘Uslu’, ‘Yalova İncisi’ (Honüsü × Siyah Gemre) yer almıştır [16].

### ***Asma (Vitis spp.) Islahında Yeni Teknolojilerin Kullanılması***

Geniş çapta yetiştiriciliği yapılmasına ve büyük bir ekonomik öneme sahip olmasına rağmen, asmanın genetiği üzerine yapılan araştırmalar yüksek heterozigosite, büyük alan gereksinimleri ve göreceli olarak uzun gençlik dönemi nedeniyle sınırlı kalmıştır. Yüksek oranda heterozigot olan türlerde yeni çeşitlerin seçimi, kontrollü çaprazlamalarla ortaya çıkan bireylerin içindeki çeşitli varyantlar ve kombinasyonların ortaya çıkardığı sayısız fenotipik karakterlerin dikkatlice gözlemlenmesini ve ölçülmesini gerektirir [23]. Bu yüzden de DNA dizisi bilgisi artık geleneksel ıslahı desteklemek için ebeveyn ve en değerli bitki seçiminde rutin olarak kullanılmaktadır [23, 24]. Asmada moleküler markörler ile, markör destekli seleksiyon (MAS), QTL analizleri, genetik haritalama metodları kullanılarak gen kaynaklarının karakterizasyonu, kültür çeşitlerinin tanımlanması ve genetik akrabalığın belirlenmesi, filogenetik analizler, ebeveynlerin belirlenmesi gibi birçok analiz yapılabilmektedir [25, 26].

### ***DNA Markör Destekli Seleksiyon (MAS), QTL (Kantitatif Karakter Lokus) Haritalama***

Moleküler markörlerin kullanılması, çevresel varyansın azaltılmasıyla birlikte, özelliğin kalıtım derecesini kolayca ortaya koymaktadır. 1950’lerin sonlarından itibaren asma genetiği üzerine yapılan çalışmalar yoğunlaşmış ve moleküler markörlerin erişiminin kolay ve ucuz olması *Vitis* genetiği araştırmalarını kolaylaştırmıştır. Böylece asma genomunu haritalamak ve her genotip için benzersiz DNA profilleri oluşturmak mümkün hale gelmiş ve genlerin belirlenmesi veya QTL haritalanması ile DNA markörleri yardımıyla seleksiyonun bitki ıslahında kullanılması süreci başlamıştır. Günümüzde birçok bitki ıslah programında, gen havuzlarındaki temel genlerin tanımlanması ve istenilen özelliklerin aktarılmasında markör destekli seleksiyon (MAS) kullanılmaktadır.

QTL (kantitatif karakter lokusu), bir kromozom üzerinde belirli bir özelliğe neden olan küçük bir DNA segmentidir. QTL haritalama, karmaşık özelliklerin altında yatan genetik bilgileri sağlama konusunda en etkili yöntemlerden biridir [27]. Kantitatif özellikler, birçok genin ve çevrenin etkileşiminden kaynaklanan ölçülebilir fenotiplerdir. Asmada bitki boyu, çiçeklenme zamanı, gözlerin patlaması, kardeşlenme, göz verimliliği ve verim unsurları, kalite, bazı hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık gibi birçok özellik birçok gen tarafından kontrol edilen kantitatif özellikler olarak bilinir [25, 2]. *Vitis vinifera*’da şarap kalitesi özellikleri için önemli olan (yani antosiyaninler, proantosiyaninler, metokspirazinler ve terpenlerin sentezini kontrol eden) birkaç lokus keşfedilmiştir [23].

Organizmanın tüm genomunu kapsayan genetik markörler kullanarak bir bağlantı haritası oluşturmak ve bir popülasyondaki özelliğin varyasyonunu analiz etmek, QTL haritalamasında önemli bir adımdır [28, 29]. QTL haritalama, özelliğin kalıtımını, ebeveynlerin katkısını tanımlar ve özelliğin varyasyonundaki yüzdesini açıklar. Üzümde DNA markörleriyle yapılan QTL haritalama, çeşit seçimine yardımcı olmaktadır. Son 20 yılda üzümde QTL haritalama için kullanılan birkaç markör bulunmaktadır. 1995’te yayımlanan ilk genetik üzüm haritası, RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) ve AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) kullanılarak oluşturulmuştur. Daha sonraki çalışmalarda SSR (Simple Sequence Repeat Polymorphism) ve SNP (Single Nucleotide Polymorphisms) kullanılmıştır [30].

Son yıllardaki önemli gelişmelerden biri, GBS (Genotyping By Sequencing) teknolojisinin ortaya çıkışı olmuştur. GBS, belirli bir özelliği yöneten tüm olası genetik bölgeleri araştırabilen çok sayıda

markör oluşturma ve değerlendirme konusundaki önceki sınırlamaların üstesinden gelmiştir [2, 24, 31]. *Vitis* spp.'nin genom dizilimi (sequence), geniş kapsamlı ve yüksek verimli DNA markörleri gelişiminde ve Kantitatif Karakter Lokuslarının (QTL) tanımlanmasında önemli ilerlemelere yol açmıştır, bu da aday genlerin doğrulanmasını ve markör destekli seleksiyon ile (MAS) ıslah programlarının geliştirilmesini sağlamıştır. İlk kullanılan yöntem olan RAD (Restriction Site-Associated DNA) dizilemesi, seçkin asma çeşitlerinde önemli özelliklerin tanımlanmasında başarıyla uygulanmıştır.

### Genomik Seleksiyon (GS)

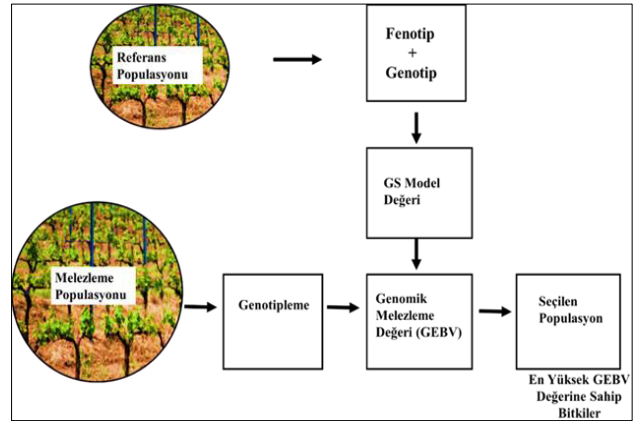
Moleküler markörlerin kullanımı, *Vitis* genetiğinin araştırılmasını büyük ölçüde kolaylaştırarak, araştırmacıların üzüm genomunu haritalamasına ve her bir genotip için farklı DNA profilinin oluşturulmasını sağlamıştır. MAS ile istenilen özellik veya fenotiple ilişkili olduğu bilinen DNA markörü kullanılarak hedef özelliği etkileyen allelleri bulduran bitkiler seçilmektedir. Bu nedenle MAS, arzu edilen özelliğin ortaya çıkmasında etkili olan, daha az sayıda QTL'ler tarafından kontrol edilen özellikleri için etkilidir [32]. MAS'ın seçim yaparken küçük genlerin etkisini belirleyememesi gibi bazı eksiklikler göstermesi ve MAS kullanılarak, tane verimi ve abiyotik stres toleransı gibi karmaşık kalıtım özelliklerinin iyileştirmenin zor olması gibi nedenlerle MAS'ın bir formu olan genomik seleksiyon (GS) ortaya çıkmıştır.

MAS'ın aksine, GS'de bireyin genetik değeri, tüm genom boyunca dağılmış olan çok sayıda markör kullanılarak belirlenmektedir. Ayrıca GS, tüm genom boyunca genotipik verileri kullanarak herhangi bir özelliği doğru bir şekilde tespit ederek, istenilen özellikteki bireylerin seçilmesini sağlayan bir strateji olarak tanımlanmaktadır [33]. Meuwissen vd. [34]'ninde GS konseptinin hayvanlar ve bitkilerde karmaşık özelliklerin altında yatan gen bölgelerinin tahmin edilmesinde kullanılabileceğini önermesine rağmen, sadece son zamanlarda yaygın olarak bitki ıslahında kullanılmaya başlanmıştır. Bunun en önemli nedenlerinden biri, GS için temel bir gereklilik olan uygun ve yüksek verimli genotipleme platformlarının eksikliğidir [3, 32]. Fakat Next Generation Sequencing (NGS) teknolojileri genotipleme süresi ve maliyetini önemli ölçüde azaltmasıyla ve Single Nucleotide Polymorphism (SNP) markörlerinin keşif sürecini hızlandırmıştır. Ayrıca NGS genom çapında yüksek verimli SNP genotipleme platformlarının gelişmesine olanak sağlamıştır. Özellikle, Genotyping By Sequencing

(GBS) teknolojisinin ortaya çıkması hem model hem de model olmayan bitki türlerinde GS için uygun SNP'lerin üretilmesini sağlamıştır [32, 35].

GS, referans popülasyonun genotipik ve fenotipik verilerine dayanarak aynı anda tüm lokuslardaki allel etkisini hesaplayan istatistiksel bir tahmin modeli geliştirmekte, bu da melezleme popülasyonundaki tüm bireyler için genomik profillerinden genomik melezleme değerlerini (GEBV=Genomic Breeding Values) hesaplamak için kullanılmaktadır (Şekil 2). GEBV'ler, daha iyi performans gösterecek ve melezleme için ebeveyn olarak veya ıslah programının bir sonraki nesil ilerlemesi için uygun olan bireyleri tahmin etmemize olanak tanımaktadır. Çünkü bu bireylerin moleküler markör profilleri, belirli çevrelerde daha iyi performans gösterdiği kaydedilmiş referans popülasyondaki diğer bitkilerle de benzerdir. Böylece klasik melezleme metodunda, üstün hatların belirlenmesi için beklenen uzun ıslah döngüsü, GS ile kısaltılmaktadır [32, 33].

Örneğin, ABD'deki farklı kurumların katılımıyla başlatılan Vitisgen1, Vitisgen2 ve Vitisgen3 projeleri sayesinde, üzüm genomundaki farklı özellikleri belirlemek ve bu önemli özelliklerle ilişkili markörleri ıslah programlarında kullanmak amacıyla çok önemli ilerlemeler kaydedilmiştir [3]. Bu projelerin amacı, sofralık üzüm, kuru üzüm ve şarap endüstrisinde verim ve kaliteyi artırarak, karı arttıracak, genomik seleksiyon gibi yeni ıslah metodları geliştirmek, hastalık ve zararlıların kaynağını tanımlamak ve bunlara karşı dayanıklılığı arttıracak yeni yöntemler geliştirmek olmuştur.



Şekil 2. Genomik seleksiyonun aşamaları

### Genetik Transformasyon ve Gen Düzenleme (Gen Editing) Metodu

Biyoteknoloji ve genetik mühendisliğindeki gelişmelere paralel olarak, genetik aktarım ile transgenik asma çeşitleri elde etmek mümkün hale gelmiştir. Genetik aktarım, rekombinant DNA teknolojisi kullanarak, çeşidin kimliğini

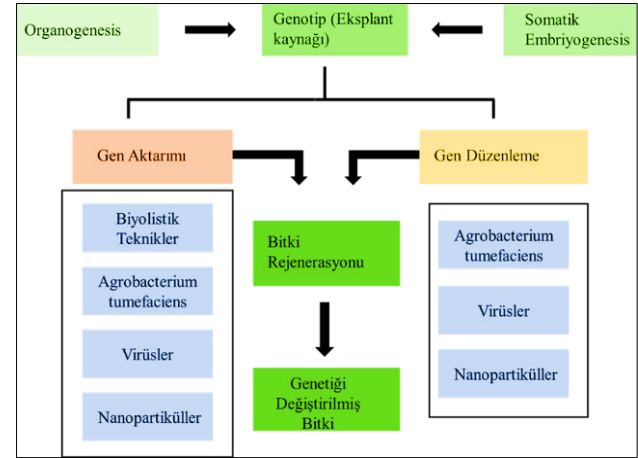
değiştirmeden, ilgi duyulan tarımsal özellikleri geliştirmek için bitkileri genetik olarak değiştirebilme olanağı sunar. İstenilen özelliklerle ilişkili gen bölgelerinin ve markörlerin geliştirilmesi, aktarım (transformasyon) sistemlerinin geliştirilmesi, biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı dayanıklı bireylerin elde edilmesi ve bitkinin aroma ve tat bileşenlerini belirleyerek üzüm kalite özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik transgenik asmaların geliştirilmesinde önemli bir aşama kaydedilmiştir [36, 3].

