



**T.C.**  
**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**‘0900 ZİRAAT’ KİRAZ ÇEŞİDİNDE HASAT  
SONRASI METİL JASMONAT  
UYGULAMASININ MUHAFAZA SÜRECİNDE  
KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

**Fadime GENÇ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı**

**Haziran-2022**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

**FADİME GENÇ** tarafından hazırlanan ““0900 Ziraat’ Kiraz Çeşidinde Metil Jasmonat Uygulamasının Muhafaza Süresince Kalite Özelliklerine Etkileri”” adlı tez çalışması 30/06/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’ nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR

.....

#### Danışman

Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR

.....

#### Üye

Doç. Dr. İhsan CANAN

.....

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Şeyma ARIKAN

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Sait GEZGİN

FBE Müdürü

Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 21201067 nolu proje ile desteklenmiştir.

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Fadime GENÇ

Tarih: 30.06.2022

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### **‘0900 ZİRAAT’ KIRAZ ÇEŞİDİNDE HASAT SONRASI METİL JASMONAT UYGULAMASININ MUHAFAZA SÜRECİNDE KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

**Fadime GENÇ**

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR**

**2022, 64 Sayfa**

**Jüri**

**Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR**

**Doç. Dr. İhsan CANAN**

**Dr. Öğr. Üyesi Şeyma ARIKAN**

Metil jasmonat (MeJA) bitkiler aleminde geniş dağılıma sahip linolenik asitten üretilmiş siklopentanon bazlı bir bileşik olarak bilinmektedir. Yaş meyve ve sebzelerde MeJA'nın hasat sonrası uygulamaları antosiyaninler, flavonoidler, fenolik asitler ve diğer antioksidan moleküller gibi ikincil metabolitlerin üretimini arttırmakta, ayrıca meyve kalite özellikleri korunarak muhafaza süresini uzatmaktadır. MeJA içsel hormon olarak bilinmekle birlikte dışsal uygulama olarak hem gaz hem de sıvı formda kullanılabilir. Kirazlar dünyanın ılıman bölgelerinde yetiştirilen klimakterik olmayan bir meyve türüdür. Hasattan sonra çabuk bozulabilir özelliğe sahip olan kiraz meyveleri ve çeşitli fizyolojik ve mikrobiyal bozukluklara karşı da hassastır. Ayrıca depolama ve pazarlama süresince su kaybına bağlı olarak buruşma, yumuşama, renk değişimleri ve sap kısmındaki kuruma ve kararma sonucu meydana gelen kalite kayıpları tüketici tercihlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle kirazların kalite özellikleri korunarak raf ömrü ve piyasa değerinin artırılması amacıyla çeşitli hasat sonrası uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada Konya-Hadim'den ticari olum aşamasında hasat edilen ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde hasat sonrasında 0.5  $\mu$ M MeJA, 1  $\mu$ M MeJA ve 2  $\mu$ M MeJA uygulamalarının etkileri incelenmiştir. Uygulama yapılan kiraz meyveleri 35 gün süreyle soğukta (1 °C, %85-90 oransal nem) muhafaza edilirken, raf ömrü çalışmaları için soğuk depodan çıkartılan meyveler 2 gün oda koşullarında (21±1 °C, %65 oransal nem) bekletilmiştir. Depolama süresince 7 gün aralıklarla depodan çıkartılan örneklerde, fiziksel ve biyokimyasal özellikler analiz edilmiştir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, MeJA uygulamasını hem soğukta depolama hem de raf ömrü koşullarında kontrol meyvelerine kıyasla meyve kalite özelliklerini korumada etkili olduğu belirlenmiştir. Ağırlık kaybının azalması, meyve eti sertliği, meyve kabuk rengi, SÇKM, toplam antioksidan aktivite ve fenolik madde miktarı değerlerindeki azalışın geciktirilmesinde olumlu etkiler gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca görsel kalitenin, titre edilebilir asitlik değerlerindeki değişimlerin yavaşlatılmasında etkili olduğu görülmüştür. Sonuç olarak uygulamaların meyve kalitesine etkisi kalite özelliklerine göre farklılık gösterirken en etkili uygulama 2  $\mu$ M MeJA olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hasat sonrası, kalite, kiraz, metil jasmonat, muhafaza

## **ABSTRACT**

## **MS THESIS**

# **POST HARVEST EFFECTS OF METHYL JASMONATE ON THE QUALITY FEATURES OF SWEET CHERRY cv. '0900 ZİRAAT' DURING STORAGE**

**Fadime GENÇ**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
SELÇUK UNIVERSITY THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN  
HORTICULTURE**

**Advisor: Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR**

**2022, 64 Pages**

**Jury**

**Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR**

**Assoc. Prof. Dr. İhsan CANAN**

**Asst. Prof. Dr. Şeyma ARIKAN**

Methyl jasmonate (MeJA), a cyclopentanone based compound, is emerged from linolenic acid found widely in plants. Postharvest treatment of MeJA induces the production of secondary metabolites such as anthocyanins, flavonoids, phenolic acids and other antioxidant molecules, thereby extending the postharvest life of the fruits by maintaining their quality. MeJA can be exogenously applied as both gaseous and liquid forms while it has been well-known as indigenous hormone. Sweet cherries are non-climacteric fruits cultivated in temperate climate zone over the world. With a necessarily perishable aptitude, the sweet cherries are sensitive to various physiological and microbiological defects. Besides, disorders resulting from shriveling due water loss, softening, discoloration and drying or browning at stalk adversely affect the consumer's choice. Therefore, certain postharvest treatments are necessary to maintain quality features and market price of the sweet cherry fruit. In this study, effects of 0.5  $\mu$ M MeJA, 1  $\mu$ M MeJA ve 2  $\mu$ M MeJA applications on '0900 Ziraat' cherry variety harvested from Konya-Hadim at the commercial maturity stage were studied. The treated fruits were kept at the cold room (1 °C, 85-90% relative humidity) for 35 days. For shelf life, the fruits were removed from the cold storage to the room conditions of 21±1 °C, 65% relative humidity for 2 days. Physical and biochemical properties were analyzed in the fruits that were sampled from the storage at 7 day intervals during the storage period.

As a result of the evaluations, it was determined that MeJA application was effective in preserving fruit quality characteristics compared to control fruits in both cold storage and shelf life conditions. It has been determined that it has positive effects on reducing weight loss, fruit flesh firmness, fruit skin color, TSS, total antioxidant activity and delaying the decrease in phenolic substance content. In addition, visual quality was found to be effective in slowing down the changes in titratable acidity values. As a result, while the effect of applications on fruit quality differs according to quality characteristics, the most effective application was determined as 2  $\mu$ M MeJA.

**Keywords:** Cherry, methyl jasmonate, postharvest, preservation, quality

## TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi ve çalışmanın yürütülmesinde hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen, kendi bilgi ve birikimiyle her zaman yanımda olup, tezimi titizlik ve sabırla yürütmemi sağlayan tez danışmanım Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR'a, maddi ve manevi yardımlarını hiç esirgemeyen Prof. Dr. Ali SABİR'a teşekkür ederim. Tez çalışmam süresince her aşamasında yanımda olan yardımlarını hiç esirgemeyen Dr. Sevil ÖZÇELİK ÜNAL'a, ayrıca tez aşamasında yardımlarından dolayı Zir. Yük. Müh. Merve TAYTAK BULDUK'a, Zir. Yük. Müh. Esra MOHAMMED'e, Zir. Müh. Fatma Zehra ÇİL'e, Zir. Müh. Meryem ÇAVDARCI'ya, Zir. Yük. Müh. Deniz METİN'e teşekkür ederim.

Hayatımın her noktasında her zaman yanımda olduğu gibi, yüksek lisansına başlamamda ve bitirmemde de hep yanımda olan babam İbrahim GENÇ'e, annem Ruziye GENÇ'e, ablam Esin ÇİÇEK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Tez projemin desteklenmesinde maddi kaynak sağlayan Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Koordinatörlüğüne teşekkür ederim.

Fadime GENÇ  
KONYA-2022

## İÇİNDEKİLER

|                                                        |      |
|--------------------------------------------------------|------|
| ÖZET .....                                             | iv   |
| ABSTRACT.....                                          | v    |
| TEŞEKKÜR .....                                         | vi   |
| İÇİNDEKİLER.....                                       | vii  |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                           | viii |
| 1. GİRİŞ.....                                          | 1    |
| 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....                            | 5    |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....                             | 16   |
| 3.1. Materyal.....                                     | 16   |
| 3.2. Yöntem.....                                       | 16   |
| 3.3. Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....               | 17   |
| 3.3.1. Ağırlık kaybı.....                              | 17   |
| 3.3.2. Meyve kabuk rengi .....                         | 17   |
| 3.3.3. Meyve eti sertliği .....                        | 18   |
| 3.3.4. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM)..... | 18   |
| 3.3.5. Titre edilebilir asitlik miktarı (TEA) .....    | 19   |
| 3.3.6. Görsel kalite .....                             | 19   |
| 3.3.6.1. Görünüm .....                                 | 19   |
| 3.3.6.2. Meyve sap rengi.....                          | 20   |
| 3.3.8 Toplam fenolik madde miktarı .....               | 20   |
| 3.3.9. Toplam antioksidan aktivite miktarı (TAA) ..... | 21   |
| 3.4. İstatistik Analiz .....                           | 21   |
| 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....                | 22   |
| 4.1. Ağırlık Kaybı .....                               | 22   |
| 4.2. Meyve Kabuk Rengi .....                           | 24   |
| 4.2.1. L* (parlaklık) değeri .....                     | 24   |
| 4.2.2. C* (kroma) değeri.....                          | 25   |
| 4.2.3. Hue açısı (h°) değeri.....                      | 27   |
| 4.3. Meyve Eti Sertliği.....                           | 29   |
| 4.4. Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) .....  | 32   |
| 4.5. Titre Edilebilir Asit Miktarı (TEA) .....         | 34   |
| 4.6. Görsel Kalite .....                               | 36   |
| 4.6.1. Genel görünüm .....                             | 36   |
| 4.6.2. Sap görünüm .....                               | 38   |
| 4.7. Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFM).....           | 41   |
| 4.8. Toplam Antioksidan Aktivite (TAA) .....           | 43   |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....                          | 46   |
| 5.1 Sonuçlar .....                                     | 46   |
| 5.2 Öneriler .....                                     | 48   |
| KAYNAKLAR .....                                        | 49   |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

|      |                |
|------|----------------|
| %    | :Yüzde         |
| °C   | :Santigrad     |
| ±    | :Artı eksi     |
| G    | :Gram          |
| L    | :Litre         |
| N    | :Newton        |
| ml   | :Mililitre     |
| Mg   | :Miligram      |
| µL   | :Mikro litre   |
| Nm   | :Nanometre     |
| L*   | :Parlaklık     |
| h°   | :Hue açısı     |
| C*   | :Chroma değeri |
| µmol | :Mikromol      |

### Kısaltmalar

|      |                              |
|------|------------------------------|
| SÇKM | :Suda Çözünebilir Kuru Madde |
| TEA  | :Titre Edilebilir Asit       |
| MAP  | :Modifiye Atmosfer Paketleme |
| PPO  | :Polifenol Oksidaz           |
| MEJA | :Metil Jasmonat              |
| GABA | : γ-aminobütirik asit        |
| MeSA | : Metil Salisilat            |
| VOC  | :Uçucu Organik Bileşikler    |
| MAP  | :Modifiye Atmosfer Paketleme |
| JA   | :Jasmonik Asit               |



## 1. GİRİŞ

Kiraz (*Pururus avium* L.) *Rosaceae* familyasının *Prunus* cinsine ait sert çekirdekli bir meyve türüdür. Anavatanı Güney Kafkasya, Hazar Denizi ve Kuzeydoğu Anadolu arasında kalan bir bölge olarak bilinmektedir. Bu gen merkezlerinden doğu ve batıya yayılım göstererek dünya üzerinde geniş bir alana yayılmıştır (Çelik ve Sarıaltın, 2019). Kiraz meyvesinin kabuk rengi, sertliği ve boyutu tüketici tercihlerini doğrudan etkilemektedir (Sloulin, 1990).

Kiraz dünyada geniş bir yayılım göstermekte olup ülkemiz de ticari olarak yetiştiricilikte ilk sıralarda yer almaktadır. 2022 yılı verilerine göre Türkiye'nin dünya kiraz üretiminde yaklaşık %25'lik bir payı olduğu bilinmektedir. Ülkemizde ise toplam kiraz üretimi 689.834 tona yükselmiştir (Anonim, 2021a). Kiraz üretiminde ABD, Şili, Özbekistan ve İran da önemli ülkeler arasında bulunmaktadır (Çizelge 1.1).

**Çizelge 1.1** Ülkelere göre 2021 yılı kiraz üretim değerleri (ton)

| Ülke                | Üretim Değerleri |
|---------------------|------------------|
| <b>Türkiye</b>      | 724.944          |
| <b>ABD</b>          | 294.900          |
| <b>Şili</b>         | 255.471          |
| <b>Özbekistan</b>   | 185.068          |
| <b>İran</b>         | 164.080          |
| <b>Dünya Toplam</b> | 1.624.423        |

Kiraz üretim alanları ve üretim miktarlarında son yıllarda önemli artışlar meydana gelmiştir (Çizelge 1.2). 2019 yılında 840.866 hektar alanda 664.224 ton, 2020 yılında bu değerler 834.474 hektar alanda 724.944 ton elde edilirken 2021 yılında ise 827.294 hektar alanda 689.834 tona düşmüştür (Anonim, 2021b).

**Çizelge 1.2** Türkiye 2016-2020 yılları kiraz üretim alan ve miktarları

| Yıl  | Üretim Alanı (dekar) | Üretim Miktarı (ton) |
|------|----------------------|----------------------|
| 2017 | 847.461              | 627.132              |
| 2018 | 854.009              | 639.564              |
| 2019 | 840.866              | 664.224              |
| 2020 | 834.474              | 724.944              |
| 2021 | 827.294              | 689.834              |

Kiraz üretimi ülkemizde her geçen gün artan bir potansiyele sahip bir meyve türü olup ticari boyutuna bakıldığında 2021 TÜİK verilerine göre İzmir, Bursa, Konya, Afyonkarahisar, Isparta, Manisa ve Çanakkale illerinde yoğun olarak üretimi yapılmaktadır (Çizelge 1.3) (Anonim, 2021d).

**Çizelge 1.3.** Ülkemizde üretilen kiraz miktarları (ton)

| İl                    | Üretim Miktarı |
|-----------------------|----------------|
| <b>İzmir</b>          | 87.667         |
| <b>Bursa</b>          | 52.971         |
| <b>Konya</b>          | 51.942         |
| <b>Afyonkarahisar</b> | 50.793         |
| <b>Isparta</b>        | 50.281         |
| <b>Manisa</b>         | 49.343         |
| <b>Çanakkale</b>      | 29.830         |

Bir marka haline gelen ‘0900 Ziraat’ çeşidi ‘Türk Kirazı’ olarak da dünya pazarında ismini duyurmuş, ihracat potansiyeli yüksek çeşit olarak bilinmektedir (Demircan ve Hatırlı, 2003). 2019-2020 yılı verilerine göre Türkiye 89.327 ton kiraz ihracat miktarıyla dünyanın en önemli ihracatçı ülkeleri arasında dördüncü sırada yer almaktadır. Ülkemizin ihracattaki payı ise %10,4 olarak bilinmektedir (Çizelge 1.4) (Anonim, 2021c).

**Çizelge 1.4.** Ülkelere illere göre üretilen kiraz miktarları (ton)

| Ülke             | İhracat Oranı (%) |
|------------------|-------------------|
| <b>Şili</b>      | 33.5              |
| <b>Hong Kong</b> | 21.6              |
| <b>ABD</b>       | 10.5              |
| <b>Türkiye</b>   | 10.4              |
| <b>İspanya</b>   | 3.4               |
| <b>Diğer</b>     | 20.5              |

Kiraz hasattan sonra çabuk bozulabilen bir ürün olup, oldukça kısa bir raf ömrüne sahiptir. Depolama sırasında çeşitli fizyolojik ve mikrobiyolojik bozukluklara karşı hassas olması nedeniyle hasattan sonra büyük kayıplar meydana gelmektedir. Depolama sıcaklığının kontrol edilmesi depolama sırasında meyve kalitesinin korunması açısından oldukça önemlidir. Kirazların depolanması ve taşınmasında tavsiye

edilen sıcaklık 0 °C iken, hasat ve pazara hazırlama işlemlerinde 10 ile 20 °C arasındaki sıcaklık mekanik zararlanmanın azaltılmasında oldukça önemlidir. Depo içi oransal nemin meyve ve meyve sapında meydana gelecek su kayıplarını önlemesi açısından %90-95 seviyesinde tutulması önerilmektedir (Mir ve ark., 2018). Raf ömrünü uzatmak, piyasa değerini artırmak ve kalite özelliklerini korumak için hasat sonrası kiraz meyvelerine çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Yapılan uygulamalar arasında kiraz meyvelerinin yanı sıra pazar ürünleri için de çeşitli muhafaza yöntemleri bulunmaktadır.

Metil jasmonat (MeJA) bitki büyümesini düzenlemek, ikincil metabolitlerin sentezini aktive etmek, çürümeyi en aza indirmek ve muhafaza kalitesini artırmak için kullanılmaktadır. Hasat sonrası uygulanan MeJA'nın bahçe bitkileri ürünlerinde depolama süresince zararlanmalara bağlı olarak artan stresi azalttığı bilinmektedir. Artan bu stres üşüme zararı, mekanik zarar ve tuz stresi gibi durumlarda ortaya çıkmaktadır (Peña-Cortés ve ark., 2004; Sayyari ve ark., 2011).

MeJA'nın ortaya çıkmasında birçok üründe ikincil metabolitlerin üretilmesi araştırılıp doğrulanmış olsa da MeJA sinyal iletim yolu kısmen bilinmektedir. Bununla birlikte bitkilerde biyotik ve abiyotik stres birçok yönden araştırılmaktadır. MeJA'nın membranlarda sinyalleşme yolunu aktive eden çekirdekler spesifik reseptörlerle etkileşime girmektedir. Bunun sonucunda MeJA tarafından düzenlenen genlerin aktivasyonu transkripsiyon faktörlerini uyarmasıyla sonuçlanmaktadır. Spesifik MeJA aktivitesi hakkında bilgi eksikliğinden dolayı reseptörlerin çalışması daha zor hale gelmektedir. Bu nedenle sinyal transdüksiyon yolu mutantların analizi ile keşfedilmiştir (Wasternack, 2007; Wasternack ve Hause, 2013).

Son yıllarda sürdürülebilirlik ve gıda güvenliği gereksinimi açısından farklı pazarlar için önemli değişikliklere neden olduğu görülmüştür. Bunun sonucunda pestisit kullanımını sınırlayan ticari engeller ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu sebeple inorganik pestisitlerin kullanımını azaltmaya başlanıp bunların yerine organik formlar tercih edilmiştir. Doğal bir bileşik olan MeJA'nın hasat sonrası uygulamalarda herhangi bir kısıtlaması olmadığı için birçok meyve ve sebze türünde hasat sonrası muhafaza ömrünü uzatmak amacıyla çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. MeJA'nın farklı meyve türlerinde bulunan sekonder metabolitlerin içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu için abiyotik streslere ve hasat sonrası bozulmalara karşı doğal savunma mekanizmasının geliştirilmesinde önemli etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Reyes-Díaz ve ark., 2016).

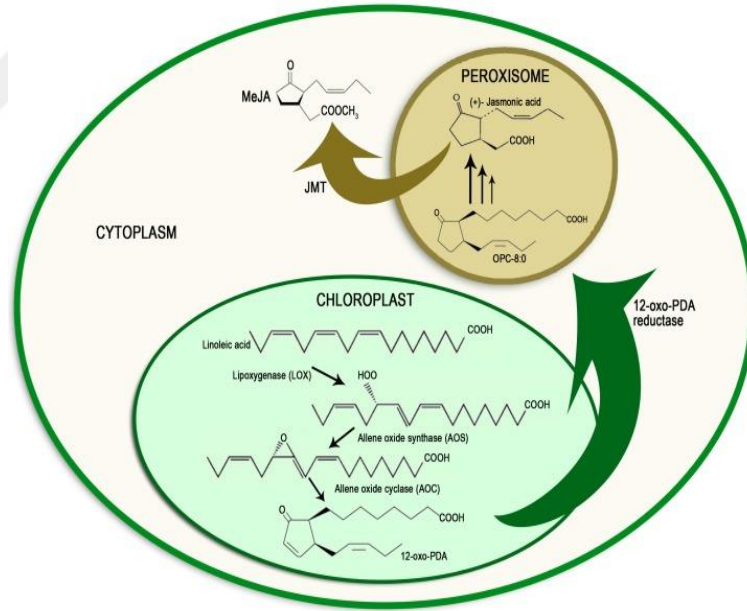
Jasmonatlar ve türleri insan sağlığı üzerinde hem dolaylı hem de doğrudan etkiler göstermektedir. Hasat öncesi ve hasat sonrasında uygulanan MeJA'nın bazı bitki türlerinde insan sağlığına faydası olan doğal ürünlerin sentezini teşvik ettiği ve bunun sonucunda sağlığa faydalı olduğu düşünülmektedir.

Kiraz klimakterik olmayan bir meyve türü olarak hasat sonrası yüksek solunum oranları nedeniyle meyve kabuk rengini ve sertliğini hızla kaybetmektedir. Bazı farklı görüşler olmasına rağmen (Remón ve ark., 2003), çeşitli araştırmacılar (Esti ve ark., 2002; Shafiq ve ark., 2013), kabuk rengi ve sertliğindeki bu kayıpların meyvelerdeki fenolikler, antioksidanlar, antosiyaninler ve pektinler ile ilişkili olduğunu düşünmektedir (Crisosto ve ark., 2002). Bu özellikler büyüme dönemi, toprak ve ekolojik koşullar, bitki besin maddeleri, üretim türü (organik ve inorganik), hasat zamanı ve diğer kültürel uygulamalara göre değişkenlik göstermektedir (Measham, 2011). Diğer araştırmacılar ise meyvelerin fiziksel, mekanik ve biyokimyasal özellikleri üzerinde büyüme düzenleyicilerinde doğrudan etkili olduğunu söylemektedir (Zhang ve Whiting, 2011; Shafiq ve ark., 2013). Bu nedenle kirazların kalite ve biyokimyasal özelliklerini korumak, raf ömrünü uzatmak ve piyasa değerini artırmak için çeşitli uygulamalar geliştirilmiştir.

