

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ADİ DEPO KOŞULLARINDA MUHAFAZA EDİLEN ‘STARKRİMSON’ VE  
‘GRANNY SMİTH’ ELMA ÇEŞİTLERİNİN KALİTELERİ ÜZERİNE  
MODİFİYE ATMOSFER VE 1-METİLSİKLOPROPEN (1-MCP)  
UYGULAMALARININ ETKİLERİ**

**Hayri ÜSTÜN**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAHÇE BİTKİLERİ**

**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEMMUZ 2018**

**ANTALYA**

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ADİ DEPO KOŞULLARINDA MUHAFAZA EDİLEN ‘STARKRİMSON’ VE  
‘GRANNY SMİTH’ ELMA ÇEŞİTLERİNİN KALİTELERİ ÜZERİNE  
MODİFİYE ATMOSFER VE 1-METİLSİKLOPROPEN (1-MCP)  
UYGULAMALARININ ETKİLERİ**

**Hayri ÜSTÜN**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAHÇE BİTKİLERİ**

**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEMMUZ 2018**

**ANTALYA**

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

**ADİ DEPO KOŞULLARINDA MUHAFAZA EDİLEN ‘STARKRİMSON’ VE  
‘GRANNY SMİTH’ ELMA ÇEŞİTLERİNİN KALİTELERİ ÜZERİNE  
MODİFİYE ATMOSFER VE 1-METİLSİKLOPROPEN (1-MCP)  
UYGULAMALARININ ETKİLERİ**

**Hayri ÜSTÜN  
BAHÇE BİTKİLERİ  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez FYL-2018-2781 proje numarasıyla Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma  
Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.**

**TEMMUZ 2018**

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ADİ DEPO KOŞULLARINDA MUHAFAZA EDİLEN ‘STARKRİMSON’ VE  
‘GRANNY SMİTH’ ELMA ÇEŞİTLERİNİN KALİTELERİ ÜZERİNE  
MODİFİYE ATMOSFER VE 1-METİLSİKLOPROPEN (1-MCP)  
UYGULAMALARININ ETKİLERİ**

Hayri ÜSTÜN  
BAHÇE BİTKİLERİ  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez / / 2018 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa ERKAN (Danışman)



Prof. Dr. Nurdan Tuna GÜNEŞ



Dr. Öğr. Üyesi İlhami TOZLU



## ÖZET

### ADİ DEPO KOŞULLARINDA MUHAFAZA EDİLEN ‘STARKRİMSON’ VE ‘GRANNY SMİTH’ ELMA ÇEŞİTLERİNİN KALİTELERİ ÜZERİNE MODİFİYE ATMOSFER VE 1-METİLSİKLOPROPEN (1-MCP) UYGULAMALARININ ETKİLERİ

Hayri ÜSTÜN

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa ERKAN

Temmuz 2018; 144 sayfa

Bu tez çalışması, 2016-2017 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Derim Sonrası Fizyoloji Laboratuvarı ve Antalya ili Elmalı ilçesindeki adi bir depoda yürütülmüştür. Çalışmada, 1-metilsiklopropen (1-MCP) ve modifiye atmosfer (MA) uygulamaları ile bunların kombinasyonunun ‘Starkrimson’ ve ‘Granny Smith’ elma çeşitlerinin soğukta ve adi depo koşullarında muhafazası üzerine etkinliği araştırılmıştır.

Bu amaçla her iki çeşide ait seçilen bahçelerden optimum derim zamanında derilen meyvelere her iki depolama ortamında da 625 ppb dozunda 1-MCP uygulaması yapılmıştır. 1-MCP uygulamaları Elmalı’da adi depo koşullarında muhafaza edilen meyvelere 18 °C, Akdeniz Üniversitesinde muhafaza edilen elmalara ise 5 °C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. 1-MCP uygulamaları her iki ortamda da 24 saat süreyle yapılmıştır. MA’de muhafaza uygulamaları, 1-MCP uygulamalarından hemen sonra gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubu meyveleri ise herhangi bir uygulama yapılmadan muhafaza edilmiştir.

Soğukta muhafaza çalışmaları Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait soğuk hava depolarında 0 °C sıcaklıkta ve %85-90 oransal nemde, kontrolsüz adi depo koşullarında muhafaza çalışmaları ise Elmalı, Antalya’da yürütülmüştür. Elmalı’da yürütülen muhafaza çalışmasında adi deponun sıcaklığı ve oransal nemi bir termohigrograf yardımıyla muhafaza süresince sürekli olarak kaydedilmiştir. Her iki muhafaza ortamından 30’ar gün aralıklarla alınan meyve örneklerinde ağırlık kaybı, suda çözünebilir kuru madde miktarı, titre edilebilir asitlik, meyve eti sertliği, meyve kabuk rengindeki değişimler ( $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$ ), meyvedeki yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı ve şiddeti, toplam antioksidan aktivitesi, toplam fenol miktarı, toplam flavonoid miktarı ile solunum hızı ve etilen üretiminde oluşan değişimler belirlenmiştir.

Çalışma sonunda, muhafaza süresince elmaların ağırlık kayıpları ve suda çözünebilir kuru madde miktarları her iki depolama ortamında da artmış, titre edilebilir asitlik miktarları ise azalmıştır. Her iki depolama ortamında da ağırlık kaybını en iyi koruyan uygulama 1-MCP+MA kombinasyonudur. Titre edilebilir asitlik miktarlarını ise adi depo koşullarında en iyi 1-MCP uygulaması korurken, soğuk depo koşullarında ise 1-MCP+MA kombinasyonu daha başarılı bulunmuştur. Ayrıca adi depo koşullarında

1-MCP+MA kombinasyonunu ‘Granny Smith’ elma çeşidinde renk dönüşümünü (yeşilden sarı renge) yavaşlatmada etkili bulunmuştur. Muhafaza süresince meyve eti sertliğini koruma bakımından adi depo koşullarında ‘Granny Smith’ elma çeşidi için 1-MCP uygulaması, ‘Starkimson’ elma çeşidi için ise 1-MCP ve 1-MCP+MA uygulamaları daha başarılı bulunmuştur. Soğuk depo koşullarında ise 1-MCP ve 1-MCP+MA kombinasyonu meyve eti sertliğini korumada daha etkili olmuştur. Muhafaza süresince 1-MCP uygulaması, elmalarda en yaygın çürüklük etmeni olan *P. expansum* gelişimini önlemiştir. Ayrıca 1-MCP uygulaması meyvelerin açığa çıkardığı etilen üretimi, solunum hızı ile yüzeysel kabuk yanıklığı gelişimi ve şiddetini azaltmıştır. Adi depo koşullarında muhafaza edilen meyvelerin daha yüksek etilen üretimine ve solunum hızına sahip oldukları saptanmıştır. Antioksidan aktivitesi ve toplam fenol miktarları bakımından uygulamalar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Ancak, elmaların toplam fenol miktarları adi depo koşullarında muhafazada depolama süresince azalırken, soğukta muhafazada ise depolama süresince önemli bir değişiklik olmamıştır. Çalışmada, depolama ortamlarının meyvelerin antioksidan aktivitesi üzerinde bir etkisi bulunmamıştır. Muhafaza süresince elmaların toplam flavonoid miktarları artmış ve 1-MCP uygulamaları bu artışı hızlandırmıştır.

Sonuç olarak, soğukta kontrollü koşullarında depolanan her iki elma çeşidi de 210 gün süreyle, Elmalı’da kontrolsüz adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkimson’ elma çeşidi 60 gün, ‘Granny Smith’ elma çeşidi ise 120 gün süreyle pazarlanabilir kalitelerini koruyabilmişlerdir.

**ANAHTAR KELİMELE:** 1-MCP, Adi Depo, Kabuk Yanıklığı, *Malus Domestica* Borhk., Meyve Kalitesi, Modifiye Atmosfer

**JÜRİ:** Prof. Dr. Mustafa ERKAN

Prof. Dr. Nurdan Tuna GÜNEŞ

Dr. Öğr. Üyesi İlhami TOZLU

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECTS OF MODIFIED ATMOSPHERE AND 1-METHYLCYCLOPROPENE (1-MCP) TREATMENTS ON THE QUALITY OF ‘STARKRIMSON’ AND ‘GRANNY SMITH’ APPLE CULTIVARS STORED IN THE AMBIENT CONDITIONS**

**Hayri ÜSTÜN**

**MSc Thesis in Department of Horticulture**

**Supervisor: Prof. Dr. Mustafa ERKAN**

**July 2018, 144 pages**

The study was carried out between 2016 and 2017 at Postharvest Physiology Laboratory of the Department of Horticulture, Akdeniz University and in the ordinary uncooled storage unit in Akçay, Elmalı district of Antalya province. In the research, the effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) and modified atmosphere (MA) treatments and their combination on the postharvest quality of ‘Granny Smith’ and ‘Starkrimson’ apple cultivars under cold and ambient storage conditions were investigated.

For this purpose, 625 ppb 1-MCP was applied to the fruits that harvested at the optimal harvest stage in the both storage conditions. 1-MCP treatments were carried out at 18 °C in Elmalı and at 5 °C in Akdeniz University. 1-MCP were carried out for 24 hours in both storage conditions. After 1-MCP treatments the apples were stored in MA. The control group of fruits were stored without any treatment.

Cold storage studies were carried out at 0 °C temperature with 85-90% relative humidity in cold storage unit of Department of Horticulture, Akdeniz University and the ordinary storage studies were conducted at ambient temperature in Elmalı, Antalya. The temperature and relative humidity of the storage room in Elmalı were monitored by a thermohygrograph. Fruit samples were removed from different storage conditions at 30 day intervals and following parameters; flesh firmness, weight loss, titratable acidity, total soluble solids, skin colour changes ( $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^\circ$ ), ethylene production, respiration rate, antioxidant activity, total phenolics and total flavonoid contents were examined.

At the end of the study, it was determined in both storage conditions that the weight loss and total soluble solids content of the fruits were increased while titratable acidity was decreased. The lowest weight loss was obtained at 1-MCP+MA combination in both storage conditions. The most suitable treatment for titratable acidity was 1-MCP in cold storage and 1-MCP+MA combination in ambient storage conditions, respectively. In addition, 1-MCP+MA combination effectively maintained fruit color by delaying color changes from green to yellow at ambient storage condition for ‘Granny Smith’ apples. Maintaining fruit firmness at ambient storage conditions, 1-MCP treatment was more efficient for ‘Granny Smith’ and 1-MCP and 1-MCP+MA were found to be more efficient for ‘Starkrimson’. At cold storage conditions, on the other hand, 1-MCP and 1-MCP+MA combination were found to be more successful in maintaining the flesh firmness. 1-MCP treatment controlled the development of *P.*

*expansum*, the most common decay cause in apples. 1-MCP treatment was also reduced ethylene production, respiration rate, development and severity of superficial scald. It has been determined that apples stored at ambient storage conditions had higher ethylene production and respiration rate. There was no difference among treatments in terms of antioxidant activity and total phenol contents. But, while the total phenolic decreased at ambient storage conditions, no significant changes observed on fruits kept in cold storage. Furthermore, there was no significant effect of storage conditions on antioxidant activity. The total flavonoid content of the apples increased during storage and 1-MCP treatment was further accelerate this increase.

In conclusion, ‘Granny Smith’ and ‘Starkrimson’ apples stored in cold storage can be stored up to 210 days. But under uncontrolled ambient conditions, storage length without losing market quality were 60 days for ‘Starkrimson’ and 120 days for ‘Granny Smith’ apples.

**KEYWORDS:** 1-MCP, Ambient Storage, Fruit Quality, *Malus Domestica* Borhk., Modified Atmosphere, Superficial Scald

**COMMITTEE:** Prof. Dr. Mustafa ERKAN

Prof. Dr. Nurdan Tuna GÜNEŞ

Asst. Prof. Dr. İlhami TOZLU

## ÖNSÖZ

Elma, Dünya üzerinde değişik ekolojilerde yetiştiriciliği yapılabilen ve ülkemiz için önemli bir meyve türüdür. Son yıllarda sağlanan fidan destekleri ve basınçlı sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması ile birlikte yeni elma plantasyonlarının sayısı ve alanı hızlı bir artış göstermiştir. Buna paralel olarak ülkemizde elma üretimi hızlı bir artış eğilimi göstermektedir. Ülkemizde elma üreticilerinin temel sorunlarından birisi de soğuk hava deposu kapasitesi yetersizliğidir. Bu nedenle, üretilen meyvelerin önemli bir kısmı adi depo koşullarında muhafaza edilmektedir. Adi depo koşullarında elma muhafazasındaki en önemli sorun ise bu ortamlarda depolanan ürünlerdeki solunum hızı ve etilen üretiminin kontrol edilememesidir. Bunun sonucu olarak da optimal derim olumunda toplanan meyveler hızla yeme olumuna ulaşarak pazar kalitelerini kaybederler. Çalışmamızda her iki ortam koşulunda muhafaza edilen elmaların meyve kalitesi ve muhafaza performansı üzerine 1-MCP uygulaması ve MA'de muhafazanın etkinliği araştırılmıştır.

Çalışmamın her aşamasında yardım ve desteklerini esirgemeyen, bana bu araştırma konusunda Yüksek Lisans yapma imkânı veren ve çalışmalarım sırasında her türlü olanağı sağlayan danışmanım Prof. Dr. Mustafa ERKAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin savunulmasındaki katkılarından dolayı değerli jüri üyeleri Prof. Dr. Nurdan Tuna GÜNEŞ ve Dr. Öğr. Üyesi İlhami TOZLU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam esnasında yardımlarını esirgemeyen Zir. Yük. Müh. Mehmet Seçkin Kurubaş'a, Araş. Gör. Adem Doğan'a, Yüksek Lisans öğrencisi Qasid Ali Yousafzai'ye ve Zir. Müh. Bünyamin Peker'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma sonunda elde edilen verilerin istatistiksel analizlerinde yardımlarından dolayı Öğr. Gör. Dr. Ebru KAYA BAŞAR'a teşekkür ederim.

Ayrıca, çalışmam sırasında maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan sevgili aileme de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, projeme maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne de teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                                             |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖZET.....                                                                                                                   | i    |
| ABSTRACT.....                                                                                                               | iii  |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                                                           | vi   |
| AKADEMİK BEYAN .....                                                                                                        | ix   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                                                                                                | x    |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                                                                        | xiii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                                                                                     | xvii |
| 1. GİRİŞ .....                                                                                                              | 1    |
| 2. KAYNAK TARAMASI .....                                                                                                    | 4    |
| 3. MATERYAL VE METOT .....                                                                                                  | 12   |
| 3.1. Materyal.....                                                                                                          | 12   |
| 3.2. Metot .....                                                                                                            | 12   |
| 3.2.1. Meyvelerin derimi ve yapılan uygulamalar .....                                                                       | 12   |
| 3.2.1.1. 1-Metilsiklopropan (1-MCP) uygulamaları .....                                                                      | 12   |
| 3.2.1.2 Modifiye atmosferde (MA) muhafaza uygulamaları .....                                                                | 12   |
| 3.2.2. Deneme depolarının özellikleri ve meyvelerin muhafazası.....                                                         | 15   |
| 3.2.3. Meyve örneklerinin alınması ve raf ömrünün belirlenmesi.....                                                         | 16   |
| 3.2.4. Fiziksel ve kimyasal analizler.....                                                                                  | 16   |
| 3.2.4.1. Ağırlık kayıpları.....                                                                                             | 16   |
| 3.2.4.2. Meyve kabuk rengi .....                                                                                            | 16   |
| 3.2.4.3. Suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) miktarı .....                                                                   | 19   |
| 3.2.4.4. Titre edilebilir asitlik (TEA) miktarı.....                                                                        | 19   |
| 3.2.4.5. Meyve eti sertliği (MES) .....                                                                                     | 20   |
| 3.2.4.6. Mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı .....                                                                  | 20   |
| 3.2.4.7. Fizyolojik nedenlerle bozulmuş meyve miktarı.....                                                                  | 20   |
| 3.2.4.7.1. Yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı .....                                                                           | 20   |
| 3.2.4.7.2. Yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti .....                                                                           | 20   |
| 3.2.4.8. Solunum (CO <sub>2</sub> ) hızı.....                                                                               | 20   |
| 3.2.4.8.1. Solunum hızının (açığa çıkan CO <sub>2</sub> miktarı) belirlenmesinde<br>kullanılan kromatografik koşullar ..... | 21   |
| 3.2.4.9. Etilen (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) üretim miktarı .....                                                       | 21   |

|                                                                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.4.9.1. Etilen (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) üretim miktarı için kromatografik koşullar.....                                                                             | 22  |
| 3.2.4.10. Toplam antioksidan aktivitesi, toplam fenol ve toplam flavonoid miktarı analizleri için ekstraksiyon .....                                                           | 22  |
| 3.2.4.11. Toplam antioksidan aktivitesi .....                                                                                                                                  | 22  |
| 3.2.4.12. Toplam fenol miktarı .....                                                                                                                                           | 23  |
| 3.2.4.13. Toplam flavonoid miktarı .....                                                                                                                                       | 23  |
| 3.2.4.14. Meyvelerin raf ömürlerinin belirlenmesi .....                                                                                                                        | 23  |
| 3.2.4.15. İstatistiksel değerlendirme .....                                                                                                                                    | 23  |
| 4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....                                                                                                                                                   | 25  |
| 4.1. Farklı Muhafaza Koşulları ve Derim Sonrası Uygulamaların ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ Elma Çeşitlerinin Kalitesi Üzerine Etkileri.....                                 | 25  |
| 4.1.1. Ağırlık kayıpları.....                                                                                                                                                  | 25  |
| 4.1.2. Titre edilebilir asit (TEA) miktarları .....                                                                                                                            | 31  |
| 4.1.3. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarları.....                                                                                                                      | 36  |
| 4.1.4. Meyve eti sertliği (MES) .....                                                                                                                                          | 41  |
| 4.1.5. Parlaklık ( <i>L</i> *) değerleri.....                                                                                                                                  | 46  |
| 4.1.6. Kroma ( <i>C</i> *) değerleri.....                                                                                                                                      | 51  |
| 4.1.7. Hue açısı ( <i>h</i> °) değerleri .....                                                                                                                                 | 56  |
| 4.1.8. Mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı .....                                                                                                                       | 61  |
| 4.1.9. Fizyolojik nedenlerle bozulmuş meyve miktarı .....                                                                                                                      | 68  |
| 4.1.9.1. Yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı ve şiddeti.....                                                                                                                      | 72  |
| 4.1.10. Solunum hızı.....                                                                                                                                                      | 76  |
| 4.1.11. Etilen üretimi .....                                                                                                                                                   | 79  |
| 4.1.12. Toplam antioksidan aktivitesi.....                                                                                                                                     | 82  |
| 4.1.13. Toplam fenol miktarı .....                                                                                                                                             | 87  |
| 4.1.14. Toplam flavonoid miktarı .....                                                                                                                                         | 92  |
| 4.2. Farklı Muhafaza Süreleri ve Derim Sonrası Uygulamaların Manav Koşullarında Bekletilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ Elma Çeşitlerinin Kaliteleri Üzerine Etkileri ..... | 97  |
| 4.2.1. Ağırlık kayıpları.....                                                                                                                                                  | 97  |
| 4.2.2. Titre edilebilir asit (TEA) miktarları .....                                                                                                                            | 100 |
| 4.2.3. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarları.....                                                                                                                      | 102 |

|                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.4. Meyve eti sertliği (MES) .....                                                                                                     | 104 |
| 4.2.5. Parlaklık ( $L^*$ ) değerleri.....                                                                                                 | 106 |
| 4.2.6. Kroma ( $C^*$ ) değerleri.....                                                                                                     | 108 |
| 4.2.7. Hue açısı ( $h^\circ$ ) değerleri .....                                                                                            | 110 |
| 4.2.8. Mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı .....                                                                                  | 112 |
| 4.2.9. Fizyolojik nedenlerle bozulmuş meyve miktarı .....                                                                                 | 112 |
| 4.2.9.1. Yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı ve şiddeti.....                                                                                 | 112 |
| 4.2.10. Toplam antioksidan aktivitesi.....                                                                                                | 116 |
| 4.2.11. Toplam fenol miktarı .....                                                                                                        | 118 |
| 4.2.12. Toplam flavonoid miktarı .....                                                                                                    | 121 |
| 5. SONUÇLAR .....                                                                                                                         | 123 |
| 6. KAYNAKLAR .....                                                                                                                        | 126 |
| 7. EKLER.....                                                                                                                             | 143 |
| EK-1. Adi depo koşullarında 1-MCP uygulaması süresince kaydedilen ortam<br>sıcaklığı ve oransal nem değişimleri .....                     | 143 |
| EK-2. Adi depo koşullarında muhafaza edilen elmalarda depolama süresince<br>aylara göre kaydedilen sıcaklık ve oransal nem değerleri..... | 144 |
| ÖZGEÇMİŞ                                                                                                                                  |     |

## AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ ve ‘Granny Smith’ elma çeşitlerinin kaliteleri üzerine modifiye atmosfer ve 1-metilsiklopropen (1-MCP) uygulamalarının etkileri” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

Hayri ÜSTÜN

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

|                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| %                        | : Yüzde                   |
| ,                        | : Virgül (ondalık ayracı) |
| $\mu$                    | : Mikron                  |
| $\mu\text{L}$            | : Mikrolitre              |
| $\text{AlCl}_3$          | : Alüminyum klorür        |
| $C^*$                    | : Kroma                   |
| $\text{C}_2\text{H}_4$   | : Etilen                  |
| cm                       | : Santimetre              |
| $\text{CO}_2$            | : Karbondioksit           |
| dk                       | : Dakika                  |
| g                        | : Gram                    |
| $h^\circ$                | : Hue açısı               |
| kg                       | : Kilogram                |
| L                        | : Litre                   |
| $L^*$                    | : Parlaklık               |
| m                        | : Metre                   |
| $\text{m}^3$             | : Metreküp                |
| mL                       | : Mililitre               |
| mm                       | : Milimetre               |
| mM                       | : Milimolar               |
| N                        | : Newton                  |
| N                        | : Normalite               |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3$ | : Sodyum karbonat         |
| $\text{NaNO}_2$          | : Sodyum nitrit           |

|                |                                     |
|----------------|-------------------------------------|
| NaOH           | : Sodyum hidroksit                  |
| nm             | : Nanometre                         |
| O <sub>2</sub> | : Oksijen                           |
| °C             | : Santigrat derece                  |
| ppb            | : Milyarda bir birim (1/1000000000) |
| ppm            | : Milyonda bir birim (1/1000000)    |
| rpm            | : Dakikada dönüş hızı               |
| sa             | : Saat                              |
| α-AF           | : Alfa-arabinofuranosidaz           |
| β-GAL          | : Beta-galaktosidaz                 |

### **Kısaltmalar**

|          |                                                            |
|----------|------------------------------------------------------------|
| 1-MCP    | : 1-metilsiklopropan                                       |
| 1-MCP+MA | : 1-metilsiklopropan + modifiye atmosfer                   |
| ABD      | : Amerika Birleşik Devletleri                              |
| ACC      | : 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit                    |
| ACO      | : 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit oksidaz            |
| ACS      | : 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit sentezaz           |
| ATP      | : Adenozin trifosfat                                       |
| CAE      | : Kateşin asit eşdeğeri                                    |
| DPA      | : Difenilaminin                                            |
| DPPH     | : 1-1-diphenyl-2-picrylhydrazyl                            |
| EPA      | : Amerika Çevre Koruma Ajansı                              |
| FAO      | : Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization) |
| FID      | : Alev iyonizasyon detektörü                               |
| FW       | : Taze ağırlık                                             |

|           |                                |
|-----------|--------------------------------|
| GAE       | : Gallic asit eşdeğeri         |
| GS        | : Gaz kromatografisi           |
| HCN       | : Hidrosiyanik asit            |
| HDPE      | : Yüksek yoğunluklu polietilen |
| LSD       | : Least significant difference |
| MA        | : Modifiye atmosfer            |
| MAP       | : Modifiye atmosfer paketleme  |
| MES       | : Meyve eti sertliği           |
| MÖ        | : Milattan önce                |
| MS        | : Milattan sonra               |
| MTA       | : Methylthioribose             |
| Muh. Sür. | : Muhafaza süresi              |
| Ort.      | : Ortalama                     |
| Ö.D.      | : Önemli değil                 |
| PE        | : Polietilen                   |
| PG        | : Poligalakturonaz             |
| PME       | : Pektin metil esteraz         |
| PP        | : Polipropilen                 |
| SAM       | : S-adenosil-1-metionine       |
| SÇKM      | : Suda çözünebilir kuru madde  |
| TCD       | : Termik iletkenlik detektörü  |
| TEA       | : Titre edilebilir asitlik     |
| TÜİK      | : Türkiye İstatistik Kurumu    |
| V.d.      | : Ve diğerleri                 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1. Kıtaların dünya elma üretimindeki payı (Anonymous 1, 2017).....                                                                                                         | 2  |
| Şekil 3.1. ‘Starkrimson’ (solda) ve ‘Granny Smith’ (sağda) elma çeşitlerinde nişasta testi uygulamalarından bir görünüm .....                                                      | 13 |
| Şekil 3.2. Denemede kullanılan nişasta testi skalası.....                                                                                                                          | 13 |
| Şekil 3.3. Soğuk hava deposunda 1-MCP uygulamasından bir görünüm.....                                                                                                              | 14 |
| Şekil 3.4. Adi depoda 1-MCP uygulamasından bir görünüm.....                                                                                                                        | 14 |
| Şekil 3.5. Modifiye atmosferde muhafaza uygulamasından bir görünüm .....                                                                                                           | 15 |
| Şekil 3.6. Kroma ( $C^*$ ) ve parlaklık ( $L^*$ ) ilişkisi .....                                                                                                                   | 17 |
| Şekil 3.7. Renk çizelgesinde $a^*$ ve $b^*$ değerlerinin karşılık geldiği renkler.....                                                                                             | 18 |
| Şekil 3.8. Hue açılarının ( $h^\circ$ ) renklere göre dağılımı .....                                                                                                               | 19 |
| Şekil 4.1. Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan ağırlık kayıpları (%) .....                                   | 30 |
| Şekil 4.2. Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan ağırlık kayıpları (%) .....                                    | 30 |
| Şekil 4.3. Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan TEA miktarları (g malik asit 100 mL <sup>-1</sup> usare)..... | 35 |
| Şekil 4.4. Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan TEA miktarları (g malik asit 100 mL <sup>-1</sup> usare).....  | 35 |
| Şekil 4.5. Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan SÇKM miktarları (%).....                                      | 40 |
| Şekil 4.6. Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan SÇKM miktarları (%).....                                       | 40 |
| Şekil 4.7. Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan MES değerleri (N).....                                        | 45 |
| Şekil 4.8. Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan MES değerleri (N).....                                         | 45 |
| Şekil 4.9. Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan $L^*$ değerleri .....                                         | 50 |
| Şekil 4.10. Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan $L^*$ değerleri .....                                         | 50 |

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.11.</b> Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan $C^*$ değerleri.....                                 | 55 |
| <b>Şekil 4.12.</b> Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan $C^*$ değerleri.....                                  | 55 |
| <b>Şekil 4.13.</b> Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan $h^o$ değerleri .....                                | 60 |
| <b>Şekil 4.14.</b> Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan $h^o$ değerleri .....                                 | 60 |
| <b>Şekil 4.15.</b> Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı (%)..... | 65 |
| <b>Şekil 4.16.</b> Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı (%).....  | 65 |
| <b>Şekil 4.17.</b> Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde meydana gelen mantarsal nedenli bozulmadan ( <i>P. expansum</i> ) bir görünüm.....         | 66 |
| <b>Şekil 4.18.</b> Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde meydana gelen mantarsal nedenli bozulmadan ( <i>P. expansum</i> ) bir görünüm.....          | 66 |
| <b>Şekil 4.19.</b> Soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde meydana gelen mantarsal nedenli bozulmadan ( <i>P. expansum</i> ) bir görünüm.....                       | 67 |
| <b>Şekil 4.20.</b> Soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde meydana gelen mantarsal nedenli bozulmadan ( <i>P. expansum</i> ) bir görünüm.....                        | 67 |
| <b>Şekil 4.21.</b> Soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde yüzeysel kabuk yanıklığı oluşumundan bir görünüm .....                                                    | 69 |
| <b>Şekil 4.22.</b> Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde yüzeysel kabuk yanıklığı oluşumundan bir görünüm .....                                     | 69 |
| <b>Şekil 4.23.</b> Solunum ölçümleri için alınan ve kabuk yanıklığı belirtisi gösteren ‘Granny Smith’ elmalarına ait örneklerinden bir görünüm.....                               | 70 |
| <b>Şekil 4.24.</b> Soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde ortaya çıkan iç sulanması zararından bir görünüm .....                                                    | 70 |
| <b>Şekil 4.25.</b> Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde ortaya çıkan acı benek zararından bir görünüm .....                                         | 71 |

|                                                                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.26.</b> Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde ortaya çıkan kabuk çatlaması zararından bir görünüm .....                                                         | 71 |
| <b>Şekil 4.27.</b> Soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde depolamanın 180. gününde ortaya çıkan yüzeysel kabuk yanıklığından bir görünüm.....                                            | 74 |
| <b>Şekil 4.28.</b> Soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde depolamanın 210. gününde oluşan zararın ilerlemiş şeklinden bir görünüm .....                                                  | 74 |
| <b>Şekil 4.29</b> Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan solunum hızları (mL CO <sub>2</sub> /kg.sa).....                        | 77 |
| <b>Şekil 4.30</b> Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan solunum hızları (mL CO <sub>2</sub> /kg.sa).....                         | 77 |
| <b>Şekil 4.31</b> Soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan solunum hızları (mL CO <sub>2</sub> /kg.sa).....                                      | 78 |
| <b>Şekil 4.32</b> Soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan solunum hızı değerleri (mL CO <sub>2</sub> /kg.sa).....                                | 78 |
| <b>Şekil 4.33</b> Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan etilen üretim miktarları (µL C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg.sa) .... | 80 |
| <b>Şekil 4.34</b> Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan etilen üretim miktarları (µL C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg.sa) ....  | 80 |
| <b>Şekil 4.35</b> Soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan etilen üretim miktarları (µL C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg.sa) .....              | 81 |
| <b>Şekil 4.36</b> Soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan etilen üretim miktarları (µL C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg.sa) .....               | 81 |
| <b>Şekil 4.37</b> Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan antioksidan aktiviteleri (µL) .....                                         | 86 |
| <b>Şekil 4.38</b> Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan antioksidan aktiviteleri (µL) .....                                          | 86 |
| <b>Şekil 4.39</b> Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw) .....                              | 91 |
| <b>Şekil 4.40</b> Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw) .....                               | 91 |

|                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.41.</b> Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw)..... | 96 |
| <b>Şekil 4.42.</b> Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw) ..... | 96 |



## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 1.1.</b> Dünya’da elma üretim miktarları (Anonymous 2) .....                                                                                                                                                          | 2  |
| <b>Çizelge 1.2.</b> Türkiye’de en fazla elma üreten ilk 10 ilimiz ve üretim miktarları (Anonim 1).....                                                                                                                           | 3  |
| <b>Çizelge 4.1.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri.....                                     | 28 |
| <b>Çizelge 4.2.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri .                                                      | 28 |
| <b>Çizelge 4.3.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri.....                                      | 29 |
| <b>Çizelge 4.4.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri ....                                                    | 29 |
| <b>Çizelge 4.5.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin TEA miktarları (g malik asit 100 mL <sup>-1</sup> usare) üzerine etkileri ..... | 33 |
| <b>Çizelge 4.6.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin TEA miktarları (g malik asit 100 mL <sup>-1</sup> usare) üzerine etkileri .....               | 33 |
| <b>Çizelge 4.7.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin TEA miktarları (g malik asit 100 mL <sup>-1</sup> usare) üzerine etkileri .....  | 34 |
| <b>Çizelge 4.8.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin TEA miktarları (g malik asit 100 mL <sup>-1</sup> usare) üzerine etkileri .....                | 34 |
| <b>Çizelge 4.9.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin SÇKM miktarları (%) üzerine etkileri.....                                       | 38 |
| <b>Çizelge 4.10.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin SÇKM miktarları (%) üzerine etkileri .....                                                   | 38 |

|                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.11.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin SÇKM miktarları (%) üzerine etkileri..... | 39 |
| <b>Çizelge 4.12.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin SÇKM miktarları (%) üzerine etkileri....                | 39 |
| <b>Çizelge 4.13.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin MES değerleri (N) üzerine etkileri.....  | 43 |
| <b>Çizelge 4.14.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin MES değerleri (N) üzerine etkileri.....                | 43 |
| <b>Çizelge 4.15.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin MES değerleri (N) üzerine etkileri.....   | 44 |
| <b>Çizelge 4.16.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin MES değerleri (N) üzerine etkileri.....                 | 44 |
| <b>Çizelge 4.17.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin $L^*$ değerleri üzerine etkileri .....   | 48 |
| <b>Çizelge 4.18.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin $L^*$ değerleri üzerine etkileri .....                 | 48 |
| <b>Çizelge 4.19.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin $L^*$ değerleri üzerine etkileri .....    | 49 |
| <b>Çizelge 4.20.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin $L^*$ değerleri üzerine etkileri .....                  | 49 |
| <b>Çizelge 4.21.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin $C^*$ değerleri üzerine etkileri .....   | 53 |
| <b>Çizelge 4.22.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin $C^*$ değerleri üzerine etkileri .....                 | 53 |

|                                                                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.23.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin $C^*$ değerleri üzerine etkileri .....                                  | 54 |
| <b>Çizelge 4.24.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin $C^*$ değerleri üzerine etkileri .....                                                | 54 |
| <b>Çizelge 4.25.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin $h^o$ değerleri ( $^o$ ) üzerine etkileri .....                        | 58 |
| <b>Çizelge 4.26.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin $h^o$ değerleri ( $^o$ ) üzerine etkileri .....                                      | 58 |
| <b>Çizelge 4.27.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin $h^o$ değerleri ( $^o$ ) üzerine etkileri .....                         | 59 |
| <b>Çizelge 4.28.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin $h^o$ değerleri ( $^o$ ) üzerine etkileri .....                                       | 59 |
| <b>Çizelge 4.29.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı (%) üzerine etkileri ..... | 63 |
| <b>Çizelge 4.30.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı (%) üzerine etkileri .....               | 63 |
| <b>Çizelge 4.31.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı (%) üzerine etkileri .....  | 64 |
| <b>Çizelge 4.32.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı (%) üzerine etkileri .....                | 64 |
| <b>Çizelge 4.33.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı (%) üzerine etkileri.....                           | 75 |

|                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.34.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti (0-4)* üzerine etkileri.....                     | 75 |
| <b>Çizelge 4.35.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin antioksidan aktivitesi (µL) üzerine etkileri .....                  | 84 |
| <b>Çizelge 4.36.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin antioksidan aktivitesi (µL) üzerine etkileri .....                                | 84 |
| <b>Çizelge 4.37.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin antioksidan aktivitesi (µL) üzerine etkileri .....                   | 85 |
| <b>Çizelge 4.38.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin antioksidan aktivitesi (µL) üzerine etkileri .....                                 | 85 |
| <b>Çizelge 4.39.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw) üzerine etkileri .....     | 89 |
| <b>Çizelge 4.40.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw) üzerine etkileri .....                   | 89 |
| <b>Çizelge 4.41.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw) üzerine etkileri .....      | 90 |
| <b>Çizelge 4.42.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw) üzerine etkileri .....                    | 90 |
| <b>Çizelge 4.43.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw) üzerine etkileri ..... | 94 |

|                                                                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Çizelge 4.44.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw) üzerine etkileri.....              | 94  |
| <b>Çizelge 4.45.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw) üzerine etkileri..... | 95  |
| <b>Çizelge 4.46.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw) üzerine etkileri.....               | 95  |
| <b>Çizelge 4.47.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri .....                              | 99  |
| <b>Çizelge 4.48.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri .....                               | 99  |
| <b>Çizelge 4.49.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin TEA miktarları (g malik asit 100 mL <sup>-1</sup> ) üzerine etkileri..... | 101 |
| <b>Çizelge 4.50.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin TEA miktarları (g malik asit 100 mL <sup>-1</sup> ) üzerine etkileri.....  | 101 |
| <b>Çizelge 4.51.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin SÇKM miktarları (%) üzerine etkileri.....                                 | 103 |
| <b>Çizelge 4.52.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin SÇKM miktarları (%) üzerine etkileri .....                                 | 103 |
| <b>Çizelge 4.53.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin MES değerleri (N) üzerine etkileri .....                                  | 105 |

|                                                                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Çizelge 4.54.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin MES değerleri (N) üzerine etkileri .....                         | 105 |
| <b>Çizelge 4.55.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin $L^*$ değerleri üzerine etkileri ..                             | 107 |
| <b>Çizelge 4.56.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin $L^*$ değerleri üzerine etkileri .....                           | 107 |
| <b>Çizelge 4.57.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin $C^*$ değerleri üzerine etkileri ..                             | 109 |
| <b>Çizelge 4.58.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin $C^*$ değerleri üzerine etkileri .....                           | 109 |
| <b>Çizelge 4.59.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin $h^o$ değerleri ( $^o$ ) üzerine etkileri .....                 | 111 |
| <b>Çizelge 4.60.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin $h^o$ değerleri ( $^o$ ) üzerine etkileri ..                     | 111 |
| <b>Çizelge 4.61.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı (%) üzerine etkileri .....     | 114 |
| <b>Çizelge 4.62.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti (0-4)* üzerine etkileri .....  | 115 |
| <b>Çizelge 4.63.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi ( $\mu$ L) üzerine etkileri ..... | 117 |
| <b>Çizelge 4.64.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi ( $\mu$ L) üzerine etkileri .....  | 117 |
| <b>Çizelge 4.65.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw) üzerine etkileri ..... | 119 |

|                                                                                                                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Çizelge 4.66.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw) üzerine etkileri .....     | 120 |
| <b>Çizelge 4.67.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw) üzerine etkileri..... | 122 |
| <b>Çizelge 4.68.</b> Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw) üzerine etkileri.....  | 122 |



## 1. GİRİŞ

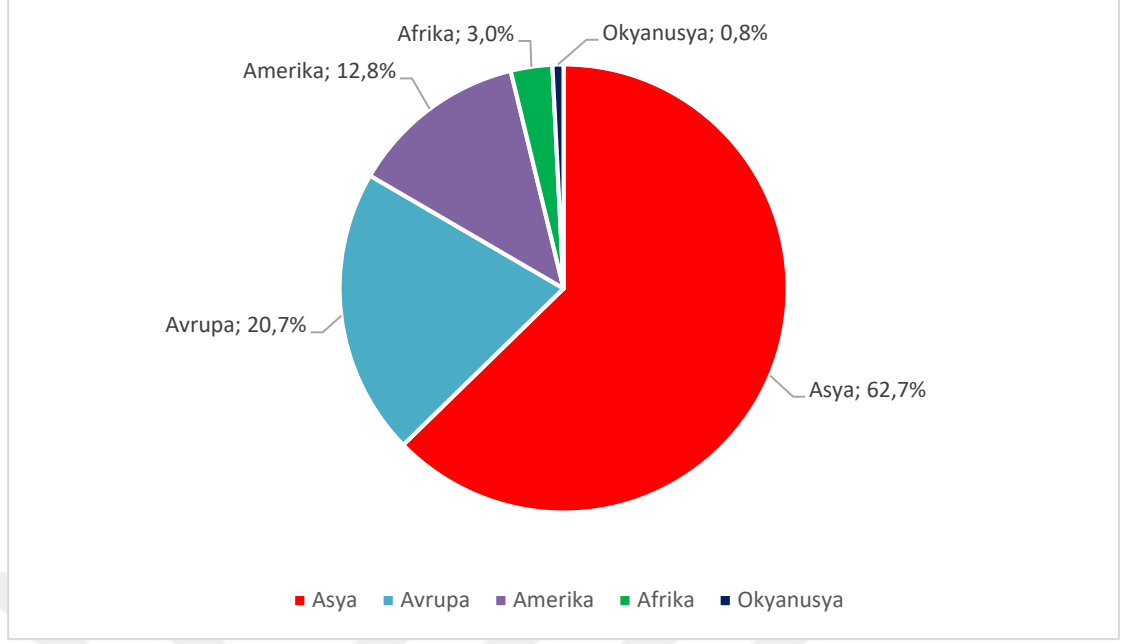
Kültür elması (*Malus x domestica* Borkh.), Rosales takımı, Rosaceae familyası, Pomoideae alt familyası ve *Malus* cinsine dahil olan türler arası bir hibrit kompleksidir (Hummer ve Janick 2009).