Genetik aktarım için kullanılan dokulardan tekrardan doku elde edilmesinde yaşanan zorluktan dolayı, aktarım ve antibiyotik seçiminden sonra yeniden oluşum oranı (rejenerasyon), toplam aktarım yapılan materyalin %10 ile %30'u arasında değişmektedir [37]. Buna göre, transgenik ve genetiği değiştirilmiş bitkilerden doku yenilenmesi elde etmek en önemli zorluklardan biri olmakta ve asmanın genetik aktarıma dirençli olduğunu düşündürmektedir. Yenileme sürecine asma çeşidi, genetik aktarım metodu, doku kültürü ve antibiyotiklere dayalı seçim metodu gibi faktörler etki etmektedir [3, 30, 36]. Bu kısıtlamalara rağmen, mantar, bakteri ve virüs hastalıklarına dayanıklı çeşitler elde edilmiştir [38]. Asmada genetik aktarım için başlıca *Agrobacterium tumefaciens* ve daha az oranda biyolistik teknikler kullanılmaktadır [39]. Asma genetiğinin genetik aktarım ve gen düzenleme metodu ile değiştirilmesi Şekil 3'te gösterilmektedir.

Asmada genetik mühendislik protokollerinde en çok kullanılan ve bir rejenerasyon yöntemi olan somatik embriyogenesis de yaygın olarak kullanılmaktadır. Asma genotiplerinde somatik embriyogenesis kullanılarak birçok protokol geliştirilmiş ve birçok bitki doku ve organları eksplant olarak kullanılmıştır. Somatik embriyo elde etmek için yaygın olarak kullanılan doku ve organlar; ovaryumlar, anterler, yapraklar, daha az sıklıkla stigma ve sitiller, bütün çiçekler, olgun tohumlar ve petiollerdir [3, 30, 36].

Son yıllarda, genetik düzenleme ile tarımsal öneme sahip bitkilerde genetik iyileştirme yapılmaktadır. Genetik düzenleme genellikle belirli gen bölgelerinin eklenmesi, çıkarılması veya değiştirilmesini içerir. Genetik düzenleme teknikleri, CRISPR-Cas9 gibi gelişmiş yöntemlerle gerçekleştirilebilir [40]. Diğer taraftan, tasarlanmış genlerin bitki hücrelerine aktarılması için alternatif metotlar ortaya çıkmaktadır. Karbon noktaları suda çözünür nanopartiküller (NP) olarak tanımlanmakta, kolay elde edilebilir olması ve etkili bir şekilde bitki hücresinin alımını sağlaması gibi özelliklerinden dolayı avantajlı teknoloji olarak görülmektedir. Karbon noktalarının bitkide fotosentez veya büyüme

üzerine olumsuz etki yaratmadan, bazı bitki türünde plazmitlerin bitki hücresine aktarımında bir araç olarak kullanıldığı belirtilmiştir [30, 41].



Şekil 3. Genetik aktarım ve gen düzenleme metodu ile asma genetiğinin değiştirilmesinin şeması

Çizelge 2. Asmada CRISPR-Cas9 teknolojisiyle yapılan bazı çalışmalar

Gen Düzenleme Metodu	Çeşit	Amaçlanan Gen	Özellik
CRISPR/Cas9	Chardonnay	MLO-7	Küllemeye dayanıklılık [42]
CRISPR/Cas9	Chardonnay, 41B	VvPDS	Bodurluk ve albino fenotip [44]
CRISPR/Cas9	Chardonnay	L-idonate dehydrogenase gene (IdnDH)	Tartarik asit sentezi [43]
CRISPR/Cas9	Thomson Seedles	VvWRKY52	<i>B.cinerea</i> 'ya dayanıklılık [45]
CRISPR/Cas9	Thomson Seedles	VvPR4b	Mildiyöye karşı hassasiyet [46]
CRISPR/Cas9	Thomson Seedles	VvMLO3, VvMLO4	Küllemeye karşı dayanıklılık [44]
CRISPR/Cas9	Neo Muscat	VvPDS	Albino fenotip [47]

Asmada genetik düzenleme çalışmalarının çoğu, özellikle asmanın küllemeye karşı direncini artırmak ve *Botrytis cinerea*'ya karşı direnci güçlendirmek, tartarik asit üretimini artırmak, karotenoid biyosentezi yolunu manipüle etmek ve albino fenotipi elde etmek amacıyla yapılmıştır (Çizelge 2) [30, 38, 42].

## SONUÇ

Asma, dünya genelinde en çok ticareti yapılan meyve türleri arasında yer almaktadır. Farklı tüketim şekillerinin olmasının yanı sıra, insan sağlığı açısından birçok faydası bulunması nedeniyle tercih edilmektedir. Ancak, tüketicilerin talepleri zamanla değişim göstermektedir. Hızla değişen tüketici taleplerine yönelik daha kaliteli yeni üzüm çeşitleri elde etmek, farklı ıslah programları aracılığıyla mümkündür. Asma ıslahındaki gelişmeler ve asma

genomu üzerinde yapılan çalışmalar sayesinde birçok önemli özelliğin gen bölgeleri belirlenmiş ve asma ıslahında hedeflenen sonuçlara çok daha kısa sürede ulaşmak mümkün hale gelmiştir.

Günümüzde teknolojinin asma ıslahında kullanılması ile, farklı *Vitis* türlerinin genom sekans sonuçları, üzüm ıslah çalışmalarında daha yenilikçi ve hedefe yönelik çalışmaların yapılmasına olanak sağlamıştır. Üzüm genomundaki farklı özellikleri belirleyerek ve bu önemli özelliklerle ilişkili markörleri ıslah programlarında kullanarak önemli ve hızlı ilerleme kaydetmek mümkündür. Son yıllarda araştırmacıların amacı, sofralık, kurutmalık ve şaraplık endüstrisinde verim, kalite ve karı arttıracak yeni ıslah metodları geliştirmek, hastalık ve zararlıların kaynağını tanımlamak ve bunlara karşı dayanıklılığı arttıracak yeni yöntemler geliştirmek olmuştur. Geleneksel ıslah metoduna genomik teknolojileri entegre etmek, hastalık direnci yüksek, düşük sıcaklık toleransı ve geliştirilmiş meyve kalitesi gibi özelliklerle ilişkili önemli genlerin belirlenmesini hızlandıracaktır. Dünya çapındaki üzüm ıslah programlarında belirlenen genlerin kullanılması, tüketicilerin istekleri doğrultusunda ıslahçıların yeni çeşitleri daha hızlı geliştirmelerine yardımcı olacaktır. Ayrıca bu gelişmeler sayesinde üzüm yetiştiriciliğinin dünya pazarında daha sürdürülebilir hale gelmesini sağlayacaktır.

#### KAYNAKLAR

1. FAOSTAT, 2021. Food and Agriculture Organization of United Nations. Available: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl>.
2. Bozkus, S., 2021. Exploring Quantitative Trait Loci Mapping for Bud Fruitfulness and Bud Break Traits in Grapevine F2 Population. USA, <https://www.proquest.com/>.
3. Atak, A., 2022. New Perspectives in Grapevine (*Vitis* spp.) Breeding. Case Studies of Breeding Strategies in Major Plant Species. In: Intechopen. doi:10.5772/intechopen.
4. Reisch, B.I., Owens, C.L., Cousins, P.S., 2012. Grape. M.L. Badenes, D.H. Byrne (Dü) In: Fruit Breeding, New York, USA, Springer, pp:225-262, [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0763-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0763-9_7).
5. Tantasawat, P., Poolsawat, O., Chaowiset, W., 2010. Grapevine Breeding and Genetics. The Role of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries in Human Nutrition.
6. Atak, A., Şen, A., 2021. A Grape Breeding Programme Using Different *Vitis* Species. Plant Breeding 140(6):1136-1149.
7. Semerci, A., Kızıltuğ, T., Çelik, A.D., Kiracı, M.A., 2015. Türkiye Bağcılığının Genel Durumu. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(2):42-51.
8. Zhang, X.-M., Wu, Y.-F., Li, Z., Song, C.-B., Wang, X.-P., 2021. Advancements in Plant Regeneration and Genetic Transformation. Journal of Integrative Agriculture 20(6):1407-1434.
9. De Lorenzis, G., 2024. From Ancient to Modern Grapevine Cultivars: a Lesson from Cultivars That Made the History of Viticulture. Acta Hort. 1385:47-58, doi:10.17660/actahortic.2024.1385.7
10. Campbell, C., 2006. The Botanist and the Vintner: How Wine Was Saved for the World. Algonquin Books.
11. Eibach, R., Töpfer, R., 2015. Traditional Grapevine Breeding Techniques. Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. pp:3-22, <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-075-0.00001-6>.
12. Kambiranda, D., Obuya, J., Snowden, J., 2020. Grapevine Improvement Through Biotechnology. IntechOpen. doi:10.5772/intechopen.91851.
13. Atak, A., 2024. Table Grape Breeding Programs and New Cultivars. Acta Hort., 1385, s:9-18, doi:10.17660/actahortic.2024.1385.2.
14. Atak, A., 2024. Climate Change and Adaptive Strategies on Viticulture (*Vitis* spp.). Open Agriculture 9(1):2022-0258, <https://doi.org/10.1515/opag-2022-0258>.
15. Toepfer, R., Hausmann, L., Harst, M., Maul, E., Zyprian, E., Eibach, R., 2011. New Horizons for Grapevine Breeding. Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology, pp:79-100.
16. Atak, A., Ergönül, O., Dilli, Y., Kesgin, M., Altındişli, A., 2023. Grapevine Breeding Studies in Turkey. Acta Hort. 1370, pp:145-152. doi:10.17660/actahortic.2023.1370.18.
17. Reynolds, A.G., Reisch, B.I., 2015. Grapevine Breeding in the Eastern United States. In Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry. Woodhead Publishing, pp:3-22.
18. Bozkurt, A., Yağcı, A., 2022. A General Overview of Grape Breeding in Consideration of Literature from Past to Present. Chapters on Viticulture İksad Press, pp:3-24.
19. Ruehl, E., Schmid, J., Eibach, R., Töpfer, R., 2015. Grapevine Breeding Programmes in Germany. In Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry. Woodhead Publishing, pp:77-101.
20. Manty, F., 2005. Hintergründe zur Entstehung der Bezeichnungen der Unterlagenselektionen von