Bu çalışmada '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde hasat sonrası farklı dozlarda (0.5 Mm, 1  $\mu$ M ve 2  $\mu$ M) MeJA uygulamasının soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince kalite özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Metil jasmonat (MeJA) bitkiler aleminde geniş dağılıma sahip linolenik asitten (LA) üretilmiş siklopentan bazlı bir bileşik olarak bilinmektedir. Siklopentan asetik asitin yasemin çiçeğinden (*Jasminum grandiflorum* L.) ekstra edilen metil jasmonat [3-oxo-2-(2-pentenyl)] bir karbonil grubu (keton) ve bir metil ester grubundan oluşmaktadır. MeJA'nın biyosentezi linolenik asitin 13-hidroperoksilenolenik aside dönüştüren lipoksijenaz (LOX) membranlarında bulunan doymamış yağ asitlerinin enzimatik oksidasyonu ile kloroplastta başlamaktadır. Reaksiyonları katalize eden enzimler allen oksit sentaz ve allen oksit siklazdır. MeJA sitoplazmada jasmonik asitin metil transferazların katalize ettiği reaksiyonlarla üretilmektedir. Bitkilerde MeJA doku tipine, fenolojik evreye ve dış uyaranlara bağlı olarak değiştiği ileri sürülmektedir. En yüksek MeJA seviyesi üreme dokularında ve çiçeklerde olduğu ifade edilirken, olgun yapraklarda ve köklerde ise daha düşük seviyelerde bulunmaktadır. Uçucu yapısı nedeniyle bitkiler arasında her zaman bir iletişim molekülü olarak kabul edilmektedir (Şekil 2.1) (Creelman ve Mullet, 1997).



**Şekil 2.1.** Metil jasmonat biyosentezi kloroplast, sitoplazma ve peroksisom içermektedir. Bu sentez şeması, *Arabidopsis thaliana* bitkilerinin çalışmalarına dayanmaktadır. Kısaltmalar: AOC, allen oksit siklaz; AOS, allen oksit sentaz; JMT, jasmonik asit metil transferazlar, LOX, lipoksijenaz; OPC, 3-okso-2- (2'-pentenil) -siklopentan-1-oktanoik asit; PDA, fitodienoik asit (Creelman ve Mullet, 1997).

Kiraz (*Prunus avium* L.) *Rosaceae* familyasına ait bir meyve türü olarak bilinmektedir. Tüketiciler tarafından çok aranan parlak renkli, tat ve besin değeri açısından zengin bir meyve türüdür (Chockchaisawasdee ve ark., 2016). Erken olgunlaşmasına ve ekonomik değeri yüksek olmasına rağmen kiraz meyvesinin hasattan sonra kalitesi hızla düşmekte ve kabukları ince ve sulu olduğu için çabuk bozulan

meyve türleri arasında yer almaktadır. Kiraz meyvelerinin taşıma ve depolama sırasında yalnızca mekanik zarara değil aynı zamanda patojenlerin neden olduğu enfeksiyonlara karşı da hassas olduğu bilinmektedir.

*Alternaria alternata* mantarının neden olduğu meyve çürümesi şiddetli olmaktadır (Ahmad ve ark., 2020). Bu mantar türü kirazların yumuşamasına, çürümesine, bozulmasına, tatlarının değişmesine ve besin değerlerinin azalmasına neden olmakla birlikte kiraz meyvelerinin ticari değerini de ciddi bir şekilde etkileyip pazar süresini sınırlandırmaktadır (Acero ve ark., 2019). Mantar ilaçları hasat sonrası kiraz meyvesinin zararlanmalarını kontrol etmek için oldukça önemlidir ancak gıda güvenliği ve çevre sorunları ile ilgili artan endişe yeni yöntemlerin geliştirilmesini zorunlu hale getirmektedir (Sharma ve ark., 2017).

Pan ve ark. (2022)'nin yaptıkları çalışmada hasat sonrası kiraz meyvelerinde *Alternaria alternata*'nın neden olduğu çürümeye metil jasmonatın (MeJA) etkisini incelemişlerdir. Sonuçlar daha düşük konsantrasyonlu (0.05 mmol/L) MeJA uygulamasının *A. alternata*'nın *in vitro* koşullarda misel büyümesi üzerinde çok az etkisi olduğunu göstermiştir. Ayrıca *in vitro* koşullarda 0.05 mmol/L MeJA uygulamasının çürüme, antioksidan enzim aktivitesi, hastalık direnciyle ilgili enzimler (katalaz, peroksidaz, süperoksit dismutaz, polifenol oksidaz, fenilalanin amonyak liyaz, kitinaz,  $\beta$ -1,3-glukanaz) ve membran lipid peroksidasyonunu önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca MeJA uygulamasının antioksidan enzim genlerini (PavPOD, PavPPO, PavSOD, PavCAT) ve jasmonik asit (JA) biyosentezini sinyal iletim yollarıyla (PavLOX, PavAOS, PavOPR3, PavMYC2) ilgili anahtar genlerin ekspresyonunu da düzenlediği belirlenmiştir. Bu sonuçlar MeJA uygulanan kiraz meyvelerin de mantar hastalıklarına etkisinden ziyade *A. alternata*'ya karşı direnci etkileyebileceğine dair bir uygulama olduğunu göstermiştir.

MeJA çeşitli metabolik reaksiyonların düzenlenmesinde rol oynayan doğal bir büyüme düzenleyici madde olarak bilinmektedir. Meyvelerin gelişim ve olgunlaşma döneminde biyokimyasal bileşiklerin (antosiyantinler, karetenoidler, fenolik bileşikler, antioksidanlar, askorbik asit ve flavanoid içeriği) içeriklerinde etkin rol oynamaktadır.

Saracoglu ve ark. (2017) optimum ve geç hasat edilen dönemde hasat edilen '0900 Ziraat', 'Regina' ve 'Sweetheart' kiraz çeşitlerinde hasat öncesi MeJA uygulamalarının meyve kalite özellikleri ve biyokimyasal bileşikler üzerine etkisini incelemişlerdir. MeJA uygulamasının her üç çeşitte de meyve eti sertliğinin korunmasında etkili olduğu ve bunun sonucunda hasat zamanının en az bir hafta

geciktirilebileceği belirtilmiştir. Ayrıca MeJA uygulaması her üç çeşitte renk değişimini yavaşlatmıştır. MeJA uygulamasının meyve ağırlığı ve geometrik ortalama çapına önemli bir etkisinin olmadığı ancak suda çözünabilir kuru madde miktarı ve asitlik değerini azalttığı belirlenmiştir. Her üç çeşitte MeJA uygulaması toplam fenolikler, antioksidan kapasite ve toplam monomerik antosiyanin değerleri azalmıştır. Hasadın geciktirilmesi hem kontrol hem de MeJA uygulanmış meyvelerin biyoaktif içeriğini arttırdığı vurgulanmıştır.

Wang ve ark. (2015a) ‘Hongdeng’ kiraz çeşidinde hasat sonrası MeJA uygulamasının *Penicillium expansum*’un neden olduğu mavi küf çürüklüğünün kontrolündeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda MeJA uygulanmış meyvelerin kontrole oranla daha düşük oranda hastalık yoğunluğuna ve daha küçük lezyon çapına sahip olduğu görülmüştür. *In vitro* çalışmalarda MeJA uygulamasının spor çimlenmesini ve *P. expansum* çimlenme tüplerinin uzamasını önemli ölçüde önlediği vurgulanmıştır. Ayrıca MeJA uygulamasının poligalaktronaz (PG) ve pektin metil esteraz (PME) enzim aktivitelerindeki artışı da önlediği belirtilmiştir. Çalışma sonucunda MeJA uygulamasının kirazlarda mavi küf çürüklüğüne neden olan patojenlere karşı direk engelleyici etkisinin yanında, PG ve PME aktivitelerini yavaşlatarak savunma mekanizmasının güçlendirilmesiyle de alakalı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Meyve yumuşaması bir dizi moleküler, biyokimyasal ve fizyolojik değişikliklerle ilgili olarak hücre duvarında meydana gelen bozulmalarla yakından ilişkili olduğu bilinmektedir (Wang ve ark., 2015b; 2015a). Pektik maddeler hemiselüloz ve selüloz gibi hücre duvarını bozulmasını etkileyen depolimerizasyonu, karboksimetil selüloz (CMCase), poligalakturonaz (PG), pektin metil esteraz (PME) ve  $\beta$ -galaktosidaz da dahil hücre duvarının bozulması enzimlerin sinerjizmi tarafından kolaylaştırmaktadır (Posé ve ark., 2019).

Wang ve ark. (2021) metil jasmonatın hasat sonrası yaban mersini üzerinde meyve sertliği, hücre duvarı modifikasyonu ve enerji metabolizmasındaki etkilerini incelemişlerdir. Kontrol grubu ile MeJA uygulanan meyveler karşılaştırıldığında daha yüksek seviyede şelatta çözünür pektin, sodyum karbonatta çözünür pektin, hemiselüloz ve selüloz görülürken daha düşük seviyede suda çözünür pektin olduğu belirtilmiştir. Ayrıca hücre duvarını parçalayan enzimlerin aktivitesi, transkript seviyesi, karboksimetil selüloz, poligalakturonaz, pektin metil esteraz ve  $\beta$ -galaktosidaz dahil olmak üzere MeJA uygulaması ile belirgin bir şekilde engellediği tespit edilmiştir.

MeJA uygulaması yapılan meyvelerdeki adenosin trifosfat, adenosin difosfat ve enerji yükü seviyeleri kontrol grubu meyvelerinde önemli ölçüde yüksek olduğu vurgulanmıştır. MeJA uygulaması yapılmış yaban mersini meyvelerinde  $H^+$ -adenosin trifosfataz,  $Ca^{2+}$  adenosin trifosfataz, sitokrom oksidaz ve süksinik dehidrojenaz dahil olmak üzere enerji metabolizmasında yer alan enzimlerin aktiviteleri ve ekspresyon seviyeleri yükselmiştir. Bu sonuçlar MeJA'nın hücre duvarı yapısının bozulmasını azaltarak ve enerji metabolizmasını koruyarak hasat sonrası yaban mersini meyvesinin yumuşamasını geciktirdiğini göstermiştir.

Klimakterik özellik gösteren ve göstermeyen meyve türlerinde olgunlaşma sırasında jasmonik asitlerin (JA) yer aldığı ifade edilmektedir. Elma, kiraz ve şeftali türlerinde kütiküler membran biyosentezinin en yüksek düzeyde olduğu dönemde ve meyve gelişiminin erken aşamasında yüksek oranda JA bulunduğu belirtilmektedir (Balbontín ve ark., 2018).

Magalhães ve ark. (2021)'nin yaptıkları çalışmada acı biberlerin (*Capsicum frutescens* L.) uçucu bileşiklerin biyosentezi üzerinde etilen ve MeJA arasındaki ilişki incelenmiştir. Acı biberler rastgele MeJA, etilen, 1-MCP (1-metilsiklopropan), MeJA+1-MCP ve kontrol olmak üzere beş gruba ayrılmıştır. Biberlerin olgunlaşması sırasında lipoksijenaz (LOX), alkol dehidrojenaz (ADH) ve hidroperoksit liyaz (HPL) enzimleri için uçucu bileşiklerin ve gen transkriptleri incelenmiştir. Sonuçlara bakıldığında olgunlaşmanın aroma biyosentezi acı biberlerin klimakterik özelliğinden dolayı uygulama yapılan grupları daha fazla etkilediği gözlemlenmiştir. Acı biberde uçucu bileşiklerin oluşumunun başlangıcında etilenin etkisinin önemli olduğu belirtilmiştir. Acı biberde MeJA, MeJA+1-MCP ve 1-MCP'nin neden olduğu uçucu bileşiklerde az bir gecikme olduğu saptanmıştır. C6 uçucularında MeJA 01, 06 ve 12. günlerde belirgin bir artışa neden olduğu ayrıca 1. gün için de HPL'ye karşılık gelen bir artış olduğu vurgulanmıştır.

Y-aminobütirik asit (GABA), bir GRAS (Genel Olarak Güvenli Olarak Tanınan) bileşik olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte üşüme zararını (CI) azaltmak ve hasat sonrası bazı patojenlere karşı direnci arttırmak için GABA hasat sonrası uygulamalarda kullanılmaktadır (Sheng ve ark., 2017).

Habibi ve ark. (2020) hasat sonrası  $\gamma$ -aminobütirik asit (GABA), metil jasmonat (MeJA) ve metil salisilat (MeSA) uygulaması yapılmış kan portakallarında antioksidan etkileri ve soğuk hava depolarında (3 °C'de 150 gün, 20 °C'de 2 gün raf ömrü) kan portakallarının kalitesini incelemişlerdir. Soğukta depolamada meyve eti sertliği, titre



edilebilir asitlik (TA), toplam antioksidan aktivite (TAA) ve askorbik asit (AA) miktarları azalmış ve uygulama yapılmış meyvelerde gecikmiştir. En büyük farklılıklar  $50 \mu\text{mol L}^{-1}$  MeJA ve  $100 \mu\text{mol L}^{-1}$  MeSA uygulamalarında gözlenmiştir. Toplam fenolik ve toplam antosiyanin miktarları uygulama yapılan meyvelerde depolama süresince kontrol grubundan daha yüksek oranda olduğu belirlenmiştir. Genel olarak  $100 \mu\text{mol L}^{-1}$  MeSA meyve kalitesini korumada en etkili uygulama olurken, daha yüksek fenilalanin ammoniyaz (PAL) ve daha düşük polifenol oksidaz (PPO) aktiviteleri nedeniyle antosiyanin konsantrasyonunu daha fazla koruduğu vurgulanmıştır.

MeJA uygulamalarının etkisi tür, çeşit ve uygulama dozuna bağlı olarak değişebildiği gibi aynı zamanda hasat sonrası solunumu ve olgunlaştırma hormonu olarak da bilinen etilen sentezini azalttığı ifade edilmektedir (Sun ve ark., 2013; Öztürk ve ark., 2014; Zapata ve ark., 2014; Ozturk ve ark., 2015; Wang ve ark., 2021).

Doğal olarak oluşan bitki büyüme düzenleyicisi olan metil jasmonat (MeJA) hasat edilen bahçe ürünlerinde hastalık direncini artırmak için kullanılabilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Sekonder metabolitleri etkili bir şekilde indükleyerek patojenlere karşı konakçı direnci sağlamaktadır. Bitki stresine dayanıklı protein ve savunma geni ekspresyonunu uyaran savunma mekanizmalarında yer alan bir sinyal molekülü olduğu bilinmektedir (Creelman ve Mullet, 1997; Saavedra ve ark., 2017).

Pan ve ark. (2020) kivide (*Actinidia deliciosa* cv. Jinkui), *Botryosphaeria dothidea*'nın neden olduğu çürümeye karşı hastalık direnci üzerindeki etkisini incelemek için  $0.1 \text{ mmol / L}$  metil jasmonat (MeJA) uygulaması yapmıştır. Sonuçlar MeJA uygulamasının *B. dothidea* ile aşılama sonrası çürümeyi önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Bu uygulama ile antioksidan koruyucu enzimlerin, katalaz (CAT), peroksidaz (POD), süperoksit dismutaz (SOD), polifenol oksidaz (PPO), kitinaz (CHI),  $\beta$ 1,3 glukanaz (GLU) dahil olmak üzere savunma ile ilgili enzimlerin aktivitelerini, toplam fenolik içeriği birikimi önemli ölçüde artırırken, membran lipid peroksidasyonunun derecesini azalttığı tespit edilmiştir. MeJA uygulaması AcPOD, AcSOD, AcCHI ve AcGLU'nun gen ekspresyonunu etkin bir şekilde artmıştır. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar MeJA uygulamasının hasat sonrası kivi meyvesinde çürümeyi kontrol etmek için olumlu ve kullanılabilir bir yöntem olduğunu vurgulamıştır.

Depolama sürecinde meyvenin kalite ve besin değeri kaybını en aza indirmek için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Modifiye atmosfer içeren teknolojilere ek olarak

metil jasmonat (MeJA) gibi bitki büyüme düzenleyicisinin depolama sırasında birçok üründe meydana gelen kayıpları geciktirmede etkili olduğu belirtilmektedir (Gonzalez-Aguilar ve ark., 2003; Yao ve Tian, 2005). Bitkilerde doğal olarak bulunan ve birçok fizyolojik olayda etkili olan MeJA'nın farklı streslere karşı direnç kazandığı bilinmektedir (Yao ve Tian, 2005).

Ozturk ve ark. (2019)'nın yaptıkları çalışmada, metil jasmonat (MeJA) ve modifiye atmosfer paketlemenin (MAP) muşmula meyvesinde (*Mespilus germanica* cv. 'İstanbul') hasat sonrası kalite kaybı ve biyokimyasal değişiklikler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Meyveler 60 gün boyunca  $0\pm5$  °C'de  $\%90\pm5$  oransal nemde muhafaza edilmiştir. Depolama sonunda MAP'da muhafaza edilen meyvelerde ağırlık kaybı, solunum hızı ve meyve eti sertliği kontrol ile karşılaştırıldığında daha düşük çıkmıştır. Toplam fenol, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite kayıpları depolama sırasında MAP uygulamasının önemli ölçüde geciktirdiği tespit edilmiştir. Depolamanın sonunda oksalik asit, askorbik asit ve sitrik asit kayıpları kontrol ile karşılaştırıldığında sadece MeJA+MAP uygulamasında önemli ölçüde geciktiği gözlemlenmiştir. Malik asit ve fumarik asit kayıpları da hem MAP hem de MeJA+MAP uygulamaları ile gecikmiştir. Sonuç olarak MeJA ve MAP uygulamaları soğukta depolama sırasında muşmula meyvesinde kalite kaybını geciktirmiş ve biyoaktif bileşiklerin korunması için etkili bir uygulama olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Etilenin klimakterik meyvenin olgunlaşmasında önemli bir düzenleyici olarak bilinmektedir. Etilene ek olarak jasmonatların (JA) meyve olgunlaşmasının düzenlenmesinde de rol oynadığı bilinmektedir.

0 °C'ye yakın sıcaklıklar soğukta depolamada çeşitli meyve ve sebzelerin hasat sonrası ömrünü uzatmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte soğukta depolanan portakallar dahil olmak üzere tropikal ve subtropikal meyvelerin depo ömrünü uzatmak sınırlıdır. Bu meyveler 10-15 °C'nin altında depolandığında üşüme zararına (CI) eğilimli olduğu bilinmektedir (Ladaniya, 2008). Üşüme zararı birçok tropikal ve subtropikal türlerde genel kaliteyi ve pazarlanabilirliği düşürmektedir (Cao ve ark., 2009).

Rehman ve ark. (2018), portakalların üşüme zararına (CI) karşı hassasiyetini arttırmak, depolama ömrünü uzatmak ve meyve kalitesini korumak için soğuk depolamanın tam potansiyeliyle kullanımını sınırladığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada hasat sonrası 'Midknight' Valencia' portakal çeşidine metil jasmonat uygulaması yapılarak soğukta depolamada farklı sıcaklıklarda üşüme zararı ve meyve kalitesi

üzerindeki etkisi incelenmiştir. Meyvelerin yüzeyi aktif madde olarak 0.10, 0.25 ve 0.50 mM MeJA ve 'Tween 20' (%0.01) içeren farklı konsantrasyonlarda sulu çözeltilere 1 dakika süreyle daldırılmıştır. Uygulama yapılmayan meyveler kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Meyveler 4 °C veya 7 °C'de 90 gün, ardından 10 gün raf ömrü koşullarında depolanmıştır. 0.25 mM MeJA uygulaması yapılan meyveler 90 günlük soğukta ve ardından 10 günlük raf koşullarında depolamada üşüme zararından etkilenmediği tespit edilmiştir. 0.25 ve 0.50 mM MeJA uygulanan meyvelerde, suda çözünabilir kuru madde miktarını (SÇKM) ve titre edilebilir asitlik miktarını (TA) azalttığını; bununla birlikte 0.25 mM MeJA uygulanan meyvelerde SÇKM/TA oranı diğer tüm uygulamalar ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu saptanmıştır. 0.25 ve 0.50 mM MeJA'nın diğer tüm uygulamalara kıyasla C vitamini ve toplam antioksidan konsantrasyonlarını azalttığı ifade edilmiştir. Genel olarak meyvelerde meyve kalitesi özellikleri korunurken üşüme zararını azaltmak için 0.25 mM MeJA uygulaması önerilmiştir.

C vitamini olarak da adlandırılan askorbik asit oksidatif stresi azaltmaya yardımcı olmak için alternatif bir kaynak olduğu bilinmektedir (Bahorun ve ark., 2004). Liu ve ark. (2018)'nin yaptıkları çalışmada 11 günlük depolama süresince oda sıcaklığında (25 °C) tutulan çeri domateslerinde hasat sonrası MeJA uygulamasının askorbik asit ve karotenoidlerin içeriği ile uçucu organik bileşiklerin (VOC) bileşimleri üzerine etkileri incelenmiştir. Sonuçlar MeJA uygulamasının hasat sonrası domateste askorbik asit ve karotenoidlerin özellikle likopenin içeriğini önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Ayrıca MeJA uygulaması 6-metil5-hepten-2-on (MHO) gibi karotenoidlerden türetilen VOC'lerin içeriğine olumlu etki gösterirken meyve eti sertliği, şekerler ve titre edilebilir asitlik üzerinde etkisi olmadığı belirtilmiştir. Çalışma sonucunda dışsal MeJA uygulamasının hasat sonrası çeri domates meyvelerinde depolamayı geliştirici ana bileşenlerin ve VOC'lerin geliştirilmesinde potansiyel bir uygulama olduğunu vurgulamıştır.

Çevre dostu bir teknoloji olan sıcak hava uygulaması (HA) antioksidan aktivitesini artırması, ısı şoku proteinlerinin birikimini uyarması ve membran bütünlüğünü korumasından dolayı şeftali meyvesindeki üşüme zararını azaltmak için etkili bir yöntem olduğu ileri sürülmektedir (Murray ve ark., 2007; Cao ve ark., 2010; Wang ve ark., 2014). Sıcak hava uygulamasının hasat sonrası meyvede, soğutma olan ve soğutma olmayan sıcaklıklarda şeker metabolizmasını değiştirebileceğini göstermektedir (Shao ve ark., 2013).