Arkeolojik kalıntılara göre, ilk elma yetiştiriciliğinin M.Ö. 6500’lü yıllarda Anadolu’da başladığı tahmin edilmektedir. Ancak, elmanın ilk defa ne zaman kültüre alındığı ile ilgili net bir bilgi bulunmamaktadır. Elma yetiştiriciliğine ait ilk bulgular ise M.Ö. 2000’li yıllarda Anadolu ve Kuzey Mezopotamya’da ortaya çıkmıştır.

Tarihi kaynaklara göre, kapama bahçe olarak ilk elma yetiştiriciliği M.Ö. 500’lü yıllarda Fars İmparatorluğu’nda yapılmıştır. M.Ö. 300 yılında Büyük İskender’in Fars İmparatorluğu’nu fethi ile birlikte elma yetiştiriciliği Yunan dünyasına yayılmıştır. Bu dönemde Yunan filozof Theophrastus tarafından tatlı elma, yabancı formlardan ayrılmıştır. Roma İmparatorluğu’nun yükselişi ile birlikte elma yetiştiriciliği Kuzey ve Batı Avrupa’da yaygınlaşmıştır. Elma, Romalı yazar Pliny tarafından tutulan kayıtlara göre M.S. 1. yüzyıla kadar Roma mutfağı, tıbbi ve estetiğinde önemli bir yer tutmuştur. Bu dönemde Roma tanrıçası Pomona, elma ve diğer meyveler ile ilişkili tanrı olarak saygı görmüştür. Hristiyanlığın ve İslam’ın yaygınlaşmasıyla birlikte savaşlar sırasında bile elma bahçeleri özenle korunmuştur. Bu dönemde elma yetiştiriciliği bir manastır becerisi olarak kabul görmüş ve manastırlarda büyük elma bahçeleri kurulmuştur. Aynı şekilde Doğu Akdeniz ve İberya’daki Müslüman dünyasında elma yetiştiriciliği Kur’an-ı Kerim’e uygun bulunarak aşılama ve budama yöntemleri gelişmiştir. 13. yüzyıldan itibaren elma Avrupa’da daha fazla yaygınlaşmaya başlamıştır. 17. yüzyıla gelindiğinde Batı Avrupa’da yaklaşık 120 farklı elma çeşidinin yetiştirildiği belirtilmiştir. 18. ve 19. yüzyılda elma çeşitleri kullanım alanlarına göre sınıflandırılmıştır. Bu dönemde taze tüketim için uygun olan aromatik ve tatlı elma çeşitlerinin yerine pişirme ve tatlı yapımına uygun olan elma çeşitleri ön plana çıkmıştır. Elma, coğrafi keşiflerin başlaması ile birlikte Avrupa’dan Dünya’ya yayılmıştır (Luby 2003; Harris vd. 2002; Cornille vd. 2012).

Günümüzde Antarktika kıtası hariç tüm kıtalarda elma yetiştiriciliği yapılmaktadır. Üretimin en yoğun olduğu yer Asya kıtasıdır. Asya kıtasını sırasıyla Avrupa, Amerika, Afrika ve Okyanusya takip etmektedir (Şekil 1.1). 2014 yılında Dünya’da toplam 84.630.275 ton elma üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu üretimde Çin 40.923.200 ton ile ilk sırada yer almaktadır. Çin’i 5.185.078 ton ile A.B.D. ve 3.195.299 ton ile Polonya takip etmektedir. Hindistan, 2.497.60 ton ile dördüncü ve ülkemiz 2.480.444 ton ile beşinci sıradadır. Ülkemizi sırasıyla 2.473.608 ton ile İtalya, 1.757.225 ton ile Şili, 1.624.000 ton ile Rusya Federasyonu, 1.572.844 ton ile İran İslam Cumhuriyeti ve 1.531.625 ton ile Fransa takip etmektedir (Çizelge 1.1).

Ülkemizde elma üretimi tüm illerimizde gerçekleştirilmektedir. 2015 yılı rakamlarına göre Isparta 435.938 ton ile en fazla elma üretimi yapan ilimizdir. Isparta’yı 416.671 ton ile Niğde ve 387.689 ton ile Karaman illeri izlemektedir. Bu illerimizi sırasıyla Kayseri, Çanakkale, Antalya, Mersin, Kahramanmaraş, Konya ve Denizli takip etmektedir. En fazla elma üreten 10 ilimizin toplam üretimdeki payı yaklaşık %73 dür. En düşük elma üretimi ise 473 ton ile Şırnak, 108 ton ile Siirt ve 74 ton ile Ağrı’da gerçekleşmiştir (Çizelge 1.2).



**Şekil 1.1.** Kıtaların dünya elma üretimindeki payı (Anonymous 1)

**Çizelge 1.1.** Dünya’da elma üretim miktarları (Anonymous 2)

| Ülkeler                | Üretim Miktarları (Ton) |
|------------------------|-------------------------|
| Çin                    | 40,923,200              |
| ABD                    | 5,185,078               |
| Polonya                | 3,195,299               |
| Hindistan              | 2,497,680               |
| Türkiye                | 2,480,444               |
| İtalya                 | 2,473,608               |
| Şili                   | 1,757,225               |
| Rusya Federasyonu      | 1,624,000               |
| İran İslam Cumhuriyeti | 1,572,844               |
| Fransa                 | 1,531,625               |
| Dünya                  | 84,630,275              |

**Çizelge 1.2.** Türkiye’de en fazla elma üreten ilk 10 ilimiz ve üretim miktarları (Anonim 1)

| İller         | Üretim Miktarları (Ton) |
|---------------|-------------------------|
| Isparta       | 435,938                 |
| Niğde         | 416,671                 |
| Karaman       | 387,679                 |
| Kayseri       | 110,416                 |
| Çanakkale     | 100,161                 |
| Antalya       | 96,360                  |
| Mersin        | 92,056                  |
| Kahramanmaraş | 82,021                  |
| Konya         | 69,107                  |
| Denizli       | 68,724                  |
| TOPLAM        | 2,569,759               |

Elma, vitaminler, organik asitler, fenolik maddeler ve antioksidanlar gibi bioaktif bileşiklerce oldukça zengin bir meyvedir (Mditshwa vd. 2018). Ülkemizde üretilen elmaların yaklaşık %40’ı taze olarak tüketilmektedir. Bölgelerimize göre değişmekle birlikte elma derimi, Temmuz ayının ilk haftasında başlayıp, Kasım ayının sonlarına kadar devam etmektedir. Erken dönemde derilen ‘Anna’, ‘Jersey Mac’, ‘Summer Red’ ve ‘Gala’ grubu gibi çeşitler uzun süre depolamaya uygun değildir. ‘Golden Delicious’ grubu, ‘Red Delicious’ grubu, ‘Fuji’ grubu, ‘Granny Smith’, ‘Braeburn’ ve ‘Pink Lady’ gibi geç dönemde derimi yapılan çeşitler ise uzun süre muhafaza edilebilmektedir. Uzun süreli muhafaza ise ancak sıcaklık, atmosfer bileşimi, oransal nem ve ortamdaki etilenin uzaklaştırılması gibi muhafaza süresini etkileyen ortam faktörlerinin kontrol edildiği depolarda yapılabilmektedir. Fakat, ülkemizde ortam faktörlerinin tümüyle kontrol edilebildiği depoların kapasitelerinin yetersizliği ve yüksek depolama maliyetleri nedeniyle uzun süreli muhafazaya uygun çeşitlerin önemli bir kısmı, adi depo olarak adlandırılan ve mekanik olarak soğutma olanağı bulunmayan kontrolsüz koşullarda (evlerin bodrum katları vb.) muhafaza edilmektedir.

Bu tez kapsamında ülkemizde önemli üretim miktarlarına sahip ve uzun süreli muhafazaya uygun olan ‘Starkrimson’ ve ‘Granny Smith’ elma çeşitlerinin soğutma olanağı olmayan adi depolarda ve kontrollü koşullarda soğukta muhafaza olanakları karşılaştırılmıştır.

## 2. KAYNAK TARAMASI

Ülkemizde mevcut soğuk hava depolarının kapasitesi 2014 yılı verilerine göre, 6,804,000 m<sup>3</sup> seviyesindedir (IARW 2014). Bir m<sup>3</sup> hacme yaklaşık 200 kg civarında elma konulabilmektedir. Bu durumda ülkemizin toplam depolama kapasitesi yaklaşık 1,4 milyon tondur. Bununla beraber ülkemizin elma üretimi 2014 yılı verilerine göre 2.480.444 ton olup toplam soğukta depolama kapasitemiz sadece elma üretimi için bile yetersiz kalmaktadır. Bu durum alternatif muhafaza metotlarının önemini arttırmaktadır.

Elma yetiştiriciliğinin son aşamasını derim ve derim sonrası uygulamalar oluşturur. Yetiştiricilik koşulları derilen meyvelerin muhafaza performansı üzerinde oldukça etkilidir. Derim öncesi koşullar ile derim sonrası kalite arasındaki ilişki karmaşıktır ve bazı konular iyi anlaşılmamıştır (Lee ve Kader, 2000). Sıcaklık yönetimi ürünün kalitesini korumak ve muhafaza süresini uzatmak için en etkili araçtır. Bununla birlikte ürünlerdeki su kaybını azaltmak için oransal nem, sıcaklık ile birlikte yönetilmelidir (Kader 2013).

Başarılı bir muhafaza ve raf ömrü için derilen ürünün olgunluk aşaması önemlidir. Olgunlaşma, etilen tarafından ağaçta başlatılan fiziksel, metabolik ve biyokimyasal değişiklikler sürecidir ve klorofil kaybı, antosiyanin, likopen ve karotenoidler gibi pigmentlerin sentezi, meyve dokusunun yumuşaması, şeker ve asit bileşenlerinde değişiklikler, karakteristik aroma ve lezzet gelişimini içerir (Alexader ve Grierson 2002; Hiwasa-Tanase ve Ezura 2014; Wang vd. 2017). Elmalar, etilen üretiminde veya solunum hızında, hızlı bir artış olan ve daha sonra bu artışın azaldığı klimakterik özelliğine sahiptir ve derim olgunluğu olarak tarif edilen klimakterik minimum noktasında derilir (El-Ramady vd. 2015; Qi vd. 2017; Musacchi ve Serra 2018).

Etilen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), molekül ağırlığı 28,05 g olan en basit doymamış olefindir (Abeles vd. 1992). Oda sıcaklığında renksiz bir gaz ve doğal olarak oluşan organik bir moleküldür (Saltveit 2016). Bütün bitkiler yaşam döngüleri süresince bir miktar etilen üretir (Gierson 2013). Etilen, aynı zamanda meyve olgunlaşması ve yaşlanma da dahil olmak üzere bitkilerde bulunan birçok fizyolojik olayın düzenlenmesinde kritik rol oynar (Tatsuki 2010). Ayrıca gaz fazında olduğu için üretim noktalarından kolayca dağılmakta ve biyolojik olarak gerekli seviyeleri korumak için sürekli senteze ihtiyaç duymaktadır. Bununla birlikte biyotik veya abiyotik stres altında etilen üretimi çarpıcı bir şekilde artabilir ve uyarılmış dokulardan çıkan etilen gazı ambalajlarda veya depoda birikip istenmeyen etkiler yaratabilir (Saltveit 2016).

Etilen biyosentezi için oksijen (O<sub>2</sub>), biyolojik etkinliği için ise O<sub>2</sub> ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gereklidir (Saltveit 1999). Ayrıca etilen biyosentezi için gerekli reaksiyonların gerçekleşmesi ve özel kimyasalların üretilmesi için de biyolojik bir katalizör, yani enzim gereklidir (Saltveit 2016).

Etilen biyosentezi bir amino asit olan metioninin, S-Adenosil-L-metionin (SAM) sentez tarafından S-adenosil-L-metionine, 1 adenosin trifosfat (ATP) karşılığında dönüştürülmesi ile başlar (Pech vd. 2010). SAM miktarı etilen üretim hızına doğrudan veya sınırlayıcı bir etkiye sahip değildir (Bulens vd. 2002). Daha sonra SAM, 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit sentaz (ACS) ile 1-aminosiklopropan-1-karboksilik

aside (ACC) dönüştürülür. Bu aşamada ayrıca methylthioribose (MTA) da oluşturulur. Oluşturulan MTA etilen üretimi için metionine geri dönüştürülür (Kende 1993). Daha sonra, 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit oksidaz (ACO) ACC'yi okside ederek CO<sub>2</sub>, hidrosiyamik asit (HCN) ve etilen oluşumuna yol açar (Wang vd. 2002; Serek vd. 2006; Bouzayen vd. 2010; Muche 2016; Güneş ve Horzum 2017; Thongkum vd. 2018).

Etilen üretim miktarı elma çeşitlerine göre farklılıklar göstermektedir. Çoğu elma çeşidinde olgunlaşmayı uyarmak için 0,01-10 µL L<sup>-1</sup> arasındaki etilen konsantrasyonları yeterlidir (Johnston vd. 2009). Elmada etilen üretimi, meyve olgunlaşması ile doğru orantılıdır ve derim, içsel etilen birikimini hızlandıran bir faktördür (Reid 2002). Genel olarak erkenci yazlık çeşitler, yüksek etilen üretimine sahiptir ve hızlı olgunlaşır. Bununla beraber geçici güzlük çeşitlerde, etilen üretim miktarı erkenci çeşitlere nispeten daha düşüktür ve bu çeşitler yavaş olgunlaşır. Elmanın olgunlaşması etilene maruz bırakılarak ilerletilebilmektedir. Bununla beraber tam tersi de mümkündür. Etilen sentezini veya meyvenin etilene olan hassasiyetini etkilemek, yani etilen üretimini önlemek veya yavaşlatmak meyvenin muhafaza süresini uzatmak için iyi bir stratejidir (Watkins vd. 2016). Etilen, düşük miktarlarda bile aktiftir ve olgunlaşmayı yavaşlatmak için ortamda 0,1 µL L<sup>-1</sup>'den daha düşük etilen konsantrasyonlarının korunması önerilmektedir (Stow vd. 2000; Pech vd. 2010).

1-Metilsiklopropen (1-MCP), formülü C<sub>4</sub>H<sub>6</sub> ve molekül ağırlığı 54 g olan bir siklopropendir. 1-MCP, Edward Sisler ve Sylvia Blankenship tarafından bulunmuş ve 1996 yılında A.B.D.'de patentlenmiştir (Özüpek 2010).

1-MCP, meyvede bulunan etilen algılayıcılarına bağlanarak ve uzun süre orada kalarak etilenin meyveye etki etmesini engeller (Sisler vd. 1996). Elmada meyve olgunlaşmasıyla alakalı 5 ACS geni ve 2 ACO geni bulunmuştur. Bunlar MdACS1, MdACS3a, MdACS6, MdACS7, MdACS8, MdACO1 ve MdACO2'dir (Lv vd. 2018). Etilen biyosentezinin 1-MCP ile inhibisyonu, ACS ve ACO kodlayan genlerin ekspresyonunun inhibisyonu ile ve daha sonra bu enzimlerin aktivitelerinin inhibisyonu ile ilişkilidir. 1-MCP, ACC miktarını ve ACO aktivitesini azaltırken, SAM miktarları üzerinde etkili değildir (Vilaplana vd. 2007; Bulens vd. 2012; Chiriboga vd. 2013; Jung ve Watkins 2014; Thongkum vd. 2018).

1-MCP uygulamalarının etkinliği;

- Tür ve çeşide
- Uygulama dozu ve süresine
- Uygulama sıcaklığına
- Uygulama metoduna bağlıdır (Blankenship ve Dole 2003).

Ayrıca 1-MCP'nin muhafazadaki başarısında;

- Konsantrasyon-zaman interaksyonu
- Uygulanacak ürünün olgunluk durumu
- Olgunlaşmayı yavaşlatmak veya engellemek için gerekli konsantrasyon
- 1-MCP uygulaması her ne kadar geri döndürülemez olsa da meyvenin bu durumu aşmak için yeni etilen algılayıcıları üretip üretmemesi önemlidir (Watkins vd. 2000).

Amerika Çevre Koruma Ajansı (EPA) 1-MCP'nin insanlara, hayvanlara ve çevreye herhangi zararlı bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. 1-MCP, çok düşük dozlarda (ppb seviyesinde) kullanılan, kimyasal yapısı zehirli olmayan ve ürünlerde doğal olarak meydana gelen maddelere benzer bir yapıya sahiptir (EPA 2002).

Elma alerjisinden sorumlu ana alerjen olan Mal d 1 sentezi elma çeşidine bağlıdır ve muhafaza süresince artar. Mal d 1 miktarı 1-MCP uygulanmış meyvelerde, uygulama yapılmamış meyvelere göre daha düşüktür. 1-MCP, Mal d 1 ile alakalı gen ekspresyonu etilen tarafından kontrol edildiği için alerjisi olan insanlar için elma tüketimini daha kabul edilebilir kılmaktadır (Yang vd. 2012; Kiewning vd. 2013; Kiewning ve Schmitz-Eiberger 2014).

1-MCP, oksidasyon ve diğer reaksiyonlar nedeniyle kararsız ve reaktif bir bileşiktir. Bu nedenle ticari uygulamalarında özel formülasyona ihtiyaç duyar. Ticari formülasyon  $\alpha$ -siklodekstrin ile taşınması ve uygulanması daha kolay ve kararlı olan toz veya tablet forma dönüştürülür (Daly ve Kourelis 2000). Toz veya tabletler su ile karıştırıldığında gaz haline gelir ve gaz havaya yayılır. Ürnlere kapalı ve gaz sızdırmaz bir ortamda 1-24 saat süreyle uygulama yapılmalı ve sonrasında ortam havalandırılmalıdır (Benmhend 2002).

1-MCP, uygulama esnasında depoda bulunan ambalaj, palet gibi materyallerle etkileşime girmektedir. Cam kavanozların içerisinde, 30  $\mu\text{L L}^{-1}$  ve 300  $\mu\text{L L}^{-1}$  dozlarında uygulanan 1-MCP; yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE), polipropilen (PP), kontrplak, karton, az ve çok yıpranmış meşe üzerinde kuru ortamda sırasıyla, %92,5, %93,5, %84,1, %82,7, %41,1 ve %21,1 reaksiyona girmeden beklemiştir. Nemli ortamda ise HDPE ve PP üzerinde bir etkisi olmamıştır. Bununla birlikte kontrplak, karton, az ve çok yıpranmış meşede reaksiyona girmeden bekleyen gazın miktarı sırasıyla %29,8, %1,9, %2,8 ve %1,3'e düşmüştür (Vallejo ve Beaudry 2006).

Yapılan bir çalışmada 'Tsugaru' elma çeşidinde ön soğutma yapıldıktan sonra uygulanan 1-MCP'nin ön soğutmasız uygulanan 1-MCP'ye ve kontrol grubuna göre daha etkin bulunmuş ve etilen üretiminin de buna paralel olduğu belirtilmiştir (Tatsuki vd. 2011).

Elmada aroma oluşumu tüketici tercihleri açısından önemli bir yer tutmaktadır (Yang vd. 2016). 'Golden Delicious' çeşidinde uygulanan 1-MCP, uçucu bileşiklerin sentezini önemli ölçüde baskılamış ve ertelemiştir (Xiaotang vd. 2016). 'Gala' çeşidine uygulanan 1-MCP, meyvenin olgunlaşmasını geciktirirken, meyvenin aromasını oluşturan butyl acetate, hexyl acetate, 2-methylbutylacetate, methyl 2-methylbutyrate gibi uçucu bileşiklerin de üretimini geciktirmektedir (Marin vd. 2009; Thewes vd. 2017; Cai vd. 2018). Araştırmacılar, 'Fuji' çeşidine farklı dozlarda 1-MCP uygulamışlar ve düşük dozda 1-MCP uygulanan elmaların daha fazla aromatik bileşik ürettiğini bildirmişlerdir (Lu vd. 2018). Elmanın kendine has aroma bileşenleri yalnızca etilen ile olgunlaşma başlatıldıktan sonra üretilmektedir (Dixon ve Hewett 2000; Fellman vd. 2003). Ayrıca muz ve eriklerde yapılan çalışmalar da 1-MCP'nin aroma maddelerinin açığa çıkmasını geciktirdiği kanısını desteklemektedir (Golding vd. 1998; Abdi vd. 1998).

Yüzeysel kabuk yanıklığı (superficial scald), muhafaza esnasında veya raf ömrü

süresince meyvenin yüzeyinde kahverengi veya siyah lekeler şeklinde ortaya çıkan fizyolojik bir bozukluktur. Kabuk yanıklığı meyvenin pazarlanabilirliğini düşürmekte ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Lurie ve Watkins 2012). Kabuk yanıklığı elma endüstrisinde bir antioksidan olan difenilaminin (DPA) keşfine kadar ciddi kayıplara neden olmuştur. Bununla birlikte DPA özellikle Avrupa ülkelerinde olmak üzere Dünya’da yasaklanmaktadır. 1-MCP, etilen üretimini inhibe etmekle birlikte kabuk yanıklığı gelişimini de engellemektedir (Rupasinghe vd. 2000; Sharam vd. 2003; Zanella 2003; Jung ve Watkins 2008; Moggia vd. 2010; Sabban-amin vd. 2011; Niu vd. 2018). Ayrıca 1-MCP muhafaza esnasında oluşan ve kabuk yanıklığı oluşumunu teşvik ettiği bilinen  $\alpha$ -farnesene birikimini de azaltmaktadır (Du ve Bramlage 1993; Watkins vd. 1993; Rupasinghe vd. 1998; Watkins vd. 2000; Zanella 2003).

Araştırmacılar yaptıkları çalışmada, ‘Red Spur Delicious’ elma çeşidinde yüzeysel kabuk yanıklığı, polifenol oksidaz enzimi ve antioksidan aktivitesi arasında bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir (Abbasi vd. 2008).

Meyvedeki nişasta miktarı elmanın muhafaza ömrünü etkileyen ana etmenlerden birisidir. Olgunlaşan elmada nişasta şekere dönüşür (Wills ve Golding 2016). Şekerler, yeme kalitesi için önemlidir ve meyve suyundaki en büyük suda çözünebilir kuru maddedir. Suda çözünebilir kuru maddeler, şeker oranının tahmininde kullanılır ancak organik asitler, amino asitler, fenolik bileşikler ve çözünür pektinler gibi diğer bileşikler de suda çözünebilir kuru madde içeriğine katkıda bulunmaktadır (Golding ve Jobling 2012).

Elma muhafazasıyla ilgili bir çalışmada, ‘Golden Delicious’ elma çeşidine 625 ppb dozunda uygulanan 1-MCP; kabuk yanıklığını önlemiş, olgunlaşmayı geciktirmiş, ağırlık kaybını ve çürümeyi azaltmıştır (Gago vd. 2016). Yine aynı çeşitte yapılan başka bir çalışmada, erken, orta ve geç derilen elmalara 625  $\mu\text{L L}^{-1}$  dozunda 1-MCP uygulayan araştırmacılar, 1-MCP’nin olgunlaşmayı geciktirdiğini ve suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarına bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. 1-MCP kullanımı kabuk yanıklığını da önlemiştir. Araştırmacılar, derim zamanının kabuk yanıklığı, acı benek ve meyve eti sertliği üzerine bir etkisinin olmadığını ancak orta mevsim derimden geç derime doğru ağırlık kaybı, toplam fenol, SÇKM ve antioksidan aktivitesinin azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada 1-MCP’nin fenolik bileşikler ve antioksidan aktivitesi üzerinde tutarsız sonuçlar verdiği ifade edilmiştir (Gago vd. 2015).

Yapılan bir çalışmada, ‘Granny Smith’ elmalarında farklı derim zamanları ve 1-MCP dozlarının, yüzeysel kabuk yanıklığı gelişimi ve meyve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla meyveler 15’er gün aralıklarla derilmiş ve 0 °C sıcaklık ve %90 oransal nemde 8 ay süreyle muhafaza edilmiştir. Denemede, geç derilen (15 Kasım) elmalarda yüzeysel kabuk yanıklığı oranı, erken derilen (15 Ekim) elmalara göre daha düşük bulunmuştur. Geç derildikten sonra 8 ay süreyle soğukta muhafaza edilen ve 1 hafta süreyle 20 °C’de manav koşullarında bekletilen elmalarda %24,4 olan kabuk yanıklığının oranı aynı süre sonunda erken derilen meyvelerde %85,4 olarak saptanmıştır. Ağırlık kaybı, titre edilebilir asitlik (TEA) ve meyve eti sertliği (MES) derim zamanları arasında farklılık göstermiştir. Geç derilen elmalarda SÇKM daha yüksek bulunmuştur. Muhafaza süresi sonunda elmaların MES, TEA ve SÇKM miktarları kabul edilebilir seviyelerde kalmıştır (Erkan ve Pekmezci, 2004).

Bazı elma çeşitlerinde 1-MCP uygulaması daha yüksek yoğunluk gerektirebilmektedir. Bunun nedeni bu çeşitlerin daha yüksek miktarlarda etilen üretmeleri ve bağlama noktası için rekabetin daha fazla olmasıdır (Watkins vd. 2000). Araştırmacılar, 'Cortland' ve 'Red Delicious' elma çeşitlerine 1,0  $\mu\text{L L}^{-1}$  dozunda 1-MCP ve DPA uygulamışlardır. Araştırmada, 4. ve 7. aylarda örnekler alınmış ve 7 gün süreyle raf ömrü çalışmaları için bekletilmiştir. Araştırmacılar 1-MCP'nin meyve eti sertliğini, kontrol ve DPA uygulamasına göre daha başarılı bir şekilde koruduğunu bildirmişlerdir. Bununla beraber SÇKM ve TEA miktarlarında uygulamaların önemli bir etki yapmadığını belirtmişlerdir. Çalışmada kabuk yanıklığı gelişimi 4. aydan 7. aya doğru bir ilerleme göstermiş ayrıca 1-MCP ve DPA'nın kabuk yanıklığının kontrolünde etkili olduğu bildirilmiştir (Du vd. 2017). Yapılan başka bir çalışmada ise araştırmacılar, 1-MCP'nin DPA'ya göre meyvenin tazeliğini ve duyuşal özelliklerini korumada daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Tomic vd. 2016).

'Pink Lady' elma çeşidine 625 pbb dozunda uygulanan 1-MCP, muhafaza süresince meyve etindeki fenolik bileşikler üzerinde önemli bir etki gerçekleştirmemiştir. Antioksidan aktivitesi 160 günlük muhafaza süresince artış göstermiş fakat 1-MCP meyve kabuğunda antioksidan aktivitesini azaltmıştır (Hoang vd. 2011).

Araştırmacılar, 'Empire' elma çeşidine 1,0  $\mu\text{L L}^{-1}$  1-MCP uygulandıktan sonra meyveleri normal atmosfer ve kontrollü atmosfer şartlarında 5 ay süreyle depolamışlardır. Çalışmada, 1-MCP'nin toplam flavonoid ve toplam antosiyanin miktarlarına bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Bununla birlikte meyvelerin antioksidan aktivitesinin ve toplam fenol miktarının 1-MCP uygulanan meyvelerde daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Fawbush vd. 2009).

Araştırmacılar, 'Limoncella' elma çeşidinde yaptıkları çalışmada meyve kabuğunda meyve etine oranla daha yüksek miktarlarda toplam fenol ve flavonoid içeriği bulunduğunu bildirmişlerdir (D'Abrosca vd. 2007). Yapılan başka bir çalışmada ise muhafaza süresince elmaların flavonoid içeriğinin korunduğu bildirilmiştir (Awad ve Jager 2003).

Elmada muhafaza süresince meyve eti sertliğinin korunması genellikle meyve kalitesini belirleyici kriter olarak kullanılır (Wills vd. 1980). Elma çeşitleri arasında meyve eti sertliği açısından belirgin farklılıklar vardır (King vd. 2000; Johnston vd. 2002). Çeşitler arasındaki farklı yumuşama oranları kısmen poligalakturonaz (PG) gen ekspresyonları ile açıklanmaktadır (Wakasa vd. 2006; Gwanpua vd. 2016a). Hücre duvarı pektini, birlikte hareket eden birkaç enzim sayesinde parçalanır (Bennett ve Labavitch, 2008; Gwanpua vd. 2017). Diğer enzimlerin erişimini kolaylaştırmak için beta-galaktosidaz ( $\beta$ -GAL) ve alfa-arabinofuranosidaz ( $\alpha$ -AF) gibi hücre duvarını gevşetici enzimler hücre duvarının gözenekliliğini artırır. Akabinde, pektin metil esteraz (PME) enzimi, galakturonik asit alt ünitelerinden oluşan pektin homogalakturonan omurgasının metil grubunu uzaklaştırırken, PG enzimi de demetilize pektin omurgasını depolimerize ederek meyve etinin yumuşamasına sebep olur (Brummell ve Harpster 2001; Wei vd. 2010; Gwanpua vd. 2016b).

Araştırmacılar, 'Gloster', 'Elstar' ve 'Jonagold' elma çeşitlerinde yaptıkları çalışmada raf ömrü süresince meyve eti sertliğinin muhafaza süresine göre daha hızlı

azaldığını bildirmişlerdir (Konopacka ve Pockarski 2002).

500 mg L<sup>-1</sup> 2-chloroethyl fosfonik asit (etefon) ve 1,0 µL L<sup>-1</sup> 1-MCP uygulanan elmalar 0 °C'de ve %85-95 oransal nemde 140 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Muhafaza ortamından 20 gün aralıklarla çıkarılan örneklerde etefon uygulamasının, solunum hızı ve etilen üretimini arttırdığını, 1-MCP'nin ise azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, muhafaza süresince etefon uygulamasının MES'ni kontrol grubu ve 1-MCP grubuna göre azalttığını ve olgunlaşmayı hızlandırdığını, buna karşın 1-MCP'nin olgunlaşmayı yavaşlattığını bildirmişlerdir (Li vd. 2017a).

Araştırmacılar iyot-nişasta skalasında 3,5-6,5 aralığını olgun ve 6,5 üstünü aşırı olgunlaşmış olarak kabuk ettikleri 2 farklı grup elma çeşidinden, 'Galaxy' elma çeşidine 625 µL L<sup>-1</sup> ve 'Fuji' ile 'Pink Lady' elma çeşitlerine ise 1,0 µL L<sup>-1</sup> dozunda 1-MCP uyguladıktan sonra dinamik kontrollü atmosferde 9 ay boyunca muhafaza etmişlerdir. Çalışmada, olgunluk durumundan bağımsız olarak 1-MCP uygulanan meyvelerin ACO enzim aktivitesi ve etilen üretiminin düştüğü bildirilmiştir. 1-MCP uygulaması olgun 'Galaxy' ve 'Pink Lady' elma çeşitlerinin solunum hızını azaltmış fakat aşırı olgun 'Galaxy' ve 'Fuji' çeşitlerine bir etkisi olmamıştır. 1-MCP uygulaması çeşit ve olgunluk durumundan bağımsız olarak meyve eti sertliğinde bir farklılık göstermemiştir. Bununla beraber araştırmacılar 1-MCP uygulanan, olgun 'Pink Lady' ile aşırı olgun 'Fuji' ve 'Galaxy' elma çeşitlerinin kontrol grubuna göre daha yüksek TEA içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir (Thewes vd. 2018).

Araştırmacılar, 'McIntosh' ve 'Empire' elma çeşitlerine, 1., 4. ve 7. günlerde olmak üzere 1,0 µL L<sup>-1</sup> dozunda tek veya tekrarlı 1-MCP uygulamaları ve meyveleri 8 ay süresince kontrollü atmosferde muhafaza etmişlerdir. 1-MCP'nin 1. ve 4. gün uygulamaları ile tekrarlamalı uygulamalarının meyve eti sertliğini en iyi koruduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada ayrıca meyve eti ve çekirdek evi kararmasının, meyve kabuğunda meydana gelen yağlılığın ve olgunlaşmanın azaldığı veya yavaşladığı belirtilmiştir. Bununla beraber 1. ve 4. günlerde uygulanan 1-MCP'nin CO<sub>2</sub> zararını arttırdığı ifade edilmiştir (Nock ve Watkins 2013). Başka bir çalışmada ise araştırmacılar tekrarlı 1-MCP uygulamalarının sadece derimden kısa bir süre sonra uygulandığı zaman etkili olduğunu bildirmişlerdir (Lu vd. 2013).

'Empire' ve 'Cortland' elma çeşitlerine 3, 13 ve 23 °C de 0, 3, 6, 9, 12, 16, 24 ve 48 saat süreyle 0,6 µL L<sup>-1</sup> dozunda 1-MCP uygulanmıştır. 'Cortland' elma çeşidinde meyve eti sertliğinin en iyi korunumu 3 °C'de 9 saat ile 13 °C ve 23 °C'de 6 saat uygulamalarında gerçekleşmiştir. 'Empire' elma çeşidinde ise sıcaklık farkı gözetmeksizin en az 3 saat süreyle yapılan 1-MCP uygulamaları meyve eti sertliğinin korunmasında etkili bulunmuştur. Araştırmacılar 1-MCP'nin muhafaza üzerine olan etkinliğinin çeşit ile beraber uygulama sıcaklığı ve süresiyle de değişebildiğini bildirmişlerdir (DeEll vd. 2002).

Elmanın kabuk rengini; plastidler içinde yer alan klorofil ve karotenoid pigmentleri, renkli fenolik pigmentler (antosyaninler) ve bunların vakuol içinde bulunan renklendirilmemiş öncülleri (flavonoller ve proantosyanidinler) oluşturur (Lancaster vd. 1994).

'Granny Smith' gibi yeşil kabuk rengine sahip elmalar için muhafaza esnasında

kabuktaki plastidlerin içindeki klorofil kaybı, kabuk rengi değişiminin sebebidir. Klorofilin yeşil rengi, muhafazadan önemli ölçüde etkilenmeyen sarı pigmentleri maskeleymektedir. Bu nedenle klorofil kaybı yeşil renkli elmaların sarı renge dönüşmesine sebep olur. Klorofil katabolizması, meyvenin olgunlaşması ve uzun süre muhafazası esnasında klorofilaz enzim aktivitesinin artmasından etkilenmektedir (Tijksens vd. 2008).