- Sigmund Teleki und Franz Kober. Dtsch Weinbau Jahrb, pp:159-164.
21. Bavaresco, L., Gardiman, M., Brancadoro, L., Espen, L., Failla, O., Scienza, A., Testolin, R., 2015. Grapevine Breeding Programs in Italy. In Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry. Woodhead Publishing, pp:135-157
  22. Ibáñez, J., Carreño, J., Yuste, J., Martínez-Zapater, J.M., 2015. Grapevine Breeding and Clonal Selection Programmes in Spain. Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry, Woodhead Publishing, pp:183-209.
  23. Di Gaspero, G., Foria, S., 2015. Molecular Grapevine Breeding. Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry, Woodhead Publishing, pp:23-37.
  24. Hyma, K.E., Barba, P., Wang, M., Londo, J.P., Acharya, C.B., Mitchell, S.E., Reisch, B., 2015. Heterozygous Mapping Strategy (HetMappS) for High Resolution Genotyping-By-Sequencing Markers: A Case Study in Grapevine. PloS One, 10:8, e0134880, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134880>.
  25. İşi, B., 2008. Asmada QTL (Kantitatif Karakter Lokus) Analizi. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 8(2):11-37.
  26. Şahin, Ö., Kavuncu, O., 2019. QTL Analysis Methods. Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences, 5(1):51-57.
  27. Collard, B.C., Jahufer, M.Z., Brouwer, J.B., Pang, E.C., 2005. An Introduction to Markers, Quantitative Trait Loci (QTL) Mapping and Marker-Assisted Selection for Crop Improvement: The Basic Concepts. Euphytica, 142:169-196.
  28. Fanizza, G., Lamaj, F., Costantini, L., Chaabane, R., Grando, M.S., 2005. QTL Analysis for Fruit Yield Components in Table Grapes (*Vitis vinifera*). Theoretical and Applied Genetics, (111).
  29. Grzeskowiak, L., Costantini, L., Lorenzi, S., Grando, M.S., 2013. Candidate Loci for Phenology and Fruitfulness Contributing to the Phenotypic Variability Observed in Grapevine. Theoretical and Applied Genetics, 126, pp:2763-2776.
  30. Butiuc-Keul, A., Coste, A., 2023. Biotechnologies and Strategies for Grapevine Improvement. Horticulturae, 9:1, <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010062>.
  31. Yang, S., Fresnedo-Ramírez, J., Sun, Q., Manns, D.C., Sacks, G.L., Mansfield, A.K., Fennell, A.Y., 2016. Next Generation Mapping of Enological Traits in an F2 Interspecific Grapevine Hybrid Family. Plos One. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149560>.
  32. Bhat, J.A., Ali, S., Salgotra, R.K., Mir, Z., Dutta, S., Jadon, V., Prabhu, K., 2016. Genomic Selection in the Era of Next Generation Sequencing for Complex Traits in Plant Breeding. Frontiers in Genetics, 7:221. doi:10.3389/fgene.2016.00221J.
  33. Gizachew, H.G., 2023. Genomic Selection: A Faster Strategy for Plant Breeding. Intech Open. doi:10.5772/intechopen.105398.
  34. Meuwissen, T.H., Hayes, B.J., Goddard, M.E., 2001. Prediction of Total Genetic Value Using Genome-Wide Dense Marker Maps. Genetics 157(4):1819-1829. <https://doi.org/10.1093/genetics/157.4.1819>.
  35. Poland, J., Endelman, J.B., Dawson, J.C., Rutkoski, J., Wu, S., Manes, Y., Jannink, J.-L., 2012. Genomic Selection in Wheat Breeding Using Genotyping-by-Sequencing. Plant Genome 5:103-113. doi:10.3835/plantgenome2012.06.0006.
  36. Campos, G., Chialva, C., Miras, S., Lijavetzky, D., 2021. New Technologies and Strategies for Grapevine Breeding Through Genetic Transformation. Frontiers, Vol.12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.767522>.
  37. Bouque, A., Torregrosa, L., Iocco, P., Thomas, M. R., 2006. Grapevine (*Vitis vinifera* L.). K. Wang In: Agrobacterium Protocols Vol.2. Methods in Molecular Biology Humana Press, 344:273-285, doi:10.1385/1-59745-131-2:273.
  38. Capriotti, L., Baraldi, E., Mezzetti, B., Limera, C., Sabbadini, S., 2020. Biotechnological Approaches: Gene Overexpression, Gene Silencing and Genome Editing to Control Fungal and Oomycete Diseases in Grapevine. International Journal of Molecular Sciences, 21:16:5071.
  39. Vidal, J., Gomez, C., Cutanda, M., Shrestha, B., Bouquet, A., Thomas, M., Torregrosa, L., 2010. Use of Gene Transfer Technology for Functional Studies in Grapevine. Australian Journal of Grape and Wine Research, 16:138-151.
  40. Dalla Costa, L., Malnoy, M., Lecourieux, D., Deluc, L., Ouaked-Lecourieux, F., Thomas, M., Torregrosa, L.J.-M., 2019. The State-Of-The-Art of Grapevine Biotechnology and New Breeding Technologies (NBTS). Oeno One, 53(2):189-212.
  41. Doyle, C., Higginbottom, K., Swif, T.A., Winfield, M., Bellas, C., Benito-Alifonso, D., Whitney, H.M., 2019. A Simple Method for Spray-On Gene Editing in Planta. bioRxiv. <https://doi.org/10.1101/805036>.
  42. Malnoy, M., Viola, R., Jung, M.-H., Koo, O.-J., Kim, S., Kim, J.-S., Kanchiswamy, C.N., 2016. DNA-Free Genetically Edited Grapevine and

- Apple Protoplast Using CRISPR/Cas9 Ribonucleoproteins. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01904>.
43. Ren, F., Ren, C., Zhang, Z., Duan, W., Lecourieux, D., Li, S., Liang, Z., 2019. Efficiency Optimization of CRISPR/Cas9-Mediated Targeted Mutagenesis in Grape. *Frontiers in Plant Science*, 1:10:612.
44. Ren, C., Liu, X., Zhang, Z., Wang, Y., Duan, W., Li, S., Liang, Z., 2016. CRISPR/Cas9-Mediated Efficient Targeted Mutagenesis in Chardonnay (*Vitis vinifera* L.). *Scientific Reports*, 6:1.
45. Wang, X., Tu, M., Wang, D., Liu, J., Li, Y., Li, Z., Wang, X., 2018. CRISPR/Cas9-Mediated Efficient Targeted Mutagenesis in Grape in the First Generation. *Plant Biotechnology Journal*, 16:4.
46. Li, M.-Y., Jiao, Y.-T., Wang, Y.-T., Zhang, N., Wang, B.-B., Liu, R.-Q., Liu, G.-T., 2020. CRISPR/Cas9-Mediated VvPR4b Editing Decreases Downy Mildew Resistance in Grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Horticulture Research*, 7. <https://doi.org/10.1038/s41438-020-00371-4>.
47. Nakajima, I., Ban, Y., Azuma, A., Onoue, N., Moriguchi, T., Yamamoto, T., Endo, M., 2017. CRISPR/Cas9-Mediated Targeted Mutagenesis in Grape. *PLoS One*, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177966>.





## Dünya’da Kiraz Islah Programları ve Türkiye’nin Durumu

Dilek SOYSAL\*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun; ORCID: 0000-0001-9561-8898  
Gönderilme Tarihi: 8 Eylül 2024 Kabul Tarihi: 21 Kasım 2024

### ÖZ

Kiraz ılıman iklim koşullarına sahip dünyanın hemen her bölgesinde kolaylıkla yetiştirilebilmektedir. Kirazda ıslah çalışmaları çok uzun yıllardır yapılmaktadır. Bu çalışmalarda özellikle kirazın problemlerine (küçük meyve, kararın iç rengi, meyve çatlaması, düşük verim, dik büyüme, kendine verimlilik gibi) çözüm bulmak ve üstün özellikte yeni çeşitler geliştirmek amaçlanmıştır. Günümüzde ıslah çalışmaları açısından ABD, İtalya ve Kanada gibi ülkeler ön plana çıkmıştır. Bu ülkelerdeki ıslah çalışmalarından çok sayıda yeni çeşit geliştirilmiştir. Bu derlemede dünyada yürütülmekte olan kiraz ıslah programlarının hedefi ve bu ıslah programlarından geliştirilen çeşitler kısaca anlatılarak Türkiye’nin kiraz ıslahı konusundaki durumu ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Prunus avium* L., çeşit geliştirme, kalite, üretim, verim

### Sweet Cherry Breeding Programs in the World and Türkiye’s Current Situation

#### ABSTRACT

Sweet cherries can be easily grown in almost every region of the world with temperate climate conditions. Breeding studies on sweet cherries have been carried out for many years. These studies have aimed to find solutions to the problems of sweet cherries (such as small fruit, darkening fruit inner colour, fruit cracking, low yield, vertical growth, self-efficiency) and to develop new cultivars with superior characteristics. Today, countries such as the USA, Italy and Canada have come to the leading in terms of breeding studies. Many new cultivars have been developed from breeding studies in these countries. In this review, the goals of sweet cherry breeding programs carried out the worldwide and the cultivars developed from these breeding programs are briefly explained and Türkiye’s situation in sweet cherry breeding is discussed.

**Keywords:** *Prunus avium* L., cultivar development, fruit quality, production, yield

### GİRİŞ

Kirazın (*Prunus avium* L.) anavatanı Güney Kafkasya, Hazar Denizi ve Kuzeydoğu Anadolu’dur [1, 2, 3, 4]. Bu gen merkezlerinden doğuya ve batıya yayılarak dünya üzerinde geniş bir alanda yayılmıştır. İlıman iklim meyve türlerinden biri olan kiraz, ülkemizin pek çok ilinde (başta İzmir, Manisa ve Amasya olmak üzere) yetiştirilmektedir. Kiraz dünya pazarlarında meyvelerini erken olgunlaştırması, gösterişli olması ve sevilerek yenmesi nedeniyle talep gören bir meyve türüdür. Türkiye 2022 yılında 656.041 tonluk kiraz üretimiyle dünyada birinci sırada yer almaktadır [5]. Ülkemizi sırasıyla Şili (443.067 ton), Özbekistan (216.866 ton), ABD (210.190 ton), İtalya (107.910 ton) ve İran (105.389 ton) takip etmektedir [5]. Türkiye 2022 yılında, kiraz ihracatında ise 57.290 tonla Şili ve Çin’in ardından üçüncü sırada yer almıştır [6]. Günümüzde en önemli

ihracatçı ülke ise Şili’dir. Şili iklimin de elverişli olmasıyla dünyada kirazın olmadığı kış aylarında üretim ve ihracat yapmaktadır. Bu da ülkemizin üretim ve ihracatta ‘0900 Ziraat’ çeşidi dışında yeni pazar değeri yüksek çeşitlerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Ülkemizde ise üretim ve ihracatta lider çeşidimiz ‘0900 Ziraat’ olmakla birlikte iç renginin açık olması ve zamanla kararması, veriminin düşük olması gibi nedenlerle üreticilerin zaman zaman kiraz bahçelerini sökmekte ve yeni çeşit arayışına girmektedir. Bu nedenle kirazda ıslah çalışmaları ülkemiz açısından büyük önem arz etmektedir. Kirazda çeşit seçiminde tüketici talepleri çok önemlidir. Ayrıca bu talepler ülkeden ülkeye değişiklik gösterebilir. Örneğin; Şili ve Japonya hariç diğer ülkelerdeki tüketiciler koyu kırmızı renkli kirazları tercih etmektedir [7]. Tüketici tercihinin göre meyvenin şekli de önemlidir. Bulgaristan, Şili, Macaristan, Japonya ve Türkiye’de böbrek şeklinde

\*Sorumlu yazar / Corresponding author: dilek.soysal@omu.edu.tr

olan kirazlar tercih edilirken, İtalyanlar tarafından kalp şeklinde ve dairesel meyve şekli beğenilmiş, Letonya'da tüketiciler en çok basık meyve şeklini tercih etmişlerdir. Meyve büyüklüğü de hem üreticiler hem de tüketiciler için çok önemlidir. Genel olarak, tüm dünyadaki tüketiciler daha iri meyveli kirazları tercih ederken, İtalya ve Macaristan'da orta irilikte meyveler en çok tercih edilen kategori olmuştur. Dolayısıyla ıslah çalışmalarında bu tüketici tercihleri de dikkate alınmaktadır.