Yu ve ark. (2016) çözünür şeker metabolizmasının hasat sonrası şeftali meyvelerinin kalitesi ve üşüme zararına karşı direnci etkilediğini belirtmişlerdir. Sıcak hava ve metil jasmonat (MeJA) uygulamaları genellikle üşüme zararını azaltmada etkili olmasına rağmen şeker metabolizması ve sıcak hava arasındaki ilişki hakkında pek az bilgi bilinmektedir. Bu çalışmada şeftali meyvelerine 5 °C'de depolamadan önce 37 °C'de 3 gün 24 saat MeJA 10 mol/L'de buhar olarak uygulanmıştır. Şeker metabolizmasıyla ilişkili çözünür şeker içeriği, gen ekspresyonu ve enzim aktiviteleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda her iki uygulamada da depolama süresince sakkaroz içeriğinde başlangıçta bir miktar artış daha sonra da bir miktar azalma görülmüştür. Sakkaroz seviyesi deneme süresince tüm örneklerde aynı iken asit invertaz (AI) aktivitesi daha düşük olduğu belirtilmiştir. Daha yüksek gen ekspresyonu ve aktivitesine sahip olan SPS'e (sakkaroz fosfat sentez enzim) paralel olarak kontrol meyvelerinde önemli derecede yüksek olduğu gözlenmiştir. Sıcak hava uygulanan meyvelerin depolama sonunda en yüksek sakkaroz içeriğine ve en düşük üşüme zararı belirtilerine sahip olduğu ifade edilmiştir. Uygulama yapılan tüm meyvelerdeki sorbitol içeriği kontrol meyvelerinden daha yüksek olduğu ve kontrol meyvelerine göre daha düşük SDH gen ekspresyonuna sahip olduğu saptanmıştır. Soğuk depolamadan 21 gün sonra sakkaroz içeriğinde kontrol grubunda önemli bir düşüş meydana geldiği ve PFK'nın (fosfatokinaz) artmış ekspresyonundan dolayı heksoz içeriğinin değişim göstermediği ortaya konulmuştur. Bu sonuçlar soğukta depolamada meyvelerde sıcak hava ve MeJA uygulaması sükroz artışı, yüksek SPS ve daha düşük AI seviyeleriyle ilişkili olarak soğuğa toleransı arttırdığını göstermiştir.

MeJA üşümeye hassas türlerde üşüme zararının azaltılmasında kullanılan bir uygulama olarak bilinmektedir. MeJA'nın üşüme zararını engellemedeki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte genel olarak dokulardaki savunma mekanizmasını aktive etmede önemli rol oynayan absisik asit (ABA) ve poliaminlerin artması ile ilişkilendirilmektedir. Jasmonatların fizyolojik etkilerinin birçoğu ABA'nın etkilerine benzer bir etki göstermektedir. Birçok bitki türünde ABA üşümeye toleransı arttırmakta ve bunun sonucunda jasmonatların da üşüme zararını engellemede benzer etkiyi gösterdiği kabul edilmektedir (Wang ve Buta, 1994).

Cao ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada yenidoğru meyvesinde 20 °C'de 24 saat boyunca 10 µmol / l metil jasmonat (MeJA) uygulaması yaptıktan sonra 1 °C'de 35 gün depolayarak MeJA'nın üşüme zararına ve antioksidan aktivitesine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda MeJA uygulamasının meyvelerdeki üşüme zararı

belirtilerini, O<sub>2</sub> üretim miktarını ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeriğini önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Depolama boyunca MeJA uygulamasına tabi tutulan meyvelerde süperoksit dismutaz aktivitesi, katalaz, askorbat ve peroksidaz kontrol meyvelerine göre daha yüksek, lipoksigenaz aktivitesinin kontrol meyvelerine göre daha düşük olduğu saptanmıştır. MeJA uygulanan meyvelerde doymamış / doymuş yağ asidi oranının kontrol meyvelerine göre önemli ölçüde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Metil jasmonat (MeJA) ve salisilik asit (SA) stres tepkilerini ve bitki gelişimini düzenlemede temel rol alan sinyal molekül olarak bilinmektedir (Raskin, 1992; Turner ve ark., 2002). MeJA doğal bir bitki büyüme düzenleyicisi olarak tanımlanmakta ve birçok fizyolojik sistemde aktif olarak bulunmaktadır.

Ezzat ve ark. (2017)'nin yaptıkları çalışmada soğukta muhafaza uygulamalarında metil jasmonat ve salisilik asidin kayısı meyvelerinde 12 adet kalite parametresi üzerine etkileri araştırılmıştır. Meyve kalite parametreleri 6 fiziko-kimyasal özelliği (ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, SÇKM, asitlik, SÇKM/TA ve pH) ve duyuşal özellik (meyve kabuk ve et rengi, doku, tat, görsel görünüm ve genel kabul edilebilirlik) içermektedir. Fiziko-kimyasal özellikler arasında 0.2 mmol/L MeJA ve 2 mmol/L salisilik asit uygulamaları meyvede ağırlık kaybı, yumuşama ve meyve suyu pH'sını önemli ölçüde azalttığı ve depolama süresince suda çözünebilir kuru madde miktarı ve titre edilebilir asitliği koruduğu belirtilmiştir. Duyuşal özellikler arasında su uygulanmış kontrol gruplarına kıyasla MeJA ve salisilik asit uygulanan gruplarda tüm parametrelerin genel olarak arttığı ifade edilmiştir. Kontrol meyvelerine kabuk rengi dışında diğer bütün parametrelere kabul edilebilirlik sınırının altındaki en düşük puanlar verilmiştir. Sonuç olarak hem soğukta muhafaza hem de raf ömrü koşullarında kayısı meyvelerinin depo süresini uzatmak için MeJA ve salisilik asit uygulaması önerilmiştir.

Yaş meyve ve sebzelerde kaplama materyali olarak kullanılan kitosan solunumu kontrol ederek olgunlaşmayı geciktirmekte ayrıca su kaybını da azaltıcı etki göstermektedir (Caner ve ark., 1998; Jeon ve ark., 2002; López-Caballero ve ark., 2005). Ayrıca kitosan kaplama ile fenolik maddelerin oksidasyonuna sebep olan PPO aktivitesi engellenerek enzimatik kararım reaksiyonlarının azalmasıyla ürünlerin duyuşal özelliklerini de olumlu yönde etkilendiği görülmektedir (Koç ve Özkan, 2011). Yüzey kaplama materyalleri ile diğer hasat sonrası uygulamaların birlikte kullanımının kaliteyi korumada olumlu etki gösterdiği belirtilmektedir.

Saavedra ve ark. (2016) çilek (*Fragaria chiloensis*) meyveleri hızlı yumuşamaya bağlı olarak hasat sonrası ömrü kısa olmaktadır. Hasat sonrası ömrünü uzatmak için

ileklere hasat ncesi MeJA ve kitosan uygulamasının iki farklı zamanda hasat edilen çileklerin oda sıcaklığında 72 saat depolanarak meyvelere etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda MeJA ve kitosan uygulanan meyvelerde kontrole oranla daha yüksek meyve eti sertliği ve antosiyanin içeriği tespit edilirken çürüme oranında önemli azalmalar görülmüştür. MeJA uygulanan meyvelerin daha yüksek lignin ve SÇKM/TEA içeriğine sahip olduğu ayrıca çürümeyi geciktirdiği belirtilmiştir. Kitosan uygulanmış meyvelerde ise daha yüksek antioksidan aktivitesi ve toplam fenol içeriği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak her iki uygulamanın da meyvelerde lignin ve antosiyanin içeriğini arttırdığı görülmüş ve özellikle ikinci hasattaki meyvelerin raf ömrünü uzattığı gözlemlenmiştir.

Metil salisilat (MeSa) bitki savunma mekanizmasında salisilik aside dönüştürülebilen bitki büyümesi ve gelişimi sırasında salisilik asitten sentezlenen uçucu bir bitki düzenleyicisidir (Hayat ve Ahmad, 2007). Hem MeJA hem de MeSa diğerlerinin yanı sıra mekanik yaralanma, patojen/böcek zararlanması, kuraklık ve üşüme zararı dahil olmak üzere hem biyotik hem de abiyotik bitki stresine karşı kullanıldığı ileri sürülmüştür (Creelman ve Mullet, 1995; Hayat ve Ahmad, 2007).

Sayyari ve ark. (2011) hasat sonrası iki farklı dozda (0.01 ve 0.1 mM) MeJA ve MeSa uygulamalarının 84 günlük soğukta depolama süresince nar meyvelerinde kalite ve üşüme zararına etkilerini incelemişlerdir. Soğukta depolama sonunda kontrol meyvelerinde meyve kabuk yüzeyinde çukurlaşma ve kahverengileşme şeklinde belirtiler ortaya çıkmış ve meyvelerde önemli oranda üşüme zararının meydana geldiği belirtilmiştir. Üşüme zararı sonucu ortaya çıkan belirtilerin azalmasında MeJA ve MeSa uygulamalarının önemli ölçüde etkili olduğu görülmüştür. Buna ek olarak her iki uygulamada da toplam fenolikler ve antosiyaninler kontrollere göre önemli ölçüde daha yüksek bulunurken, hidrofilik (H-TAA), lipofilik (L-TAA) ve toplam antioksidan aktivitesi kontrol meyvelerinde azalma saptanmıştır. Hem MeJA hem de MeSa uygulanan meyvelerde lipofilik için önemli değişiklikler meydana gelmezken hidrofilik için artış gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre MeJA ve MeSa uygulamalarının hem hasat sonrası üşüme zararını azaltmada hem de kaliteyi korumada etkili olabileceği belirtilmiştir. Özellikle hasat sonrası yapılan bu uygulamaların nar meyvesinin antioksidan aktivitesini arttırarak sağlığa yararlarının geliştirmesi ve meyve tüketim kalitesinin artması açısından potansiyel bir uygulama olabileceği ifade edilmiştir.

Zhang ve ark. (2009) *Rhodotorula glutinis* uygulamasının tek başına ve MeJA ile birlikte kullanımının armut meyvelerinin fungal bozulma ve hasat sonrası meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TA) ve

askorbik asit gibi kalite parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Armut meyveleri 20 °C'de 7 gün süre ile bekletildikten sonra küfe yakalanma oranı ve zararını azaltmak için MeJA (200 µM) ve *R. glutinis* (1x10<sup>8</sup> CFU/ml) uygulaması yapılmıştır. Yapılan uygulamalarda tek başına MeJA uygulamasının *R. glutinis* uygulamasına göre daha etkili olduğu belirtilmiştir. *R. Glutinis* ve MeJA kombinasyon uygulamasına tabi tutulan meyvelerde fungal meyve çürüğü 20 °C'de 15 gün sonra incelendiğinde; 20 °C'de 15 gün ve 4 °C'de 60 gün boyunca depolanan meyvelerin kontrol grubu meyvelerle kıyaslandığında %27.17'den %10.42'ye ve %20.83'den %4.16'ya ortalama olarak çürüme oranında bir düşüş olduğu görülmüştür. Bu şartlar altında kombine uygulamaları meyve kalitesi parametrelerine zarar vermediği tespit edilmiştir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

2019 yılında yürütülen bu çalışmada bitkisel materyal olarak Konya ilinin Hadim ilçesinde ticari bir bahçeden hasat edilen ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidi kullanılmıştır. ‘0900 Ziraat’ çeşidi parlak koyu kırmızı renge sahip olup, çatlamaya ve taşımaya dayanıklı olması nedeniyle ihracatta da çok tercih edilen bir çeşittir (Şekil 3.1) (Anonim, 2005).



Şekil 3.1. Bitkisel materyal ‘0900 Ziraat’ derim sonrası görünümü

#### 3.2.Yöntem

Kiraz meyveleri ticari bahçeden %13.2 SÇKM ve parlak koyu kırmızı (22.22° hue açısı) kabuk rengine sahip olduğu aşamada 17 Temmuz 2019 tarihinde hasat edilmiştir. Meyveler soğutmalı araçla Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarına getirilmiştir. Hasarlanmış ve meyve sapına sahip olmayan meyveler ayrılarak, büyüklük ve renk bakımından homojen meyveler hasat sonrası uygulamalar yapılmak üzere 4 gruba ayrılmıştır.

İlk üç grup meyveye farklı dozlarda metil jasmonat (MeJA) uygulaması yapılmıştır. 0.5  $\mu$ M, 1  $\mu$ M ve 2  $\mu$ M oranında hazırlanan MeJA çözeltilerine homojen dağılımı ve meyvelere yapışmasını sağlamak amacıyla %0.01 oranında Tween 20 (yayıcı-yapıştırıcı) eklenmiştir. Hazırlanan çözeltilere 5 dakika süreyle batırılan meyveler laboratuvarında kurutma kağıtları üzerinde bekletilerek kuruması sağlanmıştır. Üzerindeki fazla suyun uzaklaşması ile plastik kaplara her biri yaklaşık 500 gram olacak şekilde tartılan meyveler Xtend (StePac, İsrail) modifiye atmosfer poşetler (MAP) içerisine yerleştirilmiştir.

Hiçbir uygulama yapılmayan meyveler kontrol grubunu oluşturmuştur. Bu gruptaki meyveler plastik kaplara konarak MAP içerisine yerleştirilip ağızları kapatılmıştır.



Kontrol ve MeJA uygulanan meyveler  $1\pm0.5$  °C ve %90-95 oransal nem koşullarında 35 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresince meyveler 7 gün aralıklarla depodan çıkartılarak yarısı hemen, kalan yarısı ise oda sıcaklığında raf ömrünü belirlemek amacıyla ( $21\pm1$  °C ve %60 oransal nem) 2 gün bekletilerek kalite özellikleri bakımından değerlendirilmiştir.

### 3.3. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

#### 3.3.1. Ağırlık kaybı

Meyvelerin yerleştirildiği plastik kaseler depolamanın başlangıcında numaralandırılarak 0.01 g hassasiyetli hassas terazide tartılmıştır. 7 günlük aralıklarla aynı kaseler tekrar tartılarak meydana gelen farklılıklar aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.2).

Ağırlık kaybı (%) =  $[(\text{Başlangıç ağırlığı} - \text{Son ağırlık}) / \text{Başlangıç ağırlığı}] * 100$



Şekil 3.2. Kiraz meyvelerinde ağırlık kaybı ölçümü

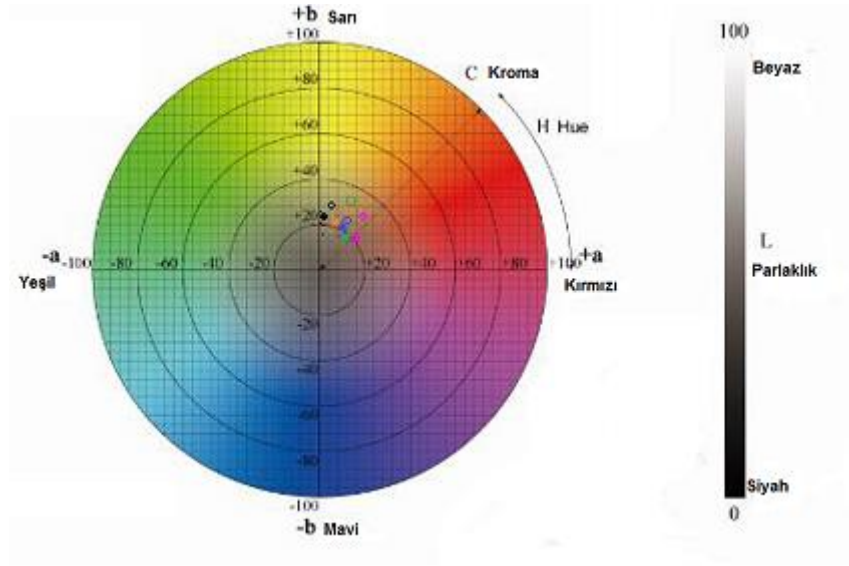
#### 3.3.2. Meyve kabuk rengi

Depolama süresince meyve kabuk rengi depodan çıkartılan meyvelerin ekvatorial bölgesindeki iki farklı noktada renk ölçüm cihazı kullanılarak (CR 400, Minolta Co, Japonya) gerçekleştirilmiştir. Renk değişimlerinin belirlenmesinde  $L^*$  (parlaklık) değeri ile  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri kullanılarak hesaplanan  $C^*$  (kroma) ve hue açısı ( $h^\circ$ ) değerleri kullanılmıştır (Şekil 3.3).

Renk ölçümlerinin değerlendirmesinde  $L^*$  değeri parlaklığı (0-100),  $C^*$  değeri meyve kabuğunun canlılığını-donukluğunu, hue açısı değeri  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin kesiştiği noktadan geçen doğrunun x eksenini ile yaptığı açıyı ifade etmektedir. Kroma ( $C^*$ ) değeri ve hue açısı ( $h^\circ$ ) hesaplamaları aşağıdaki formüllere göre yapılmıştır. (McGuire, 1992).

$$h^\circ = \tan^{-1} (b^* / a^*)$$

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$$



Şekil 3.3. Meyve rengi ölçümünde kullanılan L\*, C\* ve hue açı değerlerinin karşılık geldiği renk skalası

### 3.3.3. Meyve eti sertliği

Kirazların meyve eti sertliği dijital penaetrometre (fruit pressure tester, model 53205; TR, Forlì, Italy) kullanılarak belirlenmiştir. Meyvenin ekvatorial bölgesindeki iki farklı noktadan meyve kabuğundan yaklaşık 1 cm<sup>2</sup>'lik alan uzaklaştırılarak 6 mm'lik konik uç kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçlar Newton (N) olarak verilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Kiraz meyvelerinin meyve eti sertliği ölçümü

### 3.3.4. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM)

Çekirdekleri çıkartılan meyvelerin katı meyve sıkacağı kullanılarak suları çıkartılmıştır. Elde edilen meyve suyunda oda sıcaklığında el refraktometresi (Master, Atago, Japonya) kullanılarak ölçüm yapılmış ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir.

### 3.3.5. Titre edilebilir asitlik miktarı (TEA)

5 ml meyve suyu saf su ile 50ml tamamlanarak 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile pH değeri 8.1 oluncaya kadar titre edilmiştir (Şekil 3.5). Sonuçlar malik asit cinsinden % olarak aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2007).

$$\text{Titrasyon asitliği (\%)} = [(V \cdot F \cdot E) / M] \cdot 100$$

V: Harcanan NaOH miktarı

F: Kullanılan NaOH faktörü

E: İlgili asidin equivalent değeri (Malik asit= 0.0067)

M: Titre edilen örnek miktarı (ml)



Şekil 3.5. Kiraz meyvelerinin titre edilebilir asit miktarı ölçümü

### 3.3.6. Görsel kalite

#### 3.3.6.1. Görünüm

Yarı eğitimli panelistler tarafından analiz dönemlerinde meyvelerde genel görünüm, renk ve sertlik özellikleri dikkate alınarak 1-9 skalası ile değerlendirme yapılmıştır.

Skalada,

9= Mükemmel,

7= Çok iyi

5= İyi, pazarlanabilir sınır (küçük bozukluklar ürünün pazarlanabilirliğini etkilemez)

3= Orta, tüketilebilirlik sınırı (büyük oranda bozukluklar ürünün pazarlanabilirliğini etkilemektedir)

1= Kötü, tüketilemez

olarak değerlendirilmiştir (Hayta ve Aday, 2015).

### 3.3.6.2. Meyve sap rengi

Kiraz saplarında muhafaza süresince su kaybı ve kahverengileşmeye bağlı olarak meydana gelen renk değişimi panelistler tarafından 1-5 skalası kullanılarak değerlendirilmiştir.

Skalada,

1 = mükemmel, hiç kararma yok;

2 = iyi, kararma oranı az;

3 =orta;

4 = kötü, kararma oranı yüksek;

5 = çok kötü, kararma çok şiddetli

olarak değerlendirilmiştir (Martínez-Romero ve ark., 2006).

**Meyve Ekstraksiyonu:** Çekirdeği çıkarılarak püre haline getirilen meyveden 5 g tartılarak üzerine 25 ml metanol ilave edilmiş ve Ultra-Turrax homojenizatör (IKA, T18) ile homojenize edilmiştir. 16 saat 4 °C’de tutulduktan sonra 10 000 rpm’de 20 dakika santrifüj edilmiş ve süpernatant alınarak kahverengi şişelerde -20°C’de saklanmıştır. Elde edilen bu çözelti toplam fenolik madde ve toplam antioksidant analizinde kullanılmıştır (Thaipong ve ark., 2006).

### 3.3.8 Toplam fenolik madde miktarı

Folin-Ciocalteu ayracı kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir. Ekstrakte edilen örnekten 100 µL alınarak üzerine saf su ve Folin-Ciocalteu ayracı eklenerek çalkalanmış ve 3 dakika süreyle oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu süre sonunda doymuş sodyum karbonat çözeltisi ilave edilmiş ve üzeri saf su ile tamamlanmıştır. Oda koşullarında 2 saat karanlıkta inkübe edilen çözeltide spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda okuma gerçekleştirilmiştir. Farklı konsantrasyonlarında (50-500 mg/L) gallik asit kullanılarak hazırlanan standart çözeltilerle hazırlanan eğri yardımı ile toplam fenolik madde içeriği mg/100 g olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.6) (Singleton, 1999).



Şekil 3.6. Fenol ölçümü hazırlanması

### 3.3.9. Toplam antioksidan aktivite miktarı (TAA)

Antioksidan miktarının belirlenmesinde Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) metodu kullanılmıştır. 150  $\mu\text{L}$  örnek ekstraktı üzerine 2850  $\mu\text{L}$  FRAP çalışma solüsyonu ilave edilerek 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Bu süre sonunda spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Şekil 3.7). Elde edilen değerler 10-100  $\mu\text{mol/L}$  konsantrasyonlarında hazırlanan trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetra methyl chromane-2-carboxylic acid) standart eğrisi ile hesaplanarak FRAP antioksidan aktivitesi  $\mu\text{mol/g}$  taze ağırlık olarak ifade edilmiştir (Benzie ve Strain, 1996).



Şekil 3.7. Toplam antioksidan aktivite miktarının ölçümü

### 3.4. İstatistik Analiz

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 500 gramlık kaseler olacak kurulmuştur. Elde edilen verilerin istatistik analizinde JMP (5.0.1 versiyon) paket programı kullanılmıştır. Ortalamaları arasındaki farklılıklar Student's t-test çoklu karşılaştırma testine ( $p < 0.05$ ) göre gruplandırılmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

##### 4.1. Ağırlık Kaybı

Soğukta ve raf ömrü koşullarında muhafaza edilen kirazlara hasat sonrası farklı dozlarda MeJA uygulamasının ağırlık kaybına etkisi sırasıyla Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Her iki depolama koşulunda da ağırlık kaybında meydana gelen değişime uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel açıdan ( $p < 0.05$ ) önemli bulunmuştur.

Soğukta muhafazanın 7. gününde ortalama ağırlık kaybı %0.62 olan değer muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte artarak 35. günün sonunda %5.07 olarak ölçülmüştür. Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının ortalama ağırlık kaybı üzerine etkili olduğu, en yüksek kaybın kontrol meyvelerinde (%2.59) meydana geldiği tespit edilmiştir. En düşük ağırlık kaybı 1  $\mu\text{M}$  ve 2  $\mu\text{M}$  MeJA uygulamalarında (%1.99) ölçülürken, 0.5  $\mu\text{M}$  MeJA uygulamasının istatistiksel olarak bu uygulamalar ile aynı grupta oldukları saptanmıştır (Çizelge 4.1).