1-MCP, klorifillaz enzim aktivitesini düşürmekte ve daha az klorofil parçalanmasına sebep olmaktadır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada, 1-MCP uygulanan avokadoların kabuk renklerinin, uygulanmayanlara göre daha yeşil olduğunu belirtmişlerdir (HersHKovitz vd. 2005). Muzda yapılan başka bir çalışmada ise araştırmacılar yine 1-MCP'nin yeşil rengi daha uzun süre muhafaza ettiğini bildirmişlerdir (Harris vd. 2000). Ayrıca muhafaza süresi ve sıcaklığı arttığında renk değişim hızı da artmaktadır (Nunes 2008).

1-MCP, elmada mavi küf (*P. expansum*) gelişimini önemli ölçüde engellemiştir (Li vd. 2017b). Mango üzerinde yapılan bir çalışmada araştırmacılar, 1-MCP'nin antraknozu (*C. gloeosporioides*) azalttığını bildirmişlerdir. Bununla beraber 1-MCP uygulaması, *C. gloeosporioides*'in spor çimlenmesi ve misel gelişimini baskılamış ve sporların mitokondri ve plazma zarının bütünlüğünü bozduğu ifade edilmiştir (Xu vd. 2017). 1-MCP, domatesde yapılan bir çalışmada ise *A. Alternata* gelişimini arttırmıştır (Estiarte vd. 2016). Ayrıca, PE ile ambalajlanan elmalarda, mavi küf oluşumu baskılanmıştır (Moodley vd. 2002).

Yapılan bir çalışmada, 'Idared', 'Shampion' ve 'Topaz' elma çeşitleri 2 °C'de normal atmosfer koşullarında muhafaza edilmiştir. Muhafazanın 6. gününde elmalara, 2 °C'de 24 saat süreyle 625 µL L<sup>-1</sup> dozunda 1-MCP uygulanmış ve meyveler 6 ay süreyle depolanmıştır. Araştırmacılar 1-MCP'nin polifenol miktarı, antioksidan kapasitesi ve usare miktarını iyileştirerek bulanık elma sularının üretiminde pozitif bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir (Kolniak-Ostek vd. 2014).

MA'de muhafaza bahçe ürünlerinde, solunum hızını yavaşlatmak ve raf ömrünü uzatmak, ağırlık kaybını azaltmak, meyve eti sertliğini ve yeşil rengi korumak amacıyla normal atmosfere göre daha düşük O<sub>2</sub> ve daha yüksek CO<sub>2</sub> bileşiminde ürünlerin depolanmasıdır (Sandhya 2010; Cortellino vd. 2015; Belay vd. 2016; Usall vd. 2016). MA'de muhafaza, elma depolanmasında yaygın kullanılan bir muhafaza yöntemi değildir. MA, daha çok elmaların pazarlanmasında ve raf ömürlerinin arttırılması amacıyla modifiye atmosferde paketlenme (MAP) şeklinde kullanılır (Bai vd. 2009). MAP teknolojisi aktif ve pasif olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Pasif MAP'da paketlenen ürünler için paket içi atmosfer bileşimindeki CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> oranları meyvelerin solunum hızına bağlı olarak değişir. Aktif MAP'da ise paketin iç atmosfer bileşimi, istenilen oranlarda değiştirilmektedir (Costa vd. 2011; Zhang vd. 2015; Fagundes vd. 2015).

'Breaburn' elma çeşidinde MA'de muhafaza konusunda yapılan bir çalışmada, meyvenin yumuşama oranı ile MAP ortamındaki gaz değişim oranı arasında yakın bir ilişki olduğu ve meyve yumuşamasının doğrudan gaz alışverişi ile bağlantılı olduğu bildirilmiştir (Hertog vd. 2001).

Araştırmacıların ‘Bravo de Esmolfe’ elma çeşidinde MA’de muhafaza amacıyla yaptıkları çalışmada, MAP ortamında muhafaza edilen elmaların kontrole göre daha az ağırlık kaybettikleri ve meyve eti sertliğini daha iyi korudukları belirtilmiştir (Rocha vd. 2004).

Bir Asya armudu çeşidi olan ‘Laiyang’ armudunda 1-MCP uygulamasının etkinliği araştırılmıştır. Bu amaçla 0-2 °C’de 0,5 ve 1  $\mu\text{L L}^{-1}$  dozunda 1-MCP, 210 gün süreyle uygulanmış ve meyveler normal film ve mikro delikli film ile kaplanarak MA’de muhafaza edilmiştir. Çalışma sonucunda, 0,5  $\mu\text{L L}^{-1}$  dozunda 1-MCP uygulanan ve mikro delikli film ile kaplanan armutların kontrol grubuna ve 0,5  $\mu\text{L L}^{-1}$  dozunda 1-MCP uygulanan armutlara göre daha düşük solunum hızına ve etilen üretimine sahip olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar ayrıca 0,5  $\mu\text{L L}^{-1}$  dozunda 1-MCP ve mikro delikli film uygulamasının muhafaza süresince SÇKM, titre edilebilir asitlik ve sertlik değerlerinin korunumunda en başarılı yöntem olduğunu bildirmişlerdir (Li vd. 2013).

‘Maria Aurelia’ nektarin çeşidine ait meyveler 0,5 ve 1  $\mu\text{L/L}^{-1}$  dozunda 1-MCP uygulaması sonrası MA’de ve 0 °C sıcaklıkta 40 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Çalışma sonunda her iki 1-MCP dozunun ve MAP uygulamasının, meyve eti sertliğini kontrol uygulamasına göre daha iyi koruduğu bildirilmiştir. Deneme sonunda 1-MCP ve MAP uygulaması yapılan meyvelerde daha düşük hue açısı değeri, titre edilebilir asitlik düzeyi ve solunum hızı tespit edilmiştir (Özkaya vd. 2016).

### 3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma 2016-2017 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarı ve Antalya ili Elmalı ilçesinde yürütülmüştür. Kontrolsüz, adi depo koşullarında yürütülen muhafaza çalışmaları, Elmalı ilçesinin Akçay mahallesinde, kontrollü koşullarda yürütülen soğukta muhafaza çalışmaları ise Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Derim Sonrası Fizyoloji Laboratuvarı ve soğuk hava depolarında gerçekleştirilmiştir.

#### 3.1. Materyal

Çalışmada, meyve materyali olarak ülkemizde ve Dünya’da yaygın olarak üretilen ‘Starkrimson’ ve ‘Granny Smith’ elma çeşitleri kullanılmıştır. Meyveler, Elmalı ilçesinde elma üretimi yapan üreticilerden temin edilmiştir. Optimal derim zamanında derilen meyveler aynı gün içerisinde muhafaza çalışmalarının yapılacağı Akçay’da bulunan adi depoya ve Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarına taşınmıştır.

#### 3.2. Metot

##### 3.2.1. Meyvelerin derimi ve yapılan uygulamalar

Çalışmada 65 ile 100 mm çapa sahip ve üzerinde herhangi bir mekanik zarar bulunmayan elmalar kullanılmıştır (Şekil 3.1). Nişasta skalası baz alınarak (Şekil 3.2) optimal derim olgunluğunda (4 ve 5 skala değerine sahip) toplanan meyveler derimden sonra muhafaza yapılacak olan birimlere taşınmıştır.

##### 3.2.1.1. 1-Metilsiklopropen (1-MCP) uygulamaları

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait soğuk hava depolarında muhafaza edilen elmalara muhafaza öncesi 5 °C sıcaklıkta 24 saat süreyle 625 ppb dozunda 1-MCP uygulaması yapılmıştır (Şekil 3.3). Elmalı’da adi depo koşullarında yapılan 1-MCP uygulamasında ise meyve kasalarının üzeri 150 µ kalınlığında co-extrüzyon teknolojisi ile 3 katlı olarak üretilmiş tarımsal amaçlı PE film ile kapatılarak ortamın gaz yalıtımı sağlanmıştır (Şekil 3.4). Bu koşullarda 24 saat süreyle yapılan 1-MCP uygulamasında ortam sıcaklığı uygulama süresince en düşük 17,9 °C ve en yüksek 19,7 °C olarak ölçülmüştür (EK-1).

##### 3.2.1.2 Modifiye atmosferde (MA) muhafaza uygulamaları

Her iki lokasyonda da 1-MCP uygulamaları yapılan elmaların bir kısmı MA’da muhafazaya alınmıştır. Bu amaçla 50-60 µ kalınlığında polietilen torbalar kullanılmıştır. Paletlerin alt kısmına kasaların plastiğe zarar vermemesi için kasalardan 10’ar cm daha geniş kesilen çift katlı izolasyon köpüğü kullanılmıştır (Şekil 3.5). Paletler üst kısımdan kapatılmış ve sadece örneklerin alınımı sırasında açılmıştır.



**Şekil 3.1.** ‘Starkrimson’ (solda) ve ‘Granny Smith’ (sağda) elma çeşitlerinde nişasta testi uygulamalarından bir görünüm



**Şekil 3.2.** Denemede kullanılan nişasta testi skalası



Şekil 3.3. Soğuk hava deposunda 1-MCP uygulamasından bir görünüm



Şekil 3.4. Adi depoda 1-MCP uygulamasından bir görünüm



**Şekil 3.5.** Modifiye atmosferde muhafaza uygulamasından bir görünüm

### **3.2.2. Deneme depolarının özellikleri ve meyvelerin muhafazası**

Denemede kullanılan soğuk hava deposu 6 ton kapasitelidir. Sistemde soğutucu akışkan olarak Freon 12 kullanılmakta olup, direk soğutmalı ve termostatik olarak ayrı ayrı çalışan soğutma sistemi bulunmaktadır. Ayrıca depo, merkezi havalandırma sistemi ve higrostatik nem ayar ve kontrol sistemi ile donatılmıştır.

Çalışmada kullanılan ve mekanik soğutma alt yapısı bulunmayan kontrolsüz adi depo koşullarında muhafaza denemeleri ise Elmalı ilçesinin Akçay mahallesinde bulunan bir odada yürütülmüştür. Kullanılan deponun taban alanı 600 m<sup>2</sup> olup kapasitesi 450 ton civarındadır.

Soğukta muhafaza çalışmalarında meyveler 0 °C sıcaklık ve %85-90 oransal nemde 8 ay süreyle depolanmıştır. Elmalı’da bulunan adi deponun ortam sıcaklığı ve oransal nemi, muhafaza süresince dış ortam şartlarına göre değişkenlik göstermiş ve 30 dk aralıklarla ‘Geratech DT-172’ marka termohigrograf yardımı ile sürekli olarak kayıt altına alınmıştır (EK-2).

### 3.2.3. Meyve örneklerinin alınması ve raf ömrünün belirlenmesi

Adi depo koşullarında ve soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ ve ‘Granny Smith’ çeşidinden muhafaza süresince 30’ar gün aralıklarla meyve örnekleri alınmıştır. Alınan meyve örneklerinde, farklı muhafaza ortamlarının meyve kalitesinde yol açtığı değişim ve farklılıkları ortaya koymak amacıyla muhafaza süresince çeşitli fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

Ayrıca, soğukta muhafaza edilen meyvelerden 30’ar gün aralıklarla alınan örnekler manav koşulu olarak belirlenen 20 °C sıcaklıkta 5 gün süreyle bekletilmiş ve bu meyvelerin raf ömürlerinin belirlenmesi amacıyla soğukta muhafaza sırasında yürütülen analizler tekrarlanmıştır.

### 3.2.4. Fiziksel ve kimyasal analizler

#### 3.2.4.1. Ağırlık kayıpları

Elmalarda muhafaza ve manav koşullarında bekletme periyodu süresince ağırlık kayıplarının belirlenmesi amacıyla, deneme meyveleri depolara konulmadan önce 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 meyve olacak şekilde teker teker numaralandırılmış ve 0,01 g duyarlılıktaki dijital bir terazi ile tartılmıştır. Muhafaza süresince aynı meyveler farklı uygulama gruplarından 30 gün aralıklarla tekrar tartılmış ve ağırlık kayıpları başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak saptanmıştır (3.1).

$$\text{Ağırlık Kaybı (\%)} = \frac{(\text{Başlangıç Ağırlığı} - \text{Son Ağırlık})}{\text{Son Ağırlık}} \times 100 \quad (3.1)$$

#### 3.2.4.2. Meyve kabuk rengi

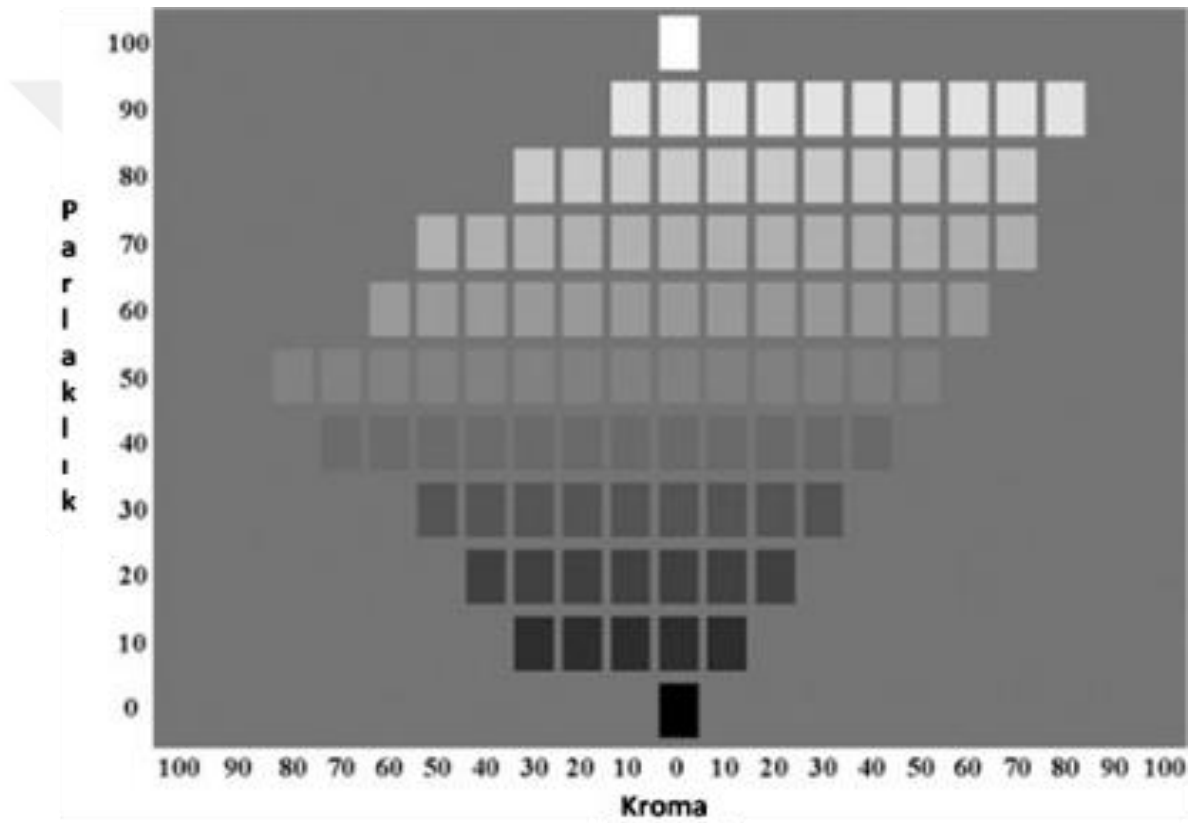
Elmalarda muhafaza periyodu süresince meyve kabuk rengindeki değişimlerin belirlenmesi amacıyla uygulama başına 30 adet meyve 3 tekerrürlü olacak şekilde teker teker numaralandırılmış ve meyve kabuk renginde meydana gelen değişimler MINOLTA CR-400 marka kromametre (renk ölçer) ile belirlenmiştir. Renk ölçümleri ekvator bölgesinden meyve örneğinin bütününi temsil edecek şekilde meyve yüzeyinin 3 farklı noktasından yapılmıştır. Yapılan 90 ölçümün ortalaması bir tekerrürün renk değeri olarak kabul edilmiş ve 3 tekerrürün ortalaması bir uygulamanın renk değeri olarak saptanmıştır.

Kullanılan renk ölçer her okumanın rengini  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , hue açısı ( $h^\circ$ ) ve kroma ( $C^*$ ) olarak sayısal değerler vermektedir.  $L^*$  değeri parlaklığı ifade etmekte ve 0-100 arasında değişmektedir. Parlaklığın 0 olduğu durum siyah renk üzerinde yansımanın olmadığı karanlık durumudur. Parlaklığın 100 olduğu durum ise beyaz renkte yansımanın en yüksek olduğunu göstermektedir (Şekil 3.10). Pozitif  $a^*$  değerleri kırmızılığı, negatif  $a^*$  değerleri yeşil rengi temsil etmektedir. Pozitif  $b^*$  değerleri sarılığı gösterirken, negatif  $b^*$  değerleri maviliği temsil etmektedir (Şekil 3.11). Hue açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin kesiştiği noktadan geçen doğrunun X eksenine yaptığı açıyı ifade etmektedir. Açısı  $0^\circ$  olduğunda kırmızı,  $90^\circ$  olduğunda sarı,  $180^\circ$  olduğunda yeşil ve  $270^\circ$

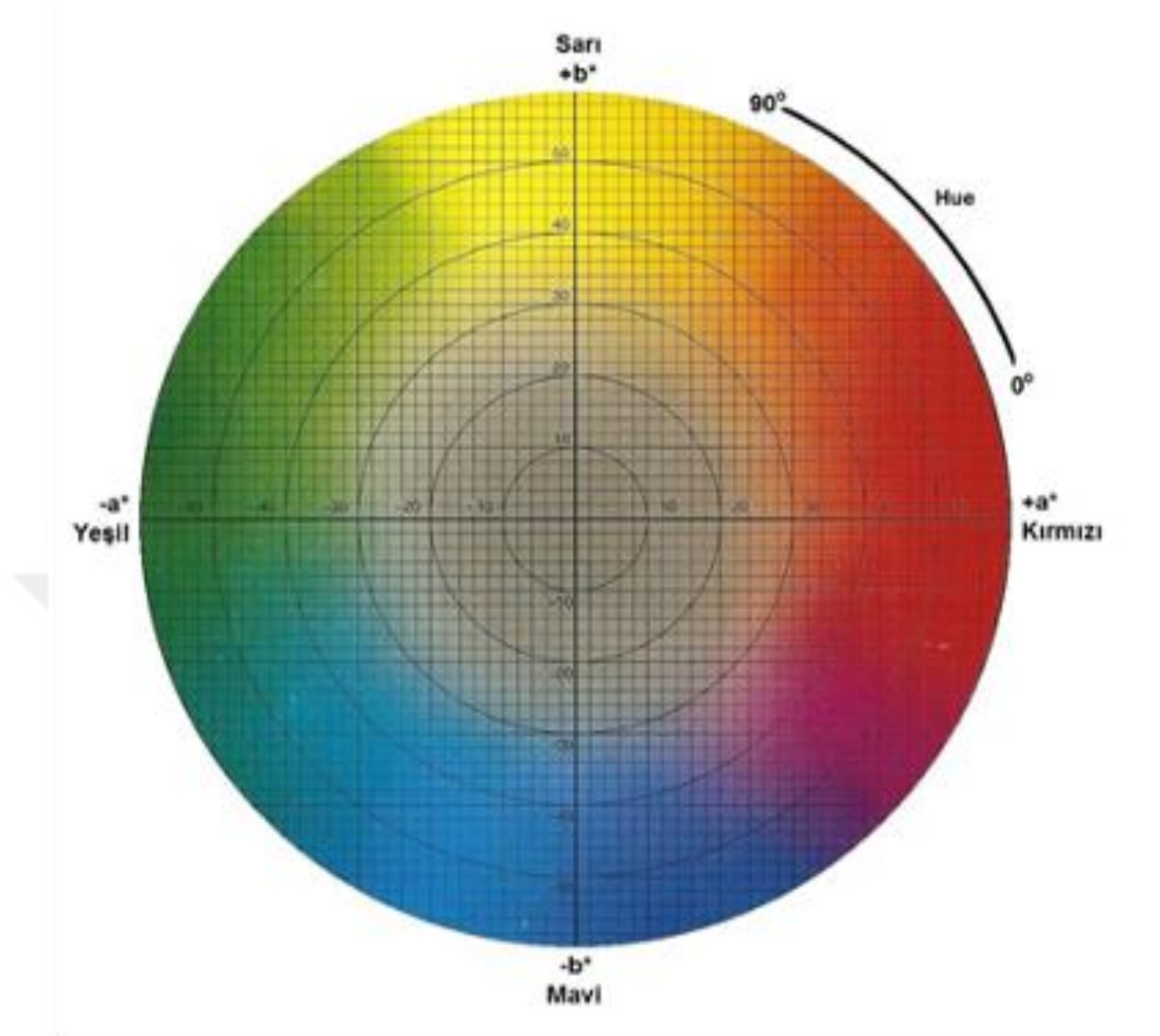
olduğunda mavi renge karşılık gelmektedir (Şekil 3.12). Kroma değeri, meyve kabuğunun canlılığını ve matlığını ifade etmektedir. Mat renklerde kroma değerleri düşük iken, canlı renklerde ise kroma değeri yükselmektedir (Şekil 3.10). Kroma ve Hue açısı değerlerinin hesaplanmasında aşağıda verilen eşitlikler kullanılmıştır (3.2 ve 3.3).

$$Kroma\ Değeri\ (C^*) = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})} \quad (3.2)$$

$$Hue\ Açısı\ (h^o) = \arctan \frac{b^*}{a^*} \quad (3.3)$$



Şekil 3.6. Kroma ( $C^*$ ) ve parlaklık ( $L^*$ ) ilişkisi



**Şekil 3.7.** Renk çizelgesinde  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin karşılık geldiği renkler



Şekil 3.8. Hue açılarının ( $h^\circ$ ) renklere göre dağılımı

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

Elmaların SÇKM miktarlarının belirlenmesi amacıyla muhafaza başlangıcında ve muhafaza süresince 30'ar günlük aralıklarla alınan meyve örneklerinin katı meyve sıkacağına sıkılması ile elde olunan meyve suyunda dijital bir refraktometre yardımıyla % olarak ölçülmüştür.

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

Elmaların TEA miktarlarının belirlenmesi amacıyla elde edilen meyve suyu süzildükten sonra her örnek için 2 mL meyve suyu alınmış ve üzerine 38 mL saf su eklenmiştir. Daha sonra karışım 0,1 N NaOH çözeltisi ile ve pH metre yardımıyla pH 8,1'e ulaşıncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyon işlemi her örnek için 3 paralelli olarak yürütülmüştür. Örneklerin TEA miktarları g malik asit/100 ml meyve suyu olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (3.4).

$$\text{Titre Edilebilir Asitlik} = \frac{[(V) \times (f) \times (E) \times 100]}{M} \quad (3.4)$$

V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı (mL)

F: Titrasyonda kullanılan baz çözeltisinin normalitesi

E: 1 mL 0.1 N NaOH'ın eşdeğeri asit miktarı (g) (malik asit sabiti= 0.0067)

M: Alınan örnek miktarı (mL)

#### 3.2.4.5. Meyve eti sertliği (MES)

Meyve eti sertliğinin belirlenmesi amacıyla elmaların ekvator bölgesinden 3 farklı bölgenin meyve kabuğu soyulmuş ve bu kısımlardan 11.1 mm çaplı delici uca sahip olan bir el penetrometresi kullanılarak (Effegi FT 327) meyve eti sertliği ölçülmüştür. Elde edilen değerler Newton (N) olarak ifade edilmiştir.

#### 3.2.4.6. Mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı

Farklı derim sonrası uygulamaları yaptıktan sonra soğukta ve adi depo koşullarında muhafaza edilen elmalardan 30'ar gün aralıklarla alınan meyve örnekleri teker teker incelenerek muhafaza esnasında ortaya çıkan mantarsal nedenli bozulmaların miktarı, bozulan meyvelerin tüm meyvelere oranlanması ile yüzde (%) olarak tespit edilmiştir.

#### 3.2.4.7. Fizyolojik nedenlerle bozulmuş meyve miktarı

##### 3.2.4.7.1. Yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı

Yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı, her bir analiz tarihinde adi depo koşullarından ve soğuk hava deposundan alınan meyve örneklerinde yanıklık belirtileri gösteren meyve sayısının, tüm meyve sayısına oranlanması ile yüzde (%) olarak saptanmıştır.

##### 3.2.4.7.2. Yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti

Kabuk yanıklığı şiddeti ise her bir meyvenin çıplak göz ile incelenip 0 (zararlanma yok), 1= %1-10 zararlanma, 2= %11-33 zararlanma, 3= %34-66 zararlanma, 4= %67-100 zararlanma olacak şekilde belirlenmiştir (Zanella vd. 2003).

#### 3.2.4.8. Solunum (CO<sub>2</sub>) hızı

Elmaların solunum hızlarının belirlenmesi amacıyla ağırlığı ve hacmi belli olan meyve örnekleri 40'ar gün arayla alınarak, 5 L'lik gaz geçirmez plastik kavanozlara yerleştirilmiştir. Kavanoz içerisindeki meyveler 1 sa süreyle bekletilmiş ve bu ortamdan gaz geçirmez bir şırınga ile alınan gaz örneği, Thermo marka gaz kromatografisi (GC) cihazının termal iletkenlik detektörüne (TCD) enjekte edilmiştir. Meyve örneklerinin solunum hızları mL CO<sub>2</sub>/kg.sa olarak hesaplanmıştır (3.5).

$$\text{Solunum Hızı (mL CO}_2\text{/kg. sa)} = Xx \frac{Vk - V\ddot{u}}{TxG} \quad (3.5)$$

X= Gaz kromatografisinde belirlenen CO<sub>2</sub> konsantrasyonu (ppm)

V<sub>k</sub>= Kavanoz hacmi (L)

V<sub>ü</sub>= Kavanoza konulan ürün hacmi (L)

T= Kavanozda kapalı kalma süresi (sa)

G= Meyve Ağırlığı (kg)

#### 3.2.4.8.1. Solunum hızının (açığa çıkan CO<sub>2</sub> miktarı) belirlenmesinde kullanılan kromatografik koşullar

Kolon: 80/100 porapak n, 182,88 cm \* 0,635 cm, lot numarası: 32548656-10

Analiz Süresi: 4 dk

Örnek Miktarı: 1 mL

Fırın Sıcaklığı: 65 °C

Detektör Sıcaklığı: 100 °C

Enjeksiyon Sıcaklığı: 100 °C

Taşıyıcı Gaz Akış Hızı: 10 mL/dk

Telafi Gazı Akış Hızı: 20 mL/dk

Referans Gazı Akış Hızı: 30 mL/dk

#### 3.2.4.9. Etilen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) üretim miktarı

Elmaların etilen üretim miktarlarının belirlenmesi amacıyla ağırlığı ve hacmi belli olan meyve örnekleri 40'ar gün arayla alınarak, 5 L'lık gaz geçirmez solunum kavanozlarına yerleştirilmiştir. Kavanoz içerisindeki meyveler 1 sa süreyle bekletilmiş ve bu ortamdan gaz geçirmez bir şırınga ile alınan gaz örneği, GC'nin alev iyonlaşma detektörüne (FID) enjekte edilmiştir. Meyve örneklerinin etilen üretim miktarları µL C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/kg.sa olarak hesaplanmıştır (3.6).

$$\text{Etilen (C}_2\text{H}_4\text{) Üretim Miktarı (µL C}_2\text{H}_4\text{/kg. sa)} = Xx \frac{Vk - V\ddot{u}}{TxG} \quad (3.6)$$

X= Gaz kromatografisinde belirlenen etilen konsantrasyonu (ppm)

V<sub>k</sub>= Kavanoz hacmi (L)

V<sub>ü</sub>= Kavanoza konulan ürün hacmi (L)

T= Kavanozda kapalı kalma süresi (saat)

G= Meyve Ağırlığı (kg)

#### 3.2.4.9.1. Etilen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) üretim miktarı için kromatografik koşullar

Kolon: 80/100 alumina f-1 column, 1 m x 4,7625 mm x 3,7 mm, lot numarası: 32083387-10

Analiz Süresi: 2 dk

Örnek Miktarı: 1 mL

Fırın Sıcaklığı: 90 °C

Detektör Sıcaklığı: 170 °C

Giriş Sıcaklığı: 150 °C

Taşıyıcı Gaz Akış Hızı: 25 mL/dk

Kuru Hava Gazı Akış Hızı: 350 mL/dk

Hidrojen Gazı Akış Hızı: 35 mL/dk

#### 3.2.4.10. Toplam antioksidan aktivitesi, toplam fenol ve toplam flavonoid miktarı analizleri için ekstraksiyon

Analiz zamanına kadar -20 °C’de saklanan meyve suyu örnekleri çözündürüldükten sonra filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Ardından meyve suyu örneklerinden 10’ar mL alınıp üzerine 10 mL %80’lik metanol eklenmiştir. Örnek tüpleri 6000 rpm’de 4 °C’de 5 dk santrifüj edilmiştir. Süpertonant alınarak toplam antioksidan aktivitesi, toplam fenol ve toplam flavonoid miktarları belirlenmiştir.

#### 3.2.4.11. Toplam antioksidan aktivitesi

Antioksidan aktivite tayini DPPH radikali çözeltisi kullanılarak yapılmıştır. DPPH çözeltisi (1 mM) bir miktar %99,9’luk metanol içerisinde 0,03943 g DPPH çözöndürölerek hazırlanmış ve toplam hacim %99,9’luk metanol kullanılarak 100 mL’ye tamamlanmıştır. Bir örnek için 5 adet cam tüp hazırlanmış ve sırasıyla 30, 60, 90, 120 ve 150 µL olmak üzere önceden ekstrakte edilen örnek koyulmuştur. Örneklerin üzerine 600 µL DPPH çözeltisi eklenmiş ve tüplere %80’lik metanol eklenerek toplam hacimler 6 mL’ye tamamlanmıştır. Şahide 600 µL DPPH çözeltisi ve üzerine 5,4 mL %80’lik metanol eklenmiştir. Örnek tüpler ve şahit t=15 dk karanlıkta bekletilmiş ve sonunda %80’lik methanole karşı spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda

okutulmuştur. Okuma sonuçları aşağıdaki eşitliğe göre % inhibisyon olarak hesaplanmıştır (3.7).

$$\% \text{ Inhibisyon} = \left[ \frac{(A_{C(DPPH)} - A_{A(t)})}{A_{C(DPPH)}} \right] \times 100 \quad (3.7)$$

Yukardaki eşitliğe göre belirlenen inhibisyon değerleri, örnek hacimlerine karşı grafiğe aktarılıp linear regresyon analizi uygulanmak suretiyle, örneğe ilişkin eğriye ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır. Bu eşitlik kullanılarak EC50 değeri (radikalin %50'sinin inhibisyonunu sağlayan konsantrasyon)  $\mu\text{L}$  olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2010).

#### 3.2.4.12. Toplam fenol miktarı

Ekstrakte edilen örneklerden 100  $\mu\text{L}$  alınarak cam tüplerin içerisine konulmuş ve üzerine 900  $\mu\text{L}$  saf su eklenmiştir. Daha sonra 5 mL 0,2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi ve 4 mL doymuş  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  çözeltisi ilave edilerek tüpler vorteks yardımı ile karıştırılmıştır. Tüpler 2 sa karanlıkta bekledikten sonra spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda %80'lik methanole karşı okutulmuştur. Elde edilen absorbans değerleri farklı konsantrasyonlarda hazırlanan gallic asit çözeltilerinden elde edilen standart eğriden yararlanılarak toplam fenolik bileşik miktarı g GAE/100 g taze ağırlık (fw) olarak hesaplanmıştır (Spanos ve Wrolstad 1990).

#### 3.2.4.13. Toplam flavonoid miktarı

Ekstrakte edilen örneklerden cam tüplerin içerisine 1 mL örnek koyulduktan sonra üzerine 4 mL saf su ve 0,3 mL %5'lik  $\text{NaNO}_2$  ilave edilerek vorteks yardımıyla karıştırılmıştır. Örnek 5 dk bekletildikten sonra 0,6 mL %10'luk  $\text{AlCl}_3$  eklenmiş ve bir 5 dk daha bekletilmiştir. Daha sonra 2 mL 1 mol/L'lik  $\text{NaOH}$  ilave edilerek toplam hacim saf su ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. Karışım vorteks yardımıyla karıştırıldıktan sonra spektrofotometrede 510 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Elde edilen değerler kateşinden elde edilen standart eğriden yararlanılarak toplam flavonoid miktarı g CAE/100 g taze ağırlık (fw) olarak hesaplanmıştır (Karadeniz vd. 2005).

#### 3.2.4.14. Meyvelerin raf ömürlerinin belirlenmesi

Çalışmada, farklı uygulamalar yapılarak soğukta muhafaza edilen meyvelerin raf ömürleri de belirlenmiştir. Bu amaçla, 30'ar günlük aralıklarla soğuk hava deposundan çıkarılan meyveler 20 °C'de %50-60 oransal nemde 5 gün süreyle bekletilmiştir. Bu meyvelere soğukta muhafaza sırasında yapılan fiziksel ve kimyasal analizler tekrarlanmış ve meyvelerin raf ömürleri saptanmıştır.

#### 3.2.4.15. İstatistiksel değerlendirme

Araştırma "Tesadüf Parselleri" deneme desenine göre planlanmıştır. Fiziksel ve kimyasal analizler, soğuk ve adi depo şartlarında 3'er tekerür ve her tekerürde 10 meyve olacak şekilde düzenlenmiştir. Manav koşullarındaki fiziksel ve kimyasal analizler ise

2'şer tekerür ve her tekerürde 6 meyve olacak şekilde düzenlenmiştir. Normallik varsayımı Shapiro Wilk Testi ile kontrol edilmiştir. Farklı muhafaza koşullarının sayısal verileri arasındaki farklılıkların analizinde 'Bağımsız İki Örneklem t Testi' kullanılmıştır. Uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksiyonunun ilgilendiğimiz parametreler üzerindeki etkisi genel lineer model kullanılarak incelenmiştir. Anlamlı çıkan durumlarda ikili karşılaştırmalar 'LSD Testi' kullanılarak yapılmıştır. Bütün analizler SAS 9.4 programı ile yapılmıştır ve  $P < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.



#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

##### 4.1. Farklı Muhafaza Koşulları ve Derim Sonrası Uygulamaların ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ Elma Çeşitlerinin Kalitesi Üzerine Etkileri

###### 4.1.1. Ağırlık kayıpları

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra kontrolsüz adi depo koşulları ve soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde muhafaza periyodu süresince saptanan ağırlık kayıpları Çizelge 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4’de verilmiştir. Bu çizelgelerdeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ çeşidi elmalarının ağırlık kayıplarında muhafaza süresince artışlar saptanmıştır.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Farklı ortamlarda depolanan elmalarda muhafaza süresince ağırlık kayıplarında artışlar tespit edilmiştir. Adi depo koşullarında 30. günde ağırlık kaybı ortalama %1,31 iken, 180. günün sonunda bu değer ortalama %6,25 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1). Soğuk depo koşullarında ise depolamanın 30. gününde ağırlık kaybı ortalama %0,34 iken, 210. günün sonunda bu değer ortalama %1,84’ e ulaşmıştır (Çizelge 4.2).

Granny Smith’ elma çeşidinde farklı derim sonrası uygulamaların ağırlık kayıpları üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafaza süresince adi depo koşullarında saptanan en düşük ağırlık kaybı %2,15 olup 1-MCP+MA uygulaması yapılan meyvelerde tespit edilmiştir. Bu uygulamayı %2,29 ağırlık kaybı ile MA uygulaması, %4,77 ile 1-MCP uygulaması ve %5,69 ile kontrol uygulaması takip etmiştir (Çizelge 4.1). Soğuk depo koşullarında saptanan en düşük ağırlık kaybı ise %0,49 olup 1-MCP+MA uygulamasında, en yüksek ağırlık kaybı ise %1,76 ile kontrol grubunda saptanmıştır (Çizelge 4.2).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elmalarının ağırlık kayıpları üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında 180 günlük muhafaza süresinin sonunda saptanan en düşük ağırlık kaybı %3,54 olup 1-MCP+MA uygulaması yapılan meyvelerde belirlenmiştir. Bu uygulamayı %3,79, %8,09 ve %9,60 ağırlık kaybı değerleri ile MA, 1-MCP ve kontrol uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.1). Soğuk depo koşullarında ise en yüksek ağırlık kaybı muhafazanın 210. gününde %2,96 ile kontrol uygulamasında en düşük ağırlık kaybı ise 1-MCP+MA uygulamasında %0,81 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.2).