Kiraz 2000 yılı aşkın süredir yetiştirilmesine rağmen kiraz ıslahı çalışmaları 1800'lü yılların başında başlamıştır [8]. Dünya üzerinde 1500'den fazla kiraz çeşidi bulunmakta olup bu çeşitlerden çok azı ticari öneme sahiptir. Ülkemizde ise ticari olarak yetiştirilen ve ihraç edilen kirazların %95'ini '0900 Ziraat' çeşidi oluşturmaktadır [9].

Son 40 yılda bodur anaçların keşfiyle ağaç boyunun azaltılması, meyve iriliğinin artırılması, kendine verimli, hastalık ve zararlılara dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi gibi faktörler bakımından kaydedilen ilerlemeler ile dünya kiraz endüstrisinde önemli gelişmeler meydana gelmiştir. Dünyada geliştirilen kiraz çeşitlerinin genetik orijinleri incelendiğinde %62'si melezleme ıslahı, %17'si klonal seleksiyon, %16'sı serbest tozlanma, %4'ü mutasyon ıslahı yolu ile geliştirilirken %1'lik kısmının ise nasıl oluştuğu bilinmemektedir [10]. Günümüzde birçok ülkede kiraz ıslahı yapılmakta ve sürekli olarak yeni kiraz çeşitleri piyasaya sürülmektedir. Dünya'da çeşit geliştirmeye yönelik çalışmalarda başta ABD olmak üzere, Kanada, Almanya, İtalya, İspanya, Macaristan, Çek Cumhuriyeti, Fransa, Çin, Japonya ve Avustralya gibi ülkeler ön plana çıkmaktadır. Bu ülkelerdeki ıslah programlarından dünya pazarlarında yer alan çok sayıda çeşit geliştirilmiştir [11, 12, 8]. Ülkemiz ise genetik çeşitlilik bakımından oldukça zengindir. Bu çeşitliliğe rağmen Türkiye'nin '0900 Ziraat' çeşidi dışında pazar değeri olan standart bir çeşidi yoktur. İhracatta da büyük çoğunlukta '0900 Ziraat' çeşidi ve sinonimleri yer almaktadır. Ülkemizde kiraz üretim alanı yıllar itibariyle artış göstermesine rağmen üretim miktarındaki dalgalanmalar sebebiyle ihracatta uygun yeterli kalitede kiraz bulmakta sorunlar yaşanmaktadır. Ürün miktarındaki dalgalanmalar üretici-tüketici (arz-talep) dengesinin de bozulmasına ve özellikle dış pazardaki şirketlerle yapılan anlaşmalarda devamlılığın sağlanamamasına sebep olmaktadır. Üretim miktarının yıllar itibariyle görülen dalgalanmalar kirazın iklimsel olaylardan etkilenmesinin yanında ihracatta '0900 Ziraat' çeşidine bağlı olmamızdan da kaynaklanmaktadır.

'0900 Ziraat' kirazı Avrupa pazarlarında 'Türk Kirazı', ABD'de ise 'Zing' ismi ile bilinmektedir. 'Allahdiyen'den (Manisa-Salihli) bir seleksiyon olarak ortaya çıkmıştır. Meyvesi kalp şeklinde, parlak koyu kırmızı renkli, çok iri, çok sert ve gevrek, geççi ve taşımaya dayanıklı bir çeşittir. Açık iç meyve et rengi, ağaçlarının dikine kuvvetli büyümesi, uyuşmazlık ve dolayısıyla verim düşüklüğü gibi problemleri de vardır [13, 14, 15]. Bu yüzden ülkemizde yeni çeşit arayışı önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, dünyada ve ülkemizde geçmişten günümüze kadar yapılan kiraz ıslah programlarının hedefi ve bu ıslah programlarından geliştirilen çeşitlerden ticari öneme sahip olanlar incelenmiştir. Ayrıca ülkemizin kiraz ıslah çalışmalarındaki mevcut durumu da ele alınarak değerlendirilmiştir.

## DÜNYADA YÜRÜTÜLEN ÖNEMLİ KIRAZ ISLAH PROGRAMLARI

Modern kiraz yetiştiriciliği, farklı ülkelerde özel fidanlıklar ve kurumsal araştırma istasyonları tarafından, genel olarak 20. yüzyılda başlamıştır. Kirazda ıslah programları ise ilk olarak 1911'de Cenevre'de (New York, ABD), 1915'te Vineland'da (Ontario, Kanada) ve 1924'te Summerland'de (Britanya Kolumbiyası, Kanada) başlatılmıştır. Avrupa'da ise ilk olarak İngiltere'de 1925 yılında John Innes'de başlayan ıslah programı daha sonra diğer Avrupa ülkelerinde de başlatılmıştır [1].

Amerika'da kiraz ıslahı Oregon'daki Lewelling ailesi tarafından başlatılmıştır. İlk kez 1848'de 'Napolyon'dan 'Lambert' kirazı; 1875'te 'Republican'nin tohumlarından da 'Bing' çeşidi geliştirilmiştir. 'Bing' çeşidi günümüzde halen birçok kiraz çeşidinin geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Kurumsal olarak ilk kiraz ıslah programları 1911 yılında Cenevre'de "New York State Agricultural Experiment Station"; 1915'te Kanada'da "Horticultural Research Institute of Ontario, Vineland Station"; 1936'da Kanada Summerland'de "Agricultural Agri-Food Canada" oluşturulmuştur [8, 16]. Aşağıda dünyadaki önemli kiraz çeşit ıslah programları özet olarak verilmiştir.

### *Amerika Birleşik Devletleri (ABD)*

ABD'deki kiraz ıslah programlarının ortak amaçları, ihracat için şeker/asit dengesi iyi, iri, çok sert, koyu kırmızı ve alacalı kirazları (blush) elde etmek, olgunlaşma sezonunu genişletmek (özellikle erkencilik yönünden), kendine verimlilik ile külemeye (*Podosphaera clandestina*) dayanıklı yeni çeşitlerin elde edilmesi ve ilkbahar don zararını

azaltmak için geç çiçeklenen çeşitleri elde etmek olmuştur.

•*New York Cornell Üniversitesi*

Dünyada ilk kiraz ıslah çalışmaları 1911 yılında Cenevre’de ‘New York State Agricultural Experiment Station’da başlatılmıştır. Programın başlıca hedefi soğuk ve kurak iklim koşullarına ve çatlamaya dayanıklılık olmuştur [17]. Bu ıslah programından çatlamaya dayanıklı ‘Royalton’, ‘BlackYork’, ‘Blushing Gold’, ‘Kristin’ ve ‘Ulster’ soğuklara dayanıklı, ‘Emperor Francis’ ‘Black Gold’, ‘Whitegold’ ve ‘Hudson’ (geççi) gibi önemli kiraz çeşitleri geliştirilmiştir [18]. Bu programdan elde edilen çeşitlerin ticarileştirilmesi International Plant Management’a devredilmiş ve 2008’de ‘BlackPearl®’, ‘RadiancePearl™’, ‘EbonyPearl™’ ve ‘BurgundyPearl™’ kiraz çeşitleri piyasaya sürülmüştür [8].

•*Washington State Üniversitesi*

Washington State Üniversitesi’nde (WSU) kiraz ıslah çalışmaları 1949 yılında başlatılmıştır. Moleküler marker yöntemi (MAS) ile seleksiyon yapan ilk program olmuştur. Bu ıslah programının hedefi ABD’nin Pasifik Kuzey-Batı bölgesine uygun yüksek kaliteli, iri meyveler üretme, meyve sertliğini artırma, olgunlaşma süresini uzatma, bordo kırmızı renkli meyve elde etme ve kendine verimli çeşitler geliştirme olmuştur. Bu program 1980’lerin ortalarında ekonomik nedenlerden dolayı durmuş Oregon ve Washington’daki kiraz üreticileri ıslah programını 2000’li yılların ortalarında yeniden başlatmışlardır. Günümüzde halen devam eden bu ıslah programı kapsamında melezlemeler ile yeni çeşitleri geliştirilmekte ve seleksiyon çalışmaları ile de üstün özellikli genotipler tanımlanmaktadır [19]. Bu ıslah programından ‘Rainier’ (alacalı), ‘Chinook’, ‘Chelan’, ‘Glacier’, ‘Olympus’, ‘Index’, ‘Cashmere’, ‘Benton’, ‘Selah’ ve ‘Simcoe’ gibi önemli kiraz çeşitleri geliştirilmiştir [12].

**Kanada**

•*Summerland Pacific Agri-Food Research Centre*

Bu ıslah programı 1936 yılında British Colombiya, Summerland’da (Pacific Agri-Food Research Centre-PARC) başlatılmıştır. Kiraz ıslahında, elle tozlama melezleme teknikleri ve açık tozlamalar kullanılmış, ayrıca S-alellerinin ve kendi kendine döllenmenin belirlenmesi için moleküler markerlar kullanılmıştır. Bu programdan ilk olarak 1944 yılında ‘Van’ çeşidi elde edilmiştir. Bu tarihten itibaren Kanadalı ıslahçılar uluslararası düzeyde ün yapmış kiraz çeşitlerini ıslah etmişlerdir.

Bu ıslah programının temel hedefi erken olgunlaşan çeşitler geliştirme, çatlamaya

dayanıklılık, virüse ve soğuğa daha dayanıklı çeşitler geliştirme, kendine verimlilik, meyve iriliği, et sertliği ve kalitesini iyileştirme, çatlamaya dayanıklılık, depo ömrünü ve olgunlaşma zamanını uzatma, kompakt ağaç büyümesini sağlama ve üretim maliyetini azaltma olmuştur. Bu ıslah programından ‘Van’, ‘Lapins’, ‘Santina’, ‘Celeste’, ‘Cristalina’, ‘Sunburst’ ve ‘Stella’ (kendine verimli), ‘Sonata’, ‘Sylvia’, ‘Staccato’ ve ‘Samba’ gibi önemli kiraz çeşitleri geliştirilmiştir. Summerland’deki bu ıslah programından elde edilen çeşitler günümüzde çok sayıdaki kiraz çeşidinin kökenini oluşturmuştur [8, 9].

**Şili**

•*Politécnica Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)*

Şili’de kiraz çeşit ıslah programı INNOVA-CORFO’nun desteği ile 2007 yılında başlatılmıştır. Bu programın temel hedefi meyve iriliği, sertliği ve verimliliği artırmak ve soğuklama ihtiyacını karşılamak olmuştur. Bu program kapsamında ilk olarak 58 kiraz çeşidinin SSR markerları aracılığıyla aralarındaki akrabalıklar belirlenmiş ve germ plazma koleksiyonu oluşturulmuştur. Daha sonra bu program kapsamında 8000 adet melez bitki elde edilmiştir. Bu bitkilerden 2017 yılında 14 üstün özellikli birey bodur anaçlar üzerinde denemeye alınmıştır [20].

•*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA)-Biofrutales*

Bu ıslah programı 2010 yılında 6 kamu 7 özel şirketin girişimi ile oluşturulmuştur. Bu programın temel hedefi hasat sonrası muhafaza, kaliteli meyve üretimi, erkenci olan çeşitlerde hasat süresini uzatmak için düşük soğuklama ihtiyacına sahip çeşitler geliştirmek olmuştur. Bu programda açık tozlanma ve kontrollü melezlemeler ile 11 üstün özellikli seleksiyon ‘MaxMa 14’ anacı üzerine aşılanmıştır. Bu programdan yakın gelecekte ilk çeşidin piyasaya sürülmesi beklenmektedir [8].