Soğukta muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte meyvelerin ağırlık kayıplarındaki artışın geciktirilmesinde farklı dozlarda MeJA uygulamasının etkili olduğu tespit edilmiştir. Tüm muhafaza süresi incelendiğinde meydana gelen ağırlık kaybını geciktirmede ilk 28 gün MeJA dozları arasında önemli farklılıklar tespit edilmezken, 35. günde 0.5  $\mu\text{M}$  dozunda kontrole yakın bir kayıp meydana geldiği saptanmıştır. Muhafaza süresi sonunda kontrol meyvelerinde en yüksek ağırlık kaybı meydana gelirken (%5.34), 0.5  $\mu\text{M}$  MeJA uygulaması da istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. En düşük ağırlık kaybı 2  $\mu\text{M}$  MeJA (%4.79) uygulaması yapılan meyvelerde saptanmıştır (Çizelge 4.1).

**Çizelge 4.1.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının soğukta muhafaza süresince ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri

| Uygulama                                 | Muhafaza süresi (gün)                                       |         |         |        |        |         | Uygulama Ort. |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|---------|--------|--------|---------|---------------|
|                                          | 0                                                           | 7       | 14      | 21     | 28     | 35      |               |
| <b>Kontrol</b>                           | 0.00 k                                                      | 0.89 hı | 1.45 f  | 3.35 d | 4.48 c | 5.34 a  | 2.59 A        |
| <b>0.5 <math>\mu\text{M}</math> MeJA</b> | 0.00 k                                                      | 0.57 ij | 1.10 gh | 2.04 e | 3.24 d | 5.29 a  | 2.04 B        |
| <b>1 <math>\mu\text{M}</math> MeJA</b>   | 0.00 k                                                      | 0.57 ij | 1.23 fg | 2.09 e | 3.19 d | 4.85 b  | 1.99 B        |
| <b>2 <math>\mu\text{M}</math> MeJA</b>   | 0.00 k                                                      | 0.44 j  | 1.32 fg | 2.10 e | 3.30 d | 4.79 bc | 1.99 B        |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>                      | 0.00 F                                                      | 0.62 E  | 1.28 D  | 2.39 C | 3.55 B | 5.07 A  |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>                | <b>Muh. Sür.=0.17    Uyg.=0.13    Uyg. x Muh. Sür.=0.34</b> |         |         |        |        |         |               |

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Raf ömrü koşullarında muhafaza edilen kiraz meyvelerinde 0+2. günde ortalama ağırlık kaybı %2.55 iken, 35+2. günde bu değer %5.69'a ulaşmıştır. Uygulama ortalama değerleri incelendiğinde en düşük ortalama ağırlık kaybı 1  $\mu$ M MeJA uygulanmış meyvelerde meydana gelirken (%3.57), en yüksek kayıp kontrol meyvelerinde saptanmıştır (%4.30) (Çizelge 4.2).

Raf ömrü koşullarında muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte ağırlık kaybında artışlar görülmüştür. Bu depolama koşullarında da soğuk depolamaya benzer şekilde hasat sonrası uygulamaların ağırlık kaybını azaltmada etkili olduğu saptanmıştır. 35+2 günlük süre sonunda en düşük ağırlık kaybı 2  $\mu$ M MeJA uygulanmış kiraz meyvelerinde gerçekleşirken (%4.99), en yüksek kayıp kontrol grubunda tespit edilmiştir (%6.93). Raf ömrü koşullarında ilk 21 gün 1  $\mu$ M MeJA, 28 ve 35. günlerde ise 2  $\mu$ M MeJA uygulamasında daha düşük ağırlık kaybı meydana geldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının raf ömrü koşullarında ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri

| Uygulama                          | Muhafaza süresi (gün)                                          |         |         |         |        |         | Uygulama Ort. |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------------|
|                                   | 0+2                                                            | 7+2     | 14+2    | 21+2    | 28+2   | 35+2    |               |
| <b>Kontrol</b>                    | 2.55 l                                                         | 3.26 ij | 3.65 gh | 4.05 f  | 5.38 c | 6.93 a  | 4.30 A        |
| <b>0.5 <math>\mu</math>M MeJA</b> | 2.55 l                                                         | 2.79 kl | 3.43 hi | 3.83 fg | 4.04 f | 5.72 b  | 3.73 B        |
| <b>1 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 2.55 l                                                         | 2.63 l  | 3.03 jk | 3.64 gh | 4.41 e | 5.13 cd | 3.57 C        |
| <b>2 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 2.55 l                                                         | 3.16 j  | 3.47 hi | 3.93 f  | 4.37 e | 4.99 d  | 3.75 B        |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>               | 2.55 F                                                         | 2.96 E  | 3.39 D  | 3.87 C  | 4.55 B | 5.69 A  |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>         | <b>Muh. Sür.= 0.12    Uyg.= 0.10    Uyg. x Muh. Sür.= 0.25</b> |         |         |         |        |         |               |

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Ürünlerde depolama süresince meydana gelen ağırlık kaybı yaşlanmanın önemli bir göstergesi olup kaliteyi etkileyen en önemli değişimlerden birisidir. Soğukta depolama sırasında meydana gelen ağırlık kaybının %5'den daha fazla olması ürünlerde hem görsel hem de ağırlıkta meydana gelen azalmadan dolayı ekonomik olarak olumsuzluklara neden olmaktadır (Koyuncu, 2017). Hem soğukta hem de raf ömrü koşullarında muhafaza edilen meyvelerde MeJA uygulamalarının kontrol ile karşılaştırıldığında ağırlık kaybını geciktirmede etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgulara benzer şekilde Ozturk ve Yücedağ (2021) 0°C'de 180 gün muhafaza edilen kivi meyvelerinde 0.25 ve 1.0 mM MeJA uygulamalarının kontrol ve 0.5 mM MeJA uygulamaları ile karşılaştırıldığında ağırlık kaybındaki artışı yavaşlatmada etkili olduğunu belirtmişlerdir. Mandarin (Baswal ve ark., 2020), kayısı (Ezzat ve ark., 2017)

ve armut (Li ve ark., 2021) türlerinde yapılan çalışmalarda da MeJA uygulamalarının ağırlık kaybını azaltmada etkili olduğu vurgulanmıştır.

## 4.2. Meyve Kabuk Rengi

### 4.2.1. L\* (parlaklık) değeri

Hasat sonrası farklı dozlarda MeJA uygulamalarının 0°C’de muhafaza edilen kirazlarda meyve kabuğu L\* değerindeki değişimlere etkisi Çizelge 4.3’de gösterilmiştir. L\* değerlerindeki değişime muhafaza süresi ve uygulama ortalamaları istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) önemli bulunurken, uygulama x muhafaza süresi interaksyonu önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Muhafaza başlangıcında ortalama L\* değeri 32.89 iken ilerleyen muhafaza süresince doğrusal bir azalma ile 35. günde 29.58 olarak ölçülmüştür. Muhafaza süresince meydana gelen bu azalma kabuğun bir miktar parlaklığını yitirdiğini göstermektedir. Uygulamaların ortalama L\* değerine etkisi incelendiğinde, en düşük değer 0.5  $\mu$ M MeJA uygulanan meyvelerde (30.19) belirlenirken, kontrol grubu ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. L\* değerinin korunmasında aynı istatistik grupta yer alan sırasıyla 1  $\mu$ M MeJA (31.74) 2  $\mu$ M MeJA (31.50) en etkili uygulamalar olarak belirlenmiştir.

35 günlük depolama süresince 0. günde 32.89 olarak belirlenen L\* değeri muhafaza süresinin uzaması ile birlikte azalarak 35 günlük süre sonunda 30.46 (1  $\mu$ M MeJA) ile 28.65 (kontrol) değerler arasında değişim göstermiştir. Muhafaza süresince 1  $\mu$ M MeJA uygulamasının L\* değerinin korumada daha etkili olduğu belirlenirken, bu etkinin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının soğukta muhafaza süresince kabuk rengi L\* değeri üzerine etkileri

| Uygulama                          | Muhafaza süresi (gün)                                         |         |          |          |         |         | Uygulama Ort. |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------|----------|----------|---------|---------|---------------|
|                                   | 0                                                             | 7       | 14       | 21       | 28      | 35      |               |
| <b>Kontrol</b>                    | 32.89                                                         | 30.88   | 30.31    | 30.08    | 29.31   | 28.65   | 30.35 B       |
| <b>0.5 <math>\mu</math>M MeJA</b> | 32.89                                                         | 30.59   | 29.63    | 29.61    | 29.55   | 28.85   | 30.19 B       |
| <b>1 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 32.89                                                         | 32.70   | 32.04    | 31.08    | 31.24   | 30.46   | 31.74 A       |
| <b>2 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 32.89                                                         | 31.91   | 31.87    | 31.19    | 30.81   | 30.35   | 31.50 A       |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>               | 32.89 A                                                       | 31.52 B | 30.96 BC | 30.49 CD | 30.23 D | 29.58 E |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>         | <b>Muh. Sür.= 0.57    Uyg.= 0.47    Uyg. x Muh. Sür.= Ö.D</b> |         |          |          |         |         |               |

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonunu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p<0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Ö.D.= Önemli değil



Raf ömrü koşullarında muhafaza edilen kiraz meyvelerinin meyve kabuk L\* değerleri üzerine uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

0. günde ortalama L\* değeri 30.06 olarak belirlenen değer muhafaza süresince artış ve azalış şeklinde bir değişim gösterirken, en yüksek değer 21+2. günde belirlenmiştir (30.42). 35. günde azalarak 29.41 olarak kaydedilmiştir. Hasat sonrası uygulamaların ortalama L\* değerine etkisi incelendiğinde 29.35 olarak ölçülen en düşük ortalama değer 0.5  $\mu$ M MeJA uygulanan meyvelerde bulunmuştur. 1  $\mu$ M MeJA uygulaması L\* değerini korumada en etkili sonucu verirken (30.44), 2  $\mu$ M MeJA uygulaması bu değeri takip etmiştir (30.18).

Raf ömrü koşullarında muhafaza edilen kirazlarda muhafaza süresince azalan L\* değerindeki değişimi geciktirmede hasat sonrası uygulamaların etkili olduğu tespit edilmiştir. Muhafaza başlangıcında 30.06 olarak ölçülen L\* değerinin korunmasında soğukta depolama sonuçlarına benzer şekilde 1  $\mu$ M MeJA uygulaması en başarılı sonucu vermiştir. 35+2 günlük muhafaza süresi sonunda L\* değeri azalarak 29.35 (0.5  $\mu$ M MeJA) ile 30.44 (1  $\mu$ M MeJA) değerleri arasında değişim göstermiştir.

**Çizelge 4.4.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının raf ömrü koşullarında kabuk rengi L\* değeri üzerine etkileri

| Uygulama                          | Muhafaza süresi (gün)  |           |                   |                               |           |           | Uygulama Ort. |
|-----------------------------------|------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|---------------|
|                                   | 0+2                    | 7+2       | 14+2              | 21+2                          | 28+2      | 35+2      |               |
| <b>Kontrol</b>                    | 30.06 b-g              | 28.40 j   | 29.90 d-g         | 30.71 ab                      | 30.70 abc | 29.04 hij | 29.80 B       |
| <b>0.5 <math>\mu</math>M MeJA</b> | 30.06 b-g              | 29.01 hij | 29.61 ghi         | 29.60 ghi                     | 29.00 ij  | 28.82 j   | 29.35 C       |
| <b>1 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 30.06 b-g              | 30.98 a   | 30.57 a-e         | 30.99 a                       | 29.97 c-g | 30.03 b-g | 30.44 A       |
| <b>2 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 30.06 b-g              | 30.41 a-f | 30.62 a-d         | 30.37 a-f                     | 29.84 efg | 29.75 fgh | 30.18 A       |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>               | 30.06 ABC              | 29.70 CD  | 30.18 AB          | 30.42 A                       | 29.88 BC  | 29.41 D   |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>         | <b>Muh. Sür.= 0.37</b> |           | <b>Uyg.= 0.30</b> | <b>Uyg. x Muh. Sür.= 0.74</b> |           |           |               |

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama etkisi arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir.

#### 4.2.2. C\* (kroma) değeri

Meyve kabuğunda renk yoğunluğu olarak ifade edilen C\* değerine ait veriler Çizelge 4.5’de gösterilmiştir. İstatistiksel değerlendirmelere göre uzayan muhafaza süresi ile birlikte ortalama C\* değerinde azalma meydana gelmiştir. Soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama C\* değeri 22.93 iken, 35. günün sonunda 16.65 olarak ölçülmüştür. Hasat sonrası uygulamaların C\* değerine etkisi incelendiğinde en yüksek ortalama C\* değeri 2  $\mu$ M MeJA uygulaması yapılan meyvelerde (21.56) ölçülürken, bu uygulamayı sırasıyla 1  $\mu$ M MeJA (20.93), kontrol (18.63) ve 0.5  $\mu$ M

MeJA (16.67) uygulamaları takip etmiştir. 1  $\mu$ M MeJA ve 2  $\mu$ M MeJA uygulamalarında istatistiksel farklılık kaydedilmemiştir.

Soğukta muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte  $C^*$  değerinde başlangıç değerine göre azalma meydana gelmiştir. 35 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek  $C^*$  değeri 2  $\mu$ M MeJA uygulaması yapılan meyvelerde (18.56) ölçülürken, en düşük değer 0.5  $\mu$ M MeJA (13.71) uygulaması yapılan meyvelerde tespit edilmiştir. Tespit edilen bu değişim istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Çizelge 4.5.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının soğukta muhafaza süresince kabuk rengi  $C^*$  değeri üzerine etkileri

| Uygulama                          | Muhafaza süresi (gün)                                          |           |           |           |           |          | Uygulama Ort. |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------|
|                                   | 0                                                              | 7         | 14        | 21        | 28        | 35       |               |
| <b>Kontrol</b>                    | 22.93 a                                                        | 18.94 c-f | 18.01 f   | 18.69 def | 17.30 fg  | 15.91 gh | 18.63 B       |
| <b>0.5 <math>\mu</math>M MeJA</b> | 22.93 a                                                        | 18.89 c-f | 15.38 ghi | 14.98 hi  | 14.14 hi  | 13.71 i  | 16.67 C       |
| <b>1 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 22.93 a                                                        | 20.93 abc | 22.05 ab  | 20.64 bcd | 20.56 b-e | 18.44 f  | 20.93 A       |
| <b>2 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 22.93 a                                                        | 22.07 ab  | 22.45 ab  | 21.63 ab  | 21.71 ab  | 18.56 ef | 21.56 A       |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>               | 22.93 A                                                        | 20.21 B   | 19.47 BC  | 18.99 CD  | 18.43 D   | 16.65 E  |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>         | <b>Muh. Sür.= 1.02    Uyg.= 0.83    Uyg. x Muh. Sür.= 2.05</b> |           |           |           |           |          |               |

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p<0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Raf ömrü koşullarında muhafaza edilen kiraz meyvelerinin meyve kabuğu  $C^*$  değerleri üzerine uygulama ve muhafaza süresi istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) önemli bulunurken, uygulama x muhafaza süresi interaksyonu önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.6). Yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte ortalama  $C^*$  değerinde azalmalar olduğu tespit edilmiştir. Muhafaza başlangıcında ortalama  $C^*$  değeri 20.28 iken, 35+2. günün sonunda 14.09 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.6). Hasat sonrası uygulamaların  $C^*$  değerine etkisi incelendiğinde, en yüksek ortalama  $C^*$  değeri 1  $\mu$ M MeJA uygulaması yapılan meyvelerde ölçülürken (18.96), bu uygulamayı sırasıyla 2  $\mu$ M MeJA (18.47), kontrol (17.35) ve 0.5  $\mu$ M MeJA (16.40) uygulamaları takip etmiştir.

Muhafaza başlangıcında  $C^*$  değeri 20.28 olarak belirlenmiştir. 35+2 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek değer 1  $\mu$ M MeJA uygulaması yapılan meyvelerde (15.75) ölçülürken, bu uygulamayı sırasıyla 2  $\mu$ M MeJA (15.37) ve 0.5  $\mu$ M MeJA (13.08) uygulamaları takip etmiştir. En düşük  $C^*$  değeri kontrol meyvelerinde (12.15) tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.6.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının raf ömrü koşullarında kabuk rengi C\* değeri üzerine etkileri

| Uygulama                  | Muhafaza süresi (gün)                                          |          |         |         |         |         | Uygulama Ort. |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------------|
|                           | 0+2                                                            | 7+2      | 14+2    | 21+2    | 28+2    | 35+2    |               |
| <b>Kontrol</b>            | 20.28                                                          | 19.29    | 17.57   | 17.88   | 16.94   | 12.15   | 17.35 B       |
| <b>0.5 µM MeJA</b>        | 20.28                                                          | 17.12    | 16.92   | 16.12   | 14.91   | 13.08   | 16.40 B       |
| <b>1 µM MeJA</b>          | 20.28                                                          | 20.18    | 19.59   | 20.95   | 17.04   | 15.75   | 18.96 A       |
| <b>2 µM MeJA</b>          | 20.28                                                          | 19.91    | 20.33   | 18.83   | 16.08   | 15.37   | 18.47 A       |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>       | 20.28 A                                                        | 19.12 AB | 18.60 B | 18.45 B | 16.24 C | 14.09 D |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b> | <b>Muh. Sür.= 1.20    Uyg.= 0.98    Uyg. x Muh. Sür.= Ö.D.</b> |          |         |         |         |         |               |

\* İstatistiksel gruptandırma büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama etkileşimi arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Ö.D.= Önemli değil

#### 4.2.3. Hue açısı (h°) değeri

‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde hasat sonrası farklı dozlarda uygulanan MeJA uygulamasının soğukta muhafazası süresince hue açısı (h°) değerinde meydana gelen değişime etkisi Çizelge 4.7’de gösterilmiştir. Soğukta muhafaza edilen kiraz meyvelerinde hue açısı değeri üzerine uygulama ve muhafaza süresi istatistiksel olarak ( $p < 0.05$ ) önemli bulunurken, uygulama x muhafaza süresi etkileşimleri önemsiz bulunmuştur.

Muhafaza süresi ilerledikçe meyvelerde ortalama hue açısı değerinde azalmalar tespit edilmiştir. 0. günde 22.22° olan hue açısı değeri azalarak muhafaza süresi sonunda ortalama en düşük değer olan 17.82° olarak ölçülmüştür. Uygulamaların hue açısı değerine etkisine incelendiğinde en yüksek ortalama değer 2 µM MeJA uygulamasında (20.70°) ölçülürken, bu uygulamayı aynı istatistik grupta yer alan 1 µM MeJA (20.43°) uygulaması takip etmiştir. En düşük ortalama değer 0.5 µM MeJA uygulaması yapılan meyvelerde saptanmıştır (19.11°).

Muhafaza başlangıcında 22.22° olan hue değerinde depolama süresince artış azalış şeklinde dalgalanmalar meydana gelmesine karşılık muhafaza süresi sonunda tüm uygulamalarda başlangıç değerine göre azalma kaydedilmiştir. 35 günlük muhafaza süresi sonunda meyve kabuğunda meydana gelen koyulaşmaya bağlı olarak azalan hue açısı değeri 16.05° (0.5 µM MeJA) ile 18.78° (2 µM MeJA) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.7).

**Çizelge 4.7.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının soğukta muhafaza süresince kabuk rengi hue açısı ( $h^\circ$ ) değeri üzerine etkileri

| Uygulama                          | Muhafaza süresi (gün)                                         |         |         |         |         |         | Uygulama Ort. |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------|
|                                   | 0                                                             | 7       | 14      | 21      | 28      | 35      |               |
| <b>Kontrol</b>                    | 22.22                                                         | 21.21   | 19.36   | 18.03   | 18.91   | 17.68   | 19.57 B       |
| <b>0.5 <math>\mu</math>M MeJA</b> | 22.22                                                         | 20.15   | 19.81   | 18.50   | 17.94   | 16.05   | 19.11 B       |
| <b>1 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 22.22                                                         | 22.03   | 20.60   | 19.16   | 19.82   | 18.77   | 20.43 A       |
| <b>2 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 22.22                                                         | 21.34   | 21.53   | 19.78   | 20.56   | 18.78   | 20.70 A       |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>               | 22.22 A                                                       | 21.18 B | 20.32 B | 18.87 C | 19.31 C | 17.82 D |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>         | <b>Muh. Sür.= 0.99    Uyg.= 0.81    Uyg. x Muh. Sür.= Ö.D</b> |         |         |         |         |         |               |

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonunu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Ö.D.= Önemli değil

Muhafaza başlangıcında  $19.98^\circ$  olan hue açısı değeri muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte azalmıştır. 28+2. günde en düşük ortalama değer ölçülürken ( $17.56^\circ$ ), 14+2 ( $17.77^\circ$ ) ve 35+2. ( $17.98^\circ$ ) günde ölçülen değerler bu süre ile aynı istatistik grupta yer almıştır. Hasat sonrası uygulamaların hue açısı değeri etkisine bakıldığında en yüksek ortalama değer 2  $\mu$ M MeJA uygulamasında ( $18.60^\circ$ ) ölçülürken, bunu sırasıyla aynı istatistiksel grupta yer alan 1  $\mu$ M MeJA ( $18.59^\circ$ ) ve kontrol grubu ( $18.43^\circ$ ) takip etmiştir. En düşük ortalama değer 0.5  $\mu$ M MeJA uygulaması yapılan meyvelerde tespit edilmiştir ( $17.70^\circ$ ).

0+2. günde  $19.98^\circ$  olarak ölçülen hue açısı değeri uzayan muhafaza süresi ile birlikte azalma göstermiştir. Tüm depolama süresi incelendiğinde 14+2. günde en düşük hue açısı değerinin 0.5  $\mu$ M MeJA ( $16.32^\circ$ ) uygulamasında ölçüldüğü ve genel olarak hue açısı değerindeki azalışın bu uygulamada daha fazla gerçekleştiği saptanmıştır. 35+2. günlük depolama süresi sonunda en yüksek ( $18.56^\circ$ ) ve en düşük ( $16.99^\circ$ ) değerler sırasıyla 1  $\mu$ M MeJA ve kontrol grubu meyvelerde ölçülmüştür (Çizelge 4.8).