Farklı muhafaza koşullarının ‘Granny Smith’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Soğuk depo koşullarında muhafaza süresince saptanan ağırlık kaybı ortalama %0,99, adi depo koşullarında ise %3,73 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.1).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elmalarının ağırlık kayıpları üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ )

bulunmuştur. Muhafaza süresince farklı depo koşullarında muhafaza edilen elmaların ağırlık kayıplarında muhafaza süresince artışlar tespit edilmiştir. Adi depo koşullarında muhafazanın 30. gününde ağırlık kaybı ortalama %2,11 iken, 120 gün süren muhafaza sonunda bu değer ortalama %5,73 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Soğuk depo koşullarında ise muhafazanın 30. gününde saptanan ağırlık kaybı ortalama %0,34 iken, 210 gün süren depolama sonunda bu değer ortalama %2,11'e ulaşmıştır (Çizelge 4.4).

Farklı derim sonrası uygulamaların 'Starkrimson' elma çeşidinin ağırlık kayıpları üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafaza süresince adi depo koşullarında en düşük ağırlık kaybı %2,17 ile 1-MCP+MA uygulamasında tespit edilmiştir. Bu uygulamayı %2,42 ile MA, %5,37 ile 1-MCP ve %6,29 ile kontrol uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.3). Soğuk depo koşullarında ise saptanan en düşük ağırlık kaybı miktarı %0,51 olup 1-MCP+MA uygulamasında tespit edilmiştir. Bu uygulamayı %0,63 ile MA, %1,75 ile 1-MCP ve %1,94 ile kontrol uygulamaları izlemiştir (Çizelge 4.4).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun 'Starkrimson' elmalarının ağırlık kayıpları üzerine etkileri her iki muhafaza koşulunda da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında 120 günlük muhafaza süresinin sonunda en düşük ağırlık kaybı istatistiksel olan birbirlerine benzer olan MA uygulamasında (%3,46) ve 1-MCP+MA kombinasyonunda (%3,28) , en yüksek ağırlık kaybı ise %8,77 ile kontrol grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Soğuk depo koşullarında ise muhafazanın 30. gününde %0,19 ağırlık kaybı ile 1-MCP+MA ve MA uygulamalarında en düşük ağırlık kaybı değerleri elde edilmiştir. Bu uygulamaları %0,42 ağırlık kaybı değeri ile 1-MCP uygulaması takip etmiştir. Aynı süre sonunda en yüksek ağırlık kaybı ise %0,53 ile kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. 210 günlük muhafaza süresinin sonunda saptanan en düşük ağırlık kaybı miktarı %0,92 ile 1-MCP+MA uygulamasında, en yüksek ağırlık kaybı ise %3,42 ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Farklı muhafaza koşullarının 'Starkrimson' elmalarının ağırlık kayıpları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafaza süresince soğuk depo koşullarında %0,73 olarak saptanan ağırlık kaybı aynı süre sonunda adi depo koşullarında ise %4,06 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.2).

Çalışmamızda muhafaza süresince farklı uygulamalara ve depolama şekillerine göre değişmekle birlikte elmaların ağırlık kayıplarında artışlar meydana gelmiştir. Elma muhafazası konusunda yapılan çalışmalarda araştırmacılar 1-MCP uygulamasının veya MA'de muhafazanın ağırlık kayıplarını azalttığını bildirmişlerdir (Gago vd. 2016; Dogan vd. 2016; Kurubas ve Erkan, 2018). 1-MCP+MA kombinasyonunun birlikte denendiği başka bir çalışmada ise en düşük ağırlık kaybı 1-MCP+MA uygulamasında belirlenmiş bu uygulamayı sırasıyla MA, 1-MCP ve kontrol gruplarının takip ettiği bildirilmiştir (Khan ve Singh 2008).

Çalışmamızda soğukta ve adi depo koşullarında muhafaza edilen 'Granny Smith' ve 'Starkrimson' elma çeşitlerinde ağırlık kaybının muhafaza süresince arttığı, en fazla ağırlık kaybının ise kontrol gruplarında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Daha önceki çalışmalarla uyumlu olarak 1-MCP ve MA uygulamalarının ağırlık kayıplarını

azaltmada başarılı olduğu ve bu iki uygulamanın kombinasyonunda en düşük ağırlık kaybının gerçekleştiği ifade edilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar elma muhafazası konusunda daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.



**Çizelge 4.1.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)  |               |                                |               |                                           |                     | Ort. (Uygulama)           |
|-------------------------|------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|-------------------------------------------|---------------------|---------------------------|
|                         | 30                     | 60            | 90                             | 120           | 150                                       | 180                 |                           |
| <b>Kontrol</b>          | 2,08 l                 | 3,98 gh       | 5,02 f                         | 6,12 e        | 7,33 c                                    | 9,60 a <sup>y</sup> | <b>5,69 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 1,66 m                 | 3,31 ı        | 4,09 g                         | 5,11 f        | 6,38 d                                    | 8,09 b              | <b>4,77 B</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 0,62 p                 | 1,31 n        | 1,96 l                         | 2,49 k        | 2,95 j                                    | 3,54 ı              | <b>2,15 D</b>             |
| <b>MA</b>               | 0,86 o                 | 1,59 m        | 2,04 l                         | 2,56 k        | 2,93 j                                    | 3,79 h              | <b>2,29 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>1,31 F</b>          | <b>2,55 E</b> | <b>3,28 D</b>                  | <b>4,07 C</b> | <b>4,90 B</b>                             | <b>6,25 A</b>       |                           |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,095</b> |               | <b>Muhafaza Süresi: 0,1163</b> |               | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,2326</b> |                     |                           |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.2.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |               |                                |               |                                           |               |                     | Ort. (Uygulama)           |
|-------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|-------------------------------------------|---------------|---------------------|---------------------------|
|                         | 30                      | 60            | 90                             | 120           | 150                                       | 180           | 210                 |                           |
| <b>Kontrol</b>          | 0,53 k-m                | 1,01 gh       | 1,33 ef                        | 1,72 d        | 2,12 c                                    | 2,67 b        | 2,96 a <sup>y</sup> | <b>1,76 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 0,45 l-n                | 0,85 h-j      | 1,21 fg                        | 1,53 de       | 2,02 c                                    | 2,56 b        | 2,60 b              | <b>1,60 B</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 0,13 o                  | 0,35 m-o      | 0,38 mn                        | 0,47 lm       | 0,56 k-m                                  | 0,75 ı-k      | 0,81 h-j            | <b>0,49 C</b>             |
| <b>MA</b>               | 0,23 no                 | 0,34 m-o      | 0,42 mn                        | 0,49 lm       | 0,65 j-l                                  | 0,88 hı       | 0,98 h              | <b>0,57 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>0,34 G</b>           | <b>0,64 F</b> | <b>0,84 E</b>                  | <b>1,05 D</b> | <b>1,34 C</b>                             | <b>1,71 B</b> | <b>1,84 A</b>       |                           |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,0844</b> |               | <b>Muhafaza Süresi: 0,1116</b> |               | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,2233</b> |               |                     |                           |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.3.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |               |                                |                     | Ort. (Uygulama)                           |
|-------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------------------------|
|                         | 30                      | 60            | 90                             | 120                 |                                           |
| <b>Kontrol</b>          | 3,25 e                  | 5,92 c        | 7,20 b                         | 8,77 a <sup>y</sup> | <b>6,29 A<sup>z</sup></b>                 |
| <b>1-MCP</b>            | 2,82 f                  | 5,26 d        | 5,97 c                         | 7,42 b              | <b>5,37 B</b>                             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 0,99 ı                  | 1,72 h        | 2,69 f                         | 3,28 e              | <b>2,17 D</b>                             |
| <b>MA</b>               | 1,40 h                  | 2,18 g        | 2,64 f                         | 3,46 e              | <b>2,42 C</b>                             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>2,11 D</b>           | <b>3,77 C</b> | <b>4,63 B</b>                  | <b>5,73 A</b>       |                                           |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,1812</b> |               | <b>Muhafaza Süresi: 0,1812</b> |                     | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,3624</b> |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

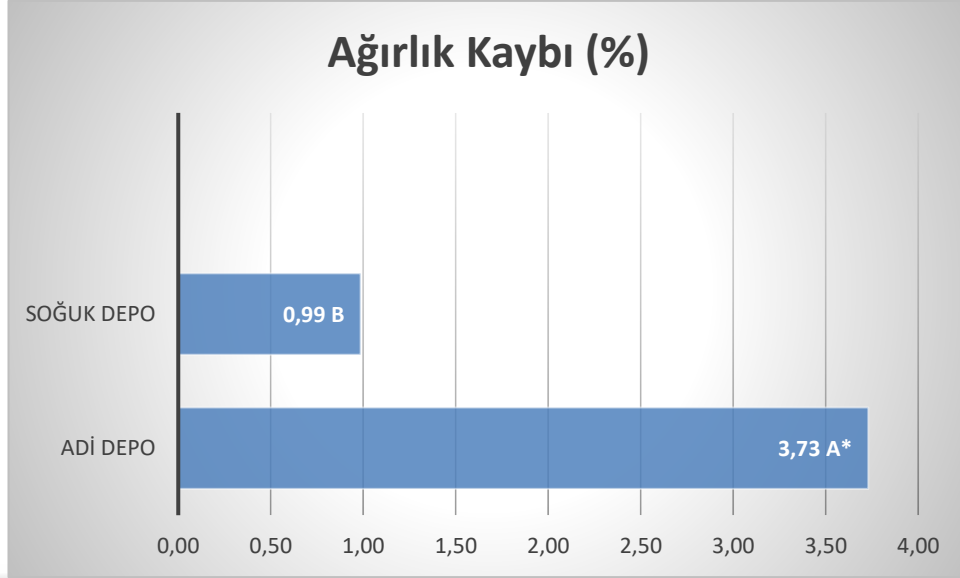
<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.4.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |               |                               |               |                                           |               |                     | Ort. (Uygulama)           |
|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------------------|---------------|---------------------|---------------------------|
|                         | 30                      | 60            | 90                            | 120           | 150                                       | 180           | 210                 |                           |
| <b>Kontrol</b>          | 0,53 l-o                | 1,06 g-ı      | 1,40 ef                       | 1,77 d        | 2,39 c                                    | 3,04 b        | 3,42 a <sup>y</sup> | <b>1,94 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 0,42 m-p                | 0,92 ı-k      | 1,25 fg                       | 1,55 e        | 2,25 c                                    | 2,91 b        | 2,94 b              | <b>1,75 B</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 0,19 q                  | 0,30 pq       | 0,33 o-q                      | 0,43 m-p      | 0,59 lm                                   | 0,82 jk       | 0,92 ı-k            | <b>0,51 D</b>             |
| <b>MA</b>               | 0,19 q                  | 0,38 n-q      | 0,43 m-p                      | 0,57 l-n      | 0,73 kl                                   | 0,97 h-j      | 1,17 gh             | <b>0,63 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>0,34 G</b>           | <b>0,66 F</b> | <b>0,86 E</b>                 | <b>1,08 D</b> | <b>1,49 C</b>                             | <b>1,93 B</b> | <b>2,11 A</b>       |                           |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,0771</b> |               | <b>Muhafaza Süresi: 0,102</b> |               | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,2039</b> |               |                     |                           |

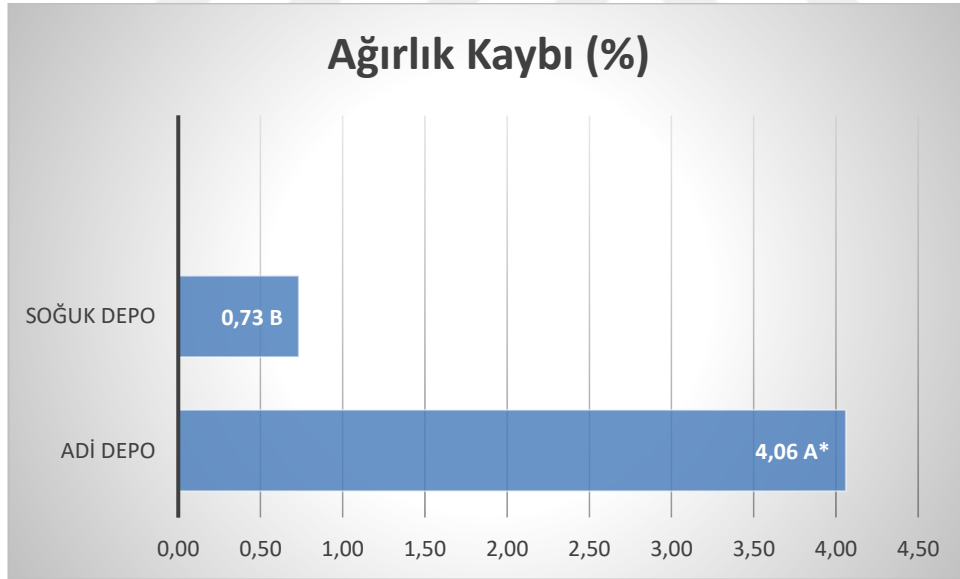
<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.1.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan ağırlık kayıpları (%)



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.2.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan ağırlık kayıpları (%)

#### 4.1.2. Titre edilebilir asit (TEA) miktarları

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra kontrolsüz adi depo koşulları ve soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde muhafaza periyodu süresince saptanan TEA miktarları Çizelge 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8’de verilmiştir. Bu çizelgelerdeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere elmaların TEA miktarlarında muhafaza süresince azalışlar saptanmıştır.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin TEA miktarı üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında muhafaza edilen elmaların TEA miktarları derimden depolamanın 120. gününe kadar azalmış ve daha sonraki dönemlerde sabit kalmıştır (Çizelge 4.5). Soğuk depo koşullarında muhafaza edilen elmaların TEA miktarları ise muhafaza süresince genel olarak azalmış fakat muhafaza süresi ilerledikçe bu azalmanın hızı yavaşlamıştır (Çizelge 4.6).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin TEA miktarları üzerine etkileri adi depo koşullarında istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ), buna karşın soğukta muhafazada ise istatistiksel olarak önemsiz ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Ayrıca, adi depo koşullarında muhafazada 1-MCP ve 1-MCP+MA uygulamalarının meyvelerin TEA miktarlarının korunumunda daha etkili oldukları saptanmıştır. MA’da muhafaza uygulamasının ise kontrol grubuna göre meyvelerin TEA miktarlarının korunumunda daha başarısız olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksyonun ‘Granny Smith’ elmalarının TEA miktarları üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmamıştır (Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6).

Farklı muhafaza koşullarının ‘Granny Smith’ elmalarının TEA miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Soğukta muhafaza koşullarında depolanan meyvelerin (0,92 g/100 mL) TEA miktarları, adi depo koşullarında depolananlara (0.822 g/100 mL) göre daha yüksek olmuş ve soğukta muhafaza koşullarının bu parametre değerlerini daha iyi koruduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin TEA miktarları üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında muhafaza edilen elmaların TEA miktarları depolamanın 60. gününe kadar azalmış, ancak muhafazanın geri kalan süresince sabit kalmıştır (Çizelge 4.7). Soğukta muhafazada ise depolamanın 120. gününe kadar elmaların TEA miktarlarında azalma görülmüş ancak muhafazanın geri kalan dönemlerinde sabit kalmıştır (Çizelge 4.8).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elma çeşidinin TEA miktarları üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında 1-MCP uygulaması ve 1-MCP+MA kombinasyonu TEA miktarlarının korunumunda en başarılı uygulamalar olurken, diğer uygulamalar arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.7). Soğukta muhafazada ise 1-MCP+MA kombinasyonu TEA miktarlarının korunumunda en başarılı uygulama

olmuştur. 1-MCP uygulaması ise TEA miktarlarının korunumunda en başarısız uygulama olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin TEA miktarları üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. TEA miktarının korunması bakımından adi depo koşullarında muhafazanın 30. gününde en başarılı uygulama 1-MCP+MA kombinasyonudur. 120 günlük muhafaza süresinin sonunda ise 1-MCP uygulaması meyvelerin TEA miktarlarının korunumunda daha başarılı olmuştur (Çizelge 4.7). TEA miktarları soğukta muhafazada ise sabit bir seyir izlenmemiş ve muhafaza süresince artışlar ve azalışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.8).

Farklı muhafaza koşullarının ‘Starkrimson’ elmalarının TEA miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Soğukta muhafaza koşullarının (0,291 g/100 mL) TEA miktarlarını adi depo koşullarına (0,260 g/100 mL) göre daha iyi koruduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada, elmaların TEA miktarları muhafaza süresince azalmıştır. Bu azalmanın nedeninin meyvelerin olgunlaşması sonucu organik asitlerin solunumda kullanılması olduğu düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada, 1-MCP’nin olgunlaşmayı yavaşlattığı bildirilmiştir (Asif vd. 2009). Başka bir çalışmada ise 1-MCP’nin elmanın malik asit ve sitrik asit içeriğini koruduğu bildirilmiştir (Liu vd. 2016). 1-MCP uygulanmış meyvelerde TEA miktarlarının korunumunun daha iyi olduğu tespit edilmiş olup bu konuda yapılan değişik çalışmalar da bu bulguyu desteklemektedir (Fan vd. 1999; Rupasinghe vd. 2000; Mir vd. 2001; Pre-Aymard vd. 2003; Delong vd. 2004; Zanella vd. 2005; Lu vd. 2012; DeEll ve Ehsani-Moghaddam, 2013; Storch vd. 2015). Bununla beraber ‘Granny Smith’ elmasının soğukta muhafazası sırasında derim öncesi uygulamaların TEA miktarları üzerine etkisi önemli bulunmamıştır. Bu konuda yapılan diğer çalışmalardan alınan sonuçlar bizim bulgularımızı desteklemektedir (Jemric vd. 2012). Japon eriklerinde yapılan bir çalışmada ise 1-MCP+MAP kombinasyonunun meyvelerin TEA miktarlarının korunumu üzerine etkisinin 1-MCP uygulamasına göre daha düşük fakat kontrol ve MA uygulamasına göre daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Khan ve Singh 2008). Denemede soğukta muhafazanın, adi depo koşullarında muhafazaya göre elmaların TEA miktarlarının korunumunda daha başarılı olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.5.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin TEA miktarları (g malik asit 100 mL<sup>-1</sup> usare) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                 |                                         |                |                | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|----------------|----------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90              | 120                                     | 150            | 180            |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 1,491                   | 0,911          | 0,663                          | 0,645           | 0,586                                   | 0,589          | 0,638          | <b>0,789 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 1,491                   | 0,976          | 0,822                          | 0,731           | 0,667                                   | 0,599          | 0,754          | <b>0,863 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 1,491                   | 0,971          | 0,776                          | 0,687           | 0,615                                   | 0,623          | 0,665          | <b>0,832 AB</b>            |
| <b>MA</b>               | 1,491                   | 0,696          | 0,627                          | 0,569           | 0,486                                   | 0,528          | 0,468          | <b>0,695 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>1,491 A</b>          | <b>0,889 B</b> | <b>0,722 C</b>                 | <b>0,658 CD</b> | <b>0,588 D</b>                          | <b>0,585 D</b> | <b>0,631 D</b> |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,0663</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,0877</b> |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                |                |                            |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.6.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin TEA miktarları (g malik asit 100 mL<sup>-1</sup> usare) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |                |                                |                |                                         |                 |                 |                            | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
|                         | 0                     | 30             | 60                             | 90             | 120                                     | 150             | 180             | 210                        |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 1,491                 | 0,936          | 0,883                          | 0,915          | 0,795                                   | 0,796           | 0,868           | 0,741                      | <b>0,928</b>    |
| <b>1-MCP</b>            | 1,491                 | 1,169          | 0,937                          | 0,856          | 0,845                                   | 0,801           | 0,915           | 0,792                      | <b>0,976</b>    |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 1,491                 | 1,063          | 0,938                          | 1,016          | 0,859                                   | 0,854           | 0,864           | 0,791                      | <b>0,984</b>    |
| <b>MA</b>               | 1,491                 | 1,060          | 0,854                          | 0,884          | 0,754                                   | 0,764           | 0,838           | 0,727                      | <b>0,922</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>1,491 A</b>        | <b>1,057 B</b> | <b>0,903 C</b>                 | <b>0,918 C</b> | <b>0,813 DE</b>                         | <b>0,804 DE</b> | <b>0,871 CD</b> | <b>0,763 E<sup>z</sup></b> |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,0803</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                 |                 |                            |                 |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.7.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin TEA miktarları (g malik asit 100 mL<sup>-1</sup> usare) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                           | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                       |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 0,434 a                 | 0,274 bc       | 0,212 d-f                      | 0,179 fg       | 0,188 e-g <sup>y</sup>                    | <b>0,257 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 0,434 a                 | 0,222 d-f      | 0,254 b-d                      | 0,226 d-f      | 0,257 b-d                                 | <b>0,279 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 0,434 a                 | 0,301 b        | 0,199 e-g                      | 0,194 e-g      | 0,183 fg                                  | <b>0,262 AB</b>            |
| <b>MA</b>               | 0,434 a                 | 0,235 c-e      | 0,190 e-g                      | 0,191 e-g      | 0,160 fg                                  | <b>0,242 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>0,434 A</b>          | <b>0,258 B</b> | <b>0,214 C</b>                 | <b>0,198 C</b> | <b>0,197 C</b>                            |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,0212</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,0238</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,0475</b> |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

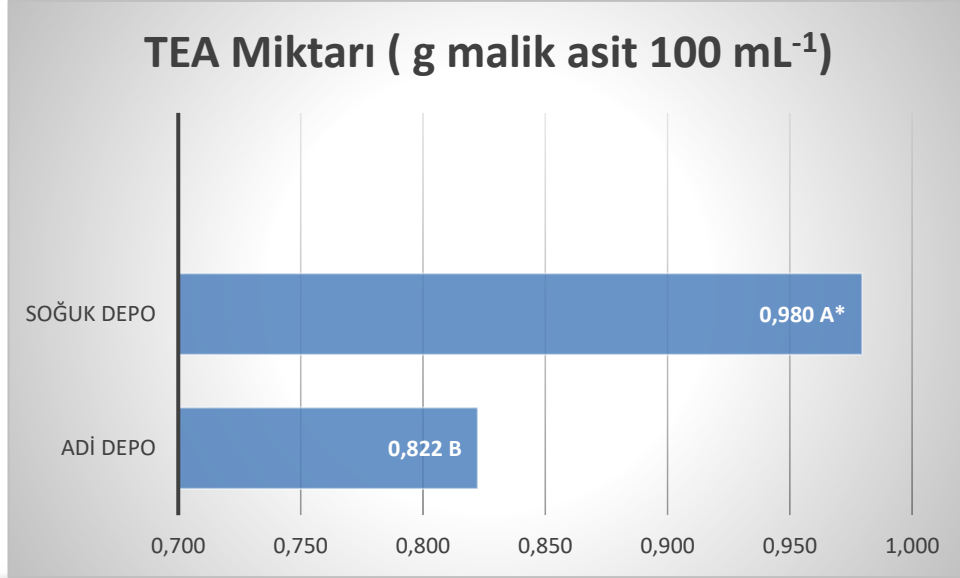
<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.8.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin TEA miktarları (g malik asit 100 mL<sup>-1</sup> usare) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                           |                |                |                        | Ort. (Uygulama)             |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------|----------------|------------------------|-----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                       | 150            | 180            | 210                    |                             |
| <b>Kontrol</b>          | 0,434 a                 | 0,236 e-ı      | 0,267 c-e                      | 0,225 g-j      | 0,196 j                                   | 0,239 d-ı      | 0,247 d-h      | 0,233 e-ı <sup>y</sup> | <b>0,260 BC<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 0,434 a                 | 0,264 c-f      | 0,223 h-j                      | 0,214 h-j      | 0,210 jı                                  | 0,213 h-j      | 0,220 h-j      | 0,232 e-ı              | <b>0,251 C</b>              |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 0,434 a                 | 0,324 b        | 0,274 cd                       | 0,327 b        | 0,262 c-f                                 | 0,231 e-j      | 0,246 d-ı      | 0,228 f-j              | <b>0,291 A</b>              |
| <b>MA</b>               | 0,434 a                 | 0,297 bc       | 0,267 c-e                      | 0,261 d-g      | 0,235 e-ı                                 | 0,196 j        | 0,215 h-j      | 0,238 d-ı              | <b>0,268 B</b>              |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>0,434 A</b>          | <b>0,280 B</b> | <b>0,258 C</b>                 | <b>0,257 C</b> | <b>0,226 D</b>                            | <b>0,220 D</b> | <b>0,232 D</b> | <b>0,233 D</b>         |                             |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,0128</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,0181</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,0362</b> |                |                |                        |                             |

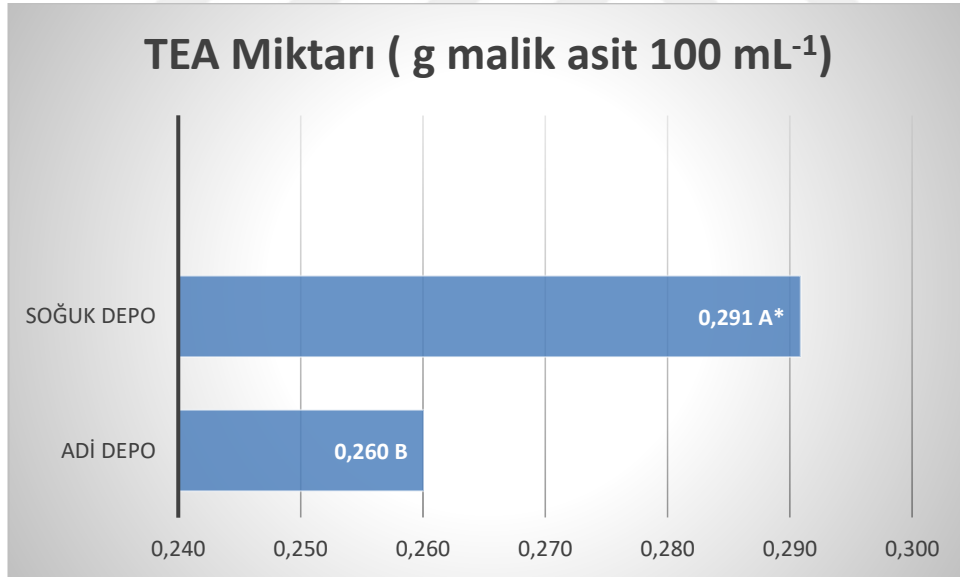
<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.3.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan TEA miktarları (g malik asit 100 mL<sup>-1</sup> usare)



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.4.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan TEA miktarları (g malik asit 100 mL<sup>-1</sup> usare)

#### 4.1.3. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarları

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra kontrolsüz adi depo koşulları ve soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşitlerinde muhafaza periyodu süresince saptanan SÇKM miktarları Çizelge 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.12’de verilmiştir. Bu çizelgelerdeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere elmaların SÇKM miktarlarında muhafaza süresince önce artış daha sonraki süreçlerde ise azalışlar saptanmıştır.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin SÇKM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafaza süresince elmalarda saptanan SÇKM miktarları her iki depolama koşulunda da genel olarak artış göstermiştir. Adi depo koşullarında muhafaza edilen elmaların SÇKM miktarları arasındaki farklılıklar depolamanın 30. günü ile 120. günleri ve 150. günü ile 180. günleri arasında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.9). Soğukta muhafazada ise depolamanın 150. gününe kadar az da olsa artış daha sonraki dönemlerde ise azalış göstermiştir (Çizelge 4.10).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin SÇKM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında muhafaza süresince en yüksek ortalama SÇKM miktarı %13,92 olup 1-MCP uygulamasında, en düşük ortalama SÇKM miktarı ise %12,85 olarak MA’da muhafaza uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.9). Soğukta muhafazada ise en yüksek ortalama SÇKM miktarı %13,99 ile 1-MCP+MA kombinasyonunda, en düşük ortalama SÇKM miktarı ise %13,56 ile kontrol grubunda saptanmıştır (Çizelge 4.10).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin SÇKM miktarları üzerine etkisi adi depo koşullarında istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında depolama başlangıcından itibaren elmaların SÇKM miktarlarında önce artış, daha sonra ise azalışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.9). Soğukta muhafazada ise derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin SÇKM miktarları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Farklı muhafaza koşullarının ‘Granny Smith’ elma çeşidinin SÇKM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Soğukta muhafaza koşullarında ortalama %13,79 olarak saptanan SÇKM miktarı, adi depo koşullarında %13,50 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.5).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin SÇKM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafaza süresince elmaların SÇKM miktarları her iki depolama koşulunda da artış göstermiştir. Elmalarda saptanan SÇKM miktarları adi depo koşullarında muhafazanın ilk 30. gününe kadar artış göstermiş, daha sonraki dönemlerde ise sabit bir seyir izlemiştir (Çizelge 4.11). Benzer sonuçlar soğukta muhafaza sırasında da alınmıştır (Çizelge 4.12).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elma çeşidinin SÇKM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo

koşullarında muhafaza edilen elmalarda saptanan en yüksek ortalama SÇKM miktarı %14,76 olup 1-MCP uygulamasında, en düşük ortalama SÇKM miktarı ise MA'da muhafaza (%13,32) uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). Soğukta muhafazada ise en yüksek ortalama SÇKM miktarı 1-MCP (%14,28) uygulamasında, en düşük ortalama SÇKM miktarı ise kontrol grubunda (%13,71) tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun 'Starkrimson' elma çeşidinin SÇKM miktarları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında depolanan elmaların SÇKM miktarları 1-MCP uygulaması hariç önce artmış daha sonraki süreçlerde sabit bir seyir göstererek başlangıç değerine benzer değerler bulunmuştur (Çizelge 4.11). Benzer sonuçlar soğukta muhafaza koşullarında da gerçekleşmiş ve elmaların SÇKM miktarlarında artışlar ve azalışlar yaşanmıştır. Ancak 210 gün süren muhafaza sonunda 1-MCP+MA kombinasyonu hariç diğer tüm uygulamalarda SÇKM değerleri derim zamanındaki değerinin üzerinde bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Farklı muhafaza koşullarının 'Starkrimson' elmalarının SÇKM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Soğukta muhafazada %14,04 olarak saptanan ortalama SÇKM miktarı, adi depo koşullarında %13,90 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.6).

Çalışmamızda, elmalarda saptanan SÇKM miktarlarının muhafaza süresince önce arttığı daha sonraki dönemlerde ise azaldığı tespit edilmiştir. Denemede en yüksek SÇKM miktarları soğukta muhafaza edilen 'Granny Smith' elma çeşidi hariç 1-MCP uygulamalarında tespit edilmiştir. SÇKM miktarı bakımından 'Starkrimson' elma çeşidinde 1-MCP+MA kombinasyonu ve MA'da muhafaza uygulamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Adi depo koşullarında SÇKM miktarı bakımından 1-MCP+MA kombinasyonu ve kontrol grubu arasında da bir farklılık bulunmamıştır. Adi depo koşullarında en düşük SÇKM miktarları, MA'da depolama uygulamalarında tespit edilmiştir. Soğuk depo koşullarında ise en düşük SÇKM miktarı, kontrol gruplarında belirlenmiştir. Bu konuda daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar, 1-MCP'nin SÇKM miktarı üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığını bildirmişlerdir (Watkins vd. 2000; Larrigaudiere vd. 2008; Lu vd. 2012). Bizim çalışmamızdan elde edilen sonuçlar daha önceki çalışmaların bulgularıyla kısmen benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 4.9.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin SÇKM miktarları (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                           |                |                        | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------|------------------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                       | 150            | 180                    |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 11,94 m                 | 14,33 a-c      | 13,80 d-h                      | 13,93 c-f      | 13,83 d-g                                 | 13,43 g-j      | 13,60 f-h <sup>y</sup> | <b>13,55 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 11,94 m                 | 14,40 ab       | 14,43 a                        | 14,43 a        | 14,40 ab                                  | 13,97 b-f      | 13,83 d-f              | <b>13,92A</b>              |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 11,94 m                 | 14,30 a-c      | 14,23 a-d                      | 14,10 a-e      | 14,17 a-d                                 | 13,67 e-h      | 13,37 h-j              | <b>13,68 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 11,94 m                 | 13,07 ı-k      | 13,47 g-ı                      | 13,10 ı-k      | 13,00 jk                                  | 12,87 kl       | 12,50 l                | <b>12,85 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>11,94 C</b>          | <b>14,03 A</b> | <b>13,98 A</b>                 | <b>13,89 A</b> | <b>13,85 A</b>                            | <b>13,48 B</b> | <b>13,33 B</b>         |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,1708</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,2259</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,4518</b> |                |                        |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.10.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin SÇKM miktarları (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                         |                |                |                | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                     | 150            | 180            | 210            |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 11,94                   | 13,33          | 14,03                          | 14,27          | 13,97                                   | 14,17          | 13,47          | 13,33          | <b>13,56 C<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 11,94                   | 13,97          | 14,53                          | 14,27          | 14,23                                   | 14,17          | 14,00          | 13,63          | <b>13,84 AB</b>            |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 11,94                   | 13,67          | 14,67                          | 14,60          | 14,40                                   | 14,33          | 14,33          | 13,97          | <b>13,99 A</b>             |
| <b>MA</b>               | 11,94                   | 13,53          | 14,23                          | 14,40          | 14,10                                   | 14,07          | 13,73          | 13,40          | <b>13,68 BC</b>            |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>11,94 D</b>          | <b>13,63 C</b> | <b>14,37 A</b>                 | <b>14,38 A</b> | <b>14,18 A</b>                          | <b>14,18 A</b> | <b>13,88 B</b> | <b>13,58 C</b> |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,1721</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,2234</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                |                |                |                            |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.11.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin SÇKM miktarları (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                           | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                       |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 13,21 gh                | 13,97 c-f      | 14,67 bc                       | 13,43 e..h     | 13,37 f-h <sup>y</sup>                    | <b>13,73 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 13,21 gh                | 14,03 c-f      | 15,13 b                        | 14,63 bc       | 16,77 a                                   | <b>14,76 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 13,21 gh                | 14,43 b-d      | 14,03 c-f                      | 14,13 c-e      | 13,23 gh                                  | <b>13,81 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 13,21 gh                | 13,13 h        | 13,13 h                        | 13,90 d-g      | 13,23 gh                                  | <b>13,32 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>13,21 B</b>          | <b>13,89 A</b> | <b>14,24 A</b>                 | <b>14,03 A</b> | <b>14,15 A</b>                            |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,3254</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,3638</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,7276</b> |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

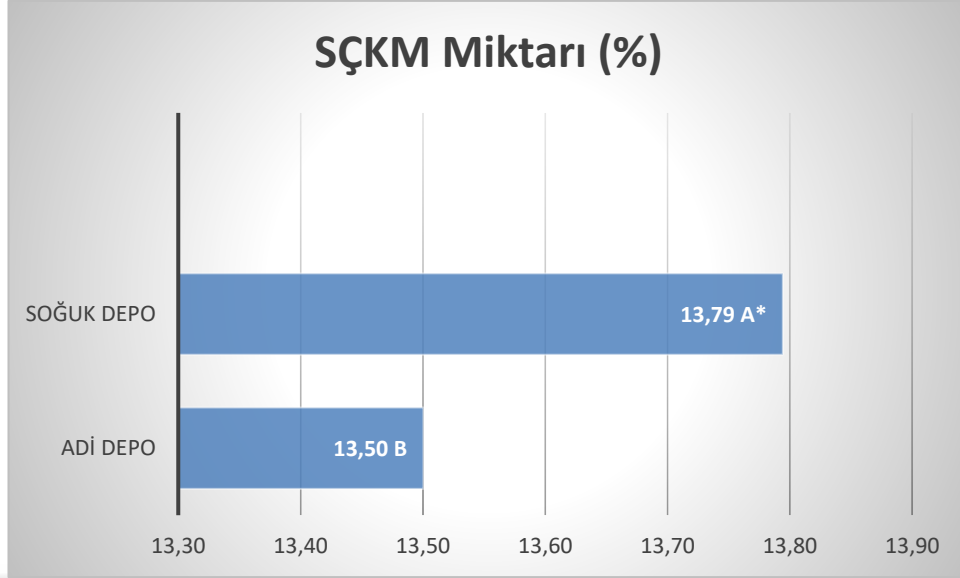
<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.12.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin SÇKM miktarları (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                  |                                |                 |                                           |                |                |                        | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------------------------------|----------------|----------------|------------------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30               | 60                             | 90              | 120                                       | 150            | 180            | 210                    |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 13,21 kl                | 14,17 fg         | 14,17 fg                       | 13,67 g-k       | 13,60 h-k                                 | 13,80 g-j      | 13,33 j-l      | 13,73 g-k <sup>y</sup> | <b>13,71 C<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 13,21 kl                | 13,70 g-k        | 13,67 g-k                      | 14,10 f-ı       | 14,83 a-d                                 | 15,30 a        | 14,50 b-f      | 14,93 a-c              | <b>14,28 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 13,21 kl                | 14,47 b-f        | 14,97 ab                       | 14,73 b-e       | 14,20 e-g                                 | 14,97 ab       | 12,87 l        | 12,93 l                | <b>14,04 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 13,21 kl                | 14,13 f-h        | 14,37 d-f                      | 14,73 b-e       | 14,40 c-f                                 | 13,57 ı-k      | 14,97 ab       | 14,47 b-f              | <b>14,23 AB</b>            |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>13,21 E</b>          | <b>14,12 BCD</b> | <b>14,29 ABC</b>               | <b>14,31 AB</b> | <b>14,26 ABC</b>                          | <b>14,41 A</b> | <b>13,92 D</b> | <b>14,02 DC</b>        |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,1957</b> |                  | <b>Muhafaza Süresi: 0,2768</b> |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,5535</b> |                |                |                        |                            |

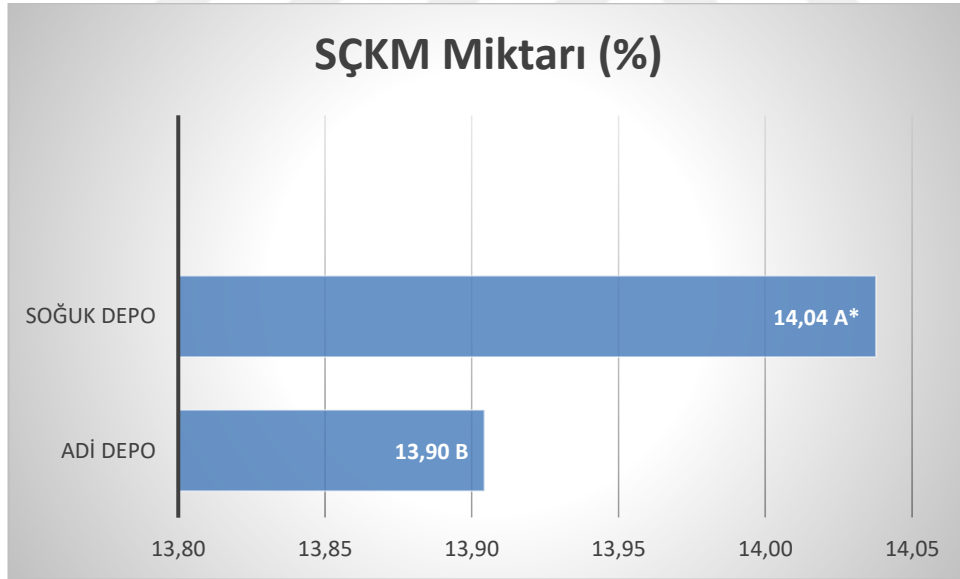
<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.5.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan SÇKM miktarları (%)



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.6.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan SÇKM miktarları (%)

#### 4.1.4. Meyve eti sertliği (MES)

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra kontrolsüz adi depo koşulları ve soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde muhafaza periyodu süresince saptanan MES değerleri Çizelge 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16’da verilmiştir. Bu çizelgelerdeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere elmaların MES değerlerinde muhafaza süresince azalışlar saptanmıştır.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin MES değerleri üzerine etkileri soğukta ve adi depo koşullarında istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafaza süresince elmaların MES değerlerinde azalışlar tespit edilmiştir. Elmaların derim zamanında 95,50 N olan MES değeri, adi depo koşullarında muhafaza edilen elmalarda depolamanın 180. günün sonunda 52,66 N, soğukta muhafaza edilen elmalarda ise 210. günün sonunda 75,73 N olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.13 ve 4.14).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ meyvelerinin MES değerleri üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında en yüksek ortalama sertlik değeri 79,85 N ile 1-MCP uygulamasında tespit edilmiştir. Bu uygulamayı 72,99 N ile 1-MCP+MA kombinasyonu ve 68,02 N ile kontrol grubu takip etmiştir. En düşük ortalama MES değeri ise 57,16 N ile MA’de muhafaza uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 4.13). Soğukta muhafazada ise en yüksek MES değerleri 90,79 N ile 1-MCP+MA ve 89,65 ile 1-MCP uygulamalarında tespit edilmiştir. Bu uygulamaları sırasıyla 78,05 N ile kontrol grubu ve 77,77 N ile MA’de muhafaza uygulaması takip etmiştir (Çizelge 4.14).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ meyvelerinin MES değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında saptanan en yüksek MES değeri derim zamanında (95,50 N), en düşük MES değeri ise muhafazanın 180. gününde MA’de depolanan elmalarda (33,83 N) saptanmıştır. Aynı süre sonunda saptanan en yüksek MES değeri ise 68,33 N sertlik değeri ile 1-MCP uygulamasından alınmıştır (Çizelge 4.13). Soğukta muhafazada ise depolamanın 120. gününe kadar MES bakımından 1-MCP+MA kombinasyonundan başlangıç değerine yakın sertlik değerleri elde edilmiştir. Fakat muhafaza süresinin sonunda en yüksek MES değeri 90,39 N ile 1-MCP uygulamasında tespit edilmiştir. Bu uygulamayı 1-MCP+MA kombinasyonu (86,08 N) takip etmiştir. Çalışmada en düşük MES değerleri ise aralarında farklılık bulunmayan kontrol (64,35 N) grubu ile MA (62,09 N) uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.14).