•*Consortio Tecnológico de la Fruta S.A. and Pontificia Universidad Católica de Chile (‘PUC’)*

Bu ıslah programı ‘Programa de mejoramiento genético de cerezos’ (‘PMGGe’) 2010 yılında başlatılmıştır. Bu ıslah programının temel hedefi hasat sonrası muhafazayı uzatmak, yüksek kaliteli (iri, sert ve tatlı) kiraz elde etmek, Central Valley’in sıcak bölgeleri ve Şili’nin güneyindeki yağmurlu bölgelerine uygun erkenci ve geççi çeşitlerin ihracatına yönelik ticari pencereyi genişletmek olmuştur. Programda ‘Ruby’, ‘Brooks’, ‘Lapins’, ‘Early Burlat’, ‘Regina’, ‘Bing’, ve ‘Tulare’ gibi farklı çeşitler ve bazı seçilmiş Macar germ plazmaları

açık tozlanmada ve elle melezlemelerde kullanılmıştır [8].

## AVRUPA KIRAZ ISLAH ÇALIŞMALARI

Avrupa'da kiraz ıslah çalışmaları ilk olarak 1925 yılında John Innes'te (İngiltere) yapılmıştır. Avrupa ve Asya'da; Fransa, Almanya, Macaristan, İtalya, Danimarka, İngiltere, Çek Cumhuriyeti, Romanya, Estonya, Ukrayna, Türkiye, İspanya, Japonya ve Çin'de kiraz ıslah programları bulunmaktadır. Bunlar içerisinde İtalya, Macaristan ve Almanya'daki ıslah programlarından önemli çeşitler elde edilmiştir. Japonya ve Çin'deki çeşitler ise henüz dünya piyasalarında söz sahibi olamamıştır.

### İtalya

•*Bologna University, Department of Agricultural Sciences*

Bu ıslah programı 1983 yılında başlamıştır. Bu programda klasik melezleme yöntemi kullanılarak en az 15 yıl boyunca 3 aşamalı seleksiyon çalışmaları yapılmıştır. Melezlemelerde çoğunlukla 'Lapins', 'Stella' ve 'Sunburst' gibi kendine verimli çeşitler (Amerikan) ile 'Burlat', 'Giorgia' ve 'Ferrovia' gibi (Avrupa) çeşitleri kullanılmıştır. Programdan ilk aşamasında (1997) 'Star' serisi ('Sweet Early', 'Early Star', 'Blaze Star', 'Black Star', 'Grace Star', 'Lala Star') çeşitleri geliştirilmiştir [21]. Programın ikinci aşamasında ise 'Sweet' serisi ('Sweet Lorenz®PA1UNIBO', 'Sweet Lorenz®PA2UNIBO', 'Sweet Gabriel®PA3UNIBO', 'Sweet Valina®PA4UNIBO', 'Sweet Saretta®PA5UNIBO' ve 'Sweet Stephany®PA7 UNIBO') çeşitleri geliştirilmiştir. Programın temel hedefi de diğer programlara benzer olarak kendine verimlilik, hasat sezonunu uzatma (erkenci çeşitlerle), yüksek verim, meyve iriliği ve kalitesini artırma (renk, sertlik, tat) ve çatlamaya dayanıklılık olmuştur. Bu programlar kapsamında yerel çeşitlerden kendine verimli doğal mutasyonlar sonucu 'Kronio' çeşidi de elde edilmiştir [8, 22, 23].

### Macaristan

•*NARIC Fruitculture Research Institute (FRI)*

Bu programda ıslah çalışmaları 1950 yılında başlatılmıştır. Programın başlıca hedefi hasat sezonunu uzatma, taze tüketim ve endüstride kullanım için kaliteyi iyileştirme, kendine verimlilik, yaprak lekesi (Blumeriella), kök çürüklüğü (Monilinia) ve *Cytospora* spp. gibi hastalıklara dayanıklılık ve toleransı iyileştirme olmuştur [24]. Bu program kapsamında klonal ve yerel tiplerin seçimi,

yapay melezleme ve yabancı çeşitlerin tanıtımı yapılmıştır. Bu programda ilk melezlemede (1953-1972) 'Germersdorfer' çeşidi ana dişi 'Hedelfinger' ve 'Pojebrad' ve bazı seçilmiş yerel genotipler tozlayıcı olarak kullanılarak 'Margit', 'Linda', 'Katalin' ve 'Kavics' çeşitleri elde edilmiştir. İkinci melezleme programı (1972-1985) ile kendine verimli 'Alex' (1999) ve 'Vera' (2002) çeşitleri piyasaya sürülmüştür. Üçüncü melezleme programı ise (1986-2000) önceki melezlemelerin F2 neslinin yetiştirilmesini ve 'Stella' ve 'Sunburst' gibi kendi kendine verimli yabancı çeşitlerle daha fazla melezlemeyi kapsamaktadır. Dördüncü melezleme dönemi 2001'de başlamış ve halen devam etmektedir. F2 ve F3 bireyler ve 'Kordia' ve 'Regina' çeşitleri dişi bireyler olarak kullanılmış, tozlayıcı olarak 'Sweetheart', 'Sunburst', 'Axel', 'Sándor', 'Paulus' ve 'Petrus' gibi verimli çeşitler tozlayıcı olarak kullanılmış ve 8500 melez bitki elde edilmiştir [8].

### Almanya

•*Julius Kühn-Institut (JKI), Institute for Breeding Research on Fruit Crops*

Almanya'da ilk ıslah çalışmaları 1930'larda başlatılmıştır. Programın temel hedefi taşımaya uygun, erkenci, kendine verimli, dona karşı toleranslı, iri ve sert kirazlar elde etmek olmuştur. Islah çalışmanın önemli bir amacı da ıslah materyalinin genetik bakımdan çeşitliliğini artırmaktır. Bu programda ıslah materyalinin karakterizasyonu için S-allel tayini, meyve boyutu karakterizasyonu ve kiraz yaprak lekesine dayanıklılığı belirlemek için moleküler markerlar kullanılmıştır. Bu programın en başarılı çeşidi dünya çapında tanınan 'Regina' çeşidi olmuştur [8].

### Fransa

•*Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)*

Bu ıslah programı 1968 yılında başlatılmıştır. 1968-1980 yılları arasında programdan çeşit geliştirilmemiştir. 1980'lerden sonra INRA'da geliştirilen ilk çeşit 'Arcina®Fercer' (çok iri ve sert meyvelere sahip) olmuştur. Günümüzde ticarileştirilen başlıca INRA çeşitleri 'Folfer', 'Ferdouce', 'Fertille', 'Fermina', 'Ferdiva' ve 'Fertard'dır. Mevcut ıslah programının temel hedefi meyve ağırlığı ve sertlik, verimlilik, erkencilik, hasat periyodunu uzatma, kendine verimli ve yeme kalitesi iyi, meyve çatlamasına toleranslı, soğuklama ihtiyacı düşük çeşitler geliştirmek olmuştur. Bu programda genetik tabanın genişletilmesi amacıyla MAS yönetimi, elle ve açık tozlama ile kontrollü olarak uygulanmıştır [8].

### **Çek Cumhuriyeti**

•*Research and Breeding Institute of Pomology Holovously Ltd (RBIPH)*

RBIPH'daki ıslah çalışmaları 1960 yılında başlatılmıştır. Ülkede 1970'lerde mutasyon ıslahı programı da geliştirilmiştir. 1990'lı yıllarda 'Techlovan' ve 'Vanda' çeşitleri ticari olarak geliştirilen çeşitler olmuştur. Bu ıslah çalışmasının başlıca hedefi arasında hasat süresinin uzatılması, meyve kalitesini iyileştirme, hastalıklara ve çatlama dayanaklı çeşitler geliştirme ve çiçeklerin ilkbahar geç donlarına dayanıklı olması yer almıştır. Bu programda çoğunlukla elle tozlama melezleme tekniği kullanılmıştır. Son yıllarda MAS yöntemi ve eski yerel çeşitlerin kullanılması ile 'Christiana', 'Early Korvik', 'Kassandra', 'Justyna', 'Techlovan', 'Tim', 'Tamara' ve 'Vanda' çeşitleri geliştirilmiştir [8].

### **Romanya**

•*Research Institute for Fruit Growing (RIFG)*

Romanya'da ilk kiraz ıslah programı Bistrita'da 1951 yılında başlatılmış olup program 1967'de Pitesti Meyvecilik Araştırma İstasyonu'nda genişletilmiştir. Programın temel hedefi kaliteli, kendine verimli, yüksek verimli, yaprak lekesine, çiçek yanıklığına ve çatlama dayanaklı erkenci-geççi çeşitler elde etmek olmuştur. 1990 yılında bu ıslah programından, 'Colina', 'Cerna', 'Izverna', 'Ponoare' (RIFG Pitesti'de), 'Timpurii de Bistrița', 'Rosii de Bistrița', 'Rubin' ve 'Jubileu 30' (RSFG Bistrița), 'Amara' (RIFG Pitesti) ve 'Silva' (bitter kiraz) çeşitleri elde edilmiştir. Bu programda ıslah yöntemi olarak yerel genotiplerden (özellikle bitter kiraz) değerli olanların seçilmesi, elle veya arılarla yapılan yapay tozlaşma yöntemleri yeni çeşitlerin elde edilmesinde kullanılmıştır. Günümüzde bu ıslah programından geliştirilen çeşitler 'Ludovic', 'Daria', 'Bucium', 'Rubin', 'Maria', 'Severin', 'Special' ve 'Amar Galata'dır [8].

### **İspanya**

•*Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX-La Orden)*

Bu program Jerte vadisinde 2006 yılında başlatılmıştır. Bu programın temel hedefi Jerte'de yetişen yerli çeşitlerin belirli fizikokimyasal özelliklerini iyileştirmek olmuştur. Bu programdan sapsız kiraz (Picota) olarak bilinen 'Ambrunés', 'Pico Colorado', 'Pico Limón' ve 'Pico Negro' çeşitleri elde edilmiştir. Bu çeşitler ağaçtan sapsız olarak hasat edilmektedir. İngiltere ve Almanya'daki büyük marketlerdeki kirazların %6'sını Picota kirazları oluşturmaktadır [8, 9].

•*Murcia Institute of Agri-Food Research and Development (IMIDA)*

Bu kiraz ıslah programı 2006 yılında başlatılmıştır. Programın başlıca hedefi erkenci, düşük soğuklama ihtiyacı isteyen çeşitler, iri meyve, sertlik, kendine verimli, ikiz meyve oluşumu göstermeyen çeşitler geliştirmek olmuştur. Bu programda ıslah yöntemi olarak elle tozlama ve emaskülasyon teknikleri kullanılmıştır. İspanya'daki yerel çeşitlerden doğal mutasyonlar sonucu kendine verimli 'Cristobalina' çeşidi de meydana gelmiştir [8, 25, 26].

### **Ukrayna**

•*Institute of Horticulture of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (IH NAAS)*

Bu ıslah programı 1930 yılında Kiew'de oluşturulmuştur. Programın temel hedefi meyve ağırlığını ve sertliğini artırma, verimlilik, erkencilik, yeme kalitesi, ağaç gücü ve boyu, farklı iklim koşullarına adaptasyon, Monilya yanıklığına ve kiraz yaprak lekeli hastalıklarına karşı tolerans ve meyve çatlama dayanaklı çeşitler geliştirme olmuştur. Bu programda ıslah yöntemi olarak ıslahın ilk aşamalarında farklı çeşitlerin serbest tozlaşması, sonraki aşamalarda ise kontrollü olarak elle tozlama kullanılmıştır [8].