**Çizelge 4.8.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının raf ömrü koşullarında kabuk rengi hue açısı değeri ( $h^\circ$ ) üzerine etkileri

| Uygulama                          | Muhafaza süresi (gün)                                          |           |           |           |           |           | Uygulama Ort. |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
|                                   | 0+2                                                            | 7+2       | 14+2      | 21+2      | 28+2      | 35+2      |               |
| <b>Kontrol</b>                    | 19.98 a                                                        | 18.00 b-h | 18.45 b-e | 18.81 a-d | 18.35 b-f | 16.99 ghı | 18.43 A       |
| <b>0.5 <math>\mu</math>M MeJA</b> | 19.98 a                                                        | 17.21 f-ı | 16.32 ı   | 17.64 d-h | 16.83 hı  | 18.24 b-f | 17.70 B       |
| <b>1 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 19.98 a                                                        | 18.39 b-f | 17.94 c-h | 19.15 ab  | 17.53 e-h | 18.56 b-e | 18.59 A       |
| <b>2 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 19.98 a                                                        | 18.88 abc | 18.35 b-f | 18.77 bcd | 17.51 e-h | 18.13 b-g | 18.60 A       |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>               | 19.98 A                                                        | 18.12 BC  | 17.77 C   | 18.59 B   | 17.56 C   | 17.98 C   |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>         | <b>Muh. Sür.= 0.59    Uyg.= 0.48    Uyg. x Muh. Sür.= 1.18</b> |           |           |           |           |           |               |

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonunu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Bahçe ürünlerinde tüketicinin satın alma tercihlerini etkileyen en önemli kalite özelliklerinden birisi de meyve rengidir. Parlak ve çeşide özgü renk aralığında kırmızı renge sahip olan kirazlar kaliteli olarak nitelendirilmektedir (Wani ve ark., 2014). Kiraz hasattan sonra klimakterik özellik göstermemesi nedeniyle kabukta meydana gelen renk koyulaşması antosiyaninlerin bozulmasına bağlı olarak oluşmakta ve sonucunda hue değerinin azalması ile sonuçlanmaktadır (Ünal, 2021).

Hem soğukta depolama hem de raf ömrü koşullarında ilerleyen muhafaza süresine bağlı olarak  $L^*$ ,  $C^*$  ve hue açısı değerlerinde başlangıç değerlerine göre azalış kaydedilmiştir. Meyve kabuğundan renk değişimlerini yavaşlatmada 1 ve 2  $\mu\text{M}$  MeJA dozlarının kontrol ve 0.5  $\mu\text{M}$  MeJA uygulamasına göre daha etkili olduğu saptanmıştır. Elde edilen bulgular 'Precoce de Thyrinthe' kayısı çeşidinde 0.5 ve 1.0 mmol/L MeJA uygulamalarının kontrole kıyasla hue açısı değerinde meydana gelen azalmayı yavaşlatmada daha etkili olduğu belirtilen çalışma ile de desteklenmektedir (Aslantürk, 2019). Kim ve ark. (2007) tarafından yapılan bir başka çalışmada da, 0.5 mmol/L MeJA uygulanmış marulda yapraklarında uygulamadan 8 gün sonra bile karotenoid içeriğinde önemli bir değişimin meydana gelmediği ancak kontrol grubundaki ürünlerde azalmanın gerçekleştiği vurgulanmıştır.

#### 4.3. Meyve Eti Sertliği

Soğukta muhafaza edilen meyvelerde meyve eti sertlik değerindeki değişime uygulama, muhafaza süresi, uygulama x muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Soğukta muhafaza edilen meyvelerde muhafaza süresinin uzaması ile birlikte meyve eti sertliğinde doğrusal bir azalma meydana geldiği belirlenirken, en yüksek ortalama değer muhafazanın başlangıcında (8.87 N), en düşük 35. günde (5.69 N) ölçülmüştür. Tüm MeJA dozlarının kontrol ile karşılaştırıldığında meyve eti sertlik değerinin korunmasında etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek ortalama değer 2  $\mu\text{M}$  MeJA (7.25 N) uygulanan meyvelerde tespit edilirken, bu uygulamayı her ikisi de aynı istatistik grupta yer alan 0.5 ve 1  $\mu\text{M}$  MeJA uygulamaları takip etmiştir (sırasıyla 7.03 N ve 7.00 N). En düşük ortalama değer kontrol grubunda ölçülmüştür (6.25 N).

35 gün süreyle soğukta muhafaza edilen meyvelerde muhafaza başlangıcında 8.87 N olan meyve eti sertlik değeri depolama süresinin ilerlemesi ile birlikte azalış göstermiştir. 35. günde en yüksek sertlik değeri 2  $\mu\text{M}$  MeJA (6.17 N) uygulamasında

belirlenirken, bu uygulamayı sırasıyla 0.5  $\mu$ M (5.86 N) ve 1  $\mu$ M (5.83 N) MeJA uygulamaları takip etmiştir. En düşük sertlik değeri ise kontrol grubu meyvelerinde belirlenmiştir (4.91 N) (Çizelge 4.13). Muhafaza süresi sonunda 2  $\mu$ M MeJA uygulanmış kirazların kontrol meyvelerinden yaklaşık %25 daha fazla sertlik değerine sahip olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.9.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının soğukta muhafaza süresince meyve eti sertlik (N) değeri üzerine etkileri

| Uygulama                          | Muhafaza süresi (gün)                                          |         |          |          |         |          | Uygulama Ort. |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------|----------|----------|---------|----------|---------------|
|                                   | 0                                                              | 7       | 14       | 21       | 28      | 35       |               |
| <b>Kontrol</b>                    | 8.87 a                                                         | 6.71 fg | 6.05 jkl | 5.76 m   | 5.18 n  | 4.91 o   | 6.25 C        |
| <b>0.5 <math>\mu</math>M MeJA</b> | 8.87 a                                                         | 7.25 cd | 7.10 de  | 6.95 ef  | 6.15 ij | 5.86 klm | 7.03 B        |
| <b>1 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 8.87 a                                                         | 7.43 bc | 7.33 bcd | 6.47 gh  | 6.09 jk | 5.83 lm  | 7.00 B        |
| <b>2 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 8.87 a                                                         | 7.54 b  | 7.32 bcd | 7.20 cde | 6.38 hi | 6.17 ij  | 7.25 A        |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>               | 8.87 A                                                         | 7.23 B  | 6.95 C   | 6.60 D   | 5.95 E  | 5.69 F   |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>         | <b>Muh. Sür.= 0.12    Uyg.= 0.10    Uyg. x Muh. Sür.= 0.25</b> |         |          |          |         |          |               |

\* İstatistiksel gruptandırma büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Hasat sonrası farklı dozlarda MeJA uygulamalarının raf ömrü koşullarında muhafaza edilen ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde meyve eti sertlik değerindeki değişimler Çizelge 4.10’da gösterilmiştir. Raf ömrü koşullarında muhafaza edilen kiraz meyvelerinin uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Raf ömrü koşullarında hasat sonrası uygulamaların meyve eti sertliğinin korunmasında etkili olduğu saptanmıştır. 2  $\mu$ M MeJA (6.65 N) uygulamasında en yüksek ortalama meyve sertliği belirlenirken, en düşük ortalama değer kontrol grubu (5.95 N) meyvelerinde ölçülmüştür. 0+2. günde 7.90 N olarak ölçülen ortalama değer, 35+2 günlük depolama süresi sonunda başlangıç değerine göre yaklaşık %38 oranında azalarak 4.90 N olarak belirlenmiştir.

Muhafaza başlangıcında 7.90 N olarak ölçülen meyve eti sertliği muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte meydana gelen yumuşama sonucunda azalış göstermiştir. 35+2 günlük depolama süresi sonunda en yüksek değer 2  $\mu$ M MeJA (5.27 N) uygulamasında tespit edilmiştir. Bu uygulamayı sırasıyla 1  $\mu$ M MeJA (5.16 N), kontrol (4.74 N) ve 0.5  $\mu$ M MeJA (4.44 N) uygulaması takip etmiştir (Çizelge 4.10). 35+2. günde en yüksek değer belirlendiği 2  $\mu$ M MeJA uygulanmış kirazların kontrol meyvelerinden yaklaşık %19 daha fazla sertlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.10.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının raf ömrü koşullarında meyve eti sertlik (N) değeri üzerine etkileri

| Uygulama                  | Muhafaza süresi (gün)                                          |         |         |         |          |         | Uygulama Ort. |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|----------|---------|---------------|
|                           | 0+2                                                            | 7+2     | 14+2    | 21+2    | 28+2     | 35+2    |               |
| <b>Kontrol</b>            | 7.90 a                                                         | 6.26 e  | 6.18 e  | 5.58 fg | 5.07 hı  | 4.74 ij | 5.95 C        |
| <b>0.5 µM MeJA</b>        | 7.90 a                                                         | 7.25 bc | 7.09 c  | 6.64 d  | 5.42 fgh | 4.44 j  | 6.46 B        |
| <b>1 µM MeJA</b>          | 7.90 a                                                         | 7.48 b  | 7.24 bc | 6.27 e  | 5.54 fg  | 5.16 h  | 6.60 AB       |
| <b>2 µM MeJA</b>          | 7.90 a                                                         | 7.33 bc | 7.23 bc | 6.53 de | 5.67 f   | 5.27 gh | 6.65 A        |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>       | 7.90 A                                                         | 7.08 B  | 6.94 B  | 6.26 C  | 5.43 D   | 4.90 E  |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b> | <b>Muh. Sür.= 0.17    Uyg.= 0.14    Uyg. x Muh. Sür.= 0.35</b> |         |         |         |          |         |               |

\* İstatistiksel gruptandırma büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Sertlik bahçe ürünlerinde muhafaza süresini, tüketici tercihleri ile ürünlerin pazar değerini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Yaş meyve ve sebzelerde hasat sonrası meydana gelen sertlik kaybı kalite kaybına ve sonucunda ürünün pazar değerinin azalmasına neden olmaktadır. Ürünlerde oluşan bu yumuşama olgunlaşma ve yaşlanma sonucu bazı enzimlerde meydana gelen artışın sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu enzimler hücrelerde sertliğin korunmasını sağlayan pektik maddelerin yıkımı sonucu sertlik kaybına neden olmaktadır (Barreit ve Gonzalez, 1994; Atkinson ve ark., 2012). Hasattan sonra metabolik aktiviteyi yavaşlatan uygulamaların bu enzimlerin aktivitesini de yavaşlatarak sertlik kaybını geciktirdiği ifade edilmektedir. Nitekim Asghari (2019) farklı meyve ve sebze türlerinde hasat öncesi ve hasat sonrası MeJA uygulamalarının etilen sentezini engellediği, solunum oranının azalttığını ve bunlara bağlı olarak meyve eti sertliğinde azalmaya neden olan enzimlerin aktivitelerini yavaşlattığını belirtmişlerdir.

Meyve eti sertlik değeri hem soğukta depolama hem de raf ömrü koşullarında bütün grupta azalırken, meydana gelen bu azalış MeJA uygulaması yapılan grupta daha yavaş gerçekleşmiştir. Benzer bulgular Yaban mersini meyvelerinde MeJA uygulamasının kontrol ile karşılaştırıldığında daha yüksek sertlik değerine sahip olduğunu belirten çalışmada da elde edilmiştir (Wang ve ark., 2021). Kayısı’da 0.2 mmol/L MeJA ve 2 mmol/L salisilik asit (SA) uygulamalarının kontrole oranla sertlikte meydana gelen azalışı yavaşlatmada etkili olduğu, uygulamalar arasında MeJA’nın SA’ya göre etkisinin daha yüksek olduğu saptanmıştır (Ezzat ve ark., 2017). Soğukta depolanan kivi (Ozturk ve Yücedağ, 2021), papaya (Gonzalez-Aguilar ve ark., 2003; Yao ve Tian, 2005) ve armut (Li ve ark., 2021) meyvelerinde sırasıyla 1.0 mM,  $10^{-4}$  M ve 100 µmol/L dozlarındaki MeJA uygulamalarının meyvelerde meydana gelen

yumuşamanın geciktirilmesinde etkili olduğu belirtilmiştir. MeJA uygulamasının sertlik kaybına neden olan enzimlerin aktivitesini yavaşlattığı ve hücre duvarının yapısında bulunan maddeleri koruyarak yumuşamayı geciktirdiği düşünülmektedir.

#### 4.4. Suda Çözünabilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM)

Soğukta muhafaza süresince SÇKM değerindeki değişime uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Muhafaza süresinin SÇKM'ye etkileri incelendiğinde sürenin ilerlemesiyle birlikte ortalama değerde artış olduğu görülmüştür. Başlangıç ortalama değeri %13.20 olarak belirlenirken, 35. günde en yüksek ortalama değere ulaşılmıştır (%15.25). MeJA uygulamalarının kontrol ile karşılaştırıldığında daha düşük SÇKM değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Genel olarak uygulama dozu arttıkça daha düşük SÇKM içeriğinin tespit edildiği ancak istatistiksel olarak farklılıkların olmadığı görülmüştür. En yüksek ortalama SÇKM değeri kontrol grubunda (%14.81) tespit edilmiştir.

Soğukta muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte meyvelerin SÇKM değerindeki değişimin geciktirilmesinde hasat sonrası yapılan uygulamaların etkili olduğu tespit edilmiştir. 35 gün soğukta muhafaza süresi sonunda en yüksek SÇKM kontrol meyvelerinde ölçülürken (%15.86), bunu sırasıyla 0.5  $\mu$ M MeJA (%15.13) ve 2  $\mu$ M MeJA (%15.06) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer ise 1  $\mu$ M MeJA (%14.93) uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 4.11).

**Çizelge 4.11.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının soğukta muhafaza süresince suda çözünür kuru madde miktarı (%) üzerine etkileri

| Uygulama                          | Muhafaza süresi (gün)                                          |                       |                       |           |                       |           | Uygulama Ort. |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|---------------|
|                                   | 0                                                              | 7                     | 14                    | 21        | 28                    | 35        |               |
| <b>Kontrol</b>                    | 13.20 k                                                        | 14.46 gh <sub>1</sub> | 14.86 c-f             | 15.26 b   | 15.20 bc              | 15.86 a   | 14.81 A       |
| <b>0.5 <math>\mu</math>M MeJA</b> | 13.20 k                                                        | 14.40 g-j             | 14.26 ij              | 14.73 d-g | 14.73 d-g             | 15.13 bc  | 14.41 B       |
| <b>1 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 13.20 k                                                        | 14.26 ij              | 14.46 gh <sub>1</sub> | 14.66 e-h | 14.79 d-g             | 14.93 b-e | 14.37 B       |
| <b>2 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 13.20 k                                                        | 14.06 j               | 14.53 f-i             | 14.33 hij | 14.46 gh <sub>1</sub> | 15.06 bcd | 14.27 B       |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>               | 13.20 E                                                        | 14.30 D               | 14.53 C               | 14.75 B   | 14.78 B               | 15.25 A   |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>         | <b>Muh. Sür.= 0.19    Uyg.= 0.15    Uyg. x Muh. Sür.= 0.39</b> |                       |                       |           |                       |           |               |

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir.



Raf ömrü koşullarında 35+2 günlük depolama süresince SÇKM değeri üzerine uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonunun etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Raf ömrü koşullarında da soğukta muhafaza edilen kirazlarda olduğu gibi SÇKM değerinde artışlar meydana gelmiştir. Muhafaza süresi ortalamaları incelendiğinde 0+2. günde %14.00 olarak ölçülen değer artarak en yüksek 35+2. günde %15.28 olarak ölçülmüştür. Uygulamaların SÇKM değerine etkisi incelendiğinde en düşük ortalama SÇKM değeri 0.5  $\mu\text{M}$  ve 2  $\mu\text{M}$  MeJA uygulamalarında ölçülürken (%14.61), 1  $\mu\text{M}$  MeJA uygulaması da istatistiksel olarak bu uygulamalarda aynı grupta yer almıştır (%14.63). En yüksek ortalama değer kontrol meyvelerinde (%14.87) tespit edilmiştir.

Muhafaza başlangıcında %14.00 olan SÇKM değerinde uzayan muhafaza süresi ile birlikte doğrusal bir artış meydana gelmiştir. tüm raf ömrü süresince MeJA uygulanmış meyvelerde kontrole oranla düşük değer ölçülmüştür. Muhafaza süresi sonunda en yüksek SÇKM değeri ise kontrol (%15.86) meyvelerinde tespit edilmiştir. Aynı sayısal değere sahip olan 1 ve 2  $\mu\text{M}$  MeJA uygulamalarında en düşük değer ölçülürken, 0.5  $\mu\text{M}$  MeJA uygulamasında da %15.13'lük değer saptanmıştır (Çizelge 4.12).

**Çizelge 4.12.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının raf ömrü koşullarında suda çözünür kuru madde (%) üzerine etkileri

| Uygulama                                 | Muhafaza süresi (gün)                                          |           |           |           |           |           | Uygulama Ort. |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
|                                          | 0+2                                                            | 7+2       | 14+2      | 21+2      | 28+2      | 35+2      |               |
| <b>Kontrol</b>                           | 14.00 j                                                        | 14.33 hı  | 14.66 fg  | 15.13 bc  | 15.26 b   | 15.86 a   | 14.87 A       |
| <b>0.5 <math>\mu\text{M}</math> MeJA</b> | 14.00 j                                                        | 14.06 ij  | 14.46 gh  | 14.93 c-f | 15.06 bcd | 15.13 bc  | 14.61 B       |
| <b>1 <math>\mu\text{M}</math> MeJA</b>   | 14.00 j                                                        | 14.26 hij | 14.73 efg | 14.73 efg | 15.00 b-e | 15.06 bcd | 14.63 B       |
| <b>2 <math>\mu\text{M}</math> MeJA</b>   | 14.00 j                                                        | 14.13 ij  | 14.80 def | 14.93 c-f | 14.73 efg | 15.06 bcd | 14.61 B       |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>                      | 14.00 E                                                        | 14.20 D   | 14.66 C   | 14.93 B   | 15.01 B   | 15.28 A   |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>                | <b>Muh. Sür.= 0.16    Uyg.= 0.13    Uyg. x Muh. Sür.= 0.32</b> |           |           |           |           |           |               |

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonunu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p<0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Kiraz meyvelerinde SÇKM değeri meyvede bulunun asit miktarı ile birlikte tadı meydana getiren önemli kalite özelliklerinden birisidir (Crisosto ve ark., 2003). Kiraz klimakterik özellik göstermemesi nedeniyle tam olgunlukta hasat edilmekte ve hasattan sonra tadın korunabilmesi için muhafaza süresince SÇKM değerindeki değişimin daha yavaş gerçekleşmesi istenmektedir.

MeJA uygulamasının SÇKM değerindeki artışı yavaşlatmada kontrol grubuna göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Benzer bulgular kayısıda yapılan bir çalışmada da belirtilmiştir. Precocoe de Thyrinthe kayısı çeşidinde 0.5 ve 1.0 mmol/L MeJA uygulanarak 20 gün soğukta depolanan meyvelerde 1.0 mmol/L MeJA uygulamasında başlangıca göre SÇKM değerindeki artışın kontrol ve 0.5 mmol/L MeJA uygulamasından daha az gerçekleştiği belirtilmiştir (Aslantürk, 2019).

MeJA uygulanan meyve türlerinde SÇKM miktarında meydana gelen değişimleri hakkında yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. "*Cripps Pink*" elma meyvesinde (Shafiq ve ark., 2011), "*Delicious*" ve "*Golden Delicious*" elma çeşitleri (Kondo ve ark., 2005) için MeJA uygulamaları SÇKM ve TA değerlerinde önemli değişikliklere yol açmadığı tespit edilmiştir. Diğer yapılan çalışmalarda ise şeftali için (Meng ve ark., 2009), böğürtlen için (Wang ve ark., 2008) ve ahududu için (Wang ve Zheng, 2005) dışarıdan uygulanan MeJA uygulamasının SÇKM değerini artırdığı ve TEA değerlerini azalttığı görülmüştür. MeJA uygulama miktarı; zamanlamasına, türlere, çeşitlere, çevresel koşullara ve kültürel uygulamalara bağlı olarak değişebildiği vurgulanmıştır (Rohwer ve Erwin, 2008).

#### 4.5. Titre Edilebilir Asit Miktarı (TEA)

Soğukta muhafaza edilen kirazlarda TEA miktarı üzerine uygulama, muhafaza süresi, uygulama x muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Soğukta depolama koşullarında uzayan muhafaza süresi ile birlikte TEA değerinde azalma tespit edilmiştir. %0.649 olarak belirlenen 0. gün ortalama değeri muhafaza süresince doğrusal bir azalma göstererek 35. günde en düşük değer olan %0.444'e gerilemiştir. MeJA uygulamaların ortalama değerleri incelendiğinde 1  $\mu$ M MeJA (%0.566) uygulamasında en yüksek ortalama TEA saptanmıştır. Bu uygulamayı sırasıyla 2  $\mu$ M MeJA (%0.555) ve 0.5  $\mu$ M MeJA (%0.534) uygulamaları takip etmiştir. Kontrol meyvelerde (%0.499) en düşük ortalama değer ölçülmüştür (Çizelge 4.13).

Soğukta depolama süresince TEA miktarında ilerleyen muhafaza süresince azalma meydana geldiği, bu azalmayı geciktirmede MeJA uygulamalarının etkili olduğu tespit edilmiştir. Başlangıç TEA değeri %0.649 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi sonunda başlangıç değerine göre %39 oranında azalan kontrol meyvelerinde en düşük TEA değeri tespit edilmiştir (%0.396). 35 günlük süre boyunca 1  $\mu$ M MeJA uygulamasının TEA miktarındaki değişimi yavaşlatmada diğer dozlara oranla daha

etkili olduğu saptanmıştır. Muhafaza süresi sonunda en yüksek TEA değeri başlangıca göre %25 oranında azalan 1  $\mu$ M MeJA uygulamasında belirlenirken (%0.488), bu uygulamayı sırasıyla 2  $\mu$ M ve 0.5  $\mu$ M MeJA uygulamaları (sırasıyla %0.477 ve %0.416) izlemiştir.

**Çizelge 4.13.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının soğukta muhafaza süresince TEA (%) üzerine etkileri

| Uygulama                          | Muhafaza süresi (gün)                                             |         |          |           |           |          | Uygulama Ort. |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------|----------|-----------|-----------|----------|---------------|
|                                   | 0                                                                 | 7       | 14       | 21        | 28        | 35       |               |
| <b>Kontrol</b>                    | 0.649 a                                                           | 0.528 e | 0.507 gh | 0.496 hij | 0.417 l   | 0.396 m  | 0.499 D       |
| <b>0.5 <math>\mu</math>M MeJA</b> | 0.649 a                                                           | 0.577 c | 0.545 d  | 0.510 fg  | 0.505 ghı | 0.416 l  | 0.534 C       |
| <b>1 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 0.649 a                                                           | 0.647 a | 0.581 c  | 0.519 ef  | 0.511 fg  | 0.488 jk | 0.566 A       |
| <b>2 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 0.649 a                                                           | 0.621 b | 0.575 c  | 0.514 fg  | 0.496 ij  | 0.477 k  | 0.555 B       |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>               | 0.649 A                                                           | 0.593 B | 0.552 C  | 0.510 D   | 0.482 E   | 0.444 F  |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>         | <b>Muh. Sür.= 0.005    Uyg.= 0.004    Uyg. x Muh. Sür.= 0.011</b> |         |          |           |           |          |               |

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Raf ömrü koşullarında 35+2 günlük depolama süresince TEA miktarı üzerine uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonunun etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Raf ömrü koşullarında muhafaza başlangıcında %0.656 olan ortalama değer, 35+2. günde azalarak %0.410 değerine düşmüştür. Uygulama ortalamalarına göre en yüksek ortalama TEA değeri 2  $\mu$ M MeJA uygulamasında (%0.541) tespit edilirken, bu uygulamayı sırasıyla 1  $\mu$ M MeJA (%0.531) ve 0.5  $\mu$ M MeJA (%0.519) uygulamaları takip etmiştir. En düşük ortalama değer ise kontrol meyvelerde ölçülmüştür (%0.493).