Farklı muhafaza koşullarının ‘Granny Smith’ elma çeşidinin MES üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Soğukta muhafaza edilen elmaların 85,26 N olan MES değeri, adi depo koşullarında depolananlarda 69,50 N olarak belirlenmiştir (Şekil 4.7).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ meyvelerinin MES üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında derimden itibaren tüm muhafaza süresince elmaların MES

değerlerinde azalmalar saptanmıştır (Çizelge 4.15). Benzer durum soğukta muhafaza koşullarında da meydana gelmiştir (Çizelge 4.16).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elma çeşidinin MES üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında en yüksek ortalama MES değeri 1-MCP uygulaması yapılan meyvelerde (51,06 N), en düşük sertlik değerleri ise kontrol (39,64 N) grubunda saptanmıştır (Çizelge 4.15). Soğukta muhafazada ise en yüksek ortalama MES değerleri aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmayan 1-MCP+MA kombinasyonu (60,34 N) ve 1-MCP (60,12 N) uygulamalarında belirlenmiştir. En düşük ortalama MES değerleri ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan kontrol (57,42 N) ve MA (57,22 N) uygulaması yapılan meyvelerden elde edilmiştir (Çizelge 4.16).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Starkrimson’ elmalarının MES değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında muhafaza süresince en düşük sertlik değeri depolamanın 120. gününde 1-MCP+MA kombinasyonunda (31,53 N) saptanmıştır (Çizelge 4.15). Soğukta muhafaza edilen elmaların sertlik değerleri de muhafaza süresince azalmıştır. Muhafazanın 30. gününde kontrol dışındaki tüm uygulamalar birbirlerine ve başlangıç değerlerine yakın sertlik değerini korumuştur. 210 günlük muhafaza süresinin sonunda en düşük MES değeri 1-MCP+MA (41,98 N) uygulamasında, en yüksek MES değeri ise 1-MCP (48,70 N) uygulamasında tespit edilmiştir. (Çizelge 4.16).

Farklı muhafaza koşullarının ‘Starkrimson’ elma çeşidinin MES değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Soğukta muhafaza edilen elmalarda 65,32 N olan MES değeri, adi depo koşullarında depolananlarda 46,49 N olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.8).

Deneme süresince her iki elma çeşidinde de tüm uygulamalarda meyvelerin MES değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. MES değerleri bakımından soğukta muhafaza koşullarında 1-MCP ve 1-MCP+MA kombinasyonundan benzer sonuçlar alınmıştır. MA’da depolama uygulamaları ile kontrol grupları da birbirlerine yakın MES değerlerine sahip olmuştur. Çalışmamız daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermiştir (Fan vd. 1999; Li vd. 2013; Saftner vd. 2003; Delong vd. 2004; Zanella vd. 2005; Cin vd. 2006; Tatsuki vd. 2007; Khan ve Singh, 2008; Magazin vd. 2010; DeEll ve Moghaddam-Ehsani, 2010; Öz, 2011; Jemric vd. 2012; DeEll ve Moghaddam-Ehsani, 2013; Storch vd. 2015; DeEll vd. 2016). Bu çalışmalarda da 1-MCP uygulaması yapılan meyveler sertlik değerlerini kontrol meyvelerine göre muhafaza süresince daha iyi korumuş ve muhafaza sonunda daha yüksek MES değerine sahip olmuştur.

**Çizelge 4.13.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin MES değerleri (N) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                           |                |                       | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                       | 150            | 180                   |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 95,50 a                 | 72,26 ef       | 66,04 gh                       | 66,13 gh       | 62,95 h-j                                 | 60,91 ı-l      | 52,37 mn <sup>y</sup> | <b>68,02 C<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 95,50 a                 | 90,19 b        | 83,59 c                        | 76,89 de       | 72,26 ef                                  | 72,20 ef       | 68,33 fg              | <b>79,85 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 95,50 a                 | 93,46 ab       | 79,41 cd                       | 64,46 g-j      | 60,07 j-l                                 | 61,89 h-k      | 56,11 lm              | <b>72,99 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 95,50 a                 | 65,63 g-ı      | 56,87 k-m                      | 52,22 m-o      | 48,80 no                                  | 47,24 o        | 33,83 p               | <b>57,16 D</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>95,50 A</b>          | <b>80,39 B</b> | <b>71,48 C</b>                 | <b>64,93 D</b> | <b>61,02 E</b>                            | <b>60,56 E</b> | <b>52,66 F</b>        |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 1,9103</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 2,5271</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 5,0542</b> |                |                       |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.14.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin MES değerleri (N) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                           |                |                |                      | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                       | 150            | 180            | 210                  |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 95,50 a                 | 88,78 c-f      | 85,13 fg                       | 81,57 gh       | 72,56 ı                                   | 71,50 ij       | 64,98 kl       | 64,35 l <sup>y</sup> | <b>78,05 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 95,50 a                 | 92,63 a-c      | 89,26 c-e                      | 89,15 c-e      | 88,95 c-f                                 | 85,83 ef       | 85,50 ef       | 90,39 b-d            | <b>89,65 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 95,50 a                 | 94,19 ab       | 92,11 a-c                      | 92,06 a-c      | 92,24 a-c                                 | 88,95 c-f      | 85,22 fg       | 86,08 ef             | <b>90,79 A</b>             |
| <b>MA</b>               | 95,50 a                 | 94,35 a        | 87,29 d-f                      | 79,04 h        | 71,22 ij                                  | 68,22 jk       | 64,45 kl       | 62,09 l              | <b>77,77 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>95,50 A</b>          | <b>92,49 B</b> | <b>88,45 C</b>                 | <b>85,45 D</b> | <b>81,24 E</b>                            | <b>78,63 F</b> | <b>75,04 G</b> | <b>75,73 G</b>       |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 1,3643</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 1,9294</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 3,8588</b> |                |                |                      |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.15.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin MES değerleri (N) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                           | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                       |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 72,60 a                 | 31,74 g-ı      | 30,31 ı                        | 30,61 hı       | 32,93 g-ı <sup>y</sup>                    | <b>39,64 C<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 72,60 a                 | 65,54 b        | 45,10 d                        | 34,98 e-h      | 37,07 ef                                  | <b>51,06 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 72,60 a                 | 61,02 c        | 44,11 d                        | 38,63 e        | 31,53 g-ı                                 | <b>49,58 A</b>             |
| <b>MA</b>               | 72,60 a                 | 61,02 c        | 28,54 ı                        | 30,65 hı       | 35,72 e-g                                 | <b>45,71 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>72,60 A</b>          | <b>54,83 B</b> | <b>37,02 C</b>                 | <b>33,72 D</b> | <b>34,31 D</b>                            |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 2,0009</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 2,2371</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 4,4741</b> |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

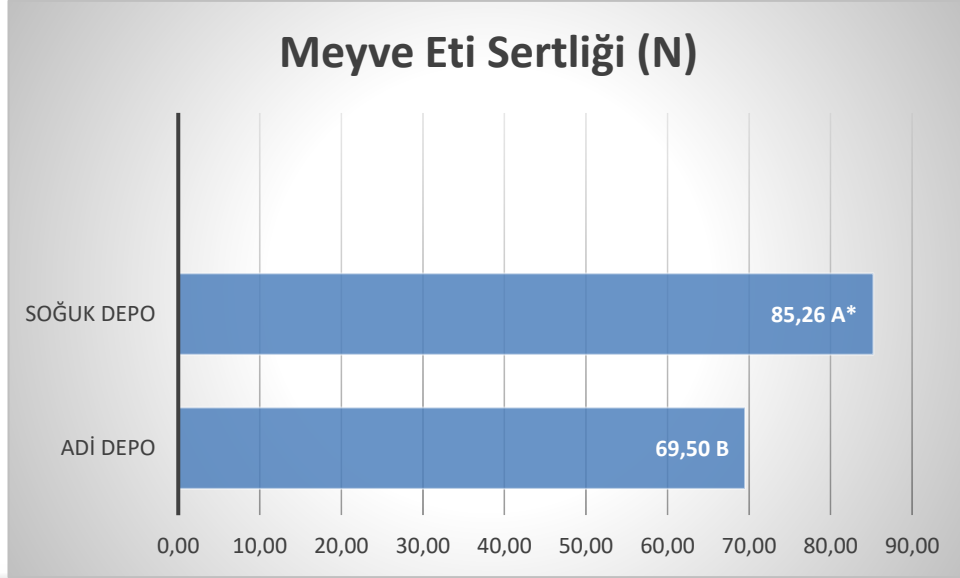
<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.16.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin MES değerleri (N) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)  |                |                                |                |                                           |                |                |                        | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------|----------------|------------------------|----------------------------|
|                         | 0                      | 30             | 60                             | 90             | 120                                       | 150            | 180            | 210                    |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 72,60 ab               | 68,93 a-c      | 61,28 ef                       | 58,68 fg       | 55,28 g-j                                 | 51,39 jk       | 45,65 l-n      | 45,56 l-n <sup>y</sup> | <b>57,42 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 72,60 ab               | 72,32 ab       | 68,57 bc                       | 63,74 de       | 54,78 g-j                                 | 53,70 h-j      | 46,56 lm       | 48,70 kl               | <b>60,12 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 72,60 ab               | 72,11 ab       | 72,65 a                        | 65,37 cd       | 58,09 fg                                  | 55,83 g-ı      | 44,07 mn       | 41,98 n                | <b>60,34 A</b>             |
| <b>MA</b>               | 72,60 ab               | 72,28 ab       | 61,09 ef                       | 57,68 f-h      | 53,07 ij                                  | 48,24 kl       | 46,98 lm       | 45,82 l-n              | <b>57,22 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>72,60 A</b>         | <b>71,41 A</b> | <b>65,90 B</b>                 | <b>61,37 C</b> | <b>55,31 D</b>                            | <b>52,29 E</b> | <b>45,81 F</b> | <b>45,52 F</b>         |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 1,435</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 2,0294</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 4,0589</b> |                |                |                        |                            |

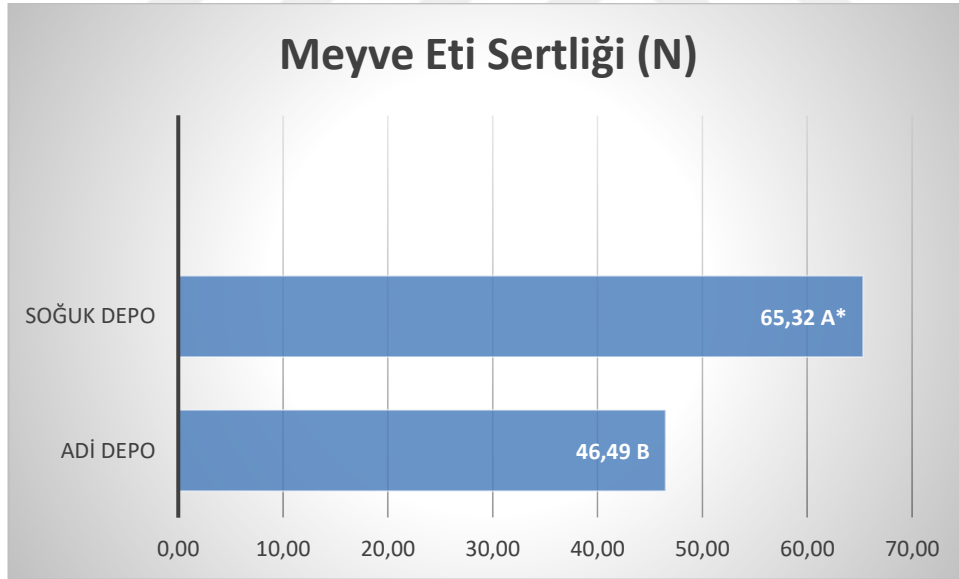
<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.7.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan MES değerleri (N)



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.8.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan MES değerleri (N)

#### 4.1.5. Parlaklık ( $L^*$ ) değerleri

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra kontrolsüz adi depo koşulları ve soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde muhafaza periyodu süresince saptanan meyve kabuk renginin  $L^*$  değerleri Çizelge 4.17, 4.18, 4.19 ve 4.20’de verilmiştir. Bu çizelgelerdeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere elmaların  $L^*$  değerlerinde başlangıç değerlerine göre muhafaza süresince artışlar saptanmıştır.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ meyvelerinin  $L^*$  değeri üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında elmaların derimden itibaren artış gösteren  $L^*$  değeri, depolamanın 60. gününden itibaren çok fazla değişmemiş ve muhafaza süresinin sonuna kadar sabit bir seyir izlemiştir (Çizelge 4.17). Soğukta muhafazada ise bu değişim daha düşük gerçekleşmiş ve elmalar muhafaza süresince derim zamanındaki  $L^*$  değerlerini korumuştur (Çizelge 4.18).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ meyvelerinin  $L^*$  değeri üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında en yüksek parlaklık değerlerini aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmayan kontrol grubu (74,68) ile MA’da depolama (74,71) uygulamaları almıştır. Bu uygulamaları 73,19 ile 1-MCP uygulaması takip etmiş ve en düşük  $L^*$  değeri ise 72,12 ile 1-MCP+MA uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.17). Soğukta muhafaza koşullarında ise uygulamalar arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.18).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elmalarının  $L^*$  değerleri üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında en yüksek  $L^*$  değeri depolamanın 120. gününde MA uygulamasında (77,58) tespit edilmiştir (Çizelge 4.17). Soğukta muhafaza edilen elmalarda ise en yüksek  $L^*$  değerine ise muhafazanın 210. gününde 1-MCP+MA kombinasyonunda (68,97) ulaşılmıştır (Çizelge 4.18).

Farklı muhafaza koşullarının ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. 180 günlük muhafaza süresinin sonunda soğuk depo koşullarında ortalama 66,90 olarak tespit edilen  $L^*$  değeri adi depo koşullarında 73,67 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.9).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri adi depo koşullarında istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmamıştır (Çizelge 4.19). Buna karşılık soğukta muhafaza edilen elmaların  $L^*$  değerleri arasındaki farklılıklar önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafaza süresinin 30. gününde en yüksek parlaklık değerlerine ulaşan elmalar depolamanın 60. gününden itibaren muhafaza süresinin sonuna kadar başlangıç değerinden daha düşük değerler almıştır (Çizelge 4.20).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri adi depo koşullarında istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ )

bulunmamıştır (Çizelge 4.19). Buna karşılık farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elmalarının  $L^*$  değerleri üzerine etkileri soğuk depo koşullarında istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Soğukta muhafaza süresince en yüksek ortalama  $L^*$  değeri kontrol grubunda (36,94), en düşük ortalama  $L^*$  değeri ise 1-MCP uygulamasında (34,29) tespit edilmiştir (Çizelge 4.20).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.19 ve 4.20).

Farklı depolama şekillerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. 120 günlük muhafaza süresinin sonunda soğuk depo koşullarında ortalama 35,84 olarak ölçülen  $L^*$  değeri, adi depo koşullarında 36,89 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.10).

Muhafaza süresince ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri azalmış, ‘Granny Smith’ elma çeşidinin ise  $L^*$  değeri artmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar 1-MCP’nin  $L^*$  değerine etki etmediğini bildirmişlerdir (Jemric vd. 2012). Çalışmamızdan elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile kısmen benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 4.17.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                           |                |                       | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                       | 150            | 180                   |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 67,22 op                | 73,99 kj       | 76,98 a-c                      | 76,33 c-e      | 76,73 bc                                  | 75,60 e-g      | 75,90 ed <sup>y</sup> | <b>74,68 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 67,38 o                 | 70,51 m        | 74,90 g-ı                      | 74,88 g-ı      | 75,07 f-h                                 | 74,73 h-j      | 74,84 hı              | <b>73,19 B</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 66,60 p                 | 68,64 n        | 72,52 l                        | 73,61 k        | 74,43 h-j                                 | 74,17 ı-k      | 74,89 g-ı             | <b>72,12 C</b>             |
| <b>MA</b>               | 66,89 op                | 72,70 l        | 76,42 b-d                      | 77,15 ab       | 77,58 a                                   | 76,45 b-d      | 75,80 e-f             | <b>74,71 A</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>67,02 D</b>          | <b>71,46 C</b> | <b>75,20 B</b>                 | <b>75,49 B</b> | <b>75,95 A</b>                            | <b>75,24 B</b> | <b>75,36 B</b>        |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,2854</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,3776</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,7552</b> |                |                       |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.18.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                           |                 |                |                            | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|-----------------|----------------|----------------------------|-----------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                       | 150             | 180            | 210                        |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 66,86 d-k               | 67,86 a-e      | 66,86 d-k                      | 66,23 h-m      | 68,04 a-d                                 | 66,75 e-k       | 67,35 c-ı      | 66,97 d-k <sup>y</sup>     | <b>67,11</b>    |
| <b>1-MCP</b>            | 65,10 m                 | 66,40 g-l      | 65,25 lm                       | 65,26 lm       | 68,05 a-d                                 | 67,66 b-g       | 68,90 ab       | 68,80 ab                   | <b>66,93</b>    |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 66,05 j-m               | 66,61 e-k      | 65,71 k-m                      | 65,09 m        | 67,83 a-e                                 | 67,35 c-ı       | 68,36 a-c      | 68,97 a                    | <b>67,00</b>    |
| <b>MA</b>               | 67,48 c-h               | 67,69 a-f      | 67,14 c-j                      | 66,13 ı-l      | 68,04 a-d                                 | 65,97 j-m       | 67,14 c-j      | 66,47 f-l                  | <b>67,01</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>66,38 CD</b>         | <b>67,14 B</b> | <b>66,24 DE</b>                | <b>65,68 E</b> | <b>67,99 A</b>                            | <b>66,93 BC</b> | <b>67,94 A</b> | <b>67,80 A<sup>z</sup></b> |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,4546</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,6429</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 1,2558</b> |                 |                |                            |                 |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.19.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri

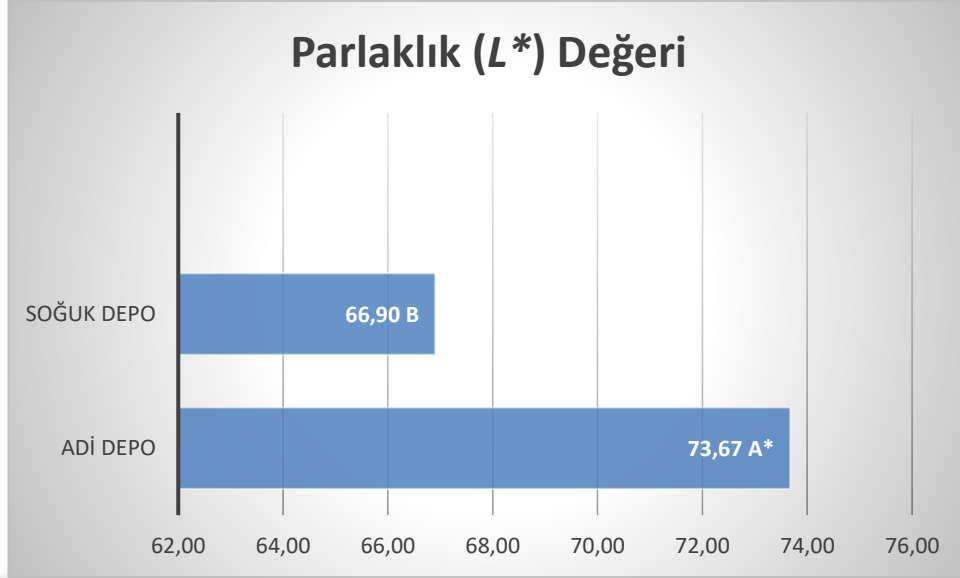
| Uygulamalar                                 | Muhafaza Süresi (Gün) |       |                       |       |                                  | Ort. (Uygulama) |
|---------------------------------------------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|----------------------------------|-----------------|
|                                             | 0                     | 30    | 60                    | 90    | 120                              |                 |
| Kontrol                                     | 37,48                 | 37,11 | 37,39                 | 36,76 | 37,43                            | 37,24           |
| 1-MCP                                       | 36,95                 | 36,48 | 36,90                 | 36,51 | 35,96                            | 36,56           |
| 1-MCP+MA                                    | 37,07                 | 36,28 | 37,19                 | 35,94 | 37,28                            | 36,75           |
| MA                                          | 37,51                 | 37,39 | 38,53                 | 35,79 | 35,85                            | 37,01           |
| Ort. (Muh. Sür.)                            | 37,25                 | 36,82 | 37,50                 | 36,25 | 36,63                            |                 |
| LSD %5                                      | Uygulama: Ö.D.        |       | Muhafaza Süresi: Ö.D. |       | Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D. |                 |
| Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir. |                       |       |                       |       |                                  |                 |

**Çizelge 4.20.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                              |                |                                         |                  |                |                  | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|------------------------------|----------------|-----------------------------------------|------------------|----------------|------------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                           | 90             | 120                                     | 150              | 180            | 210              |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 39,82                   | 40,16          | 35,89                        | 34,94          | 35,84                                   | 36,12            | 37,08          | 35,68            | <b>36,94 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 35,32                   | 37,59          | 33,41                        | 33,47          | 32,78                                   | 33,45            | 33,56          | 34,70            | <b>34,29 C</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 36,78                   | 39,25          | 34,88                        | 33,58          | 33,38                                   | 34,97            | 34,28          | 33,84            | <b>35,12 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 38,57                   | 39,53          | 34,80                        | 33,11          | 33,73                                   | 33,98            | 34,68          | 33,83            | <b>35,28 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>37,62 B</b>          | <b>39,13 A</b> | <b>34,74 CD</b>              | <b>33,78 E</b> | <b>33,93 DE</b>                         | <b>34,63 CDE</b> | <b>34,90 C</b> | <b>34,51 CDE</b> |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,6576</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,93</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                  |                |                  |                            |

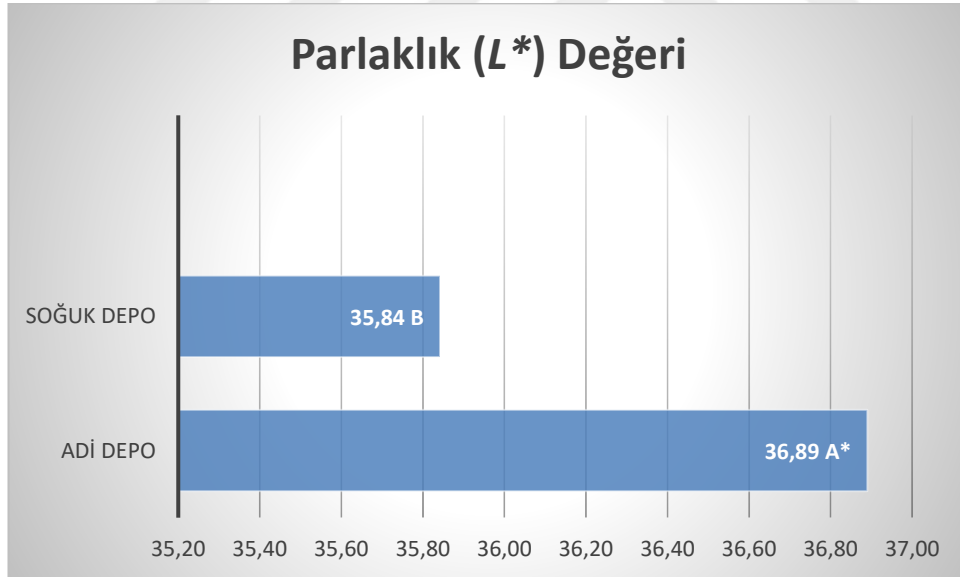
Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.9.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan  $L^*$  değerleri



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.10.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan  $L^*$  değerleri

#### 4.1.6. Kroma (C\*) değerleri

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra kontrolsüz adi depo koşulları ve soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde muhafaza periyodu süresince saptanan meyve kabuk renginin C\* değerleri Çizelge 4.21, 4.22, 4.23 ve 4.24’de verilmiştir. Bu çizelgelerdeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere elmaların C\* değerlerinde başlangıç değerlerine göre muhafaza süresince artışlar saptanmıştır.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında derimden itibaren elmaların C\* değerleri muhafaza süresince artış göstermiştir (Çizelge 4.21). Soğuk depo koşullarında ise muhafazanın başlangıcında azalan C\* değeri, 210. gün süren muhafaza sonunda başlangıç değerine yakın değerler almıştır (Çizelge 4.22).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında ortalama en yüksek C\* değeri kontrol grubunda (51,65), en düşük C\* değeri ise 1-MCP+MA uygulamasında (49,89) tespit edilmiştir (Çizelge 4.21). Soğuk depo koşullarında ise ortalama en yüksek C\* değeri 1-MCP uygulamasında (49,30), en düşük C\* değerleri ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan kontrol (47,52) ve MA (47,26) uygulamalarında saptanmıştır (Çizelge 4.22).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksyonun ‘Granny Smith’ meyvelerinin C\* değerleri üzerine etkileri adi depo koşullarında istatistiksel olarak önemli bulunmazken, soğuk depo koşullarındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.21). Çalışmamızda en yüksek C\* değeri depolamanın 180. gününde 1-MCP uygulamasında (51,15) tespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

Farklı depolama şekillerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Elmaların soğuk depo koşullarında ortalama 48,04 olan C\* değeri, adi depo koşullarında 50,84 olarak saptanmıştır (Şekil 4.11).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Elmaların adi depo koşullarında C\* değeri derimden itibaren artmış ve depolamanın 60. gününden muhafaza süresinin sonuna kadar çok büyük değişim göstermemiştir (Çizelge 4.23). Soğuk depo koşullarında ise derimden itibaren artan C\* değeri depolamanın 120. gününde en yüksek değerine ulaşmıştır (Çizelge 4.24).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ meyvelerinin C\* değerleri üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında depolanan elmalarda kontrol grubu (37,64) ile MA (37,45) uygulamaları ve 1-MCP+MA (36,13) ile 1-MCP (35,80) uygulamaları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuş ve bu uygulama grupları istatistiksel olarak

benzer bulunmuştur (Çizelge 4.23). Soğuk depo koşullarında ortalama en yüksek  $C^*$  değeri kontrol (36,58) grubunda, ortalama en düşük  $C^*$  değeri 1-MCP (35,03) uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.24).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $C^*$  değerleri üzerine etkileri adi depo koşullarında istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ), buna karşın soğuk depo koşullarında ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.24).

Farklı depolama şekillerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $C^*$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Elmaların soğuk depo koşullarında ortalama 35.04 olan  $C^*$  değeri, adi depo koşullarında 36,75 olarak saptanmıştır (Şekil 4.12).

Meyve kabuk renginin  $C^*$  değeri, rengin canlılığını ya da donukluğunu ifade etmektedir.  $C^*$  değerinin düşüklüğü rengin donuk olduğunu, yüksekliği ise rengin canlı olduğunu belirtmektedir (McGuire 1992). Muhafaza süresince meyvelerin  $C^*$  değeri, soğuk depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde önce azalmış daha sonra ise artmış, fakat diğer muhafaza ortamlarında ise derimden itibaren artmıştır.

Daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar 1-MCP’nin  $C^*$  değeri üzerinde etkili olmadığını bildirmişlerdir (Fan vd. 2000; Kluge ve Jacomino, 2002; Jemric, 2012). Fakat çalışmamızda soğuk depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidi için 1-MCP uygulaması  $C^*$  değerini arttırmıştır. Diğer muhafaza ortamlarında ise 1-MCP’nin  $C^*$  değerini azalttığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda çalışmamız daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermemektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar MAP uygulamalarının  $C^*$  değerini azalttığını bildirmişlerdir (Manolopoulou vd. 2010). Bu bağlamda çalışmamız, daha önce yapılan çalışmalar ile kısmen benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 4.21.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                         |                |                | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------------------|----------------|----------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                     | 150            | 180            |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 45,83                   | 49,83          | 50,48                          | 51,48          | 53,51                                   | 54,34          | 56,05          | <b>51,65 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 45,79                   | 48,95          | 50,13                          | 51,21          | 52,10                                   | 53,42          | 55,34          | <b>50,99 B</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 45,36                   | 47,23          | 49,42                          | 50,11          | 51,23                                   | 51,95          | 53,89          | <b>49,89 C</b>             |
| <b>MA</b>               | 45,41                   | 50,27          | 50,35                          | 49,76          | 52,71                                   | 52,61          | 54,82          | <b>50,85 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>45,60 E</b>          | <b>49,07 D</b> | <b>50,09 C</b>                 | <b>50,64 C</b> | <b>52,39 B</b>                          | <b>53,08 B</b> | <b>55,02 A</b> |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,5672</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,7503</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                |                |                            |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.22.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                           |                |                |                        | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------|----------------|------------------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                       | 150            | 180            | 210                    |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 48,60 f-ı               | 45,58 qr       | 48,12 g-k                      | 47,60 j-n      | 48,64 f-ı                                 | 47,31 k-n      | 46,36 pq       | 47,91 ı-m <sup>y</sup> | <b>47,52 C<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 50,09 b-d               | 45,44 r        | 48,85 f-h                      | 47,93 ı-m      | 50,33 a-c                                 | 49,91 b-d      | 51,15 a        | 50,66 ab               | <b>49,30 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 50,02 b-d               | 44,97 r        | 48,14 g-j                      | 48,24 g-j      | 49,29 d-f                                 | 48,91 e-g      | 49,71 c-e      | 50,11 b-d              | <b>48,67 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 49,30 d-f               | 45,11 r        | 47,12 m-p                      | 46,98 p-o      | 47,77 j-n                                 | 46,48 po       | 47,25 l-o      | 48,07 h-l              | <b>47,26 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>49,50 A</b>          | <b>45,27 F</b> | <b>48,06 DE</b>                | <b>47,69 E</b> | <b>49,01 BC</b>                           | <b>48,15 D</b> | <b>48,62 C</b> | <b>49,19 AB</b>        |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,2911</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,4117</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,8234</b> |                |                |                        |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.23.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                           | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                       |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 32,28 h <sub>1</sub>    | 38,81 b-d      | 39,68 a-c                      | 38,56 b-d      | 38,89 b-d <sup>y</sup>                    | <b>37,64 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 30,00 j                 | 35,16 fg       | 38,05 cd                       | 38,25 b-d      | 37,56 d                                   | <b>35,80 B</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 29,63 j                 | 33,56 gh       | 35,71 ef                       | 40,81 a        | 40,93 a                                   | <b>36,13 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 31,11 ij                | 38,07 b-d      | 40,83 a                        | 39,90 ab       | 37,32 de                                  | <b>37,45 A</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>30,75 C</b>          | <b>36,40 B</b> | <b>38,57 A</b>                 | <b>39,38 A</b> | <b>38,67 A</b>                            |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,8247</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,9221</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 1,8442</b> |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

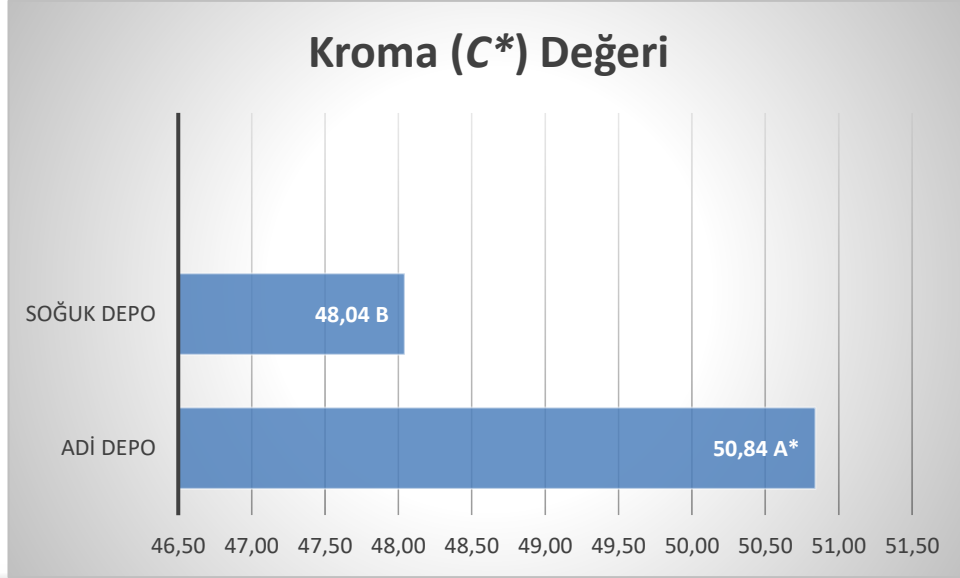
<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.24.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                 |                                         |                 |                |                | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90              | 120                                     | 150             | 180            | 210            |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 35,26                   | 30,61          | 37,65                          | 36,72           | 39,62                                   | 37,22           | 37,22          | 38,30          | <b>36,58 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 34,23                   | 28,99          | 36,18                          | 33,57           | 37,54                                   | 35,41           | 36,48          | 37,84          | <b>35,03 C</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 35,07                   | 29,76          | 36,83                          | 34,60           | 37,83                                   | 35,99           | 37,16          | 38,71          | <b>35,74 BC</b>            |
| <b>MA</b>               | 35,21                   | 29,47          | 36,45                          | 37,25           | 37,85                                   | 36,35           | 36,29          | 37,56          | <b>35,80 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>34,95 D</b>          | <b>29,71 E</b> | <b>36,78 B</b>                 | <b>35,54 CD</b> | <b>38,21 A</b>                          | <b>36,24 BC</b> | <b>36,79 B</b> | <b>38,10 A</b> |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,7131</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 1,0085</b> |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                 |                |                |                            |

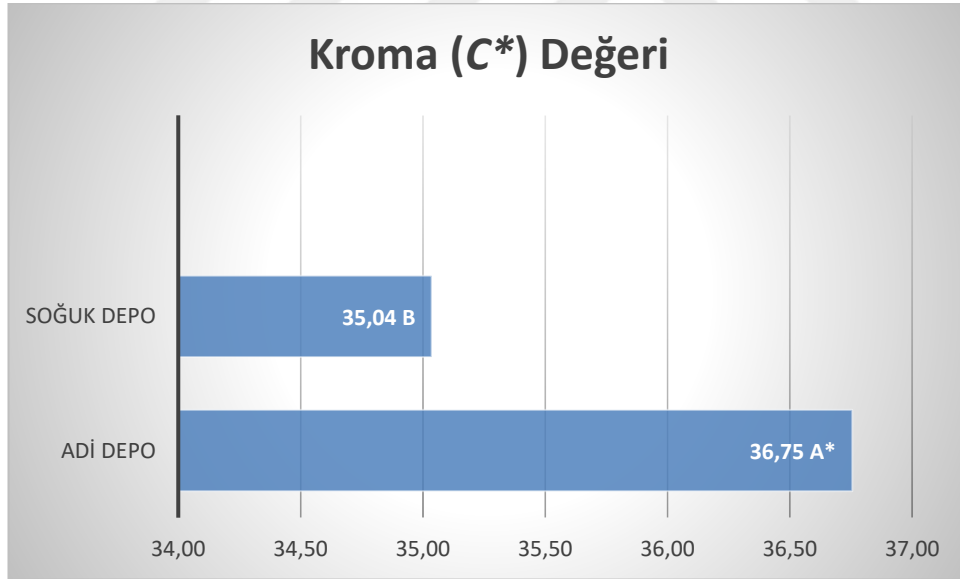
Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.11.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan C\* değerleri



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.12.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan C\* değerleri

#### 4.1.7. Hue açısı ( $h^\circ$ ) değerleri

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra kontrolsüz adi depo koşulları ve soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde muhafaza periyodu süresince saptanan meyve kabuk renginin  $h^\circ$  değerleri Çizelge 4.25, 4.26, 4.27 ve 4.28’de verilmiştir. Bu çizelgelerdeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere elmaların  $h^\circ$  değerlerinde başlangıç değerlerine göre muhafaza süresince azalma saptanmıştır.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo ve soğuk depo koşullarında muhafaza süresince elmaların  $h^\circ$  değerleri azalış göstermiştir. Adi depo koşullarında muhafaza edilen elmaların derim zamanında ortalama  $113,30^\circ$  olan  $h^\circ$  değeri, 180 gün süren muhafaza sonunda  $91,74^\circ$ e düşmüştür. Benzer şekilde soğukta muhafaza edilen elmaların derim zamanında ortalama  $112,20^\circ$  olan  $h^\circ$  değeri 210 gün süren muhafaza sonunda  $102,52^\circ$ ye inmiştir (Çizelge 4.25 ve 4.26).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında ortalama en yüksek  $h^\circ$  değeri 1-MCP+MA uygulamasında ( $102,56^\circ$ ) tespit edilmiştir. Bu uygulamayı 1-MCP ( $101,75^\circ$ ), MA ( $99,11^\circ$ ) uygulamaları ve kontrol ( $98,40^\circ$ ) grubu takip etmiştir (Çizelge 4.25). Soğuk depo koşullarında ise ortalama en yüksek  $h^\circ$  değeri 1-MCP+MA uygulamasında ( $109,27^\circ$ ) tespit edilmiş, bu uygulamayı 1-MCP ( $108,70^\circ$ ), MA ( $107,36^\circ$ ) ve kontrol ( $106,80^\circ$ ) grubu takip etmiştir (Çizelge 4.26).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında muhafazanın 30, 60 ve 90. günlerinde en yüksek  $h^\circ$  değeri 1-MCP+MA uygulamasında tespit edilmiştir. 120. ve 150. günde en yüksek değerler ise 1-MCP ve 1-MCP+MA uygulamalarında saptanmıştır. 180 günün sonunda en yüksek değer 1-MCP ( $94,04^\circ$ ) uygulamasında, en düşük değer ise MA uygulamasında ( $89,43^\circ$ ) belirlenmiştir (Çizelge 4.25). Soğuk depo koşullarında ise 210 günlük muhafaza süresinin sonunda en yüksek  $h^\circ$  değeri 1-MCP+MA uygulamasında ( $104,62^\circ$ ), en düşük değer ise kontrol grubunda ( $99,96^\circ$ ) saptanmıştır (Çizelge 4.26).