Ukrayna'da Melitopol Research Station of Horticulture'da geliştirilen en iyi çeşitler 'Valerij Chkalov', 'Melitopolska Chorna', 'Talisman', 'Dachnitsja', 'Prysadybna', 'Chervneva Rannya', 'Kazka', 'Anons', 'Krupnoplidna', 'Anshlah', 'Era', 'Prostir' ve 'Liubymytsia Turovtseva'; Artemivsk Nursery Araştırma İstasyonu'ndaki en iyi çeşitler 'Donetska', 'Annushka', 'Prekrasna', 'Otrada', 'Etyka', 'Vasylysa', 'Krasavytsia' ve 'Proshchalna Taranenko'; IH NAAS'taki en iyi çeşitler 'Nizhnist' ve 'Liubava' olmuştur. NAAS Pomoloji Enstitüsü'nde yetiştirilen en iyi kiraz çeşitleri ise 'Lehenda Mliieva' ve 'Dar Mliieva' olmuştur.

### **İngiltere**

•*East Malling Research (EMR)*

İngiltere'de kiraz yetiştiriciliği 1920'lerde başlamıştır. John Innes Enstitüsü'nde çeşit geliştirme yapılırken East Malling'de anaç ıslahı çalışmaları yapılmıştır. 1980'lerde her iki ıslah programı East Malling (EMR)'de birleşmiştir. Bu ıslah programının temel hedefi çatlama ve çürümeye karşı dayanıklı, geç olgunlaşan kirazlar elde etmek olmuştur. Programın daha sonraki hedefi kendine verimli, bakteriyel kansere (*Pseudomonas* spp.) ve kiraz siyah yaprak bitine (*Myzus cerasi*) dayanıklı kiraz çeşitleri elde etmek olmuştur. Bu programdan 'Penny' (2001)

ve 'Zoë' (2008) çeşitleri elde edilmiştir. 2010 yılında ise East Malling Cherry Group (EMCG) kurulmuştur. Bu program, sık dikim meyve bahçelerine uygun iyi kalitede kiraz çeşitleri geliştirmeyi, erkenci ve geççi çeşitler ile hasat sezonunu uzatmayı amaçlamıştır [8].

### Çin

•*Institute of Pomology (IP), Dalian Academy of Agricultural Sciences (DAAS)*

IP'nin kiraz ıslah programı 1958 yılında kiraz çeşit koleksiyonu oluşturarak başlamıştır. Bu ıslah programının temel hedefi meyve iriliğini, yeme kalitesini ve meyve sertliğini artırma ve hastalıklara dayanıklılık olmuştur. Bu programdan geliştirilen ilk çeşitler 'Jiahong', 'Hongdeng', 'Wanhongzhu', 'Juhong', 'Zaohongzhu', 'Mingzhu', 'Hongyan' ve 'Zaolu' olmuştur [8].

•*Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS)*

Bu kiraz ıslah programı 1980'lerin başında başlatılmıştır. Bu ıslah programının temel hedefi de diğer birçok programda olduğu gibi yüksek kaliteli meyve ve verim, yüksek sıcaklık ve neme dayanıklılık, sıcak ılıman iklime sahip bölgelerde toprak ve iklim koşullarına adaptasyon olmuştur. Programda melezlemeler çoğunlukla 'Black Tartarian' ve 'Napoleon' çeşitleri arasında yapılmıştır. 1996'da 'Longguan' ve 'Longbao' gibi birkaç çeşit piyasaya sürülmüş, 220'den fazla kiraz gen kaynağı toplanmıştır [8].

•*Institute of Pomology and Forestry (IPF), Beijing Academy of Agriculture and Forestry Science (BAAFS)*

IPF ve BAAFS tarafından 1997'de kurulmuştur. Bu programda moleküler marker yöntemi (MAS) ile kiraz ve anaç ıslahı üzerine çalışmalar yapılmıştır. Programın temel hedefi kendine verimli, mükemmel kalitede meyve ve verimlilik olmuştur. Ana ebeveynler olarak 'Stella' ve 'Lapins' kullanılarak 18 yılda melezleme ve açık tozlaşmalarla 10.000'den fazla melez bitki ve yaklaşık 20 seleksiyon elde edilmiştir. Programdan elde edilen çeşitler 'Caihong', 'Zaodan', 'Caixia', 'Xiangquan No.1' (kendine verimli) ve 'Xiangquan No.2' olmuştur [8].

### Japonya

•*Horticultural Experiment Station, Yamagata Integrated Agricultural Research Center*

Japonya'daki ıslah programı 1957 yılında Yamagata Agricultural Experiment Station Okitam'da başlatılmıştır. Daha sonra bu ıslah programı 1978'de Horticultural Experiment Station, Yamagata Integrated Tarımsal Araştırma Merkezi'ne transfer edilmiştir. Programın temel hedefi yüksek

kalitede, verimli, meyve et rengi beyaz, kendine verimli, erken ve geç olgunlaşan çeşitler yetiştirmek olmuştur. Son yıllarda beyaz et rengine, erkenci ve kendine verimli çeşitler elde etmek için MAS başlatılmıştır. Bu programdan piyasaya sürülen çeşitler 'Nannyo', 'Benisayaka', 'Benishuhou', 'Benikirari' ve 'Beniyutaka' olmuştur [8].

### Türkiye

•*Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü*

Türkiye'de kirazda ıslah çalışmaları, 2001 yılında Yalova'da Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde '0900 Ziraat' çeşidinin meyve kalitesini ve kendine verimsizlik özelliklerini iyileştirmek amacıyla başlatılmıştır. Bu ıslah programının temel hedefi kendine verimlilik, meyve ağırlığını ve tat kalitesini artırma ve sertlik, erkencilik, hasat süresini uzatma ve verimlilik olmuştur. Yalova'daki bu programda melezleme ve mutasyon ıslahı yolu ile yeni çeşitler elde edilmeye çalışılmıştır. Melezleme yolu ile çeşit elde etmek için ebeveyn olarak '0900 Ziraat' çeşidi ile kendine verimli olan 'Stella' ve 'Sweetheart' çeşitleri kullanılmış ve yaklaşık 600 F1 bitki elde edilmiştir. İlk seleksiyon sonucunda 7 melez tip seçilerek bunlar deneme parsellerine alınmıştır. Bunlar içerisinde kendine verimli iki tip ile 'Sweetheart', 'Verdel', 'Regina' ve 'Ferbolous' çeşitleri ile melezlemelere devam edilerek geç çiçek açan, kendine verimli, çatlamaya dayanıklı ve geççi ve meyveleri çatlamaya dayanıklı çeşitlerin elde edilmesine çalışılmıştır. İkinci çalışmada ise; mutasyon ıslahı yolu ile kendine verimli 'Burak' ve 'Aldamla' olmak üzere iki yeni çeşit elde edilmiştir [27]. '0900 Ziraat' ile 'Stella'nın karşılıklı melezlenmeleri ile elde edilen 504 melez bireyden 280 tanesi kendine verimli olarak belirlenmiştir. Bu çeşitlerden verim ve meyve kalitesi '0900 Ziraat' çeşidinden daha iyi olan 6 çeşit adayı tescil aşamasındadır [28, 29]. 2022 yılında 'Baldamla' kiraz çeşidi tescil edilmiştir [30].

•*Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eğirdir (MAREM)*

MAREM'de kirazda çeşit geliştirme ile ilgili ilk çalışmalar 1996 yılında başlatılmıştır. '0900 Ziraat' çeşidinde klon seleksiyonu yoluyla 2011 yılında 'Davraz' kiraz çeşidi geliştirilerek tescil edilmiştir [31, 32]. 2007 yılında başlatılan melezleme çalışmaları ile 'Marem K-1' ve 'Marem K-2' (geççi) çeşitleri 2023 yılında tescil edilmiştir [28].

Ayrıca Türkiye'de kiraz gen kaynaklarının tanımlanması amacıyla yapılan bazı çalışmalarla '0900 Ziraat' çeşidi ve onun tipleri olduğu düşünülen Ömerli, Uluborlu, Allahdiyen, Malatya Dalbastı,

Mustafa Kemal Paşa ve Akşehir Napolyonu arasındaki genetik ilişkiler ortaya konmuştur [33]. Ülkemizdeki bazı yerli ve yabancı kiraz çeşitlerinin genetik farklılıkları ve 40 yerli kiraz çeşidinin S-allel kombinasyonları belirlenmiştir [34]. Karadeniz Bölgesi'nde Amasya'da yetişen yerel kiraz çeşitleri pomolojik [35] ve moleküler olarak tanımlanmış [36], bazı ümitvar genotipler değerlendirmeye alınmıştır. Karadeniz Bölgesi'nde kirazın orijin merkezi olan Giresun'daki 44 kiraz genotipi moleküler olarak tanımlanmış [3, 37]; morfolojik ve pomolojik olarak tanımlanmak için ortak bir bahçede incelenmiş [38], fenolik ve antioksidan kapasiteleri de [39] değerlendirilmiştir. Doğu Anadolu'da da kiraz gen kaynakları moleküler olarak tanımlanmıştır [40]. Ülkemizde kirazda genetik materyalin çeşitlilik değerlendirmeleri kapsamında da [3, 41] çalışmalar yürütmüşlerdir.

## SONUÇ

Kiraz yetiştiriciliğine ilginin artmasıyla birlikte dünya genelinde yeni çeşitler geliştirme konusunda yoğun ıslah çalışmaları yapılmaktadır. Kiraz değişen iklim koşullarına hassas olan bir türdür. Özellikle son yıllarda dünyada ve ülkemizde de etkisini giderek hissettiğimiz küresel ısınmadan kaynaklı ekstrem hava koşulları sebebiyle kiraz yetiştiriciliği de büyük bir tehlike içerisinde. Bu sebeple son yıllarda ilkbaharda görülen aşırı sıcak ve soğuk hava çiçeklenme döneminde kiraz çiçeklerinin kurummasına yol açmakta ve meyve tutumunu olumsuz etkilemektedir. Yine hasat öncesinde görülen kuvvetli yağışlar kirazların çatlamasına sebep olmaktadır. Değişen bu iklim koşullarına adapte olabilen yeni kiraz çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik yapılacak olan ıslah çalışmaları büyük önem arz etmektedir.

Bu derlemede dünyada yürütülen önemli kiraz ıslah programları ele alınarak ülkemizin mevcut durumu değerlendirilmiştir. Sonuç olarak kiraz ıslahının oldukça zaman alıcı (12-20 yıl), maliyetli ve özel bilgi ve tecrübeye ihtiyaç duyduğu görülmektedir. Ayrıca yukarıda ülke bazında tanıtılan kiraz ıslah programlarının birçoğunda da görüldüğü gibi özel sektörün desteği de ıslah programlarının sürdürülebilir olması açısından oldukça önemli gözükmektedir. Sonuç olarak, Türkiye'nin küresel rekabette istikrar sağlayabilmesi için, iklim değişikliklerine dayanıklı, yüksek kalite ve verime sahip yeni kiraz çeşitlerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu hedef doğrultusunda, özel sektör ile kamu kurumları arasında koordinasyonun

artırılması ve bilimsel çalışmaların desteklenmesi, uluslararası pazarda daha güçlü bir konum elde edilmesine katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

1. Faust, M., Suranyi, D., 1997. Origin and dissemination of cherry. Horticultural Review, 19:263-266.
2. Davis, P.H., 1972. Flora of Turkey and Aegean Island. Vol.4. Edinburg Univ. Press., Edinburg.
3. Demir, T., Demirsoy, L., Demirsoy, H., Kaçar, Y. A., Yılmaz, M., Macit, I., 2011. Molecular characterization of sweet cherry genetic resources in Giresun, Turkey. Fruits, 66(1):53-62.
4. Kappel, F., Granger, A., Hrotkó, K., Schuster, M., 2012. Cherry. In: Badenes, M.L. and Byrne, D.H. (eds) Fruit breeding, Handbook of Plant & Breeding 8. Springer Science + Business Media, New York, pp:459-504.
5. FAO, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Agriculture Department Databases and Statistic. <http://faostat3.fao.org/download/q/qc/e>
6. TRADE MAP, 2024. Trade statistics for international business development. Monthly, quarterly and yearly trade data. Import & export values, volumes, growth rates, market shares, etc. <https://www.trademap.org/correspondingproductscompanies.aspx?nvpm=1%7c792%7c%7c%7c%7c080920%7c%7c%7c8%7c1%7c1%7c2%7c3%7c1%7c1%7c1%7c1%7c4>.
7. Bujdosó, G., Hrotkó, K., Deldmane, D., Giovannini, D., Demirsoy, H., Tao, R., Ercisli, S., Ertek, N., Malchev, S., 2020. What kind of sweet cherries do the final consumers prefer? South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment. 11(1):37-48.
8. Long, L.E., Lang, G.A., Kaiser, C. 2020. Sweet cherries (Vol.27). CABI. pp:60-94.
9. Demirsoy, H., 2015. "Kiraz Yetiştiriciliği". Hasad Yayıncılık, 158 s, İstanbul.
10. Sansavini, S., Lugli, S., 2008. Sweet cherry breeding programmes in Europe and Asia. Acta Hort. 795:167-182.
11. Lang, G.A., Ophardt, D., Olmstead, J., 1998. Sweet cherry breeding at Washington State University, Acta Hort., 468:97-104.
12. Olmstead, J., Ophardt, D., Lang, G.A., 2000. Sweet cherry breeding at Washington State University, Acta Hort., 522:103-108.
13. Engin, H., Ünal, A., 2006. (0900 Ziraat) Kiraz Çeşidinin Kış Dinlenmesi Üzerine Araştırmalar.



- Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 43(1):1-12.
- 14.Engin, H., Gökbayrak, Z., Akçal, A., Gür, E., 2010. Salihli ('0900 Ziraat') kiraz çeşidinde yapılan GA<sub>3</sub> uygulamalarının çiçek tomurcuğu oluşumu, çiçek organ taslaklarının farklılaşması ve çiçeklenmesine etkileri üzerine araştırmalar. Çanakkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Sonuç Raporu.
  - 15.Aşkın, M., Sarısu, H.C., 2020. Tohum Taslağı Yaşlanma Süreci ve Kiraz Verimsizliği Üzerine Biyolojik Çalışmalar. Meyve Bilimi, 7(2):42-47.
  - 16.Choi, C., Kappel, F., 2004. Inbreeding, coancestry, and founding clones of sweet cherries from North America. Journal of the American Society for Horticultural Science, 129:4.
  - 17.Anderson, R., Brown, K., Livermore, K.G., Terry, D.E., 1993. Royalton black sweet cherry. New York's Food and Life Sciences Bulletin, 140.
  - 18.Anderson, R., Freer, J., Choi, C., 2000. Cherries from Cornell Cherry Breeding Program, [http://nyseas.cornell.edu/hort/faculty/Anderson/c\\_herry\\_list3.html](http://nyseas.cornell.edu/hort/faculty/Anderson/c_herry_list3.html).
  - 19.Long, L.E., 2005. Key attributes of the Turkish variety '0900 Ziraat'. OSU Extension Horticulturist. International Society for Horticultural Sciences Cherry Symposium in Bursa, Turkey.
  - 20.Ayala, M., Gebauer, M., Castro, F., Zoffoli, J.P., 2019. Preliminary results of new sweet cherry (*Prunus avium*) breeding program in Chile. Acta Hort. 1235:295-302.
  - 21.Sansavini, S., Lugli, S., 2005. New sweet cultivars developed at the University of Bologna. Acta Hort. 667:45-52.
  - 22.Calabrese, F., Fenech, L., Raimondo, A., 1984. Kronio: una cultivar di ciliegio molto precoce e autocompatibile. Frutticoltura 46:27-30.
  - 23.Marchese, A., Boskovic, R.I., Caruso, T., Raimondo, A., Cutuli, M., Tobutt, K.R., 2007. A new self-compatibility haplotype in the sweet cherry 'Kronio', S59, attributable to a pollen-part mutation in the SFB gene. Journal of Experimental Botany 58:4347-4356.
  - 24.Apostol, J., 2005. New sweet cherry varieties and selections in Hungary. Acta Hort. 667:59-64.
  - 25.Wünsch, A., Hormaza, J.I., 2004. Genetic and molecular analysis in Cristobalina sweet cherry, a spontaneous self-compatible mutant. Sex Plant Reproduction. 17:203-210.
  - 26.Cachi, A.M., Wünsch, A. 2014. S-Genotyping of sweet cherry varieties from Spain and S-locus diversity in Europe. Euphytica 197:229-236.
  - 27.Baş, M., Fidancı, A., Özyiğit, S., Doğan, A., Kunter, B., 2017. Development of New Cherry Cultivars Using Different Breeding Methods. 20-23 September 2017 Bishkek, Kyrgyzstan, 52.
  - 28.Demirsoy, L. 2023. Sweet cherry growing in Turkey. IX International Cherry Symposium, 21-25 May, 2023, Beijing, China.
  - 29.Anonim, 2024-a. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/yalovabahce/menu/34/meyveler> (Erişim Tarihi: Ağustos 2024).
  - 30.Anonim, 2024-b. <https://www.tarimorman.gov.tr/bugem/ttsm/belgeler/yay%c4%b1nlar/tescil%20raporlar%c4%b1/2022/meyve%20ve%20asma%20t%c3%bcrleri/tescil%20raporu%20kestane-ceviz-ku%c5%9fburnu-muz-kiraz.pdf> (Erişim Tarihi: Eylül 2024).
  - 31.Demirtaş, İ., Sarısu, H.C., Eryılmaz, İ., Karamürsel, Ö.F., Kafkas, S., 2006. Kiraz çeşit ve tiplerinin pomolojik, moleküler ve genetik yöntemlerle karakterizasyonu. Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Proje Sonuç Raporu, 31, s:48, Isparta.
  - 32.Yıldırım, F., Demirtaş, İ., 2021. Melezleme ıslahı yoluyla elde edilen ümitvar kiraz (*Prunus avium* L.) genotiplerinin kendine verimlilik ve S-Allel genlerinin belirlenmesi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2):105-114.
  - 33.Kaçar, Y., Iezzoni, A., Çetiner, S., 2005. Sweet cherry cultivar identification by using SSR Markers. Journal of Biological, 5:616-619.
  - 34.Gulen, H., Ipek, A., Ergin, S., Akçay, E., Eris, A., 2010. Assessment of genetic relationships among 29 introduced and 49 local sweet cherry accessions in Turkey using AFLP and SSR markers. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 85(5):427-431.
  - 35.Demirsoy, L., Demirsoy, H., 2003. Characteristics of some local and standard sweet cherry cultivars grown in Turkey. J. Amer. Pom. Soc. 57(3):128-136.
  - 36.Demirsoy, L., Demir, T., Demirsoy, H., Okumuş, A., Kaçar, Y.A., 2008. Identification of some sweet cherry cultivars grown in Amasya by rapid markers. Acta Hort. 795, 147-153.
  - 37.Erdem, S.Ö., Beyhan, N., Demirsoy, L., 2013. Kirazlarda eşeyssel uyumsuzluk. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi (2):89-95.
  - 38.Köse, D., Demirsoy, H., Demirsoy, L., Macit, İ., 2017. Characterization of cherry genotypes from North Anatolia. Acta Hort. 1161, 309-314.
  - 39.Ockun, M.A., Gerçek, Y.C., Demirsoy, H., Demirsoy, L., Macit, I., Oz, G.C., 2022. Comparative evaluation of phenolic profile and

- antioxidant activity of new sweet cherry (*Prunus avium* L.) genotypes in Turkey. *Phytochemical Analysis*, 33(4):564-576.
40. Öz, M.H., Aygün, H., Soydam, S., Çukadar, K., Bakır, M., Yılmaz, F., ... Ergül, A. 2007. Doğu Anadolu erik ve kiraz gen kaynaklarının SSR'a dayalı moleküler analizi. V. Bahçe Bitkileri Kongresi, Erzurum.
41. İpek, A., Gülen, H., Akçay, M.E., İpek, M., Ergin, S., Eriş, A., 2011. Determination of self-incompatibility groups of sweet cherry genotypes from Turkey. *Genetics and Molecular Research*, 10(1):253-260.