Raf ömrü koşullarında muhafaza süresi ilerledikçe TEA değerindeki azalmanın yavaşlatılmasında hasat sonrası uygulamaların etkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). Muhafaza başlangıcında %0.656 olan TEA değeri 35+2 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek 1  $\mu$ M MeJA uygulamasında (%0.435) belirlenmiştir. Bu uygulamayı sırasıyla 2  $\mu$ M MeJA (%0.413) ve 0.5  $\mu$ M MeJA (%0.407) uygulamaları takip etmiştir. En düşük TEA değeri ise kontrol meyvelerinde (%0.385) ölçülmüştür (Çizelge 4.14). 1  $\mu$ M MeJA uygulamasında başlangıç değerine göre azalış %34 iken, kontrol meyvelerinde %41 oranında gerçekleşmiştir.

**Çizelge 4.14.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının raf ömrü koşullarında TEA (%) değeri üzerine etkileri

| Uygulama                  | Muhafaza süresi (gün)                                             |          |          |         |         |         | Uygulama Ort. |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------|----------|---------|---------|---------|---------------|
|                           | 0+2                                                               | 7+2      | 14+2     | 21+2    | 28+2    | 35+2    |               |
| <b>Kontrol</b>            | 0.656 a                                                           | 0.549 de | 0.481 g  | 0.473 g | 0.413 j | 0.385 k | 0.493 D       |
| <b>0.5 µM MeJA</b>        | 0.656 a                                                           | 0.576 c  | 0.540 e  | 0.483 g | 0.456 h | 0.407 j | 0.519 C       |
| <b>1 µM MeJA</b>          | 0.656 a                                                           | 0.623 b  | 0.559 d  | 0.503 f | 0.471 g | 0.435 ı | 0.531 B       |
| <b>2 µM MeJA</b>          | 0.656 a                                                           | 0.633 b  | 0.562 cd | 0.485 g | 0.436 ı | 0.413 j | 0.541 A       |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>       | 0.656 A                                                           | 0.595 B  | 0.536 C  | 0.486 D | 0.443 E | 0.410 F |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b> | <b>Muh. Sür.= 0.007    Uyg.= 0.006    Uyg. x Muh. Sür.= 0.015</b> |          |          |         |         |         |               |

\* İstatistiksel gruptandırma büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama etkileşimini arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Her iki depolama koşulunda da asit miktarında azalmada meydana gelirken depolama öncesi MeJA uygulamalarının TEA kaybını yavaşlatmada etkili olduğu tespit edilmiştir. İlerleyen muhafaza süresince TEA değerindeki en fazla kayıp her iki depolama koşulunda da kontrol grubunda gerçekleşmiştir. MeJA uygulamalarının TEA değerini korumada etkili olduğu belirlenirken, 1 µM dozunun daha etkili olduğu saptanmıştır. Elde ettiğimiz bulgular çilek (Geransayeh ve ark., 2015) ve mandarin (Baswal ve ark., 2020) meyvelerinde uzayan muhafaza süresince azalan asitlik değerinin korunmasında MeJA uygulamalarının etkili olduğunu belirten çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

## 4.6. Görsel Kalite

### 4.6.1. Genel görünüm

Farklı dozlarda MeJA uygulaması yapıldıktan sonra muhafaza edilen meyvelerde soğukta muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte genel görünüm değerinde azalma tespit edilmiştir. Panelistler tarafından 1-9 skalası kullanılarak yapılan görünüm değerlendirmesinde, tüm meyveler için depolamanın başlangıcında 9.00 olan değer muhafaza süresi ve hasat sonrası uygulamalara bağlı olarak azalmalar meydana gelmiştir. 35 günlük depolama süresince genel görünüm değerlendirmesinde uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi etkileşimi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Depolamanın başlangıcında 9.00 olan ortalama değer, 7. günde de aynı değerlendirme puanını almıştır. 14. günden itibaren azalmaya başlayan görünüm değeri 35. günde en düşük seviyesine ulaşmıştır (4.23). MeJA uygulamalarının hasat sonrası genel görünümü korumada etkili olduğu belirlenirken, aynı istatistik grupta yer alan 2 µM ve 1 µM MeJA uygulamalarının genel görünümü korumada en etkili uygulamalar

olduğu saptanmıştır. Kontrol grubunda en düşük ortalama değer tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

0. günde 9.00 puan verilen meyvelerde muhafazanın 7. gününde önemli bir değişim kaydedilmediği ve değerlendirilen kriterlerin hasada yakın özellikte olduğu belirtilmiştir. 14. günden itibaren azalmaya başlayan değer 28. günde kontrol ve 0.5  $\mu$ M MeJA uygulamasında pazarlanabilir sınır olan 5.00'ın altında bir puan almıştır. 35. günde en yüksek değerlendirme puanı aynı istatistiksel grupta yer alan 1  $\mu$ M ve 2  $\mu$ M MeJA (5.26) uygulamaları yapılan meyvelerde tespit edilirken, her iki uygulamanın da pazarlanabilir sınır değerinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

**Çizelge 4.15.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının soğukta muhafaza süresince görünüm üzerindeki etkileri

| Uygulama                          | Muhafaza süresi (gün)                                          |        |         |          |          |        | Uygulama Ort. |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|---------|----------|----------|--------|---------------|
|                                   | 0                                                              | 7      | 14      | 21       | 28       | 35     |               |
| <b>Kontrol</b>                    | 9.00 a                                                         | 9.00 a | 7.40 c  | 5.40 gh  | 3.66 j   | 2.73 k | 6.20 C        |
| <b>0.5 <math>\mu</math>M MeJA</b> | 9.00 a                                                         | 9.00 a | 7.80 bc | 6.00 def | 4.46 ı   | 3.66 j | 6.65 B        |
| <b>1 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 9.00 a                                                         | 9.00 a | 8.06 b  | 6.33 de  | 5.66 fgh | 5.26 h | 7.22 A        |
| <b>2 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 9.00 a                                                         | 9.00 a | 8.06 b  | 6.50 d   | 5.93 efg | 5.26 h | 7.29 A        |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>               | 9.00 A                                                         | 9.00 A | 7.83 B  | 6.05 C   | 4.93 D   | 4.23 E |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>         | <b>Muh. Sür.= 0.26    Uyg.= 0.21    Uyg. x Muh. Sür.= 0.53</b> |        |         |          |          |        |               |

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir. (Skalada, 9= Mükemmel, 7= Çok iyi 5= İyi, pazarlanabilir sınır (küçük bozukluklar ürünün pazarlanabilirliğini etkilemez) 3= Orta, tüketilebilirlik sınırı (büyük oranda bozukluklar ürünün pazarlanabilirliğini etkilemektedir) 1= Kötü, tüketilemez)

Raf ömrü koşullarında muhafaza edilen kiraz meyvelerinde genel görünüm değerlendirmesine uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Soğukta depolama süresince olduğu gibi raf ömrü koşullarında da muhafaza süresinin ilerlemesiyle beraber görünüm değerlendirmelerinde azalma gözlemlenmiş, depolamanın başlangıcında genel görünüm için verilen ortalama değer 9.00 iken, 35. günün sonunda ortalama değer 4.13'e gerilemiştir. 1  $\mu$ M MeJA (6.77) uygulaması genel görünümün korunmasında en etkili sonuçları gösterirken, sırasıyla 2  $\mu$ M ve 0.5  $\mu$ M uygulamaları da istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Kontrol grubu 5.93 değer ile puanlamada en düşük ortalama değeri almıştır (Çizelge 4.16).

Muhafaza başlangıcında 9.00 puan olan genel görünüm değerinin muhafaza süresince korunmasında hasat sonrası uygulamaların etkili olduğu belirlenmiştir. Muhafaza süresince meyvelerin genel görünümünde en yüksek değerler 7+2. günde

0.5  $\mu\text{M}$  MeJA (9.00), 14+2. günde 1  $\mu\text{M}$  MeJA (7.80), 21+2. günde 1  $\mu\text{M}$  MeJA ve 2  $\mu\text{M}$  MeJA (5.80), 28+2. günde 1  $\mu\text{M}$  MeJA (5.26) uygulamasında tespit edilmiştir. Kontrol grubu meyveler 28+2. günden itibaren pazarlanabilir sınır değeri altında puan almaya başlarken, 35+2. günde 1  $\mu\text{M}$  MeJA uygulaması dışında diğer uygulamalar 5 puan altında değerlendirilmiştir (Çizelge 4.16).

**Çizelge 4.16.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının raf ömrü koşullarında görünüm üzerine etkileri

| Uygulama                                 | Muhafaza süresi (gün)  |         |                   |         |                               |         | Uygulama Ort. |
|------------------------------------------|------------------------|---------|-------------------|---------|-------------------------------|---------|---------------|
|                                          | 0+2                    | 7+2     | 14+2              | 21+2    | 28+2                          | 35+2    |               |
| <b>Kontrol</b>                           | 9.00 a                 | 8.33 b  | 7.00 e            | 5.00 g  | 3.93 ı                        | 2.33 j  | 5.93 B        |
| <b>0.5 <math>\mu\text{M}</math> MeJA</b> | 9.00 a                 | 9.00 a  | 7.40 df           | 5.26 fg | 4.86 gh                       | 4.33 hı | 6.64 A        |
| <b>1 <math>\mu\text{M}</math> MeJA</b>   | 9.00 a                 | 7.66 cd | 7.80 bcd          | 5.80 f  | 5.26 fg                       | 5.13 g  | 6.77 A        |
| <b>2 <math>\mu\text{M}</math> MeJA</b>   | 9.00 a                 | 8.20 bc | 7.26 de           | 5.80 f  | 5.00 g                        | 4.73 gh | 6.66 A        |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>                      | 9.00 A                 | 8.30 B  | 7.36 C            | 5.46 D  | 4.76 E                        | 4.13 F  |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>                | <b>Muh. Sür.= 0.31</b> |         | <b>Uyg.= 0.25</b> |         | <b>Uyg. x Muh. Sür.= 0.62</b> |         |               |

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir. (Skalada, 9= Mükemmel, 7= Çok iyi 5= İyi, pazarlanabilir sınır (küçük bozukluklar ürünün pazarlanabilirliğini etkilemez) 3= Orta, tüketilebilirlik sınırı (büyük oranda bozukluklar ürünün pazarlanabilirliğini etkilemektedir) 1= Kötü, tüketilemez)

#### 4.6.2. Sap görünüm

Kiraz saplarında muhafaza süresince kahverengileşmeye ve su kaybına bağlı olarak meydana gelen renk değişimlerine ait duysal analiz sonuçları Çizelge 4.17’de gösterilmiştir. 35 günlük soğukta depolama süresince meyve sap renk ve görünümüne uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Panelistler tarafından 1-5 skalası kullanılarak yapılan sap görünüm değerlendirmesinde tüm meyveler için depolamanın başlangıcında sap görünümü için verilen değer 1.00 iken, 7. günde de renkte herhangi bir değişim olmadığı tespit edilmiştir. Muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte sapta meydana gelen kararmaya ve su kaybına bağlı olarak değerlerde artış kaydedilmiş ve 35. günün sonunda ortalama 3.06 olarak ölçülmüştür.

Uygulamaların meyve sap rengine etkisi incelendiğinde en yüksek ortalama değer kontrol grubu meyvelerde tespit edilmiştir (1.96). 0.5  $\mu\text{M}$  MeJA uygulaması kontrol grubu ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır (1.91). En düşük ortalama değer 1  $\mu\text{M}$  MeJA (1.70) olduğu görülürken 2  $\mu\text{M}$  MeJA (1.80) uygulaması ile aynı istatistiksel grupta oldukları görülmüştür (Çizelge 4.17).

Muhafaza başlangıcında meyve sap renginin görsel olarak değerlendirilmede 1.00 puan aldığı ve muhafaza süresinin 7. gününde kontrol ve uygulama yapılan tüm meyvelerin sap görünümü koruduğu tespit edilmiştir. 14. günden itibaren saplarda kuruma ve kararmaya bağlı olarak değerlerde artış görülürken ve 35 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek değer 0.5  $\mu$ M MeJA uygulaması yapılan meyvelerde saptanmıştır (3.26). Bunu sırasıyla kontrol grubu (3.20) ve 2  $\mu$ M MeJA (2.93) takip ederken, 1  $\mu$ M MeJA uygulaması (2.86) sap görünümünü korumada en etkili uygulama olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.17.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının soğukta muhafaza süresince sap görünümü üzerine etkileri

| Uygulama                          | Muhafaza süresi (gün)  |        |                   |          |                               |        | Uygulama Ort. |
|-----------------------------------|------------------------|--------|-------------------|----------|-------------------------------|--------|---------------|
|                                   | 0                      | 7      | 14                | 21       | 28                            | 35     |               |
| <b>Kontrol</b>                    | 1.00 j                 | 1.00 j | 1.86 gh           | 2.26 cde | 2.46 c                        | 3.20 a | 1.96 A        |
| <b>0.5 <math>\mu</math>M MeJA</b> | 1.00 j                 | 1.00 j | 1.73 hi           | 2.13 def | 2.33 cd                       | 3.26 a | 1.91 A        |
| <b>1 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 1.00 j                 | 1.00 j | 1.60 i            | 1.73 hi  | 2.00 fg                       | 2.86 b | 1.70 B        |
| <b>2 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 1.00 j                 | 1.00 j | 1.66 hi           | 2.06 efg | 2.13 def                      | 2.93 b | 1.80 B        |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>               | 1.00 E                 | 1.00 E | 1.71 D            | 2.05 C   | 2.23 B                        | 3.06 A |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>         | <b>Muh. Sür.= 0.10</b> |        | <b>Uyg.= 0.87</b> |          | <b>Uyg. x Muh. Sür.= 0.21</b> |        |               |

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir. (Skalada, 1 = mükemmel, hiç kararma yok; 2 = iyi, kararma oranı az; 3 = orta; 4 = kötü, kararma oranı yüksek; 5 = çok kötü, kararma çok şiddetli)

Raf ömrü koşullarında muhafaza edilen kiraz meyvelerinde meyve sap rengi değerlendirmesine uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Raf ömrü koşullarında muhafaza edilen kiraz meyvelerinde soğukta depolanan meyvelere benzer şekilde depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte meyve sap renginde değişimler meydana gelmiştir. Tüm uygulamalarda depolamanın başlangıcında sap görünümü için 1.00 değeri verilirken, muhafaza süresi ve hasat sonrası uygulamalara bağlı olarak artış tespit edilmiştir.

Muhafaza süresi ortalamaları incelendiğinde 0+2 ve 7+2. günlerde tüm uygulamalar 1.00 değerini alırken, 35+2. günün sonunda bu değer 3.68'e yükseldiği görülmüştür. Uygulamaların sap görünümü ortalama değerlerine etkisi incelendiğinde, en yüksek ortalama değer 2.22 ile kontrol grubu meyvelerde ölçülmüştür. Bu değeri sırasıyla 2.12 1.95 ile 0.5  $\mu$ M ve 2  $\mu$ M MeJA uygulamalarının takip ettiği kaydedilmiştir. En düşük değer olan 1.92 1  $\mu$ M MeJA uygulamasında ölçülmüştür.

Muhafaza süresinin 7+2. gününde kontrol ve uygulama yapılan tüm meyvelerin sap rengi ve görünümü korunurken, 14+2. günden itibaren bu değerlerde artış meydana gelmiştir. 35+2 günlük muhafaza süresi sonunda 1  $\mu$ M MeJA (3.20) sap rengi ve görünümünün korunmasında en etkili uygulama olarak belirlenmiştir. Kararma oranı en yüksek kontrol grubu (4.13) meyvelerde belirlenmiş ve bunu sırasıyla 0.5  $\mu$ M (4.00) ve 2  $\mu$ M MeJA (3.40) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.18.).

**Çizelge 4.18.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının raf ömrü koşullarında sap görünümü üzerine etkileri

| Uygulama                          | Muhafaza süresi (gün)  |        |                   |                               |          |        | Uygulama Ort. |
|-----------------------------------|------------------------|--------|-------------------|-------------------------------|----------|--------|---------------|
|                                   | 0+2                    | 7+2    | 14+2              | 21+2                          | 28+2     | 35+2   |               |
| <b>Kontrol</b>                    | 1.00 ı                 | 1.00 ı | 2.20 ef           | 2.46 cd                       | 2.53 c   | 4.13 a | 2.22 A        |
| <b>0.5 <math>\mu</math>M MeJA</b> | 1.00 ı                 | 1.00 ı | 2.06 fg           | 2.13 efg                      | 2.53 c   | 4.00 a | 2.12 B        |
| <b>1 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 1.00 ı                 | 1.00 ı | 1.93 gh           | 2.13 efg                      | 2.26 def | 3.20 b | 1.92 C        |
| <b>2 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 1.00 ı                 | 1.00 ı | 1.80 h            | 2.20 ef                       | 2.33 cde | 3.40 b | 1.95 C        |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>               | 1.00 E                 | 1.00 E | 2.00 D            | 2.23 C                        | 2.41 B   | 3.68 A |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>         | <b>Muh. Sür.= 0.10</b> |        | <b>Uyg.= 0.08</b> | <b>Uyg. x Muh. Sür.= 0.21</b> |          |        |               |

\* İstatistiksel gruptandırma büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir. ( Sklada, 1 = mükemmel, hiç kararma yok; 2 = iyi, kararma oranı az; 3 =orta; 4 = kötü, kararma oranı yüksek; 5 = çok kötü, kararma çok şiddetli)

Genel kalite özelliklerine değerlendiren panelistler tarafından muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte meyve kabuk renginde koyulaşma veya kararma, yeşil olan meyve sap renginin kararması, meyve sertliğinde azalma ile önemli bir fizyolojik bozukluk olan çöküntülerin oluşması şeklinde kalite kayıplarının olduğu ifade edilmiştir.

Panelistler tarafından yapılan değerlendirmede hem soğukta muhafaza hem de raf ömrü koşullarında tutulan kiraz meyvelerinde MeJA uygulamalarının genel görünüm ile sapta görünümünde meydana gelen değişimi yavaşlatmada etkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle yüksek dozlu MeJA uygulamalarında bu etkinin daha belirgin olduğu vurgulanmıştır. Patlıcanda yapılan benzer bir çalışmada da 10 günlük depolama süresince kontrol meyvelerinde kalite değerlendirmesinde 9.00 puandan 4.63 puana önemli bir düşüş görülürken, depolama süresinin sonunda 1 mM MeJA uygulanan patlıcan meyvelerine 6.27 puan, 5 mM MeJA uygulanan meyvelere ise 5.87 puan verilmiştir. 10 mM MeJA uygulamasının kontrol grubu ile benzer özellik gösterdiği vurgulanmıştır (Fan ve ark., 2016). ‘Kinnow’ mandarin çeşidinde 0.001, 0.002 ve 0.003  $\mu$ mol/L MeJA uygulamalarında 0.001  $\mu$ mol/L dozunun 75 günlük depolama süresince duysal kaliteyi korumada diğer uygulamalarla karşılaştırıldığında en iyi sonucu verdiği



belirtilmiştir (Baswal ve ark., 2020). MeJA'nın meyvelerde yaşlanmayı yavaşlatarak meydana gelen kalite kayıplarını önlediği düşünülmektedir.

#### 4.7. Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFM)

Hasat sonrası farklı dozlarda MeJA uygulamasının soğukta muhafaza süresince '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde TFM miktarındaki değişimlere etkisi Çizelge 4.19'da gösterilmiştir. 35 günlük depolama süresince uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

İstatistiksel değerlendirmeler sonucunda, muhafazanın ilerlemesi ile birlikte kiraz meyvelerinde TFM miktarında başlangıç değerine göre artış tespit edilmiştir. Muhafaza başlangıcında 58.23 mg/100g olarak ölçülen ortalama değer muhafaza süresinin 7. gününde bir miktar azalış göstermiştir (57.90 mg/100g). Muhafaza süresinin 14. gününden itibaren artarak 35. gününde ortalama değer 157.48 mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Hasat sonrası uygulamaların ortalama TFM miktarına etkisi incelendiğinde, en yüksek ortalama değer kontrol grubu meyvelerde (117.51 mg/100g) saptanmıştır. En düşük ortalama TFM miktarı ise 2  $\mu$ M MeJA (91.62 mg/100g) uygulaması yapılan meyvelerde ölçülürken, 1  $\mu$ M MeJA (93.95 mg/100g) istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

**Çizelge 4.19.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının soğukta muhafaza süresince toplam fenolik madde miktarı (mg/100g) üzerine etkileri

| Uygulama                          | Muhafaza süresi (gün)                                           |          |           |            |            |            | Uygulama Ort. |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------|-----------|------------|------------|------------|---------------|
|                                   | 0                                                               | 7        | 14        | 21         | 28         | 35         |               |
| <b>Kontrol</b>                    | 58.23 lmn                                                       | 71.23 kl | 100.90 j  | 124.56 fgh | 158.23 bc  | 191.90 a   | 117.51 A      |
| <b>0.5 <math>\mu</math>M MeJA</b> | 58.23 lmn                                                       | 55.56 mn | 81.23 k   | 113.23 hij | 142.56 de  | 160.56 b   | 101.90 B      |
| <b>1 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 58.23 lmn                                                       | 51.56 n  | 69.56 kl  | 110.23 ij  | 129.23 efg | 144.90 cd  | 93.95 C       |
| <b>2 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 58.23 lmn                                                       | 53.23 n  | 68.90 klm | 117.56 ghi | 119.23 f-i | 132.56 def | 91.62 C       |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>               | 58.23 E                                                         | 57.90 E  | 80.15 D   | 116.40 C   | 137.31 B   | 157.48 A   |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>         | <b>Muh. Sür.= 6.77    Uyg.= 5.52    Uyg. x Muh. Sür.= 13.54</b> |          |           |            |            |            |               |

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Soğukta muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte hasat sonrası MeJA uygulamaların meyvelerin TFM miktarının korunmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Muhafaza başlangıcında 58.23 mg/100g olan değer soğukta depolanan meyvelerde başlangıç değerine göre muhafaza süresi ilerledikçe artış göstermiştir. 35 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek TFM miktarı kontrol meyvelerinde ölçülürken (191.90 mg/100g), bu uygulamayı sırasıyla 0.5  $\mu$ M MeJA (160.56 mg/100g) ve 1  $\mu$ M

MeJA (144.90 mg/100g) uygulamaları takip etmiştir. TFM miktarındaki artışı geciktirmede en etkili uygulama 2  $\mu$ M MeJA (132.56 mg/100g) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.19).