Farklı depolama şekillerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafaza süresince adi depo koşullarında elmaların  $100,45^\circ$  olan  $h^\circ$  değeri, soğuk depo koşullarında  $108,82^\circ$  olarak saptanmıştır (Şekil 4.13).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında elmaların  $h^\circ$  değerleri muhafazanın 30. gününe kadar artmış, daha sonraki süreçte sabit kalmıştır (Çizelge 4.27). Soğuk depo koşullarında ise muhafazanın 30. gününde en düşük değere ulaşmış, muhafazanın geri kalan dönemlerinde ise artarak başlangıç değerlerinin üzerinde kalmıştır (Çizelge 4.28).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Çalışmamızda

ortalama en yüksek  $h^\circ$  değeri kontrol grubunda ( $27,96^\circ$ ), en düşük değer ise 1-MCP+MA uygulamasında ( $26,27^\circ$ ) tespit edilmiştir. (Çizelge 4.28).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyon adi depo koşullarında istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Bu koşullarda muhafaza edilen elmalarda en yüksek  $h^\circ$  değerleri depolamanın 30. gününde MA uygulaması ( $30,34^\circ$ ) ile kontrol grubunda ( $29,13^\circ$ ) tespit edilmiştir (Çizelge 4.27). Soğuk depo koşullarında ise farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.28).

Farklı depolama şekillerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Çalışmada, adi depo koşullarında ortalama  $27,15^\circ$  olan  $h^\circ$  değeri, soğuk depo koşullarında  $25,94^\circ$  olarak saptanmıştır (Şekil 4.14).

Çalışmamızda, muhafaza süresince ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerlerinin azaldığı, ‘Starkrimson’ elma çeşidinin ise arttığı tespit edilmiştir. Starkrimson’ elma çeşidinde 1-MCP uygulamalarında saptanan  $h^\circ$  değerleri kontrole göre daha düşük bulunmuştur. Yeşil renkli ‘Granny Smith’ elma çeşidinde muhafaza süresince  $h^\circ$  değerinin azalması, kabuktaki klorofil kaybı ile açıklanmaktadır (Tijskens vd. 2008). Daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar, 1-MCP’nin yeşil rengi koruduğunu veya renk dönüşümünü yavaşlattığını bildirmişlerdir (Fan vd. 2000; Harris vd. 2000; Salvador vd. 2003; Saftner vd. 2003; HersHKovitz vd. 2005; Zanella vd. 2005; Manganaris vd. 2008). Ayrıca soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elmalarında en iyi renk korunumu 1-MCP+MA uygulamasında tespit edilmiştir. Araştırmacıların nektarinde yaptıkları çalışmada da benzer sonuç alınmıştır (Özkaya vd. 2016). Çalışmamızdan elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 4.25.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $h^{\circ}$  değerleri ( $^{\circ}$ ) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                 |                                |                |                                           |                |                      | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------|----------------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30              | 60                             | 90             | 120                                       | 150            | 180                  |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 113,12 ab               | 102,83 f        | 98,32 ij                       | 96,14 lm       | 94,27 n                                   | 93,21 op       | 90,89 q <sup>y</sup> | <b>98,40 D<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 113,46 ab               | 107,00 d        | 102,61 f                       | 100,11 h       | 98,30 ij                                  | 96,72 kl       | 94,03 no             | <b>101,75 B</b>            |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 113,85 a                | 109,20 c        | 105,17 e                       | 101,52 g       | 99,02 i                                   | 96,55 l        | 92,62 p              | <b>102,56 A</b>            |
| <b>MA</b>               | 112,77 b                | 104,65 e        | 100,52 h                       | 97,54 jk       | 95,25 m                                   | 93,63 no       | 89,43 r              | <b>99,11 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>113,30 A</b>         | <b>105,92 B</b> | <b>101,65 C</b>                | <b>98,83 D</b> | <b>96,71 E</b>                            | <b>95,03 F</b> | <b>91,74 G</b>       |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,3509</b> |                 | <b>Muhafaza Süresi: 0,4642</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,9284</b> |                |                      |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.26.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $h^{\circ}$  değerleri ( $^{\circ}$ ) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                 |                                |                 |                                           |                 |                 |                      | Ort. (Uygulama)             |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|-------------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|
|                         | 0                       | 30              | 60                             | 90              | 120                                       | 150             | 180             | 210                  |                             |
| <b>Kontrol</b>          | 110,95 bc               | 112,04 ab       | 109,93 cd                      | 108,61 d-f      | 106,96 gh                                 | 104,60 ij       | 101,32 lm       | 99,96 m <sup>y</sup> | <b>106,80 D<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 113,16 a                | 112,89 a        | 110,73 bc                      | 109,19 de       | 108,13 e-g                                | 107,08 gh       | 104,76 ij       | 103,66 jk            | <b>108,70 B</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 112,89 a                | 112,77 a        | 111,08 bc                      | 109,86 cd       | 108,95 de                                 | 108,11 e-g      | 105,87 hi       | 104,62 ij            | <b>109,27 A</b>             |
| <b>MA</b>               | 111,81 ab               | 112,08 ab       | 109,93 cd                      | 108,81 d-f      | 107,42 fg                                 | 104,25 j        | 102,73 kl       | 101,86 l             | <b>107,36 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>112,20 A</b>         | <b>112,45 A</b> | <b>110,42 B</b>                | <b>109,11 C</b> | <b>107,87 D</b>                           | <b>106,01 E</b> | <b>103,67 F</b> | <b>102,52 G</b>      |                             |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,5184</b> |                 | <b>Muhafaza Süresi: 0,7331</b> |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 1,4663</b> |                 |                 |                      |                             |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.27.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerleri ( $^\circ$ ) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                           | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                       |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 26,77 d-f               | 29,13 ab       | 27,59 b-f                      | 27,65 b-f      | 28,65 a-c <sup>y</sup>                    | <b>27,96 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 24,51 gh                | 28,10 b-d      | 27,46 b-f                      | 27,09 c-f      | 26,73 d-f                                 | <b>26,78 BC</b>            |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 23,21 h                 | 26,52 d-f      | 26,22 f-g                      | 27,19 c-f      | 28,22 b-d                                 | <b>26,27 C</b>             |
| <b>MA</b>               | 26,42 d-f               | 30,34 a        | 28,04 b-e                      | 27,09 c-f      | 26,10 fg                                  | <b>27,60 AB</b>            |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>25,23 C</b>          | <b>28,52 A</b> | <b>27,33 B</b>                 | <b>27,25 B</b> | <b>27,42 B</b>                            |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,8328</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,9311</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 1,8623</b> |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

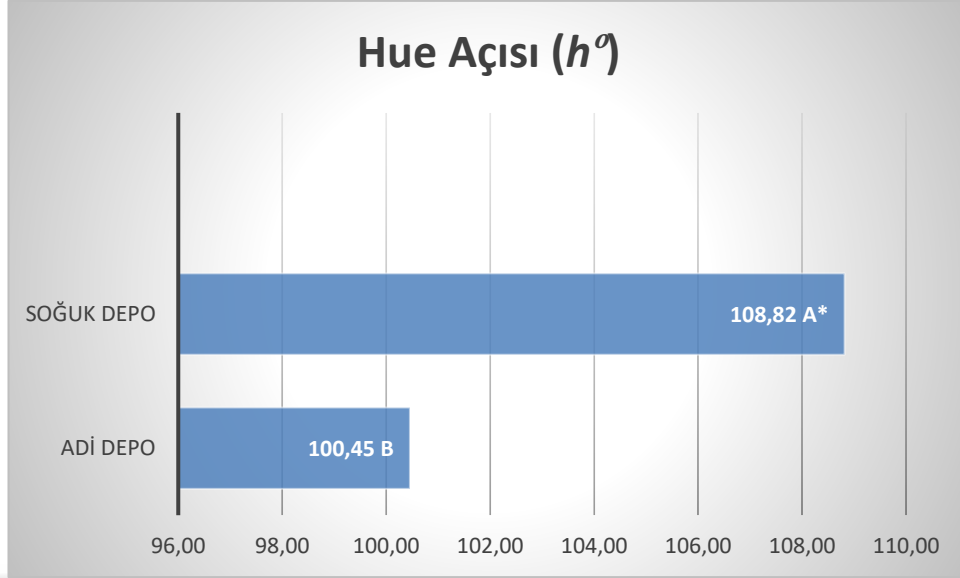
<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.28.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerleri ( $^\circ$ ) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                         |                 |                |                | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                     | 150             | 180            | 210            |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 29,13                   | 24,97          | 28,12                          | 26,64          | 27,95                                   | 28,01           | 28,44          | 28,91          | <b>27,77 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 24,92                   | 22,28          | 24,93                          | 23,66          | 24,67                                   | 24,94           | 25,48          | 27,18          | <b>24,76 D</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 26,51                   | 23,77          | 27,00                          | 24,96          | 26,07                                   | 27,13           | 26,90          | 28,24          | <b>26,32 C</b>             |
| <b>MA</b>               | 28,66                   | 24,20          | 26,75                          | 26,90          | 26,61                                   | 27,39           | 27,71          | 29,34          | <b>27,20 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>27,31 B</b>          | <b>23,81 E</b> | <b>26,70 BC</b>                | <b>25,54 D</b> | <b>26,33 C</b>                          | <b>26,87 BC</b> | <b>27,13 B</b> | <b>28,42 A</b> |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,5377</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,7604</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                 |                |                |                            |

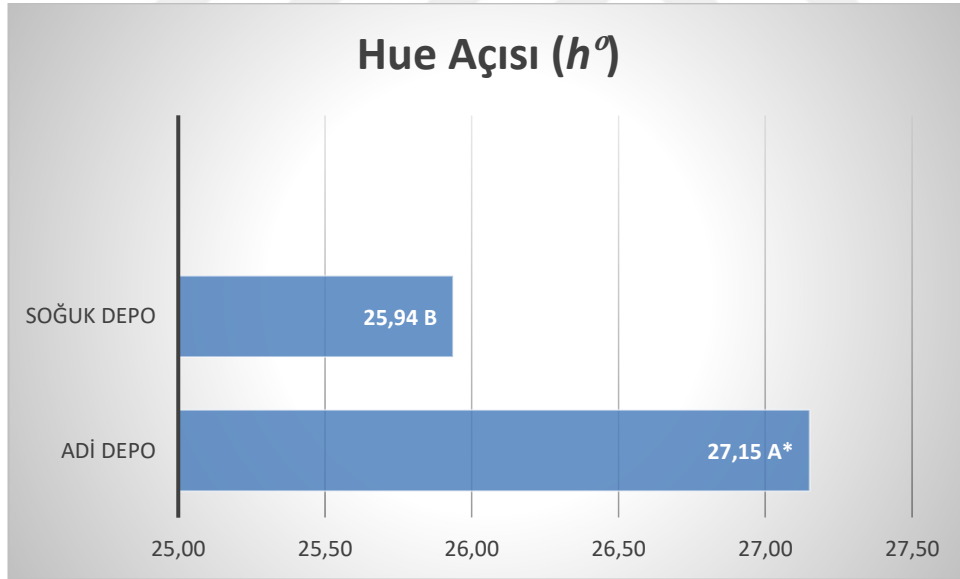
Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.13.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan  $h^\circ$  değerleri



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.14.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan  $h^\circ$  değerleri

#### 4.1.8. Mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra kontrolsüz adi depo koşulları ve soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde muhafaza periyodu süresince saptanan mantarsal nedenli bozulma miktarları Çizelge 4.29, 4.30, 4.31 ve 4.32’de verilmiştir. Bu çizelgelerdeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere her iki muhafaza ortamında da muhafaza süresinin uzamasına paralel olarak bozulma miktarında artışlar saptanmıştır.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin mantarsal nedenli bozulma miktarları üzerine etkileri adi depo koşullarında önemli ( $P \leq 0.05$ ), soğuk depo koşullarında ise önemsiz bulunmuştur. Muhafaza süresince mantarsal nedenli bozulma miktarlarında artışlar tespit edilmiştir. Adi depo koşullarında 180. günün sonunda elmaların ortalama %40’ı mantari enfeksiyonlar nedeni ile tüketilemez duruma gelmiştir (Çizelge 4.29 ve 4.30).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin mantarsal nedenli bozulma miktarları üzerine etkileri adi depo koşullarında önemli ( $P \leq 0.05$ ), soğuk depo koşullarında ise önemsiz bulunmuştur. Adi depo koşullarında ortalama en yüksek bozulma oranı MA’de muhafaza uygulamasında (%16,19), en düşük bozulma oranı ise kontrol grubunda (%2,86) belirlenmiştir (Çizelge 4.29 ve 4.30).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin çeşidinin mantarsal nedenli bozulma miktarları üzerine etkileri adi depo koşullarında önemli ( $P \leq 0.05$ ), soğuk depo koşullarında ise önemsiz bulunmuştur. Adi depo koşullarında elmalar; 1-MCP uygulaması ve kontrol grubunda 120. günden itibaren, 1-MCP+MA kombinasyonu ve MA’de muhafaza uygulamasında ise 60. günden itibaren bozulmaya başlamıştır. En yüksek mantarsal nedenli bozulma oranı MA’de muhafaza uygulamasında (%76,67) olup muhafazanın 180. günü sonunda saptanmıştır (Çizelge 4.29 ve 4.30).

Farklı muhafaza koşullarının ‘Granny Smith’ elma çeşidinin mantarsal nedenli bozulma miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Soğukta muhafaza edilen elmaların ortalama %0,13’ü bozulurken, adi depo koşullarında muhafaza edilen elmaların %8,81’i muhafaza süresince bozulmuştur (Şekil 4.15).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin mantarsal nedenli bozulma miktarları üzerine etkileri adi depo koşullarında önemli ( $P \leq 0.05$ ) soğuk depo koşullarında ise önemsiz bulunmuştur. Adi depo koşullarında 30. günden itibaren artan mantarsal nedenli bozulma oranı 120. günün sonunda ortalama %46,67 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.31 ve 4.32).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elma çeşidinin mantarsal nedenli bozulma miktarları üzerine etkileri her iki depolama koşulunda da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında en yüksek bozulma oranı MA’de muhafaza uygulamasında (%34,00), en düşük bozulma oranı ise istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olmayan 1-MCP (%8,67) ve 1-MCP+MA uygulamalarında (%6,00) saptanmıştır. Soğuk depo koşullarında ise sadece istatistiksel olarak

birbirlerinden farklı olmayan kontrol grubu (%2,31) ve 1-MCP+MA kombinasyonunda (%1,39) mantarsal nedenli bozulma gerçekleşmiştir (Çizelge 4.31 ve 4.32).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin çeşidinin mantarsal nedenli bozulma miktarları üzerine etkileri adi depo koşullarında önemli ( $P \leq 0.05$ ) soğuk depo koşullarında ise önemsiz bulunmuştur. Adi depo koşullarında elmalar kontrol ve MA’de muhafaza uygulamalarında 30. günden itibaren, 1-MCP ve 1-MCP+MA uygulamalarında ise 60. günden itibaren mantarsal nedenli bozulma göstermiştir. 120. günün sonunda en yüksek bozulma oranları istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olmayan kontrol grubu (%63,33) ile MA’de muhafaza uygulamasında (%73,33) tespit edilmiştir. En düşük bozulma oranları ise yine birbirlerinden istatistiksel olarak farklılık göstermeyen 1-MCP uygulaması (%30,00) ile 1-MCP+MA kombinasyonunda (%20,00) saptanmıştır (Çizelge 4.31 ve 4.32).

Farklı muhafaza koşullarının ‘Starkrimson’ elma çeşidinin mantarsal nedenli bozulma miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Soğukta muhafaza edilen elmaların %0,37’ü bozulurken adi depo koşullarında muhafaza edilen elmaların %17,83’ü bozulmuştur (Şekil 4.16).

Deneme süresince her iki elma çeşidinde de muhafaza süresi uzadıkça mantarsal nedenli bozulmaların oranının arttığı ve bozulmalara genellikle mavi küfün (*P. expansum*) neden olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.17, 4.18, 4.19 ve 4.20). Mantarsal nedenli bozulma miktarları bakımından soğukta muhafazanın, adi depoda muhafaza göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Denememizde, MA’de muhafaza uygulamasının adi depo koşullarında mantarsal nedenli bozulma miktarını arttırdığı ama soğuk depo koşullarında bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda 1-MCP’nin mantarsal nedenli bozulmalar üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir (Gago vd. 2016; Li vd. 2017b; Xu vd. 2017). Ayrıca, yapılan bir çalışmada soğuk depo koşullarında PE ile ambalajlanan elmalarda mavi küften kaynaklı bozulmaların azaldığı bildirilmiştir (Moodley vd. 2002). Denememizde de daha önceki çalışmalara paralel olarak 1-MCP ve MA’de muhafaza uygulamalarının mantarsal nedenli bozulma oranı üzerinde olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.29.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |               |                                |                |                                           |               |                       | Ort. (Uygulama)     |
|-------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|---------------|-----------------------|---------------------|
|                         | 0                       | 30            | 60                             | 90             | 120                                       | 150           | 180                   |                     |
| <b>Kontrol</b>          | 0,00 e                  | 0,00 e        | 0,00 e                         | 0,00 e         | 3,33 de                                   | 3,33 de       | 13,33 de <sup>y</sup> | 2,86 C <sup>z</sup> |
| <b>1-MCP</b>            | 0,00 e                  | 0,00 e        | 0,00 e                         | 0,00 e         | 3,33 de                                   | 3,33 de       | 40,00 b               | 6,67 BC             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 0,00 e                  | 0,00 e        | 3,33 de                        | 6,67 de        | 10,00 de                                  | 16,67 cd      | 30,00 bc              | 9,52 B              |
| <b>MA</b>               | 0,00 e                  | 0,00 e        | 6,67 de                        | 6,67 de        | 10,00 de                                  | 13,33 de      | 76,67 a               | 16,19 A             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>0,00 C</b>           | <b>0,00 C</b> | <b>2,50 BC</b>                 | <b>3,33 BC</b> | <b>6,67 BC</b>                            | <b>9,17 B</b> | <b>40,00 A</b>        |                     |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 5,3539</b> |               | <b>Muhafaza Süresi: 7,0825</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 14,165</b> |               |                       |                     |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.30.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |             |                              |             |                                         |             |             |             | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|-------------|------------------------------|-------------|-----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
|                         | 0                     | 30          | 60                           | 90          | 120                                     | 150         | 180         | 210         |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 0,00                  | 0,00        | 0,00                         | 0,00        | 0,00                                    | 0,00        | 3,70        | 3,70        | <b>0,93</b>     |
| <b>1-MCP</b>            | 0,00                  | 0,00        | 0,00                         | 0,00        | 0,00                                    | 0,00        | 0,00        | 0,00        | <b>0,00</b>     |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 0,00                  | 0,00        | 0,00                         | 0,00        | 0,00                                    | 0,00        | 0,00        | 0,00        | <b>0,00</b>     |
| <b>MA</b>               | 0,00                  | 0,00        | 0,00                         | 0,00        | 0,00                                    | 0,00        | 0,00        | 0,00        | <b>0,00</b>     |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>0,00</b>           | <b>0,00</b> | <b>0,00</b>                  | <b>0,00</b> | <b>0,00</b>                             | <b>0,00</b> | <b>0,93</b> | <b>0,93</b> |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |             | <b>Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |             | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |             |             |             |                 |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

**Çizelge 4.31.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |               |                                |                |                                           | Ort. (Uygulama)      |
|-------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------------|
|                         | 0                       | 30            | 60                             | 90             | 120                                       |                      |
| <b>Kontrol</b>          | 0,00 f                  | 3,33 ef       | 16,67 c-e                      | 30,00 bc       | 63,33 a <sup>y</sup>                      | 22,67 B <sup>z</sup> |
| <b>1-MCP</b>            | 0,00 f                  | 0,00 f        | 3,33 ef                        | 10,00 d-f      | 30,00 bc                                  | 8,67 C               |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 0,00 f                  | 0,00 f        | 3,33 ef                        | 6,67 d-f       | 20,00 b-d                                 | 6,00 C               |
| <b>MA</b>               | 0,00 f                  | 3,33 ef       | 33,33 b                        | 60,00 a        | 73,33 a                                   | 34,00 A              |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>0,00 D</b>           | <b>1,67 D</b> | <b>14,17 C</b>                 | <b>26,67 B</b> | <b>46,67 A</b>                            |                      |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 7,0012</b> |               | <b>Muhafaza Süresi: 7,8276</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 15,655</b> |                      |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

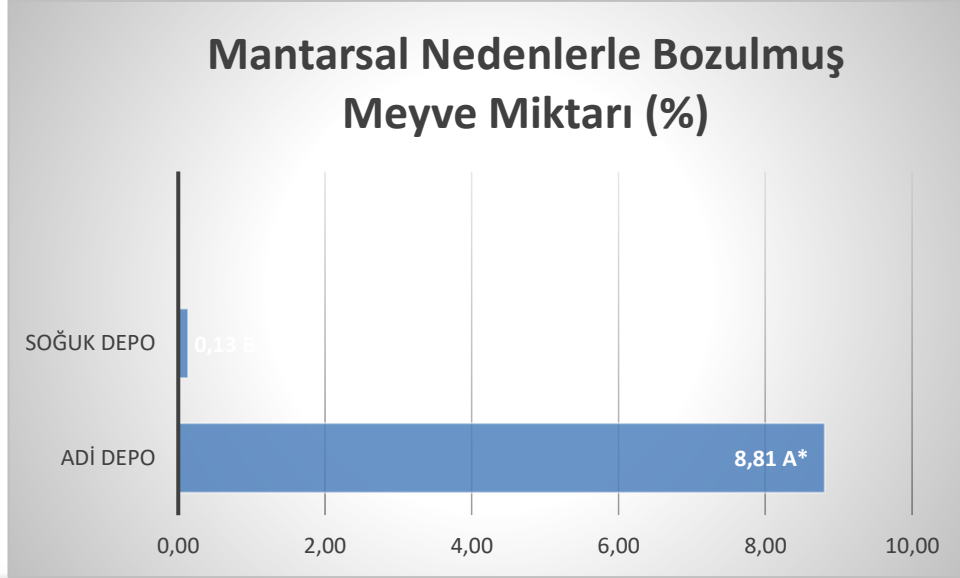
<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.32.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |             |                              |             |                                         |             |             |             | Ort. (Uygulama)           |
|-------------------------|-------------------------|-------------|------------------------------|-------------|-----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|
|                         | 0                       | 30          | 60                           | 90          | 120                                     | 150         | 180         | 210         |                           |
| <b>Kontrol</b>          | 0,00                    | 0,00        | 0,00                         | 3,70        | 3,70                                    | 3,70        | 3,70        | 3,70        | <b>2,31 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 0,00                    | 0,00        | 0,00                         | 0,00        | 0,00                                    | 0,00        | 0,00        | 0,00        | <b>0,00 B</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 0,00                    | 0,00        | 0,00                         | 0,00        | 0,00                                    | 3,70        | 3,70        | 3,70        | <b>1,39 AB</b>            |
| <b>MA</b>               | 0,00                    | 0,00        | 0,00                         | 0,00        | 0,00                                    | 0,00        | 0,00        | 0,00        | <b>0,00 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>0,00</b>             | <b>0,00</b> | <b>0,00</b>                  | <b>0,93</b> | <b>0,93</b>                             | <b>1,85</b> | <b>1,85</b> | <b>1,85</b> |                           |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 1,8496</b> |             | <b>Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |             | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |             |             |             |                           |

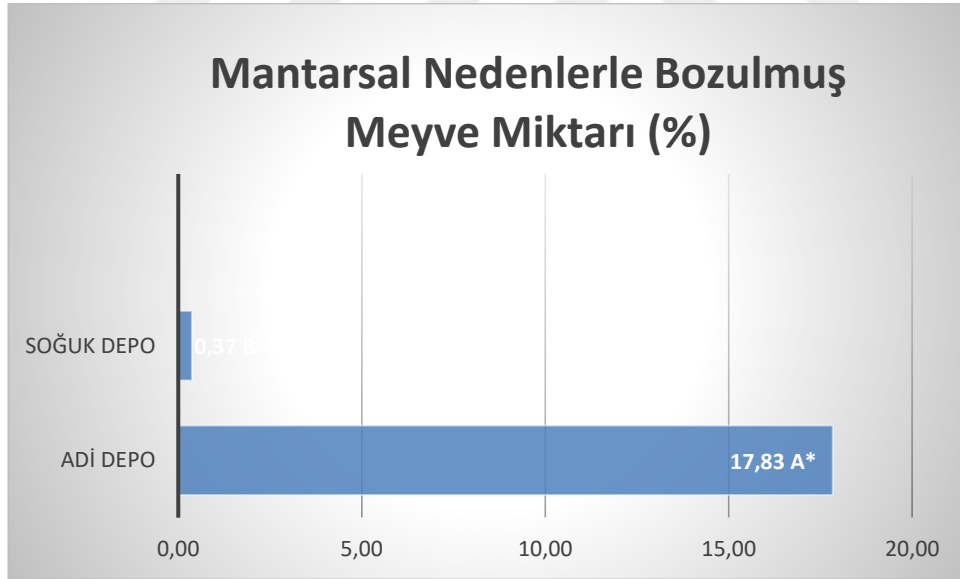
Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.15.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı (%)



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.16.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı (%)



**şekil 4.17.** Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde meydana gelen mantarsal nedenli bozulmadan (*P. expansum*) bir görünüm



**şekil 4.18.** Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde meydana gelen mantarsal nedenli bozulmadan (*P. expansum*) bir görünüm



**Şekil 4.19.** Soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde meydana gelen mantarsal nedenli bozulmadan (*P. expansum*) bir görünüm



**Şekil 4.20.** Soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde meydana gelen mantarsal nedenli bozulmadan (*P. expansum*) bir görünüm

#### 4.1.9. Fizyolojik nedenlerle bozulmuş meyve miktarı

Soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde her iki muhafaza koşulunda da muhafaza süresince çeşitli fizyolojik nedenli bozulmalar meydana gelmiştir. Uzun süreli muhafaza elmalarda fizyolojik nedenli bozulmaları tetiklemektedir (Lurie ve Watkins 2012). Fizyolojik bozulmalardan en büyük kayıp oluşturan bozulma nedeni yüzeysel kabuk yanıklığı (Superficial scald)’dır. Bununla beraber, ‘Starkrimson’ elma çeşidinde de yüzeysel kabuk yanıklığı gözlenmiştir (Şekil 4.21). Adi depo koşullarında muhafaza edilen elmalarda ise sadece ‘Granny Smith’ elma çeşidinde yüzeysel kabuk yanıklığı zarar oluşturmuştur (Şekil 4.22).

Soğukta muhafaza süresince yüzeysel kabuk yanıklığı belirtisi ilk defa solunum ve etilen ölçümleri için çıkarılan ‘Granny Smith’ çeşidi elma örneklerinde depolamanın 60+20. gününde MA uygulamasında gözlenmiştir (Şekil 4. 23).

Muhafaza süresince yüzeysel kabuk yanıklığından başka fizyolojik bozukluklar da gözlenmiştir. Ancak bu zararlanmaların miktarı oldukça düşük seviyelerde kaldığı için tezde rakamsal değerler verilmemiştir. Fizyolojik nedenli zarar oluşturan diğer bozulmalar; iç sulanması, acı benek ve kabuk çatlamasıdır.

Soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde kontrol ve MA’de muhafaza uygulamalarında 180. günde iç sulanması gözlenmiştir (Şekil 4.24). Elmalarda iç sulanmasının yüksek etilen üretimi, SÇKM miktarları, artan sakkaroz ve sorbitol miktarları ile azalan glukoz ve fruktoz miktarları ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Wang ve Faust 1992; Bowen ve Watkins 1997; Yamada vd. 2006; Baranowski vd. 2008; Kasai ve Arakawa 2010; Melado-Herreros vd. 2013). Yapılan çalışmalarda yüksek sıcaklıkta muhafazanın ve meyve olgunluğunun iç sulanması miktarını arttırdığı bildirilmiştir (Harker vd. 1999; Kweon vd. 2013; Köpcke 2015). Fakat adi depoda muhafaza süresince her iki elma çeşidinde de iç sulanması gözlenmemiştir. Araştırmacılar, 1-MCP uygulamasının elmada iç sulanmasını azalttığını ya da etkilemediğini bildirmişlerdir (Argenta vd. 2001; Mattheis vd. 2002; Watkins 2006; Nock ve Watkins 2013). Çalışmamızda elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 1-MCP+MA uygulamasında acı benek zararı da ortaya çıkmıştır (Şekil 4.25). Fakat adi depo koşullarındaki diğer uygulamalarda ve kontrol grubunda acı benek zararına rastlanmamıştır. Araştırmacılar yaptıkları bir çalışmada 1-MCP’nin elmalarda acı benek hassasiyetini arttırdığını bildirmişlerdir (Calvo ve Candan, 2010; Gago vd. 2015; Gago vd. 2016). Bu bağlamda, MA uygulaması adi depo koşullarında elmaların olgunlaşmasını hızlandırdığı için sadece 1-MCP+MA uygulamasında acı benek görülmesi anlamlı bulunmuştur.

Ayrıca, adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde MA uygulamasında kabuk çatlaması gözlenmiştir (Şekil 4.26).



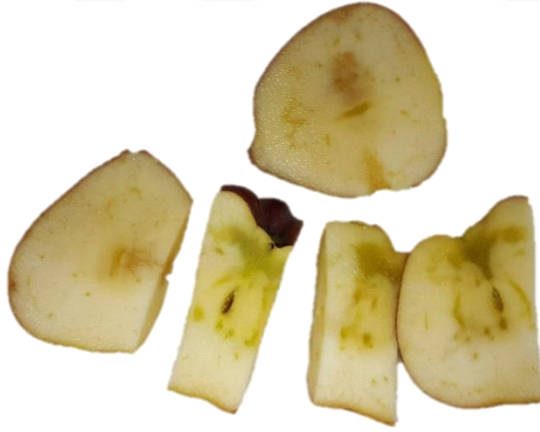
**şekil 4.21.** Soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde yüzeysel kabuk yanıklığı oluşumundan bir görünüm



**şekil 4.22.** Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde yüzeysel kabuk yanıklığı oluşumundan bir görünüm



**şekil 4.23.** Solunum ölçümleri için alınan ve kabuk yanıklığı belirtisi gösteren ‘Granny Smith’ elmalarına ait örneklerinden bir görünüm



**şekil 4.24.** Soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde ortaya çıkan iç sulanması zararından bir görünüm



**şekil 4.25.** Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde ortaya çıkan acı benek zararından bir görünüm



**şekil 4.26.** Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde ortaya çıkan kabuk çatlaması zararından bir görünüm

#### 4.1.9.1. Yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı ve şiddeti

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elmalarında zarar oluşturan en önemli fizyolojik nedenli bozulma yüzeysel kabuk yanıklığıdır. Yüzeysel kabuk yanıklığı soğukta muhafaza edilen elmalarda ilk defa depolamanın 180. gününde gözlenmiştir (Şekil 4.27). 210. güne gelindiğinde ise yüzeysel kabuk yanıklığı kabuktan meyve etine doğru ilerlemiştir (Şekil 4.28). Starkrimson’ çeşidi elmalarda ise yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı çok düşük seviyelerde kalmıştır. Muhafaza süresince ‘Granny Smith’ elma çeşidinde meydana gelen yüzelsel kabuk yanıklığı miktarları Çizelge 4.33’de ve yüzelsel kabuk yanıklığı şiddeti değerleri ise Çizelge 4.34’de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Soğuk depo koşullarında 180. günden itibaren tespit edilen yüzeysel kabuk yanıklığı 180. günde (%81,48) ve 210. günde (%82,41) istatistiksel olarak birbirlerine benzer bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Çalışmada ortalama en yüksek yüzeysel kabuk yanıklığı miktarları aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmayan kontrol grubu (%25) ile MA’de muhafaza uygulamasında (%25) tespit edilmiştir. En düşük yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı ise 1-MCP uygulamasında (%15,28) saptanmıştır (Çizelge 4.33).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. En yüksek yüzeysel kabuk yanıklığı miktarları depolamanın 180. ve 210. günlerinde aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmayan kontrol grubu ile MA’de muhafaza uygulamalarında %100 olarak saptanmıştır. Fakat 1-MCP ve 1-MCP+MA uygulamalarında 180. ve 210. günlerde daha düşük yüzeysel kabuk yanıklığı gözlenmiştir (Çizelge 4.33).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti bakımından mufazanın 180. (1,85) ve 210. günlerinde (1,86) istatistiksel farklılık bulunmamıştır. (Çizelge 4.34).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. En yüksek kabuk yanıklığı şiddeti aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan kontrol grubu (0,70) ile MA’de muhafaza uygulamasından (0,71) alınmıştır. Yine aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 1-MCP (0,23) ve 1-MCP+MA uygulamaları (0,21) daha düşük yüzeysel kabuk yanıklığı şiddetine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.34).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. İstatistiksel olarak aralarında farklılık

bulunmayan kontrol grubu (2,81) ile MA’de muhafaza uygulaması (2,85) yapılan elmalar, depolamanın 180. ve 210. günlerinde aynı değerleri alarak en yüksek yüzeysel kabuk yanıklığı şiddetine sahip olmuşlardır. 1-MCP ve 1-MCP+MA uygulamaları ise depolamanın 180. ve 210. günlerinde kontrol grubu ile MA’de muhafaza uygulamasına göre daha düşük yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti değeri almıştır (Çizelge 4.34).