- Abiyotik stres;** Abiyotik ve Biyotik Streslerin Cabernet-Sauvignon ve Merlot Üzüm Çeşitlerinin Bazı Çekirdek Özelliklerine Etkisi. 53(1):11-20.
- Acılık;** Antakya Koşullarında Bazı Kurutmalık Kırmızıbiber Hatlarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi. 53(2):93-105.
- Amasya;** Tokat ve Amasya İllerinden Toplanan Yerel Fasulye Genotiplerinin Morfolojik Karakterizasyonu. 53(2):117-125.
- Antepfıstığı;** Antepfıstığı Alanlarında Görülen Fusarium Solgunluk Hastalığı Etmenlerinin Tanımlanması ve Mücadelesinde Bazı Fungusitlerin Etkinliklerinin Belirlenmesi. 53(2):107-115.
- Aronya;** Yalova'da Yetişen Aronya Çeşitlerinin Fenolojik ve Morfolojik Özellikleri. 53(1):27-33.
- Asma ıslah metotları;** Asma Islahında Son Gelişmeler ve Güncel Metotlar. 53(2):127-135.
- Asma;** Asma Islahında Son Gelişmeler ve Güncel Metotlar. 53(2):127-135.
- Biber;** Tuz Stresi Uygulanan Biber Türlerinde (*Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L. ve *Capsicum chinense* Jacq.) Meyve Olgunlaşma Dönemlerinde Meydana Gelen Fizikokimyasal ve Renk Değişimleri. 53(2):71-79.
- Biyotik stres;** Abiyotik ve Biyotik Streslerin Cabernet-Sauvignon ve Merlot Üzüm Çeşitlerinin Bazı Çekirdek Özelliklerine Etkisi. 53(1):11-20.
- Boraginaceae;** Karakafesotu (*Symphytum officinale* L.) Bitkisinin Geleneksel Kullanım Alanları. 53(1):47-52.
- Botanik bahçesi;** Türkiye'de Nesli Tehlikede Olan Bazı Türlerin Korunması ve Peyzaj Değerlendirmesi. 53(1):1-9.
- Capsicum annuum;** Antakya Koşullarında Bazı Kurutmalık Kırmızıbiber Hatlarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi. 53(2):93-105.
- Çekirdek su oranı;** Abiyotik ve Biyotik Streslerin Cabernet-Sauvignon ve Merlot Üzüm Çeşitlerinin Bazı Çekirdek Özelliklerine Etkisi. 53(1):11-20.
- Çeşit geliştirme;** Dünya'da Kiraz Islah Programları ve Türkiye'nin Durumu. 53(2):137-145.
- Çiçek;** Bazı Zeytin Çeşitlerinde Hermafrodit Çiçek Oranları ve Meyve Dökümü. 53(2):53-59.
- Depolama;** Depolama Süresi ve Sıcaklığının Düşük Şekerli Turunç Kabuğu Marmelatının Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi. 53(2):61-70.
- Fasulye;** Tokat ve Amasya İllerinden Toplanan Yerel Fasulye Genotiplerinin Morfolojik Karakterizasyonu. 53(2):117-125.
- Fenoloji;** Super Slender Axe (SSA) Terbiye Sisteminin M×M14 ve Gisela 6 Anaçları Üzerindeki Performansı. 53(1):21-26.
- Fenoloji;** Yalova'da Yetişen Aronya Çeşitlerinin Fenolojik ve Morfolojik Özellikleri. 53(1):27-33.
- Fizikokimyasal özellikler;** Tuz Stresi Uygulanan Biber Türlerinde (*Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L. ve *Capsicum chinense* Jacq.) Meyve Olgunlaşma Dönemlerinde Meydana Gelen Fizikokimyasal ve Renk Değişimleri. 53(2):71-79.
- Fungisit;** Antepfıstığı Alanlarında Görülen Fusarium Solgunluk Hastalığı Etmenlerinin Tanımlanması ve Mücadelesinde Bazı Fungusitlerin Etkinliklerinin Belirlenmesi. 53(2):107-115.
- Fusarium solgunluk hastalığı;** Antepfıstığı Alanlarında Görülen Fusarium Solgunluk Hastalığı Etmenlerinin Tanımlanması ve Mücadelesinde Bazı Fungusitlerin Etkinliklerinin Belirlenmesi. 53(2):107-115.
- Geleneksel kullanım;** Karakafesotu (*Symphytum officinale* L.) Bitkisinin Geleneksel Kullanım Alanları. 53(1):47-52.
- Genetik kaynak;** Tokat ve Amasya İllerinden Toplanan Yerel Fasulye Genotiplerinin Morfolojik Karakterizasyonu. 53(2):117-125.
- Genomik seleksiyon;** Asma Islahında Son Gelişmeler ve Güncel Metotlar. 53(2):127-135.
- Hasat;** 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Uygulamasının 'Çağataybey' ve 'Karacabey' Kayısı Çeşitlerinin Modifiye Atmosferde Muhafazasına Etkileri. 53(2):81-92.
- Işık spektrumu;** Bazı Tarımsal Ürünlerde LED Aydınlatma Kullanımı. 53(1):35-46.
- in vitro;** Antepfıstığı Alanlarında Görülen Fusarium Solgunluk Hastalığı Etmenlerinin Tanımlanması ve Mücadelesinde Bazı Fungusitlerin Etkinliklerinin Belirlenmesi. 53(2):107-115.
- Kalite;** 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Uygulamasının 'Çağataybey' ve 'Karacabey' Kayısı Çeşitlerinin Modifiye Atmosferde Muhafazasına Etkileri. 53(2):81-92.
- Kalite;** Dünya'da Kiraz Islah Programları ve Türkiye'nin Durumu. 53(2):137-145.
- Karakafesotu;** Karakafesotu (*Symphytum officinale* L.) Bitkisinin Geleneksel Kullanım Alanları. 53(1):47-52.
- Karakterizasyon;** Tokat ve Amasya İllerinden Toplanan Yerel Fasulye Genotiplerinin Morfolojik Karakterizasyonu. 53(2):117-125.
- Koruma;** Türkiye'de Nesli Tehlikede Olan Bazı Türlerin Korunması ve Peyzaj Değerlendirmesi. 53(1):1-9.
- LED;** Bazı Tarımsal Ürünlerde LED Aydınlatma Kullanımı. 53(1):35-46.
- Markör destekli seleksiyon;** Asma Islahında Son Gelişmeler ve Güncel Metotlar. 53(2):127-135.
- Marmelat;** Depolama Süresi ve Sıcaklığının Düşük Şekerli Turunç Kabuğu Marmelatının Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi. 53(2):61-70.
- Meyve dökümü;** Bazı Zeytin Çeşitlerinde Hermafrodit Çiçek Oranları ve Meyve Dökümü. 53(2):53-59.
- Meyve kalitesi;** Super Slender Axe (SSA) Terbiye Sisteminin M×M14 ve Gisela 6 Anaçları Üzerindeki Performansı. 53(1):21-26.
- Meyve tutumu;** Bazı Zeytin Çeşitlerinde Hermafrodit Çiçek Oranları ve Meyve Dökümü. 53(2):53-59.
- Meyve verimi;** Super Slender Axe (SSA) Terbiye Sisteminin M×M14 ve Gisela 6 Anaçları Üzerindeki Performansı. 53(1):21-26.
- Morfoloji;** Yalova'da Yetişen Aronya Çeşitlerinin Fenolojik ve Morfolojik Özellikleri. 53(1):27-33.
- Olgunluk dönemi;** Tuz Stresi Uygulanan Biber Türlerinde (*Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L. ve *Capsicum chinense* Jacq.) Meyve Olgunlaşma Dönemlerinde Meydana Gelen Fizikokimyasal ve Renk Değişimleri. 53(2):71-79.
- Olgunluk;** 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Uygulamasının 'Çağataybey' ve 'Karacabey' Kayısı Çeşitlerinin Modifiye Atmosferde Muhafazasına Etkileri. 53(2):81-92.
- Peyzaj;** Türkiye'de Nesli Tehlikede Olan Bazı Türlerin Korunması ve Peyzaj Değerlendirmesi. 53(1):1-9.
- Prunus avium L.;** Dünya'da Kiraz Islah Programları ve Türkiye'nin Durumu. 53(2):137-145.
- Prunus avium L.;** Super Slender Axe (SSA) Terbiye Sisteminin M×M14 ve Gisela 6 Anaçları Üzerindeki Performansı. 53(1):21-26.
- QTL (kantitatif karakter lokus);** Asma Islahında Son Gelişmeler ve Güncel Metotlar. 53(2):127-135.
- Rebaudioside A;** Depolama Süresi ve Sıcaklığının Düşük Şekerli Turunç Kabuğu Marmelatının Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi. 53(2):61-70.
- Seleksiyon;** Antakya Koşullarında Bazı Kurutmalık Kırmızıbiber Hatlarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi. 53(2):93-105.
- Sogukta muhafaza;** 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Uygulamasının 'Çağataybey' ve 'Karacabey' Kayısı Çeşitlerinin Modifiye Atmosferde Muhafazasına Etkileri. 53(2):81-92.
- Steviol glikozit;** Depolama Süresi ve Sıcaklığının Düşük Şekerli Turunç Kabuğu Marmelatının Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi. 53(2):61-70.
- Symphytum officinale;** Karakafesotu (*Symphytum officinale* L.) Bitkisinin Geleneksel Kullanım Alanları. 53(1):47-52.
- Tarımsal üretim;** Bazı Tarımsal Ürünlerde LED Aydınlatma Kullanımı. 53(1):35-46.
- Tehlike altındaki türler;** Türkiye'de Nesli Tehlikede Olan Bazı Türlerin Korunması ve Peyzaj Değerlendirmesi. 53(1):1-9.
- Tokat;** Tokat ve Amasya İllerinden Toplanan Yerel Fasulye Genotiplerinin Morfolojik Karakterizasyonu. 53(2):117-125.
- Toz ve pul kırmızı biber;** Antakya Koşullarında Bazı Kurutmalık Kırmızıbiber Hatlarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi. 53(2):93-105.
- Tozlama;** Bazı Zeytin Çeşitlerinde Hermafrodit Çiçek Oranları ve Meyve Dökümü. 53(2):53-59.
- Turunç kabuğu;** Depolama Süresi ve Sıcaklığının Düşük Şekerli Turunç Kabuğu Marmelatının Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi. 53(2):61-70.
- Tuz stresi;** Tuz Stresi Uygulanan Biber Türlerinde (*Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L. ve *Capsicum chinense* Jacq.) Meyve Olgunlaşma Dönemlerinde Meydana Gelen Fizikokimyasal ve Renk Değişimleri. 53(2):71-79.
- Üretim;** Dünya'da Kiraz Islah Programları ve Türkiye'nin Durumu. 53(2):137-145.

- Üzüm çekirdeği;** Abiyotik ve Biyotik Streslerin Cabernet-Sauvignon ve Merlot Üzüm Çeşitlerinin Bazı Çekirdek Özelliklerine Etkisi. 53(1):11-20.
- Üzüksü meyve;** Yalova'da Yetişen Aronya Çeşitlerinin Fenolojik ve Morfolojik Özellikleri. 53(1):27-33.
- Verim;** Dünya'da Kiraz Islah Programları ve Türkiye'nin Durumu. 53(2):137-145.
- Verim;** Yalova'da Yetişen Aronya Çeşitlerinin Fenolojik ve Morfolojik Özellikleri. 53(1):27-33.
- Vitis vinifera L.;** Abiyotik ve Biyotik Streslerin Cabernet-Sauvignon ve Merlot Üzüm Çeşitlerinin Bazı Çekirdek Özelliklerine Etkisi. 53(1):11-20.
- Yapay aydınlatma;** Bazı Tarımsal Ürünlerde LED Aydınlatma Kullanımı. 53(1):35-46.
- Yetiştiricilik;** Super Slender Axe (SSA) Terbiye Sisteminin M×M14 ve Gisela 6 Anaçları Üzerindeki Performansı. 53(1):21-26.
- Zeytin;** Bazı Zeytin Çeşitlerinde Hermafrodit Çiçek Oranları ve Meyve Dökümü. 53(2):53-59.

## 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.

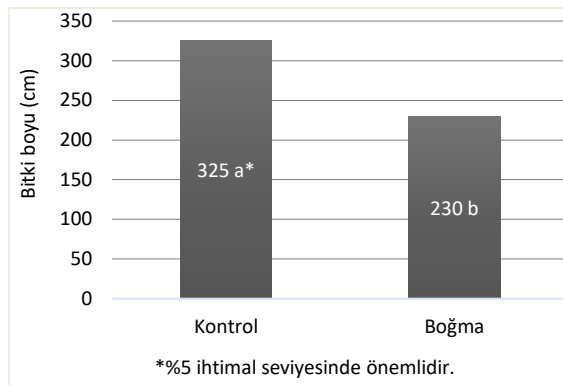
**Şekiller ve Çizelgeler:** Makalede yer alan şekil, grafik, fotoğraf vb. "şekil"; sayısal değerler ise "çizelge" olarak belirtilmeli ve metin içinde atıfta bulunulmalıdır. Açıklama yazıları şekillerin altında, çizelgelerin üstünde verilmelidir. Ayrıca çizelge ve şekil içerisinde kullanılan ifadelerin İngilizce karşılıkları da yazılmalıdır. 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 <sup>-1</sup> )	Tanen (mg.l <sup>-1</sup> )	Pektin (mg.100g <sup>-1</sup> )	Toplam şeker (mg.100g <sup>-1</sup> )
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<sup>-1</sup>).

**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 faydalanılan 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 faydalanılmayan kaynaklar bu bölümde gösterilmez.

Kaynak verilmesine ait bazı örnekler aşağıda gösterilmiştir.



**Kitap:**

1. Özbek, N., 1969. Deneme tekniği (I. Sera denemesi, tekniği ve metotları). *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 406. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara. 346s.*
2. 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 turuncgil 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.*

**Sürelili 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](http://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 <sup>-1</sup> )	Tannin (mg.l <sup>-1</sup> )	Pectin (mg.100g <sup>-1</sup> )	Total sugar (mg.100g <sup>-1</sup> )
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

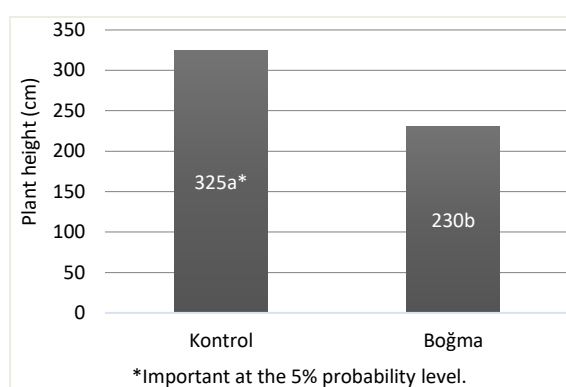


Figure 1. The effect of strangulation on plant height (cm)

**Units:** SI (Système International d'Units) measurement units will be used in the articles. Units should be given as "mg.l<sup>-1</sup>" 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).*