Raf ömrü koşullarında muhafaza edilen kiraz meyvelerinde toplam fenolik madde miktarlarındaki değişimler Çizelge 4.20’de gösterilmiştir. Raf ömrü süresince TFM miktarı üzerine muhafaza süresi istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) önemli bulunurken, uygulama ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonu önemsiz bulunmuştur.

Muhafaza süresi ortalamaları incelendiğinde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte TFM miktarında başlangıç değerine göre artış meydana gelirken, 28+2. günde en yüksek değere ulaşmış (138.65 mg/100g) ve 35+2 günde azalarak 116.06 mg/100g olarak belirlenmiştir. Raf ömrü koşullarında hasat sonrası uygulama ortalamalarına bakıldığında en yüksek değer kontrol grubunda (109.45 mg/100g) belirlenirken, en düşük ortalama değer 1  $\mu$ M MeJA  $\mu$ l uygulaması yapılan meyvelerde (101.67 mg/100g) tespit edilmiştir.

Soğuk depolama sonrası 20 °C’de raf ömrü koşullarının belirlendiği meyvelerde 0+2. günde 57.23 mg/100g olarak ölçülen değer bütün uygulamalarda başlangıç değerine göre artış gösterirken, bu artışın tüm uygulamalarda 14+2. günde daha hızlı gerçekleştiği saptanmıştır. En yüksek TFM miktarı 1  $\mu$ M MeJA uygulamasında (134.23 mg/g) belirlenirken, bunu sırasıyla 2  $\mu$ M MeJA (116.23 mg/g) ve 0.5  $\mu$ M MeJA (113.23 mg/g) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer kontrol (110.56 mg/g) meyvelerinde ölçülmüştür.

**Çizelge 4.20.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının raf ömrü koşullarında toplam fenolik madde miktarı (mg/100g) üzerine etkileri

| Uygulama                          | Muhafaza süresi (gün)                                        |         |          |          |          |          | Uygulama |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                   | 0+2                                                          | 7+2     | 14+2     | 21+2     | 28+2     | 35+2     | Ort.     |
| <b>Kontrol</b>                    | 57.23                                                        | 75.90   | 132.23   | 138.56   | 142.23   | 110.56   | 109.45   |
| <b>0.5 <math>\mu</math>M MeJA</b> | 57.23                                                        | 63.90   | 115.90   | 138.23   | 142.23   | 113.23   | 105.12   |
| <b>1 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 57.23                                                        | 58.23   | 118.23   | 116.90   | 135.23   | 134.23   | 101.67   |
| <b>2 <math>\mu</math>M MeJA</b>   | 57.23                                                        | 61.56   | 124.23   | 134.23   | 134.90   | 116.23   | 104.73   |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>               | 57.23 C                                                      | 64.90 C | 122.65 B | 131.98 A | 138.65 A | 116.06 B |          |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>         | <b>Muh. Sür.= 8.14    Uyg.= Ö.D    Uyg. x Muh. Sür.= Ö.D</b> |         |          |          |          |          |          |

\* İstatistiksel gruptandırma büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p<0.05$  düzeyinde önemsizdir. Ö.D.= Önemli değil

Yaş meyve ve sebzelerde hasattan sonra içerdiği fenolik madde miktarında önemli değişimler meydana gelebilmektedir. Genel olarak depolama süresinin

ilerlemesi ile birlikte fenolik bileşiklerin konsantrasyonlarında %40-60 oranında artışın meydana geldiği belirtilmiştir (Valero ve ark., 2011). Soğukta depolama sırasında meydana gelen bu değişimlere ürünün olgunluk seviyesi, hasat zamanı, tür ve çeşit, kültürel uygulamalar ile muhafaza süresi gibi birçok faktör etkili olmaktadır (Serrano ve ark., 2009). Toplam fenolik maddelerin değişimi ile ilgili yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçların farklılık gösterdiği saptanmıştır. Ozturk ve Yücedağ (2021) kivide 180 günlük depolama süresince fenolik madde miktarında azalış meydana geldiği ancak 0.25 mM MeJA uygulamasında kontrole oranla daha yüksek değer belirlendiği vurgulanmıştır. Bu bulgulara benzer şekilde patlıcanlarda muhafaza süresince fenolik madde miktarının azaldığı ancak 1 mM MeJA uygulaması yapılmış meyvelerdeki seviyenin kontrol meyvelerinden yaklaşık 1.2 kat daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Fan ve ark., 2016).

Hem soğukta hem de raf ömrü koşullarında depolanan kiraz meyvelerinde uygulanan MeJA kontrol grubu meyvelerine göre fenolik madde miktarını korumada daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

#### **4.8. Toplam Antioksidan Aktivite (TAA)**

Hasat sonrası uygulamaların soğukta depolanan ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidi meyvelerinde TAA üzerine etkisi Çizelge 4.21’de gösterilmiştir. Soğukta depolama koşulunda toplam antioksidan aktivitede meydana gelen değişimlere uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Soğukta depolanan kirazların muhafaza süresi ortalamasında TAA muhafaza başlangıcında 63.51  $\mu\text{mol/g}$  iken, bu değer depolama sonunda doğrusal olarak azalarak 35. günde en düşük değer tespit edilmiştir (45.77  $\mu\text{mol/g}$ ). Hasat sonrası MeJA uygulamalarının TAA üzerine etkili olduğu belirlenirken, en yüksek ortalama değer 2  $\mu\text{M}$  MeJA (57.00  $\mu\text{mol/g}$ ) uygulamasında ölçülürken, en düşük değer kontrol (49.22  $\mu\text{mol/g}$ ) grubunda belirlenmiştir. 1  $\mu\text{M}$  MeJA ve 0.5  $\mu\text{M}$  MeJA uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.21).

Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda soğukta depolama süresince TAA miktarında uygulamalara göre değişmekle birlikte azalma meydana gelmiştir. Muhafaza başlangıcında 63.51  $\mu\text{mol/g}$  olarak ölçülen değer, 35 günlük süre sonunda en yüksek 2  $\mu\text{M}$  MeJA uygulamasında ölçülürken (49.04  $\mu\text{mol/g}$ ) bu değeri aynı istatistiksel grupta yer alan 1  $\mu\text{M}$  MeJA (48.64) uygulaması takip etmiştir. En düşük

değer ise kontrol grubunda (38.70) tespit edilmiştir. Muhafaza süresi sonunda başlangıç değerine göre kontrol, 0.5, 1 ve 2  $\mu\text{M}$  MeJA uygulanmış meyvelerin TAA miktarında sırasıyla %39, %27, %23 ve %22 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.21.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının soğukta muhafaza süresince toplam antioksidan aktivitesi ( $\mu\text{mol/g}$ ) üzerine etkileri

| Uygulama                                 | Muhafaza süresi (gün)                                          |          |           |           |           |          | Uygulama Ort. |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------|
|                                          | 0                                                              | 7        | 14        | 21        | 28        | 35       |               |
| <b>Kontrol</b>                           | 63.51 a                                                        | 55.66 d  | 51.13 gh  | 44.35 jk  | 42.00 k   | 38.70 l  | 49.22 C       |
| <b>0.5 <math>\mu\text{M}</math> MeJA</b> | 63.51 a                                                        | 58.33 c  | 53.85 def | 53.44 d-g | 52.11 fg  | 46.71 ij | 54.66 B       |
| <b>1 <math>\mu\text{M}</math> MeJA</b>   | 63.51a                                                         | 58.94 c  | 55.33 de  | 53.93 def | 53.18 d-g | 48.64 hi | 55.59 B       |
| <b>2 <math>\mu\text{M}</math> MeJA</b>   | 63.51 a                                                        | 61.81 ab | 59.70 bc  | 54.91 de  | 53.02 efg | 49.04 hi | 57.00 A       |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>                      | 63.51 A                                                        | 58.68 B  | 55.00 C   | 51.66 D   | 50.08 E   | 45.77 F  |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>                | <b>Muh. Sür.= 1.29    Uyg.= 1.05    Uyg. x Muh. Sür.= 2.58</b> |          |           |           |           |          |               |

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Hasat sonrası uygulamaların raf ömrü depolama koşullarında ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidi meyvelerinde TAA üzerine etkisi Çizelge 4.22’de gösterilmiştir. Raf ömrü koşullarında toplam antioksidan aktivitede meydana gelen değişimlere uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Raf ömrü koşullarında kiraz meyvelerinde TAA miktarında muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte soğukta depolama süresince olduğu gibi doğrusal bir azalış tespit edilmiştir. 0+2. günde muhafaza süresi ortalaması 61.60  $\mu\text{mol/g}$  iken, 35+2. günde 48.00  $\mu\text{mol/g}$  olarak ölçülmüştür. Uygulama ortalamaları incelendiğinde en yüksek antioksidan aktivite değeri 2  $\mu\text{M}$  MeJA (56.94  $\mu\text{mol/g}$ ) uygulaması yapılan meyvelerde meydana gelirken, bu uygulamayı sırasıyla 0.5  $\mu\text{M}$  MeJA (56.45  $\mu\text{mol/g}$ ) ve 1  $\mu\text{M}$  MeJA (55.24  $\mu\text{mol/g}$ ) uygulamaları takip etmiştir. En düşük antioksidan aktivite değeri ise kontrol grubunda (53.39  $\mu\text{mol/g}$ ) belirlenmiştir (Çizelge 4.22).

Raf ömrü başlangıcında 61.60  $\mu\text{mol/g}$  olan TTA değeri muhafaza süresince azalarak 35+2 günlük süre sonunda 40.32  $\mu\text{mol/g}$  (kontrol) ile 52.29  $\mu\text{mol/g}$  (2  $\mu\text{M}$  MeJA) arasında değişim göstermiştir. Raf ömrü sonunda başlangıç değerine göre kontrol, 0.5, 1 ve 2  $\mu\text{M}$  MeJA uygulanmış meyvelerin TAA miktarında sırasıyla %35, %19, %20 ve %15 oranında bir azalış tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.22.** Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının raf ömrü koşullarında toplam antioksidan aktivitesi ( $\mu\text{mol/g}$ ) üzerine etkileri

| Uygulama                                 | Muhafaza süresi (gün)                                   |           |           |           |           |           | Uygulama Ort. |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
|                                          | 0+2                                                     | 7+2       | 14+2      | 21+2      | 28+2      | 35+2      |               |
| <b>Kontrol</b>                           | 61.60 a                                                 | 56.14 b-e | 53.94 d-g | 53.47 e-h | 48.88 j   | 40.32 k   | 53.39 C       |
| <b>0.5 <math>\mu\text{M}</math> MeJA</b> | 61.60 a                                                 | 61.58 a   | 57.89 bc  | 55.01 c-f | 52.47 f-ı | 50.12 hj  | 56.45 AB      |
| <b>1 <math>\mu\text{M}</math> MeJA</b>   | 61.60 a                                                 | 58.04 bc  | 57.29 bcd | 53.77 efg | 51.50 g-j | 49.27 ij  | 55.24 B       |
| <b>2 <math>\mu\text{M}</math> MeJA</b>   | 61.60 a                                                 | 59.19 ab  | 55.33 c-f | 55.53 c-f | 57.70 bc  | 52.29 f-j | 56.94 A       |
| <b>Muh.Sür.Ort.</b>                      | 61.60 A                                                 | 58.74 B   | 56.12 C   | 54.44 C   | 52.64 D   | 48.00 E   |               |
| <b>LSD<sub>0.05</sub></b>                | Muh. Sür.= 1.74    Uyg.= 1.42    Uyg. x Muh. Sür.= 3.49 |           |           |           |           |           |               |

\* İstatistiksel gruptandırma büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemsizdir.

Benzer yapılan çalışmalarda hasat sonrası MeJA uygulaması meyvelerde antioksidan kapasitesinin artmasına neden olduğu saptanmıştır. Daha çok hasat sonrası meyvelerde reaktif oksijen (ROS) miktarını azaltan (Dong ve ark., 2016), süperoksit dismutaz (SOD), polifenol oksidaz (PPO), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) ve sinnamil-alkol dehidrojenaz (CAD) aktivitelerinin neden olduğu belirtilmiştir (Cao ve ark., 2009; Asghari ve Hasanlooe, 2015; Boonyaritthongchai ve Supapvanich, 2017; Li ve ark., 2017; Mustafa ve ark., 2018). Bazı durumlarda artan antioksidan aktivite miktarı askorbik asit, glutatyon, fenolikler ve flavonoidler gibi bileşiklerin artışına olumlu etkisi olduğu görülmüştür (Huang ve ark., 2015; Dong ve ark., 2016; Sangprayoon ve ark., 2019; Wang, 2019). MeJA uygulamasının etkileri diğer çalışmalarla karşılaştırırken kan portakallarında  $\gamma$ -aminobütirik asit ve metil salisilat, toplam antioksidan aktivite miktarı ve askorbik asitte en büyük farklılıklar 50  $\mu\text{mol/L}$  MeJA ve 100  $\mu\text{mol/L}$  metil salisilat uygulamalarında gözlemlenirken,  $\gamma$ -aminobütirik asitte tespit edilmemiştir (Habibi ve ark., 2020). Benzer şekilde kivide yapılan çalışmada hem soğukta depolama hem de raf ömrü koşullarında antioksidan miktarındaki azalışı yavaşlatmada MeJA uygulamasının etkili olduğu, özellikle 1.0 mM MeJA uygulanmış meyvelerde kontrol ve diğer MeJA dozlarına göre daha olumlu sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir (Ozturk ve Yücedağ, 2021).

Yaptığımız çalışmada ise hem soğukta muhafaza hem de raf ömrü koşullarında depolanan kiraz meyvelerinde MeJA uygulaması yapılan gruplarda kontrol gruplarına kıyasla antioksidan seviyelerinin yüksek çıktığı belirlenmiştir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada Konya-Hadim’de ticari bahçelerde yetiştirilen ve ticari olum aşamasında hasat edilen ‘0900 Ziraat’ kiraz (*Prunus avium* L.) çeşidine depolama öncesi farklı dozlarda MeJA uygulamasının hasat sonrası kalite özelliklerinin korunmasına ve raf ömrü süresinin uzatılmasına etkileri araştırılmıştır.

Klimakterik özellik göstermeyen kiraz meyvelerinde kaliteyi belirleyen meyve iriliği, sertlik, kabuk rengi, meyve sap rengi, aroma ve tat gibi özellikler pazar fiyatlarını ve tüketici tercihlerini belirleyen en önemli kriterlerdir. Hasat sonrası uygulamalar tüm bu kalite özelliklerinin korunarak en az kayıplarla raf ve pazar ömrünün uzatılması hedeflenmiştir.

Soğukta ve raf ömrü koşullarında muhafaza süresinin ilerlemesine bağlı olarak artan ağırlık kayıplarını geciktirmede tüm uygulamalar kontrol grubu ile karşılaştırıldığında olumlu sonuçlar gösterirken, en etkili sonuç 2  $\mu$ M MeJA uygulaması yapılan meyvelerde tespit edilmiştir. Raf ömrü koşullarında ise en az ağırlık kaybı soğukta muhafazada 2  $\mu$ M MeJA uygulaması yapılan meyvelerde meydana gelmiştir.

Kirazlarda kaliteyi belirleyen en önemli parametrelerden biri olan meyve kabuğu rengi muhafaza süresince korunması pazar değeri ve tüketici seçimi açısından oldukça önemlidir. 35 gün soğukta depolanan kirazların kabuk renklerinin parlaklığını bir miktar kaybettiği görülmüştür. L\* değerindeki azalma en çok kontrol grubunu oluşturan meyvelerde ölçülmüştür. Her iki depolama koşulunda da en yüksek L\* değeri 1  $\mu$ M MeJA uygulaması yapılan meyvelerde tespit edilmiştir.

Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte C\* değerinde de azalma tespit edilmiştir. Soğukta depolanan meyvelerde en yüksek C\* değeri 2  $\mu$ M MeJA uygulanan meyvelerde belirlenirken en düşük değer ise 0.5  $\mu$ M MeJA uygulanan meyvelerde meydana gelmiştir. Raf ömrü koşullarında ise 1  $\mu$ M MeJA uygulaması yapılan meyvelerde en yüksek renk yoğunluğu tespit edilirken, en düşük C\* değeri ise kontrol grubu meyvelerinde ölçülmüştür.

Muhafaza başlangıcında soğukta depolanan kiraz meyvelerinde ölçülen hue açısı değerinde muhafaza süresi sonunda tüm uygulama değerlerinde dalgalanmalar meydana gelmiştir. Soğukta depolanan meyvelerde 2  $\mu$ M MeJA uygulaması hue açısı değerini korumada en iyi sonucu vermiştir. Raf ömrü koşullarında ise 1  $\mu$ M MeJA uygulaması hue açısı değerini korumada en iyi sonucu vermiştir.

Kirazda meyve eti sertliği en önemli kalite kriterlerinden biridir. Meyve etinde meydana gelen yumuşamanın geciktirilmesinde hem soğukta hem de raf ömrü koşullarında 2  $\mu$ M MeJA uygulaması kontrol ve diğer uygulamalara göre daha etkili bulunmuştur.

SÇKM değerindeki değişimler incelendiğinde muhafaza süresince hem soğukta depolamada hem de raf ömrü koşullarında ölçülen değerlerde artış görölmüştür. Soğukta muhafaza süresince 1  $\mu$ M MeJA uygulaması yapılan meyvelerde muhafaza başlangıcında ölçülen değeri korumada etkili olduğu tespit edilmiştir. Raf ömrü koşullarında soğukta depolamaya oranla SÇKM değerlerinde biraz daha fazla artış gerçekleşmiş olup bu değer 1  $\mu$ M ve 2  $\mu$ M MeJA uygulamaları yapılan meyvelerde stabil bir şekilde muhafaza ettiği saptanmıştır.

Meyvelerde tadı etkileyen en önemli parametrelerden biri olan asitlik değer ı muhafaza süresi boyunca düşüş eğiliminde olmuştur. Hem soğukta depolamada hem de raf ömrü koşullarında 1  $\mu$ M MeJA uygulamasının TEA değerini korumada etkili olduğu belirlenmiştir.

Panelistler tarafından 1-9 skalası kullanılarak değerlendirme aşamasında dış görünüm, sap görünümü, sertlik ve renk gibi kalite parametreleri bakımından değerlendirilen meyvelerde muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte tüm uygulamalardaki değerlerde azalma tespit edilmiştir. Muhafaza süresince hasat sonrası uygulamalar genel görünümün iyileştirilmesinde olumlu sonuçlar göstermiştir. Soğukta depolamada kontrol grubu ve 0.5  $\mu$ M MeJA uygulamaları 28. günden itibaren pazarlanabilir sınır değerin altında puan alırken, 35. günde 1  $\mu$ M ve 2  $\mu$ M MeJA uygulamaları pazarlanabilir değerinin üstünde puan almıştır. Raf ömrü koşullarında ise 1  $\mu$ M MeJA uygulaması genel görünümün korunmasında en etkili sonucu vermiştir.

Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte saplarda meydana gelen kuruma ve kahverengileşme gibi değişimler göz önünde bulundurularak panelistler tarafından yapılan değerlendirmelerde 1-5 skalası kullanılmıştır. Her iki depolama koşulunda da kontrol grubu meyvelerde en şiddetli kararma meydana gelmiştir. Hem soğuk depolamada hem de raf ömrü koşullarında 1  $\mu$ M MeJA uygulaması sap kararmalarının geciktirilmesinde olumlu sonuçlar göstermiştir.

İlerleyen muhafaza süresine bağlı olarak hem soğukta depolamada hem de raf ömrü koşullarında toplam fenolik madde miktarı değerlerinde dalgalanmalar meydana gelmiştir. Soğukta depolama süresince bu artışı geciktirmede en önemli sonucu 2  $\mu$ M

MeJA uygulaması verirken raf ömrü koşullarında 1  $\mu$ M MeJA uygulaması en iyi sonucu vermiştir.

Toplam antioksidan aktivite miktarında hem soğukta depolama hem de raf ömrü koşullarında muhafaza süresinin ilerlemesi birlikte azalma tespit edilmiştir. Her iki depolama koşulunda da en yüksek antioksidan aktivite miktarı 2  $\mu$ M MeJA uygulaması yapılan meyvelerde ölçülürken, en fazla azalma kontrol grubu meyvelerde meydana gelmiştir.

## 5.2 Öneriler

‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde fiziksel ve biyokimyasal özelliklerdeki değişimleri yavaşlatmada ve depolama koşullarını iyileştirmede hasat sonrası MeJA uygulamalarının etkili uygulamalar olduğu saptanmıştır. Birçok kalite özelliğinde 0.5  $\mu$ M MeJA uygulamasının kontrole yakın sonuçlar verdiği belirlenirken, 1 ve 2  $\mu$ M MeJA uygulamalarının kiraz için önemli kalite özelliklerindeki değişimlere etkisinin daha belirgin olduğu saptanmıştır.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda 2  $\mu$ M MeJA uygulamasının hem soğukta depolama hem de raf ömrü koşullarında ağırlık kaybının azaltılması, meyve eti sertliği, meyve kabuk rengi, SÇKM, titre edilebilir asitlik, toplam antioksidan aktivite ve fenolik madde miktarı değerlerindeki azalışın geciktirilmesinde olumlu etkiler gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca görsel kalitede meydana gelen değişimin yavaşlatılmasında da etkili olduğu görülmüştür. Uygulamaların meyve kalitesine etkisi kalite özelliklerine göre farklılık gösterirken en etkili uygulamanın 2  $\mu$ M MeJA olarak tespit edilmiştir. ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde 35 günlük soğukta depolama süresince meyve kalite özelliklerinin korunarak depolanabileceği belirlenmiştir.