Deneme süresince ‘Granny Smith’ elmalarında 180. günden itibaren yüzeysel kabuk yanıklığı gözlemlenmeye başlanmıştır. Denememizde, 1-MCP uygulaması yüzeysel kabuk yanıklığı miktarını ve şiddetini azaltmada etkili bulunmuştur. Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda, 1-MCP’nin yüzeysel kabuk yanıklığının kontrolünde etkili olduğunu bildirmişlerdir (Fan vd. 1999; Rupasinghe vd. 2000; Watkins vd. 2000; Zanella 2003; Delong vd. 2004; Argenta vd. 2007; Jung ve Watkins 2008; McArtney vd. 2008; Moggia vd. 2010; DeEll ve Moghaddam-Ehsani, 2010; Sabban-amin vd. 2011; Lu vd. 2012; Jemric vd. 2012; Gago vd. 2015; Farneti vd. 2015; Gago vd. 2016; Du vd. 2017; Niu vd. 2018). Çalışmamız daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.



**şekil 4.27.** Soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde depolamanın 180. gününde ortaya çıkan yüzeysel kabuk yanıklığından bir görünüm



**şekil 4.28.** Soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde depolamanın 210. gününde oluşan zararın ilerlemiş şeklinden bir görünüm

**Çizelge 4.33.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |               |                                |               |               |                                           |                |                       | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------|-------------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30            | 60                             | 90            | 120           | 150                                       | 180            | 210                   |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 0,00 e                  | 0,00 e        | 0,00 e                         | 0,00 e        | 0,00 e        | 0,00 e                                    | 100,00 a       | 100,00 a <sup>y</sup> | <b>25,00 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 0,00 e                  | 0,00 e        | 0,00 e                         | 0,00 e        | 0,00 e        | 0,00 e                                    | 59,26 d        | 62,96 c               | <b>15,28 C</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 0,00 e                  | 0,00 e        | 0,00 e                         | 0,00 e        | 0,00 e        | 0,00 e                                    | 66,67 b        | 66,67 b               | <b>16,67 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 0,00 e                  | 0,00 e        | 0,00 e                         | 0,00 e        | 0,00 e        | 0,00 e                                    | 100,00 a       | 100,00 a              | <b>25,00 A</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>0,00 B</b>           | <b>0,00 B</b> | <b>0,00 B</b>                  | <b>0,00 B</b> | <b>0,00 B</b> | <b>0,00 B</b>                             | <b>81,48 A</b> | <b>82,41 A</b>        |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,9248</b> |               | <b>Muhafaza Süresi: 1,3078</b> |               |               | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 2,6157</b> |                |                       |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.34.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti (0-4)\* üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |               |                                |               |               |                                           |               |                     | Ort. (Uygulama)           |
|-------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------|-------------------------------------------|---------------|---------------------|---------------------------|
|                         | 0                       | 30            | 60                             | 90            | 120           | 150                                       | 180           | 210                 |                           |
| <b>Kontrol</b>          | 0,00 c                  | 0,00 c        | 0,00 c                         | 0,00 c        | 0,00 c        | 0,00 c                                    | 2,81 a        | 2,81 a <sup>y</sup> | <b>0,70 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 0,00 c                  | 0,00 c        | 0,00 c                         | 0,00 c        | 0,00 c        | 0,00 c                                    | 0,89 b        | 0,93 b              | <b>0,23 B</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 0,00 c                  | 0,00 c        | 0,00 c                         | 0,00 c        | 0,00 c        | 0,00 c                                    | 0,85 b        | 0,85 b              | <b>0,21 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 0,00 c                  | 0,00 c        | 0,00 c                         | 0,00 c        | 0,00 c        | 0,00 c                                    | 2,85 a        | 2,85 a              | <b>0,71 A</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>0,00 B</b>           | <b>0,00 B</b> | <b>0,00 B</b>                  | <b>0,00 B</b> | <b>0,00 B</b> | <b>0,00 B</b>                             | <b>1,85 A</b> | <b>1,86 A</b>       |                           |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,0926</b> |               | <b>Muhafaza Süresi: 0,1309</b> |               |               | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,2619</b> |               |                     |                           |

\*0= zararlanma yok, 1= %1-10 zararlanma, 2= %11-33 zararlanma, 3= %34-66 zararlanma, 4= %67-100 zararlanma

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

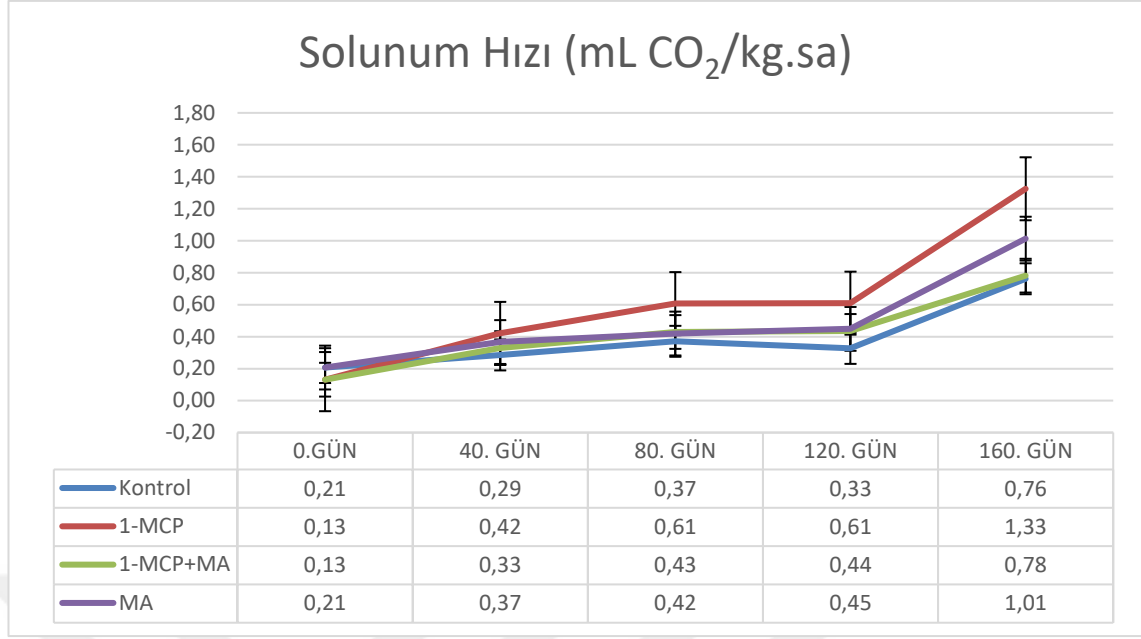
#### 4.1.10. Solunum hızı

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra kontrolsüz adi depo koşulları ve soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ ile ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde muhafaza periyodu süresince saptanan solunum hızı değişimleri Şekil 4.29, 4.30, 4.31 ve 4.32’de verilmiştir. Bu şekillerdeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere elmaların solunum hızında muhafaza süresince artışlar saptanmıştır.

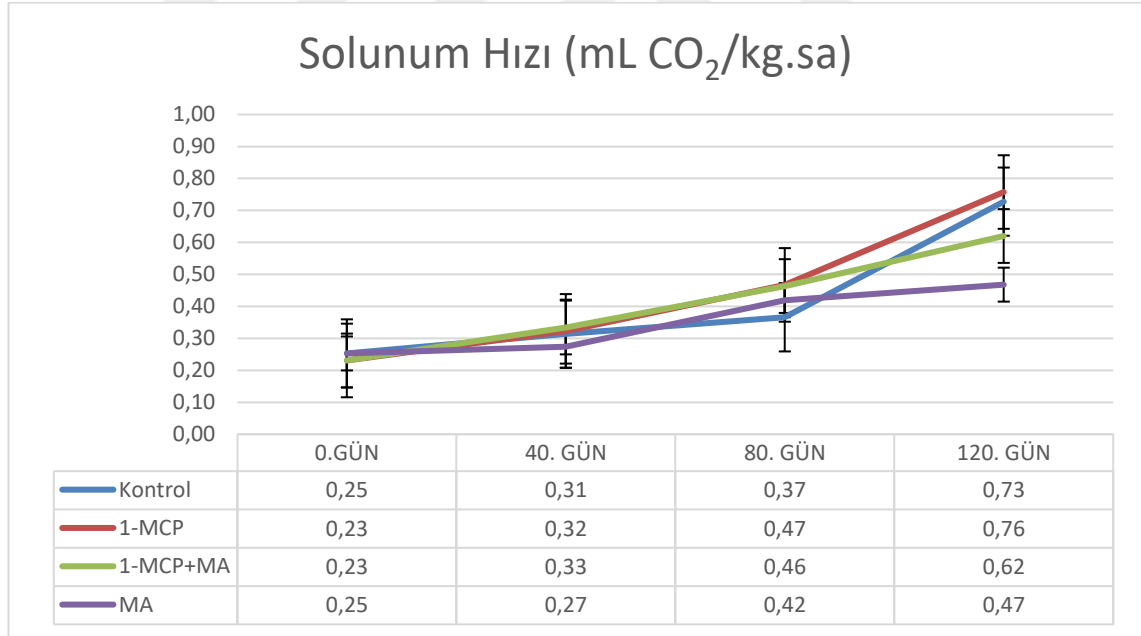
Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde en yüksek solunum hızı depolamanın 160. gününde (1,33 mL CO<sub>2</sub>/kg.sa) 1-MCP uygulamasında, en düşük solunum hızı ise derimden hemen sonra 1-MCP uygulanan (0,13 mL CO<sub>2</sub>/kg.sa) elmalarda saptanmıştır. ‘Starkrimson’ elma çeşidinde ise en yüksek solunum hızı depolamanın 120. gününde 1-MCP uygulamasında (0,76 mL CO<sub>2</sub>/kg.sa), en düşük solunum hızı ise derimden hemen sonra 1-MCP uygulanan (0,23 mL CO<sub>2</sub>/kg.sa) elmalarda saptanmıştır (Şekil 4.29 ve 4.30).

Soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde ise en yüksek solunum hızı depolamanın 200. gününde 1-MCP uygulamasında (0,55 mL CO<sub>2</sub>/kg.sa), en düşük solunum hızı ise derimden hemen sonra 1-MCP uygulanan (0,13 mL CO<sub>2</sub>/kg.sa) elmalarda saptanmıştır. ‘Starkrimson’ elma çeşidinde ise en yüksek solunum hızı depolamanın 160. gününde kontrol grubunda (0,56 mL CO<sub>2</sub>/kg.sa), en düşük solunum hızı ise depolamanın 30. gününde 1-MCP+MA kombinasyonunda saptanmıştır (Şekil 4.31 ve 4.32).

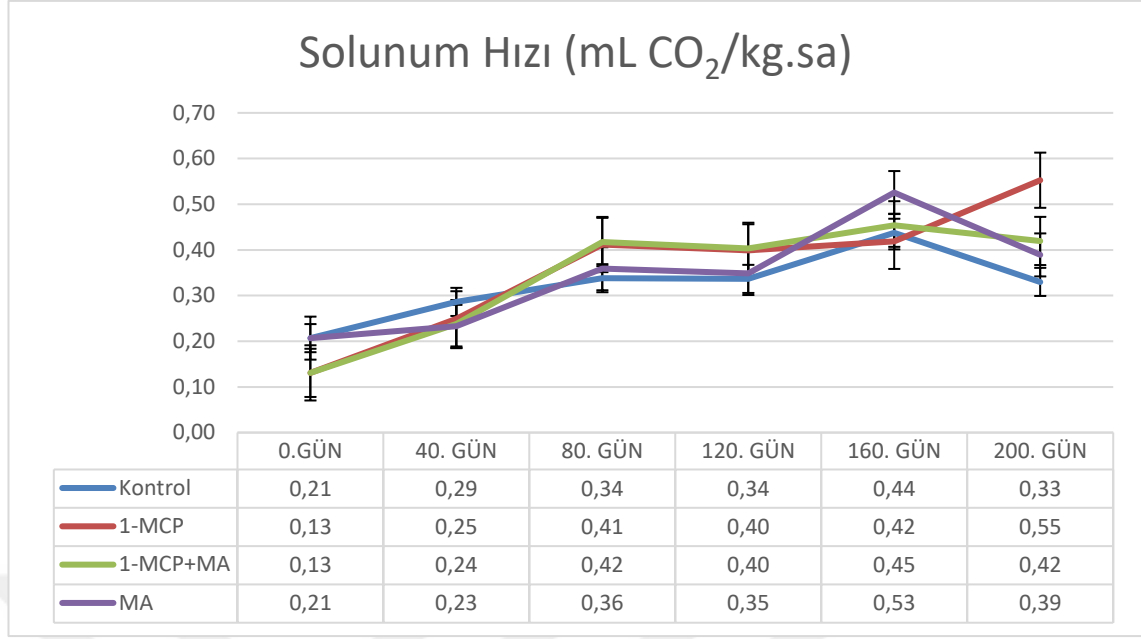
Deneme süresince yapılan solunum hızı ölçümlerinde adi depoda muhafaza edilen elmaların soğuk depoda muhafaza edilen elmalara göre daha yüksek solunum hızlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. 1-MCP uygulamalarının ise soğuk depo koşullarında her iki çeşidin de solunum hızını yavaşlattığı saptanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar 1-MCP’nin solunum hızını azalttığını ve solunum hızındaki artışı geciktirdiğini bildirmişlerdir (Fan vd. 1999; Fan vd. 2000; Tian vd. 2000; DeEll vd. 2005; Watkins 2006; Yang vd. 2013). Dinamik kontrollü atmosferde yapılan bir çalışmada ise 1-MCP’nin solunum hızına etki etmediği bildirilmiştir (Both vd. 2018). Çalışmamız daha önce yapılan çalışmalar ile kısmen benzerlik göstermektedir.



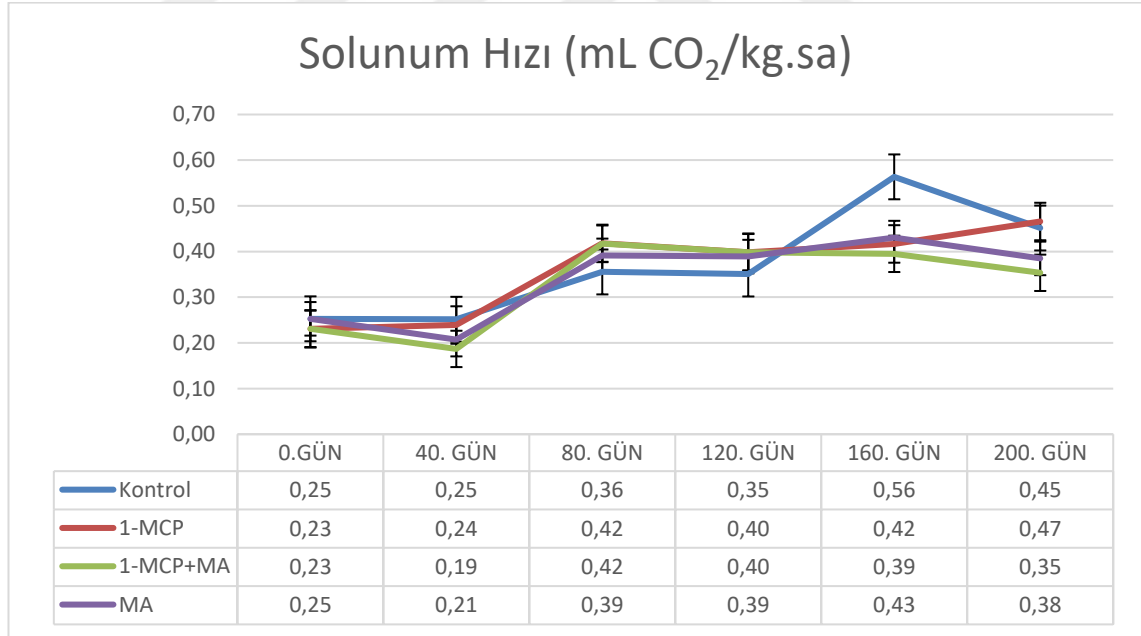
**Şekil 4.29** Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan solunum hızları (mL CO<sub>2</sub>/kg.sa)



**Şekil 4.30** Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan solunum hızları (mL CO<sub>2</sub>/kg.sa)



**Şekil 4.31** Soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan solunum hızları (mL CO<sub>2</sub>/kg.sa)



**Şekil 4.32** Soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan solunum hızı değerleri (mL CO<sub>2</sub>/kg.sa)

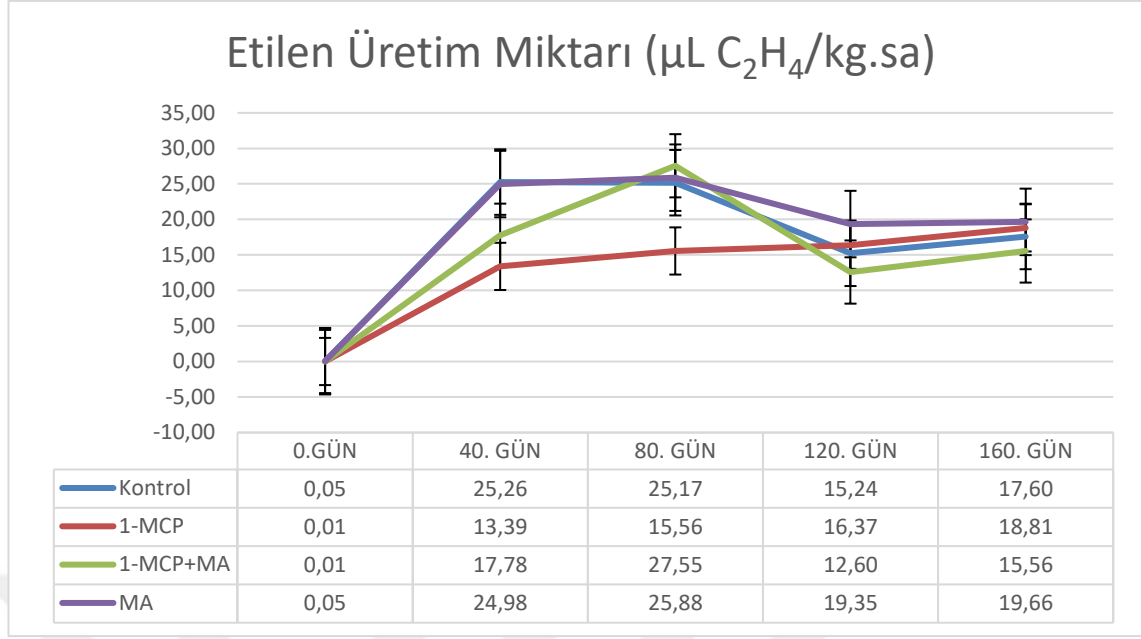
#### 4.1.11. Etilen üretimi

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra kontrolsüz adi depo koşulları ve soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde muhafaza periyodu süresince etilen üretim miktarlarındaki değişimler Şekil 4.33, 4.34, 4.35 ve 4.36’da verilmiştir. Bu şekillerdeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere elmaların etilen üretim miktarlarında muhafaza süresince artışlar saptanmıştır.

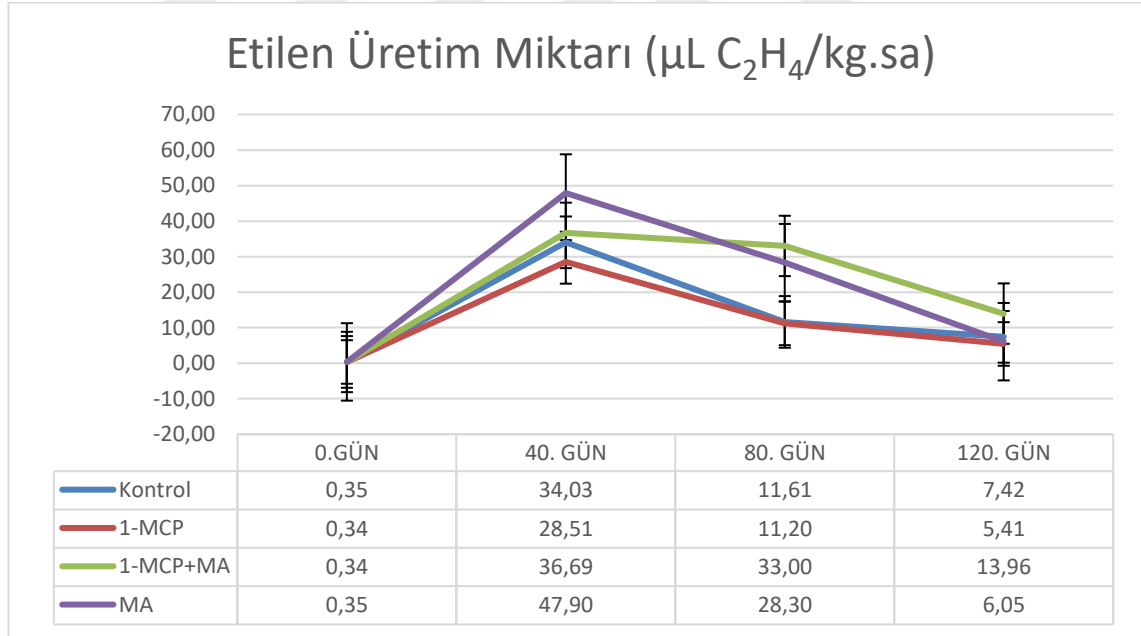
Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde en yüksek etilen üretimi depolamanın 80. gününde 1-MCP+MA uygulamasında (27,55  $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg.sa}$ ), en düşük etilen üretimi ise derimden hemen sonra 1-MCP uygulanan (0,01  $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg.sa}$ ) elmalarda saptanmıştır. ‘Starkrimson’ elma çeşidinde ise en yüksek etilen üretimi depolamanın 40. gününde MA’de muhafaza uygulamasında (47,90  $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg.sa}$ ), en düşük etilen üretimi ise derimden hemen sonra 1-MCP uygulanan (0,34  $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg.sa}$ ) elmalarda saptanmıştır (Şekil 4.33 ve 4.34).

Soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde en yüksek etilen üretimi depolamanın 200. gününde kontrol grubunda (18,98  $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg.sa}$ ), en düşük etilen üretimi ise derimden hemen sonra 1-MCP uygulanan (0,01  $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg.sa}$ ) elmalarda saptanmıştır. ‘Starkrimson’ elma çeşidinde ise en yüksek etilen üretimi depolamanın 200. gününde MA’de muhafaza uygulamasında (47,24  $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg.sa}$ ), en düşük etilen üretimi ise derimden hemen sonra 1-MCP uygulaması (0,34  $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg.sa}$ ) yapılan elmalarda saptanmıştır (Şekil 4.35 ve 4.36).

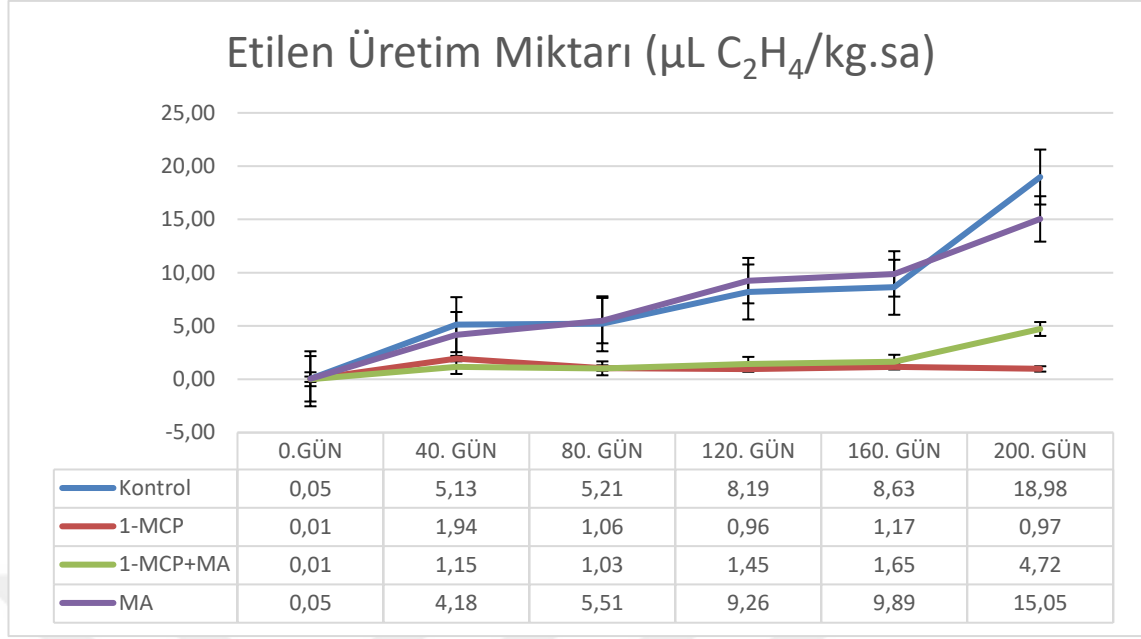
Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde kontrol, 1-MCP ve MA’de muhafaza uygulamalarında depolamanın 40. gününe kadar etilen üretimlerinin arttığı ve daha sonraki dönemlerde ise azaldığı tespit edilmiştir. 1-MCP+MA kombinasyonunda ise en yüksek etilen üretimi depolamanın 80. gününde saptanmış ve muhafaza süresinin geri kalan dönemlerinde ise azalış göstermiştir. ‘Starkrimson’ elma çeşidinde ise uygulama yapılan ve kontrol grubundaki elmaların etilen üretimleri depolamanın 40. gününe kadar yükselmiş ve muhafazanın geri kalan dönemlerinde azalış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.33 ve 4.34). Daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar, 1-MCP uygulamalarının etilen üretimini azalttığını bildirmişlerdir (Fan vd. 1999; DeEll vd. 2005; Yuan ve Carbaugh 2007; Jung ve Watkins 2008; Sabban-amin vd. 2011; Watkins ve Nock 2012; Gago vd. 2015; Farneti vd. 2015; Li vd. 2017a; Weber vd. 2017; Al Ubeed vd. 2018; Niu vd. 2018; Williamson vd. 2018). Çalışmamız daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.



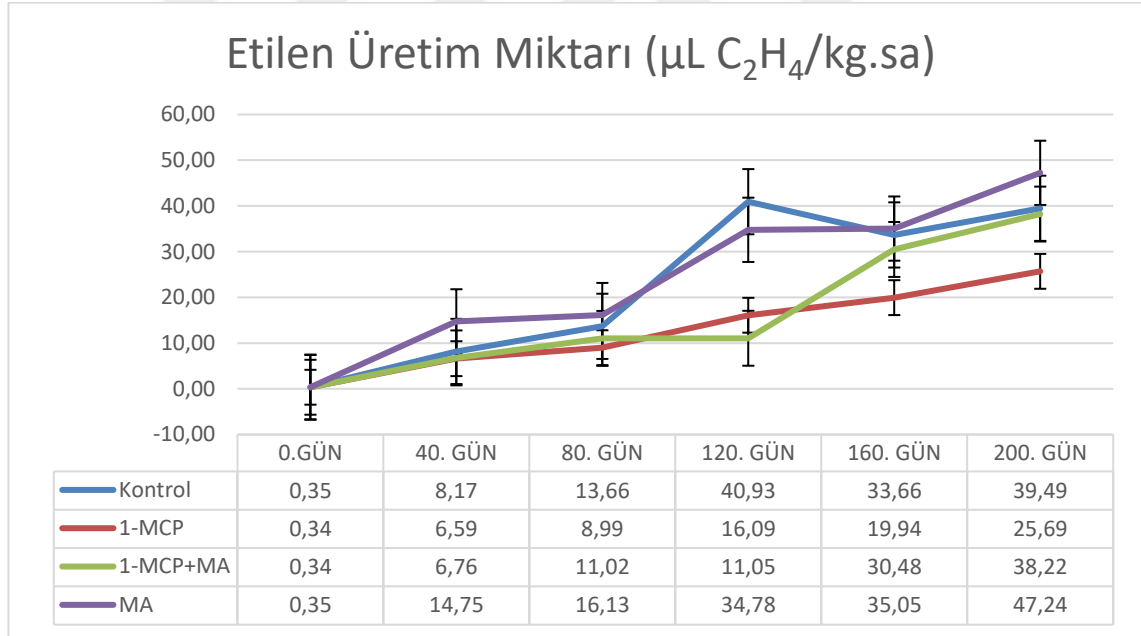
**Şekil 4.33** Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan etilen üretim miktarları ( $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg.sa}$ )



**Şekil 4.34** Adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan etilen üretim miktarları ( $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg.sa}$ )



**Şekil 4.35** Soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan etilen üretim miktarları ( $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg.sa}$ )



**Şekil 4.36** Soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan etilen üretim miktarları ( $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg.sa}$ )

#### 4.1.12. Toplam antioksidan aktivitesi

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra kontrolsüz adi depo koşulları ve soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde muhafaza periyodu süresince saptanan toplam antioksidan aktiviteleri Çizelge 4.35, 4.36, 4.37 ve 4.38’de verilmiştir. Bu çizelgelerdeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere elmaların toplam antioksidan aktivitelerinin muhafaza süresince azaldığı saptanmıştır.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkileri soğuk ve adi depo koşullarında istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında toplam antioksidan aktivitesi muhafaza süresince azalarak en düşük değeri aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmayan depolamanın 150. (29,44  $\mu\text{L}$ ) ve 180. (27,08  $\mu\text{L}$ ) günlerinde almıştır. En yüksek toplam antioksidan aktivitesi ise derim zamanında (46,39) tespit edilmiştir Soğuk depo koşullarında ise toplam antioksidan aktivitesi derimden itibaren depolamanın 30. gününe kadar artmış ve muhafazanın 180. gününde derim zamanına benzer değerler almıştır. Çalışmada en düşük değer ise depolamanın 210. gününde 38,98  $\mu\text{L}$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.35 ve 4.36).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkileri soğuk ve adi depo koşullarında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.35 ve 4.36).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkileri soğuk ve adi depo koşullarında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.35 ve 4.36).

Farklı muhafaza koşullarının ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Soğukta muhafaza edilen elmaların toplam antioksidan aktiviteleri 48,41  $\mu\text{L}$ , adi depoda ise 36,91  $\mu\text{L}$  olarak belirlenmiştir (Şekil 4.37).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkileri soğuk ve adi depo koşullarında istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında toplam antioksidan aktivitesi derim zamanından 30. güne kadar artış göstermiş fakat daha sonra azalarak muhafaza süresince derim zamanındaki miktarına yakın değerler almıştır. Soğuk depo koşullarında ise derimden itibaren artış gösteren toplam antioksidan miktarları depolamanın 210. günü sonunda derim zamanına istatistiksel olarak benzer değer almıştır (Çizelge 4.37 ve 4.38).

Farklı derim sonrası uygulamalarının ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkileri soğuk depo koşullarında istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ), adi depo koşullarında ise önemsiz bulunmuştur. Soğuk depo koşullarında 1-MCP uygulaması en düşük (46,21  $\mu\text{L}$ ) ortalama değeri vermiştir (Çizelge. 4.37 ve 4.38).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkileri soğuk ve adi depo koşullarında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.37 ve 4.38).

Farklı muhafaza koşullarının ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.38).

Denemememizde, her iki depolama koşulunda da ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi muhafaza süresince sabit bir seyir izleyerek muhafaza süresi sonunda, derim zamanından daha düşük değerler almıştır. ‘Starkrimson’ elma çeşidinde ise toplam antioksidan aktivitesi her iki depolama koşulunda da muhafaza süresince artış ve azalış göstermiş muhafaza sonunda derim zamanına benzer değerler almıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda 1-MCP uygulanan elmalarda toplam antioksidan aktivitesinin önce arttığı daha sonra ise azaldığı ya da etkisiz olduğu bildirilmiştir (Lata 2008; Hoang vd. 2011; Lu vd. 2012; Gago vd. 2015). Ayrıca yapılan çalışmalarda toplam antioksidan aktivitesinin çeşide ve lokasyona göre değiştiği ifade edilmiştir (McGhie vd. 2005; Bahukhandi vd. 2018). Çalışmamız daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 4.35.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin antioksidan aktivitesi (µL) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |                |                                |                 |                |                                         |                            | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|----------------|-----------------------------------------|----------------------------|-----------------|
|                         | 0                     | 30             | 60                             | 90              | 120            | 150                                     | 180                        |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 46,39                 | 38,90          | 41,57                          | 40,67           | 32,69          | 25,21                                   | 24,58                      | <b>35,71</b>    |
| <b>1-MCP</b>            | 46,39                 | 39,00          | 36,89                          | 39,33           | 38,70          | 29,84                                   | 29,10                      | <b>37,04</b>    |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 46,39                 | 41,37          | 39,03                          | 38,33           | 38,43          | 36,31                                   | 28,90                      | <b>38,40</b>    |
| <b>MA</b>               | 46,39                 | 43,83          | 42,32                          | 36,63           | 34,26          | 26,42                                   | 25,76                      | <b>36,51</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>46,39 A</b>        | <b>40,78 B</b> | <b>39,95 BC</b>                | <b>38,74 BC</b> | <b>36,02 C</b> | <b>29,44 D</b>                          | <b>27,08 D<sup>z</sup></b> |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 4,1847</b> |                 |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                            |                 |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.36.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin antioksidan aktivitesi (µL) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |                |                                |                 |                 |                                         |                |                            | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------------|----------------|----------------------------|-----------------|
|                         | 0                     | 30             | 60                             | 90              | 120             | 150                                     | 180            | 210                        |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 46,39                 | 65,40          | 56,18                          | 42,55           | 47,73           | 41,15                                   | 54,03          | 40,46                      | <b>49,24</b>    |
| <b>1-MCP</b>            | 46,39                 | 60,32          | 46,91                          | 51,74           | 40,22           | 41,66                                   | 47,65          | 35,29                      | <b>46,27</b>    |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 46,39                 | 56,85          | 44,52                          | 43,85           | 39,44           | 41,17                                   | 52,22          | 38,19                      | <b>45,33</b>    |
| <b>MA</b>               | 46,39                 | 64,93          | 48,51                          | 44,37           | 43,57           | 50,33                                   | 44,70          | 41,99                      | <b>48,10</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>46,39 BC</b>       | <b>61,87 A</b> | <b>49,03 B</b>                 | <b>45,63 BC</b> | <b>42,74 CD</b> | <b>43,58 CD</b>                         | <b>49,65 B</b> | <b>38,98 D<sup>z</sup></b> |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 4,7447</b> |                 |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                |                            |                 |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.37.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin antioksidan aktivitesi (µL) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |                |                              |                |                                         | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|----------------|------------------------------|----------------|-----------------------------------------|-----------------|
|                         | 0                     | 30             | 60                           | 90             | 120                                     |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 47,59                 | 68,14          | 50,24                        | 49,28          | 45,56                                   | <b>52,16</b>    |
| <b>1-MCP</b>            | 47,59                 | 55,45          | 46,53                        | 46,90          | 54,53                                   | <b>50,20</b>    |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 47,59                 | 62,00          | 45,39                        | 50,76          | 53,24                                   | <b>51,80</b>    |
| <b>MA</b>               | 47,59                 | 68,50          | 56,04                        | 43,98          | 49,57                                   | <b>53,14</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>47,59 B</b>        | <b>63,52 A</b> | <b>49,55 B</b>               | <b>47,73 B</b> | <b>50,73 B</b>                          |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 7,89</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                 |

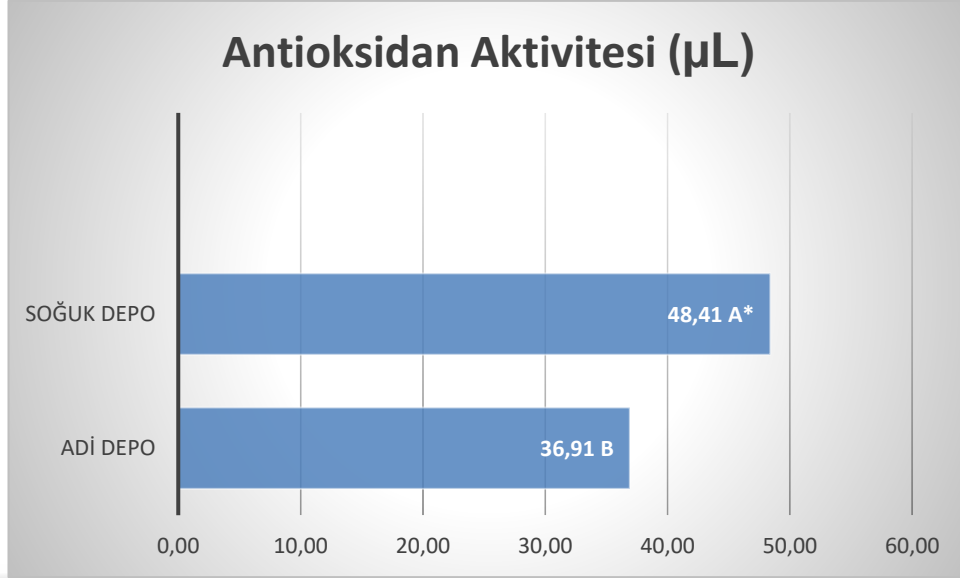
Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

**Çizelge 4.38.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin antioksidan aktivitesi (µL) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                         |                 |                |                | Ort. (Uygulama)             |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90             | 120                                     | 150             | 180            | 210            |                             |
| <b>Kontrol</b>          | 47,59                   | 64,21          | 44,53                          | 41,64          | 57,90                                   | 48,90           | 59,10          | 36,98          | <b>50,11 AB<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 47,59                   | 50,17          | 47,17                          | 43,39          | 46,64                                   | 49,11           | 51,86          | 33,75          | <b>46,21 B</b>              |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 47,59                   | 62,88          | 51,38                          | 56,21          | 57,76                                   | 46,20           | 58,69          | 48,60          | <b>53,66 A</b>              |
| <b>MA</b>               | 47,59                   | 53,85          | 49,31                          | 55,24          | 57,50                                   | 57,26           | 60,24          | 43,61          | <b>53,07 A</b>              |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>47,59 BC</b>         | <b>57,78 A</b> | <b>48,10 BC</b>                | <b>49,12 B</b> | <b>54,95 AB</b>                         | <b>50,37 AB</b> | <b>57,47 A</b> | <b>40,73 C</b> |                             |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 5,2479</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 7,4216</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                 |                |                |                             |

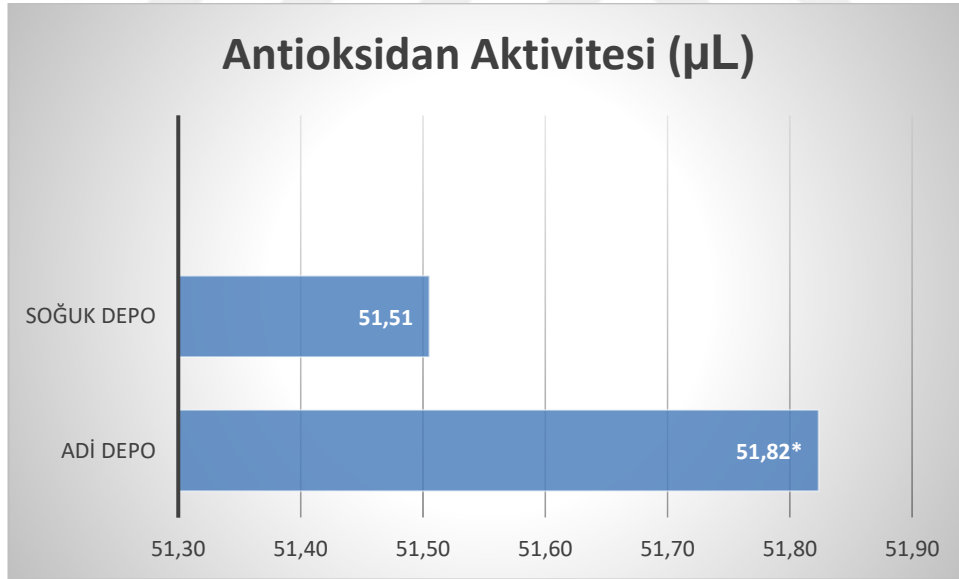
Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.37** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan antioksidan aktiviteleri (µL)



\*İstatistiksel olarak önemli değildir.