## KAYNAKLAR

- Acero, N., Gradillas, A., Beltran, M., García, A. ve Mingarro, D. M., 2019, Comparison of phenolic compounds profile and antioxidant properties of different sweet cherry (*Prunus avium* L.) varieties, *Food chemistry*, 279, 260-271.
- Ahmad, T., Liu, Y., Shujian, H. ve Moosa, A., 2020, First record of *Alternaria alternata* causing postharvest fruit rot of sweet cherry (*Prunus avium*) in China, *Plant Disease*, 104 (7), 2030-2030.
- Anonim, 2005, *Meyve çeşit kataloğu*, *Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü*, Yayın No: 12 (3).
- Anonim, 2021a, Dünya Bitkisel Üretim Verileri, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, [Ziyaret Tarihi: 23.10.2021]. 2.
- Anonim, 2021b, 2016-2020 Türkiye Kiraz Üretim İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, [Ziyaret Tarihi: 23.10.2021].
- Anonim, 2021c, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/>, [Ziyaret Tarihi: 23.10.2021].
- Anonim, 2021d, <https://www.tarimorman.gov.tr/>, [Ziyaret Tarihi: 23.10.2021].
- Asghari, M. ve Hasanlooe, A. R., 2015, Interaction effects of salicylic acid and methyl jasmonate on total antioxidant content, catalase and peroxidase enzymes activity in “Sabrosa” strawberry fruit during storage, *Scientia Horticulturae*, 197, 490-495.
- Asghari, M., 2019, Impact of jasmonates on safety, productivity and physiology of food crops, *Trends in Food Science & Technology*, 91, 169-183.
- Aslantürk, B., 2019, Soğukta muhafaza süresince kayısı meyvesinin fiziko-mekanik ve biyokimyasal özellikleri üzerine metil jasmonat (MeJA) ve modifiye atmosfer paketlenme uygulamalarının etkisi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Atkinson, R. G., Sutherland, P. W., Johnston, S. L., Gunaseelan, K., Hallett, I. C., Mitra, D., Brummell, D. A., Schröder, R., Johnston, J. W. ve Schaffer, R. J., 2012, Down-regulation of POLYGALACTURONASE1 alters firmness, tensile strength and water loss in apple (*Malus x domestica*) fruit, *BMC Plant Biology*, 12 (1), 1-13.
- Bahorun, T., Luximon-Ramma, A., Crozier, A. ve Aruoma, O. I., 2004, Total phenol, flavonoid, proanthocyanidin and vitamin C levels and antioxidant activities of mauritian vegetables, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84 (12), 1553-1561.
- Balbontín, C., Gutiérrez, C., Wolff, M. ve Figueroa, C. R., 2018, Effect of abscisic acid and methyl jasmonate preharvest applications on fruit quality and cracking tolerance of sweet cherry, *Chilean journal of agricultural research*, 78 (3), 438-446.
- Barreir, D. M. ve Gonzalez, C., 1994, Activity of softening enzymes during cherry maturation, *Journal of Food Science*, 59 (3), 574-577.
- Baswal, A., Dhaliwal, H., Singh, Z., Mahajan, B. ve Gill, K., 2020, Postharvest application of methyl jasmonate, 1-methylcyclopropene and salicylic acid extends the cold storage life and maintain the quality of ‘Kinnow’ mandarin (*Citrus nobilis* L. X *C. deliciosa* L.) fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 161, 111064.
- Benzie, I. F. ve Strain, J. J., 1996, The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay, *Analytical biochemistry*, 239 (1), 70-76.

- Boonyariththongchai, P. ve Supapvanich, S., 2017, Effects of methyl jasmonate on physicochemical qualities and internal browning of 'queen'pineapple fruit during cold storage, *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 58 (5), 479-487.
- Caner, C., Vergano, P. ve Wiles, J., 1998, Chitosan film mechanical and permeation properties as affected by acid, plasticizer, and storage, *Journal of Food Science*, 63 (6), 1049-1053.
- Cao, S., Zheng, Y., Wang, K., Jin, P. ve Rui, H., 2009, Methyl jasmonate reduces chilling injury and enhances antioxidant enzyme activity in postharvest loquat fruit, *Food chemistry*, 115 (4), 1458-1463.
- Cao, S., Zheng, Y., Wang, K., Rui, H. ve Tang, S., 2010, Effect of methyl jasmonate on cell wall modification of loquat fruit in relation to chilling injury after harvest, *Food chemistry*, 118 (3), 641-647.
- Cemeroğlu, B., 2007, Gıda analizleri, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 34, 168-171.
- Chockchaisawasdee, S., Golding, J. B., Vuong, Q. V., Papoutsis, K. ve Stathopoulos, C. E., 2016, Sweet cherry: Composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use, *Trends in Food Science & Technology*, 55, 72-83.
- Creelman, R. A. ve Mullet, J. E., 1995, Jasmonic acid distribution and action in plants: regulation during development and response to biotic and abiotic stress, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 92 (10), 4114-4119.
- Creelman, R. A. ve Mullet, J. E., 1997, Biosynthesis and action of jasmonates in plants, *Annual Review of Plant Biology*, 48 (1), 355-381.
- Crisosto, C. H., Crisosto, G. M. ve Ritenour, M. A., 2002, Testing the reliability of skin color as an indicator of quality for early season 'Brooks' (*Prunus avium* L.) cherry, *Postharvest Biology and technology*, 24 (2), 147-154.
- Crisosto, C. H., Crisosto, G. M. ve Metheney, P., 2003, Consumer acceptance of 'Brooks' and 'Bing'cherries is mainly dependent on fruit SSC and visual skin color, *Postharvest Biology and Technology*, 28 (1), 159-167.
- Çelik, Y. ve Sarıaltın, H. K., 2019, Türkiye'de kiraz üretiminin yapısal analizi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6 (4), 596-607.
- Demircan, V. ve Hatırlı, S., 2003, Dünyada ve Türkiye'de kiraz üretimi ve dış ticaretinin gelişimi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7 (1), 27-34.
- Dong, Y., Zhi, H., Xu, J., Zhang, L., Liu, M. ve Zong, W., 2016, Effect of methyl jasmonate on reactive oxygen species, antioxidant systems and microstructure of Chinese winter jujube at two major ripening stages during shelf life, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 91 (3), 316-323.
- Esti, M., Cinquanta, L., Sinesio, F., Moneta, E. ve Di Matteo, M., 2002, Physicochemical and sensory fruit characteristics of two sweet cherry cultivars after cool storage, *Food Chemistry*, 76 (4), 399-405.
- Ezzat, A., Ammar, A., Szabó, Z., Nyéki, J. ve Holb, I. J., 2017, Postharvest treatments with methyl jasmonate and salicylic acid for maintaining physico-chemical characteristics and sensory quality properties of apricot fruit during cold storage and shelf-life, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 67 (2), 159-166.
- Fan, L., Shi, J., Zuo, J., Gao, L., Lv, J. ve Wang, Q., 2016, Methyl jasmonate delays postharvest ripening and senescence in the non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 120, 76-83.
- Geransayeh, M., Sepahvand, S., Abdossic, V. ve Zarrinnia, V., 2015, Effect of methyl jasmonate treatment on decay, post-harvest life and quality of Strawberry (*Fragaria ananassa* L. cv. Gaviota) fruit, *Int. J. Curr. Sci*, 15, 123-131.

- Gonzalez-Aguilar, G., Buta, J. G. ve Wang, C., 2003, Methyl jasmonate and modified atmosphere packaging (MAP) reduce decay and maintain postharvest quality of papaya 'Sunrise', *Postharvest Biology and Technology*, 28 (3), 361-370.
- Habibi, F., Ramezani, A., Guillén, F., Serrano, M. ve Valero, D., 2020, Blood oranges maintain bioactive compounds and nutritional quality by postharvest treatments with  $\gamma$ -aminobutyric acid, methyl jasmonate or methyl salicylate during cold storage, *Food chemistry*, 306, 125634.
- Hayat, S. ve Ahmad, A., 2007, Salicylic acid-a plant hormone, *Springer Science & Business Media*, p.
- Hayta, E. ve Aday, M. S., 2015, The effect of different electrolyzed water treatments on the quality and sensory attributes of sweet cherry during passive atmosphere packaging storage, *Postharvest Biology and Technology*, 102, 32-41.
- Huang, X., Li, J., Shang, H. ve Meng, X., 2015, Effect of methyl jasmonate on the anthocyanin content and antioxidant activity of blueberries during cold storage, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95 (2), 337-343.
- Jeon, Y.-J., Kamil, J. Y. ve Shahidi, F., 2002, Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (18), 5167-5178.
- Kim, H.-J., Fonseca, J. M., Choi, J.-H. ve Kubota, C., 2007, Effect of methyl jasmonate on phenolic compounds and carotenoids of romaine lettuce (*Lactuca sativa* L.), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (25), 10366-10372.
- Koç, B. E. ve Özkan, M., 2011, Gıda endüstrisinde kitosanın kullanımı, *Gıda*, 36 (3), 161-168.
- Kondo, S., Seta, S., Rudell, D., Buchanan, D. ve Mattheis, J., 2005, Aroma volatile biosynthesis in apples affected by 1-MCP and methyl jasmonate, *Postharvest Biology and Technology*, 36 (1), 61-68.
- Koyuncu, M. A., 2017, Bahçe ürünlerinin depolanması. In: Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazara hazırlanması (Ed: R. Türk, N.T.Güneş, M. Erkan, M.A. Koyuncu), *Somta Yayınları Ders Kitabı*, 245-292.
- Ladaniya, M. S., 2008, Commercial fresh citrus cultivars and producing countries, *Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation. Academic Press, San Diego*, 13-65.
- Li, C.-y., Cheng, Y., HOU, J.-b., Jie, Z., Lei, S. ve GE, Y.-h., 2021, Application of methyl jasmonate postharvest maintains the quality of Nanguo pears by regulating mitochondrial energy metabolism, *Journal of Integrative Agriculture*, 20 (11), 3075-3083.
- Li, H., Suo, J., Han, Y., Liang, C., Jin, M., Zhang, Z. ve Rao, J., 2017, The effect of 1-methylcyclopropene, methyl jasmonate and methyl salicylate on lignin accumulation and gene expression in postharvest 'Xuxiang' kiwifruit during cold storage, *Postharvest Biology and Technology*, 124, 107-118.
- Liu, H., Meng, F., Miao, H., Chen, S., Yin, T., Hu, S., Shao, Z., Liu, Y., Gao, L. ve Zhu, C., 2018, Effects of postharvest methyl jasmonate treatment on main health-promoting components and volatile organic compounds in cherry tomato fruits, *Food chemistry*, 263, 194-200.
- López-Caballero, M., Gómez-Guillén, M., Pérez-Mateos, M. ve Montero, P., 2005, A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties, *Food hydrocolloids*, 19 (2), 303-311.
- Magalhães, H. C. R., Alves Filho, E. G., dos Santos Garruti, D., Massaretto, I. L. ve Purgatto, E., 2021, Effect of postharvest methyl jasmonate and ethylene

- treatments on the biosynthesis of volatile compounds of hot pepper fruits, *Scientia Horticulturae*, 289, 110477.
- Martínez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D. ve Serrano, M., 2006, Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: a new edible coating, *Postharvest Biology and Technology*, 39 (1), 93-100.
- McGuire, R. G., 1992, Reporting of objective color measurements, *Hort Science*, 27 (12), 1254-1255.
- Measham, P. F., 2011, Rain-induced fruit cracking in sweet cherry (*Prunus avium* L.), *University of Tasmania*, 170.
- Meng, X., Han, J., Wang, Q. ve Tian, S., 2009, Changes in physiology and quality of peach fruits treated by methyl jasmonate under low temperature stress, *Food Chemistry*, 114 (3), 1028-1035.
- Mir, S. A., Shah, M. A. ve Mir, M. M., 2018, *Postharvest Biology and Technology of Temperate Fruits*, Springer, p.
- Murray, R., Lucangeli, C., Polenta, G. ve Budde, C., 2007, Combined pre-storage heat treatment and controlled atmosphere storage reduced internal breakdown of 'Flavorcrest' peach, *Postharvest Biology and Technology*, 44 (2), 116-121.
- Mustafa, M. A., Ali, A., Seymour, G. ve Tucker, G., 2018, Treatment of dragonfruit (*Hylocereus polyrhizus*) with salicylic acid and methyl jasmonate improves postharvest physico-chemical properties and antioxidant activity during cold storage, *Scientia Horticulturae*, 231, 89-96.
- Ozturk, A., Yildiz, K., Ozturk, B., Karakaya, O., Gun, S., Uzun, S. ve Gundogdu, M., 2019, Maintaining postharvest quality of medlar (*Mespilus germanica*) fruit using modified atmosphere packaging and methyl jasmonate, *LWT*, 111, 117-124.
- Ozturk, B., Yıldız, K. ve Kucuker, E., 2015, Effect of pre-harvest methyl jasmonate treatments on ethylene production, water-soluble phenolic compounds and fruit quality of Japanese plums, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95 (3), 583-591.
- Ozturk, B. ve Yücedağ, F., 2021, Effects of methyl jasmonate on quality properties and phytochemical compounds of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward') during cold storage and shelf life, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45 (2), 154-164.
- Öztürk, B., Özkan, Y. ve Yildiz, K., 2014, Methyl jasmonate treatments influence bioactive compounds and red peel color development of Braeburn apple, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38 (5), 688-699.
- Pan, L., Zhao, X., Chen, M., Fu, Y., Xiang, M. ve Chen, J., 2020, Effect of exogenous methyl jasmonate treatment on disease resistance of postharvest kiwifruit, *Food chemistry*, 305, 125483.
- Pan, L., Chen, X., Xu, W., Fan, S., Wan, T., Zhang, J. ve Cai, Y., 2022, Methyl jasmonate induces postharvest disease resistance to decay caused by *Alternaria alternata* in sweet cherry fruit, *Scientia Horticulturae*, 292, 110624.
- Peña-Cortés, H., Barrios, P., Dorta, F., Polanco, V., Sánchez, C., Sánchez, E. ve Ramírez, I., 2004, Involvement of jasmonic acid and derivatives in plant response to pathogen and insects and in fruit ripening, *Journal of Plant Growth Regulation*, 23 (3), 246-260.
- Posé, S., Paniagua, C., Matas, A. J., Gunning, A. P., Morris, V. J., Quesada, M. A. ve Mercado, J. A., 2019, A nanostructural view of the cell wall disassembly process

- during fruit ripening and postharvest storage by atomic force microscopy, *Trends in Food Science & Technology*, 87, 47-58.
- Raskin, I., 1992, Role of salicylic acid in plants, *Annual Review of Plant Biology*, 43 (1), 439-463.
- Rehman, M., Singh, Z. ve Khurshid, T., 2018, Methyl jasmonate alleviates chilling injury and regulates fruit quality in 'Midknight' Valencia orange, *Postharvest Biology and Technology*, 141, 58-62.
- Remón, S., Venturini, M. a. E., Lopez-Buesa, P. ve Oria, R., 2003, Burlat cherry quality after long range transport: optimisation of packaging conditions, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 4 (4), 425-434.
- Reyes-Díaz, M., Lobos, T., Cardemil, L., Nunes-Nesi, A., Retamales, J., Jaakola, L., Alberdi, M. ve Ribera-Fonseca, A., 2016, Methyl jasmonate: an alternative for improving the quality and health properties of fresh fruits, *Molecules*, 21 (6), 567.
- Rohwer, C. L. ve Erwin, J. E., 2008, Horticultural applications of jasmonates, *The Journal of Horticultural Science and Bio Technology*, 83 (3), 283-304.
- Saavedra, G. M., Figueroa, N. E., Poblete, L. A., Cherian, S. ve Figueroa, C. R., 2016, Effects of preharvest applications of methyl jasmonate and chitosan on postharvest decay, quality and chemical attributes of *Fragaria chiloensis* fruit, *Food chemistry*, 190, 448-453.
- Saavedra, G. M., Sanfuentes, E., Figueroa, P. M. ve Figueroa, C. R., 2017, Independent preharvest applications of methyl jasmonate and chitosan elicit differential upregulation of defense-related genes with reduced incidence of gray mold decay during postharvest storage of *Fragaria chiloensis* fruit, *International Journal of Molecular Sciences*, 18 (7), 1420.
- Sangprayoon, P., Supapvanich, S., Youryon, P., Wongs-Aree, C. ve Boonyarittongchai, P., 2019, Efficiency of salicylic acid or methyl jasmonate immersions on internal browning alleviation and physicochemical quality of Queen pineapple cv. "Sawi" fruit during cold storage, *Journal of Food Biochemistry*, 43 (12), e13059.
- Saracoglu, O., Ozturk, B., Yildiz, K. ve Kucuker, E., 2017, Pre-harvest methyl jasmonate treatments delayed ripening and improved quality of sweet cherry fruits, *Scientia Horticulturae*, 226, 19-23.
- Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Serrano, M. ve Valero, D., 2011, Vapour treatments with methyl salicylate or methyl jasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates, *Food chemistry*, 124 (3), 964-970.
- Serrano, M., Diaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Castillo, S., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Valverde, J. M. ve Valero, D., 2009, Maturity stage at harvest determines the fruit quality and antioxidant potential after storage of sweet cherry cultivars, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (8), 3240-3246.
- Shafiq, M., Singh, Z. ve Ahmad, S. K., 2011, Pre-harvest spray application of methyl jasmonate improves red blush and flavonoid content in 'Cripps Pink' apple, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 86 (4), 422-430.
- Shafiq, M., Singh, Z. ve Khan, A. S., 2013, Time of methyl jasmonate application influences the development of 'Cripps Pink' apple fruit colour, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93 (3), 611-618.

- Shao, X., Zhu, Y., Cao, S., Wang, H. ve Song, Y., 2013, Soluble sugar content and metabolism as related to the heat-induced chilling tolerance of loquat fruit during cold storage, *Food and Bioprocess Technology*, 6 (12), 3490-3498.
- Sharma, S., Pareek, S., Sagar, N. A., Valero, D. ve Serrano, M., 2017, Modulatory effects of exogenously applied polyamines on postharvest physiology, antioxidant system and shelf life of fruits: a review, *International Journal of Molecular Sciences*, 18 (8), 1789.
- Sheng, L., Shen, D., Luo, Y., Sun, X., Wang, J., Luo, T., Zeng, Y., Xu, J., Deng, X. ve Cheng, Y., 2017, Exogenous  $\gamma$ -aminobutyric acid treatment affects citrate and amino acid accumulation to improve fruit quality and storage performance of postharvest citrus fruit, *Food chemistry*, 216, 138-145.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M. , 1999, Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocalteu reagent., *Methods in enzmology*, 299, 152-178.
- Sloulin, W., 1990, Cherry quality survey-status report, *Proc. Washington State Horticultural Association*, 86, 226-227.
- Sun, D., Lu, X., Hu, Y., Li, W., Hong, K., Mo, Y., Cahill, D. M. ve Xie, J., 2013, Methyl jasmonate induced defense responses increase resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense race 4 in banana, *Scientia Horticulturae*, 164, 484-491.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L. ve Byrne, D. H., 2006, Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts, *Journal of food composition and analysis*, 19 (6-7), 669-675.
- Turner, J. G., Ellis, C. ve Devoto, A., 2002, The jasmonate signal pathway, *The Plant Cell*, 14 (suppl\_1), S153-S164.
- Ünal, S., 2021, Hasat Sonrası UV-C Uygulamalarının Bazı Sert Çekirdekli Meyve Türlerinde Muhafaza Süresince Meyve Kalitesine Etkileri, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Doktora Tezi*, 215.
- Valero, D., Diaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Castillo, S., Guillen, F., Martinez-Romero, D. ve Serrano, M., 2011, Postharvest treatments with salicylic acid, acetylsalicylic acid or oxalic acid delayed ripening and enhanced bioactive compounds and antioxidant capacity in sweet cherry, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (10), 5483-5489.
- Wang, C. ve Buta, J., 1994, Methyl jasmonate reduces chilling injury in Cucurbita pepo through its regulation of abscisic acid and polyamine levels, *Environmental and Experimental Botany*, 34 (4), 427-432.
- Wang, H., Cheng, X., Wu, C., Fan, G., Li, T. ve Dong, C., 2021, Retardation of postharvest softening of blueberry fruit by methyl jasmonate is correlated with altered cell wall modification and energy metabolism, *Scientia Horticulturae*, 276, 109752.
- Wang, H., Wu, Y., Yu, R., Wu, C., Fan, G., Li, T., , 2019, Effects of postharvest application of methyl jasmonate on physicochemical characteristics and antioxidant system of the blueberry fruit. , *Scientia Horticulturae*, 258, Article 108785.
- Wang, K., Shao, X., Gong, Y., Xu, F. ve Wang, H., 2014, Effects of postharvest hot air treatment on gene expression associated with ascorbic acid metabolism in peach fruit, *Plant Molecular Biology Reporter*, 32 (4), 881-887.

- Wang, L., Jin, P., Wang, J., Jiang, L., Shan, T. ve Zheng, Y., 2015a, Methyl jasmonate primed defense responses against *Penicillium expansum* in sweet cherry fruit, *Plant Molecular Biology Reporter*, 33 (5), 1464-1471.
- Wang, L., Jin, P., Wang, J., Jiang, L., Shan, T. ve Zheng, Y., 2015b, Effect of  $\beta$ -aminobutyric acid on cell wall modification and senescence in sweet cherry during storage at 20 C, *Food chemistry*, 175, 471-477.
- Wang, S. Y. ve Zheng, W., 2005, Preharvest application of methyl jasmonate increases fruit quality and antioxidant capacity in raspberries, *International Journal of Food Science & Technology*, 40 (2), 187-195.
- Wang, S. Y., Bowman, L. ve Ding, M., 2008, Methyl jasmonate enhances antioxidant activity and flavonoid content in blackberries (*Rubus* sp.) and promotes antiproliferation of human cancer cells, *Food chemistry*, 107 (3), 1261-1269.
- Wani, A. A., Singh, P., Gul, K., Wani, M. H. ve Langowski, H., 2014, Sweet cherry (*Prunus avium*): Critical factors affecting the composition and shelf life, *Food packaging and shelf life*, 1 (1), 86-99.
- Wasternack, C., 2007, Jasmonates: an update on biosynthesis, signal transduction and action in plant stress response, growth and development, *Annals of Botany*, 100 (4), 681-697.
- Wasternack, C. ve Hause, B., 2013, Jasmonates: biosynthesis, perception, signal transduction and action in plant stress response, growth and development. An update to the 2007 review in *Annals of Botany*, *Annals of Botany*, 111 (6), 1021-1058.
- Yao, H. ve Tian, S., 2005, Effects of pre-and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage, *Postharvest Biology and Technology*, 35 (3), 253-262.
- Yu, L., Liu, H., Shao, X., Yu, F., Wei, Y., Ni, Z., Xu, F. ve Wang, H., 2016, Effects of hot air and methyl jasmonate treatment on the metabolism of soluble sugars in peach fruit during cold storage, *Postharvest Biology and Technology*, 113, 8-16.
- Zapata, P. J., Martínez-Esplá, A., Guillén, F., Díaz-Mula, H. M., Martínez-Romero, D., Serrano, M. ve Valero, D., 2014, Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in two plum cultivars. 2. Improvement of fruit quality and antioxidant systems during postharvest storage, *Postharvest Biology and Technology*, 98, 115-122.
- Zhang, C. ve Whiting, M. D., 2011, Improving 'Bing'sweet cherry fruit quality with plant growth regulators, *Scientia Horticulturae*, 127 (3), 341-346.
- Zhang, H., Ma, L., Turner, M., Xu, H., Dong, Y. ve Jiang, S., 2009, Methyl jasmonate enhances biocontrol efficacy of *Rhodotorula glutinis* to postharvest blue mold decay of pears, *Food chemistry*, 117 (4), 621-626.