**Şekil 4.38** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan antioksidan aktiviteleri (µL)

#### 4.1.13. Toplam fenol miktarı

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra kontrolsüz adi depo koşulları ve soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde muhafaza periyodu süresince saptanan toplam fenol miktarı Çizelge 4.39, 4.40, 4.41 ve 4.42’de verilmiştir. Bu çizelgelerdeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere elmaların toplam fenol miktarlarında muhafaza süresince soğuk depo koşullarında sabit bir seyir izlenirken, adi depo koşullarında düşüş saptanmıştır.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam fenol miktarı üzerine etkileri her iki muhafaza koşulunda da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında toplam fenol miktarı muhafaza süresince derim zamanından (150,25 g GAE/100 g fw) itibaren sabit bir seyir göstermemiş ve depolamanın 180. günü sonunda (89,36 g GAE/100 g fw) derim zamanından daha düşük bir değer almıştır. Benzer durum soğuk depo koşullarında da görülmüş toplam fenol miktarı muhafaza süresince dalgalanmalar göstermiştir. Toplam fenol miktarı bakımından depolamanın 210. günü (152,55 g GAE/100 g fw) ile derim zamanındaki değer arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.39 ve 4.40).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam fenol miktarı üzerine etkileri adi depo koşullarında önemli ( $P \leq 0.05$ ), soğuk depo koşullarında ise önemsiz bulunmuştur. Adi depo koşullarında ortalama en yüksek toplam fenol miktarı 1-MCP uygulamasında (147,44 g GAE/100 g fw) saptanmıştır. Diğer uygulamalar arasında ise istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.39 ve 4.40).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam fenol miktarı üzerine etkileri her iki muhafaza ortamında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.39 ve 4.40).

Farklı muhafaza koşullarının ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam fenol miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.39).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam fenol miktarı üzerine etkileri her iki depolama koşulunda da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında derimden (99,84 g GAE/100 g fw) itibaren azalan toplam fenol miktarı depolamanın 120. günü sonunda en düşük değeri (66,97 g GAE/100 g fw) almıştır. Soğuk depo koşullarında ise muhafaza süresince artış ve azalışlar görülmüştür (Çizelge 4.41 ve 4.42).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam fenol miktarı üzerine etkileri her iki depolama koşulunda da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.41 ve 4.42).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam fenol miktarı üzerine etkileri her iki depolama koşulunda da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.41 ve 4.42).

Farklı muhafaza koşullarının ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam fenol miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.40).

Deneme süresince adi depo koşullarında her iki elma çeşidi için de toplam fenol miktarları azalarak derim zamanından daha düşük değer almıştır. Fakat yine her iki elma çeşidi için de soğuk depo koşullarında muhafaza süresince azalan toplam fenol miktarları daha sonra artarak derim zamanına benzer değerler almıştır. Ayrıca adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ çeşidi haricinde diğer depolama ortamlarında veya çeşitlerde uygulamaların toplam fenol miktarları üzerine bir etkisi saptanmamıştır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda, 1-MCP’nin toplam fenol miktarı üzerine etkisinin olmadığını ya da çok az olduğunu bildirmişlerdir (Vilaplana vd. 2006; MacLean vd. 2006; Fawbush vd. 2009; Qui vd. 2009; Hoang vd. 2011; Tardelli vd. 2011; Lu vd. 2012). Çalışmamız daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.



**Çizelge 4.39.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                  |                                |                 |                                         |                 |                | Ort. (Uygulama)             |
|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------------------|
|                         | 0                       | 30               | 60                             | 90              | 120                                     | 150             | 180            |                             |
| <b>Kontrol</b>          | 150,25                  | 107,40           | 121,03                         | 150,82          | 157,56                                  | 110,15          | 94,92          | <b>127,45 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 150,25                  | 94,42            | 186,24                         | 206,19          | 168,36                                  | 125,20          | 101,42         | <b>147,44 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 150,25                  | 106,82           | 132,51                         | 180,64          | 136,16                                  | 102,37          | 82,71          | <b>127,35 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 150,25                  | 97,78            | 122,60                         | 159,08          | 130,13                                  | 97,15           | 78,39          | <b>119,34 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>150,25 B</b>         | <b>101,61 CD</b> | <b>140,59 B</b>                | <b>174,18 A</b> | <b>148,05 B</b>                         | <b>108,72 C</b> | <b>89,36 D</b> |                             |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 14,095</b> |                  | <b>Muhafaza Süresi: 18,646</b> |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                 |                |                             |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.40.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |                  |                                |                 |                                         |                  |                 |                             | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
|                         | 0                     | 30               | 60                             | 90              | 120                                     | 150              | 180             | 210                         |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 150,25                | 113,62           | 94,20                          | 135,12          | 135,64                                  | 134,24           | 105,94          | 177,01                      | <b>130,75</b>   |
| <b>1-MCP</b>            | 150,25                | 115,71           | 109,26                         | 127,30          | 136,32                                  | 100,38           | 101,40          | 143,08                      | <b>122,96</b>   |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 150,25                | 123,90           | 145,86                         | 154,10          | 153,60                                  | 127,85           | 111,42          | 151,75                      | <b>139,84</b>   |
| <b>MA</b>               | 150,25                | 111,27           | 122,01                         | 140,60          | 110,43                                  | 106,35           | 111,47          | 138,37                      | <b>123,84</b>   |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>150,25 A</b>       | <b>116,13 BC</b> | <b>117,83 BC</b>               | <b>139,28 A</b> | <b>134,00 AB</b>                        | <b>117,21 BC</b> | <b>107,56 C</b> | <b>152,55 A<sup>z</sup></b> |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |                  | <b>Muhafaza Süresi: 18,994</b> |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                  |                 |                             |                 |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.41.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |                 |                                |                |                                         | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------------------|-----------------|
|                         | 0                     | 30              | 60                             | 90             | 120                                     |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 99,84                 | 62,49           | 73,98                          | 80,12          | 67,11                                   | <b>76,71</b>    |
| <b>1-MCP</b>            | 99,84                 | 67,09           | 100,94                         | 79,44          | 81,36                                   | <b>85,73</b>    |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 99,84                 | 79,07           | 77,17                          | 94,60          | 69,76                                   | <b>84,09</b>    |
| <b>MA</b>               | 99,84                 | 92,53           | 62,82                          | 89,66          | 49,67                                   | <b>78,90</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>99,84 A</b>        | <b>75,30 BC</b> | <b>78,73 BC</b>                | <b>85,95 B</b> | <b>66,97 C<sup>z</sup></b>              |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |                 | <b>Muhafaza Süresi: 12,862</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                 |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

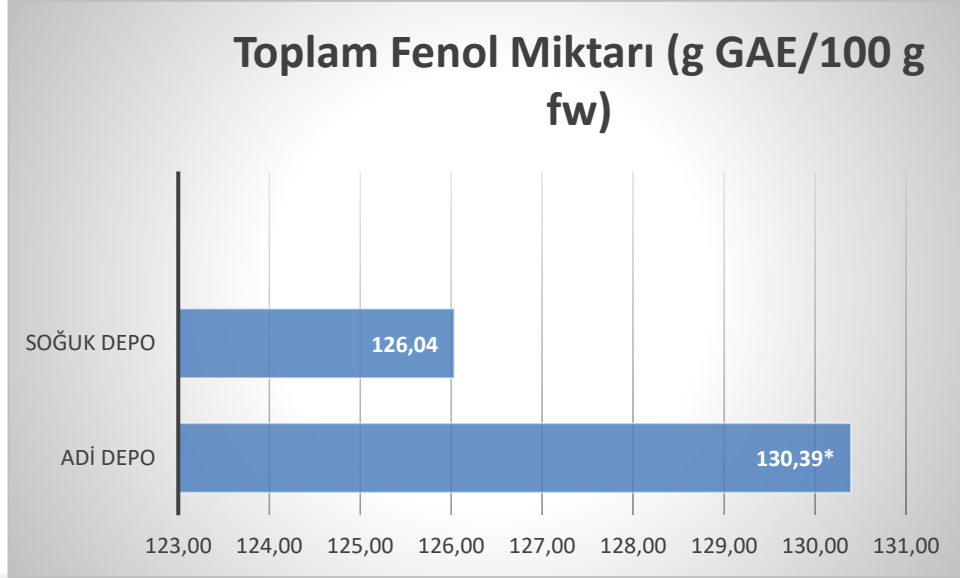
<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.42.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |                |                                |                 |                                         |                 |                 |                             | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
|                         | 0                     | 30             | 60                             | 90              | 120                                     | 150             | 180             | 210                         |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 99,84                 | 61,77          | 84,67                          | 86,63           | 65,23                                   | 88,79           | 64,70           | 98,64                       | <b>81,28</b>    |
| <b>1-MCP</b>            | 99,84                 | 60,84          | 76,60                          | 82,16           | 71,83                                   | 83,66           | 74,85           | 105,95                      | <b>81,97</b>    |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 99,84                 | 74,25          | 79,57                          | 80,13           | 84,54                                   | 89,02           | 75,17           | 74,88                       | <b>82,17</b>    |
| <b>MA</b>               | 99,84                 | 64,28          | 85,34                          | 83,02           | 66,44                                   | 63,41           | 66,30           | 96,93                       | <b>78,19</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>99,84 A</b>        | <b>65,29 D</b> | <b>81,55 BC</b>                | <b>82,99 BC</b> | <b>72,01 CD</b>                         | <b>81,22 BC</b> | <b>70,25 CD</b> | <b>94,10 AB<sup>z</sup></b> |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 13,374</b> |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                 |                 |                             |                 |

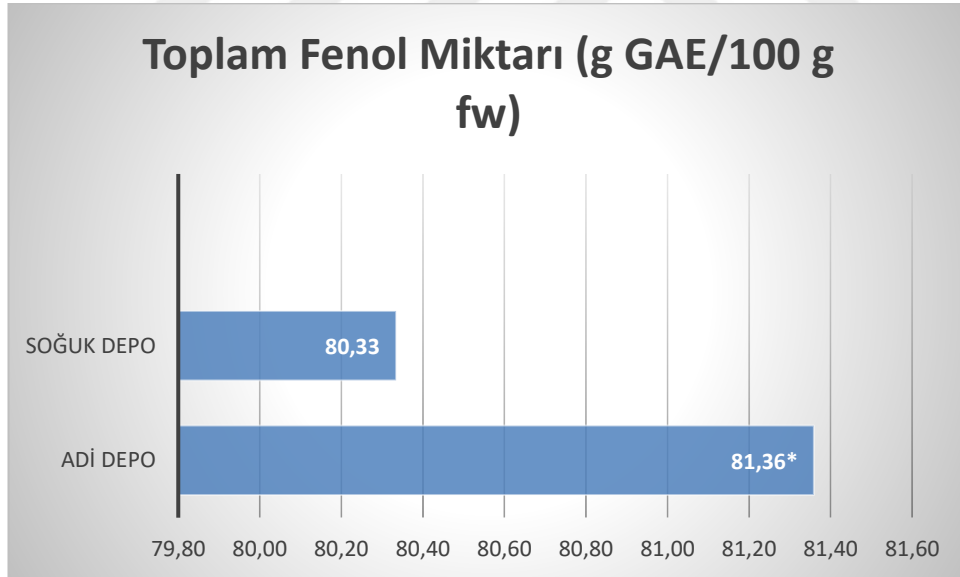
Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).



\*İstatistiksel olarak önemli değildir.

**Şekil 4.39** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw)



\*İstatistiksel olarak önemli değildir.

**Şekil 4.40** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw)

#### 4.1.14. Toplam flavonoid miktarı

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra kontrolsüz adi depo koşulları ve soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde muhafaza periyodu süresince saptanan toplam flavonoid miktarları Çizelge 4.43, 4.44, 4.45 ve 4.46’da verilmiştir. Bu çizelgelerdeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere elmaların toplam flavonoid miktarları muhafaza süresince önce artış daha sonraki süreçte ise azalış göstermiştir. Ancak elmalarda saptanan toplam flavonoid miktarı muhafaza sonunda dahi derim zamanındaki değerinin üzerinde bulunmuştur.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları üzerine etkileri her iki muhafaza koşulunda da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında ortalama en yüksek toplam flavonoid miktarı depolamanın 90. gününde (124,81 g CAE/100 g fw), en düşük değer (80,10 g CAE/100 g fw) ise depolamanın 30. gününde belirlenmiştir. Soğuk depo koşullarında ise ortalama en yüksek değer (103,50 g CAE/100 g fw) depolamanın 90. gününde, en düşük değer (64,67 g CAE/100 g fw) ise 30. günde saptanmıştır (Çizelge 4.43 ve 4.44).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları üzerine etkileri her iki muhafaza koşulunda da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında en yüksek toplam flavonoid miktarı 1-MCP uygulamasında (122,24 g CAE/100 g fw) saptanmıştır. Diğer uygulamalar arasında ise istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır. Soğuk depo koşullarında ise en yüksek toplam flavonoid miktarı 1-MCP+MA kombinasyonunda (98,96 g CAE/100 g fw) tespit edilmiştir (Çizelge 4.43 ve 4.44).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları üzerine etkileri her iki muhafaza koşulunda da istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.43 ve 4.44).

Farklı muhafaza koşullarının ‘Granny Smith’ elma çeşidinin flavonoid miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Soğukta muhafaza edilen elmaların toplam flavonoid miktarları 87,13 g CAE/100 g fw iken adi depo koşullarında muhafaza edilen elmaların toplam flavonoid miktarları ise 101,08 g CAE/100 g fw olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.41).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları üzerine etkileri her iki depolama koşulunda da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Adi depo koşullarında muhafaza süresince azalış ve artış gösteren toplam flavonoid miktarları depolamanın 120. günü sonunda (60,09 g CAE/100 g fw), derim zamanındaki (56,63 g CAE/100 g fw) değer ile aralarında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır. Soğukta muhafaza süresince artış ve azalış gösteren toplam flavonoid miktarı depolamanın 210. günü sonunda, derim zamanından daha yüksek değer (70,87 g CAE/100 g fw) almıştır (Çizelge 4.45 ve 4.46).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları üzerine etkileri soğuk depo koşullarında önemli ( $P \leq 0.05$ ), adi depo koşullarında ise önemsiz bulunmuştur. Soğuk depo koşullarında en yüksek toplam

flavonoid miktarı 1-MCP uygulamasında (67,00 g CAE/100 g fw), en düşük miktar ise 1-MCP+MA kombinasyonunda (53,93 g CAE/100 g fw) saptanmıştır (Çizelge 4.45 ve 4.46).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları üzerine etkisi her iki muhafaza koşulunda da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.45 ve 4.46).

Farklı muhafaza koşullarının ‘Starkrimson’ elma çeşidinin flavonoid miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.42).

Denememizde 1-MCP uygulamasının toplam flavonoid içeriği üzerine etkili olduğu saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada araştırmacılar, 1-MCP uygulanan elmalarda kontrole göre daha yüksek toplam flavonoid içeriği olduğunu bildirmişlerdir (MacLean vd., 2006). Başka bir çalışmada ise 1-MCP’nin meyve etinde toplam flavonoid üzerinde etkili olmadığı bildirilmiştir (Lu vd. 2012). Çalışmamız daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 4.43.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                               |                 |                                         |                  |                  | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                            | 90              | 120                                     | 150              | 180              |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 81,35                   | 98,82          | 89,16                         | 111,85          | 103,94                                  | 103,43           | 87,98            | <b>96,65 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 81,35                   | 83,48          | 135,15                        | 147,27          | 138,13                                  | 134,22           | 136,04           | <b>122,24 A</b>            |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 81,35                   | 93,68          | 95,97                         | 116,12          | 103,30                                  | 99,69            | 95,10            | <b>97,89 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 81,35                   | 44,44          | 91,97                         | 124,01          | 92,99                                   | 87,09            | 90,92            | <b>87,54 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>81,35 C</b>          | <b>80,10 C</b> | <b>103,07 B</b>               | <b>124,81 A</b> | <b>109,59 B</b>                         | <b>106,109 B</b> | <b>102,508 B</b> |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 10,991</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 14,54</b> |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                  |                  |                            |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.44.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                 |                                         |                 |                |                 | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                             | 90              | 120                                     | 150             | 180            | 210             |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 81,35                   | 51,97          | 76,01                          | 108,71          | 78,18                                   | 103,43          | 77,43          | 97,98           | <b>84,38 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 81,35                   | 49,20          | 84,35                          | 81,69           | 95,99                                   | 85,07           | 76,33          | 95,46           | <b>81,18 B</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 81,35                   | 83,14          | 107,40                         | 106,59          | 124,22                                  | 102,76          | 84,08          | 102,11          | <b>98,96 A</b>             |
| <b>MA</b>               | 81,35                   | 74,37          | 95,54                          | 117,00          | 87,33                                   | 89,22           | 74,17          | 100,89          | <b>89,99 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>81,35 CD</b>         | <b>64,67 E</b> | <b>90,83 BC</b>                | <b>103,50 A</b> | <b>96,43 AB</b>                         | <b>95,12 AB</b> | <b>78,00 D</b> | <b>99,11 AB</b> |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 8,8963</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 12,581</b> |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                 |                |                 |                            |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.45.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |                |                               |                |                                         | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-----------------------------------------|-----------------|
|                         | 0                     | 30             | 60                            | 90             | 120                                     |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 56,63                 | 35,75          | 56,50                         | 71,82          | 64,55                                   | <b>57,05</b>    |
| <b>1-MCP</b>            | 56,63                 | 56,15          | 67,83                         | 78,83          | 81,25                                   | <b>68,14</b>    |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 56,63                 | 39,72          | 59,95                         | 88,23          | 53,38                                   | <b>59,58</b>    |
| <b>MA</b>               | 56,63                 | 39,12          | 47,10                         | 81,94          | 57,18                                   | <b>56,39</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>56,63 B</b>        | <b>42,68 C</b> | <b>57,85 B</b>                | <b>80,21 A</b> | <b>64,09 B<sup>z</sup></b>              |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 11,91</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                 |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

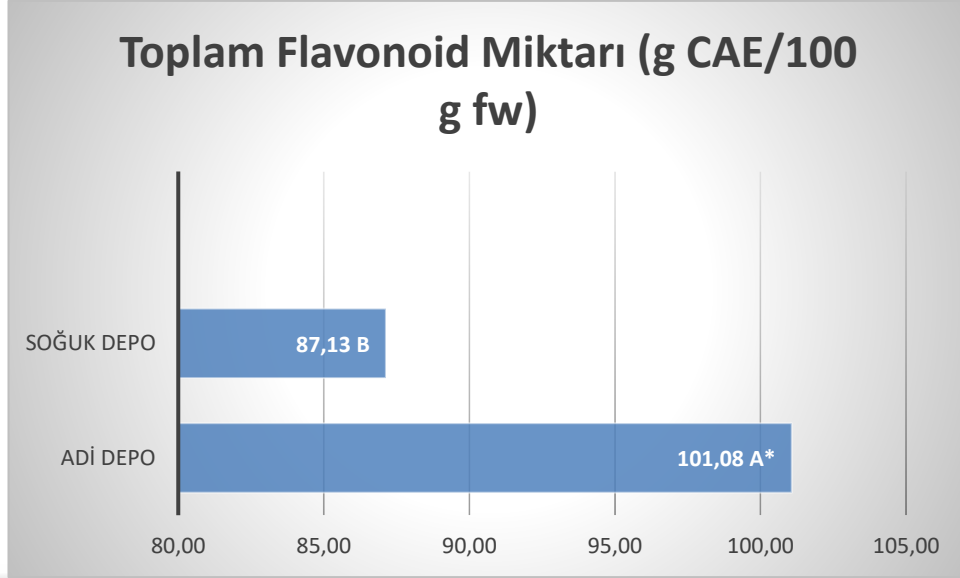
<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.46.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                               |                |                                         |                |                 |                | Ort. (Uygulama)             |
|-------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-----------------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------------------|
|                         | 0                       | 30             | 60                            | 90             | 120                                     | 150            | 180             | 210            |                             |
| <b>Kontrol</b>          | 56,63                   | 49,83          | 76,13                         | 90,39          | 27,42                                   | 76,50          | 55,12           | 84,71          | <b>64,59 AB<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 56,63                   | 53,18          | 68,33                         | 77,02          | 67,15                                   | 69,82          | 60,83           | 83,07          | <b>67,00 A</b>              |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 56,63                   | 30,46          | 62,47                         | 57,81          | 53,21                                   | 71,03          | 46,12           | 53,71          | <b>53,93 C</b>              |
| <b>MA</b>               | 56,63                   | 38,07          | 63,88                         | 79,53          | 42,30                                   | 66,87          | 50,27           | 61,99          | <b>57,44 BC</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>56,63 BC</b>         | <b>42,89 D</b> | <b>67,71 AB</b>               | <b>76,19 A</b> | <b>47,52 CD</b>                         | <b>71,06 A</b> | <b>53,09 CD</b> | <b>70,87 A</b> |                             |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 8,0542</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 11,39</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                |                 |                |                             |

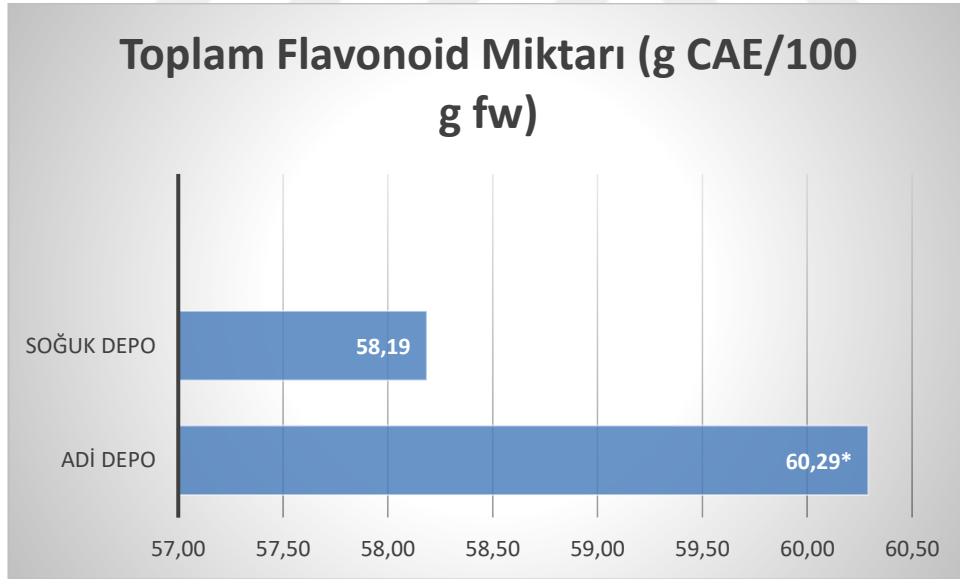
Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).



\*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Şekil 4.41.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinde 180 gün süren muhafaza süresince saptanan toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw)



\*İstatistiksel olarak önemli değildir.

**Şekil 4.42.** Farklı ortamlarda muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde 120 gün süren muhafaza süresince saptanan toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw)

#### 4.2. Farklı Muhafaza Süreleri ve Derim Sonrası Uygulamaların Manav Koşullarında Bekletilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ Elma Çeşitlerinin Kaliteleri Üzerine Etkileri

Soğukta muhafaza süresince her iki elma çeşidine ait meyvelerden 30’ar günlük aralıklarla alınan örneklerin yarısı  $20 \pm 2$  °C sıcaklıktaki bir odada 5 gün süreyle bekletilmiş ve elmaların raf ömürleri belirlenmiştir. Bu elmalarda da soğukta muhafaza sırasında yapılan fiziksel ve kimyasal analizler tekrarlanmıştır.

##### 4.2.1. Ağırlık kayıpları

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra soğuk depo koşullarında farklı sürelerde muhafaza edilen ve manav koşullarında 5 gün bekletilen elmaların ağırlık kayıplarında artışlar tespit edilmiştir. ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde manav koşullarında saptanan ağırlık kayıpları Çizelge 4.47 ve 4.48’de verilmiştir.

Manav koşullarında bekletme süresince farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Manav koşullarında muhafaza süresince ağırlık kayıplarının arttığı gözlenmiştir. Depolamanın 30+5. gününde elmalarda saptanan ağırlık kaybı miktarı %1,23 iken, bu değer 210+5 gün süren muhafaza sonunda %2,78’e yükselmiştir (Çizelge 4.47).

Farklı derim sonrası uygulamaların manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Manav koşullarında en düşük ağırlık kaybı 1-MCP+MA uygulamasında (%0,91), en yüksek ağırlık kaybı ise kontrol grubunda (%2,37) saptanmıştır (Çizelge 4.47).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. 210+5. gün süren muhafaza sonunda elmalarda saptanan ağırlık kayıplarında uygulamalara göre değişmekle birlikte artışlar görülmüştür. Manav koşullarında en yüksek ağırlık kaybı depolamanın depolamanın 210+5. gününde 1-MCP uygulamasında (%4,19), aynı süre sonunda en düşük ağırlık kaybı ise 1-MCP+MA uygulamasında (%1,50) saptanmıştır (Çizelge 4.47).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Manav koşullarında muhafaza süresince ağırlık kaybının arttığı tespit edilmiştir. Muhafazanın 30+5. gününde ortalama %1,44 olan ağırlık kaybı, muhafazanın 210+5 günü sonunda %3,04’e ulaşmıştır (Çizelge 4.48).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elmalarının ağırlık kayıpları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Çalışmamızda en düşük ortalama ağırlık kayıpları aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmayan MA (%1,57) ve 1-MCP+MA (%1,43) uygulamalarında, en yüksek ortalama ağırlık kaybı ise 1-MCP uygulamasında (%2,88) saptanmıştır (Çizelge 4.48).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafaza süresince ağırlık kayıpları uygulamalara göre değişmekle birlikte artış göstermiştir. Muhafazanın 210+5. gününde en yüksek ağırlık kayıpları aralarında istatistiksel farklılıklar bulunmayan kontrol (%4,03) ve 1-MCP grubu (%4,33) meyvelerinde, en düşük ağırlık kaybı ise 1-MCP+MA (%1,80) kombinasyonunda saptanmıştır (Çizelge 4.48).



**Çizelge 4.47.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |               |                                |               |                                           |               |                     | Ort. (Uygulama)           |
|-------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|-------------------------------------------|---------------|---------------------|---------------------------|
|                         | 30+5                    | 60+5          | 90+5                           | 120+5         | 150+5                                     | 180+5         | 210+5               |                           |
| <b>Kontrol</b>          | 1,38 ijk                | 1,61 hı       | 1,98 ef                        | 2,28 de       | 2,53 d                                    | 3,10 c        | 3,69 b <sup>y</sup> | <b>2,37 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 1,19 j-m                | 1,17 k-m      | 1,63 g-ı                       | 1,95 fg       | 2,50 d                                    | 2,91 c        | 4,19 a              | <b>2,22 B</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 1,07 k-n                | 0,96 l-o      | 0,71 o-q                       | 1,01 l-o      | 0,61 pq                                   | 0,55 q        | 1,50 h-j            | <b>0,91 D</b>             |
| <b>MA</b>               | 1,27 j-l                | 1,23 j-l      | 0,84 n-q                       | 0,89 m-p      | 1,22 j-l                                  | 1,25 j-l      | 1,75 f-h            | <b>1,20 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>1,23 E</b>           | <b>1,24 E</b> | <b>1,29 E</b>                  | <b>1,53 D</b> | <b>1,71 C</b>                             | <b>1,95 B</b> | <b>2,78 A</b>       |                           |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,1243</b> |               | <b>Muhafaza Süresi: 0,1644</b> |               | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,3287</b> |               |                     |                           |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.48.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |               |                                           |               |                     | Ort. (Uygulama)           |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|---------------|-------------------------------------------|---------------|---------------------|---------------------------|
|                         | 30+5                    | 60+5           | 90+5                           | 120+5         | 150+5                                     | 180+5         | 210+5               |                           |
| <b>Kontrol</b>          | 1,52 f-k                | 1,88 ef        | 2,39 d                         | 2,89 c        | 3,09 bc                                   | 3,36 b        | 4,03 a <sup>y</sup> | <b>2,74 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 1,47 ı-k                | 1,83 e-ı       | 2,06 de                        | 3,10 bc       | 3,24 bc                                   | 4,15 a        | 4,33 a              | <b>2,88 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 1,28 kl                 | 0,99 l         | 1,17 kl                        | 1,44 kj       | 1,47 ı-k                                  | 1,86 e-h      | 1,80 e-j            | <b>1,43 C</b>             |
| <b>MA</b>               | 1,49 g-k                | 1,48 h-k       | 1,16 kl                        | 1,87 e-g      | 1,26 kl                                   | 1,73 e-j      | 2,02 de             | <b>1,57 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>1,44 E</b>           | <b>1,54 DE</b> | <b>1,69 D</b>                  | <b>2,32 C</b> | <b>2,27 C</b>                             | <b>2,77 B</b> | <b>3,04 A</b>       |                           |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,1443</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,1909</b> |               | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,3817</b> |               |                     |                           |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.2.2. Titre edilebilir asit (TEA) miktarları

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra soğuk depo koşullarında farklı süreler muhafaza edilen ve manav koşullarında 5 gün bekletilen elmaların TEA miktarlarında azalışlar tespit edilmiştir. ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde manav koşullarında saptanan TEA miktarları Çizelge 4.49 ve 4.50’de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin TEA miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafaza süresince elmaların TEA miktarlarında azalmalar meydana gelmiştir. Nitekim, muhafazanın 30+5 gününde elmaların 1,004 g malik asit 100 mL<sup>-1</sup> olan ortalama TEA miktarı, muhafazanın 210+5. günü sonunda 0,747 g malik asit 100 mL<sup>-1</sup>’ye kadar azalmıştır (Çizelge 4.49).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin TEA miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. 210+5 gün süren çalışma süresince elmalarda saptanan ortalama en yüksek TEA miktarı 0,865 g malik asit 100 mL<sup>-1</sup> olarak 1-MCP+MA uygulamasında, en düşük TEA miktarları ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan kontrol (0,796 g malik asit 100 mL<sup>-1</sup>) grubu ile MA uygulamasında (0,790 g malik asit 100 mL<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir (Çizelge 4.49).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elmalarının TEA miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.49).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin TEA miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafaza süresince elmaların TEA miktarlarının azaldığı tespit edilmiştir. Nitekim, muhafazanın 30+5. gününde elmaların ortalama 0,281 g malik asit 100 mL<sup>-1</sup> olan TEA miktarı, muhafazanın 210+5. gününde 0,229 g malik asit 100 mL<sup>-1</sup>’ye düşmüştür (Çizelge 4.50).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elma çeşidinin TEA miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Çalışmada, en yüksek ortalama TEA miktarı kontrol (0,265 g malik asit 100 mL<sup>-1</sup>) grubunda, en düşük ortalama TEA miktarı ise MA uygulamasında (0,232 g malik asit 100 mL<sup>-1</sup>) saptanmıştır (Çizelge 4.50).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin TEA miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Elmalarının TEA miktarları muhafaza süresince azalmıştır. 210+5 gün süren muhafaza sonunda tüm uygulamalarda birbirlerine yakın TEA değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.50).

**Çizelge 4.49.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin TEA miktarları (g malik asit 100 mL<sup>-1</sup>) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                         |                |                | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------------------|----------------|----------------|----------------------------|
|                         | 30+5                    | 60+5           | 90+5                           | 120+5          | 150+5                                   | 180+5          | 210+5          |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 1,018                   | 0,956          | 0,808                          | 0,738          | 0,683                                   | 0,716          | 0,657          | <b>0,796 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 1,019                   | 0,827          | 0,878                          | 0,761          | 0,783                                   | 0,776          | 0,748          | <b>0,827 AB</b>            |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 1,016                   | 0,915          | 0,877                          | 0,811          | 0,736                                   | 0,835          | 0,868          | <b>0,865 A</b>             |
| <b>MA</b>               | 0,966                   | 0,813          | 0,783                          | 0,713          | 0,776                                   | 0,770          | 0,714          | <b>0,790 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>1,004 A</b>          | <b>0,878 B</b> | <b>0,836 B</b>                 | <b>0,756 C</b> | <b>0,744 C</b>                          | <b>0,774 C</b> | <b>0,747 C</b> |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,0422</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,0558</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                |                |                            |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.50.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin TEA miktarları (g malik asit 100 mL<sup>-1</sup>) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)  |                |                                |                |                                           |                |                        | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------|------------------------|----------------------------|
|                         | 30+5                   | 60+5           | 90+5                           | 120+5          | 150+5                                     | 180+5          | 210+5                  |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 0,287 a-c              | 0,267 a-f      | 0,277 a-e                      | 0,241 e-j      | 0,262 b-g                                 | 0,285 a-d      | 0,235 f-k <sup>y</sup> | <b>0,265 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 0,304 a                | 0,292 ab       | 0,265 b-g                      | 0,242 e-j      | 0,217 h-k                                 | 0,217 h-k      | 0,215 h-k              | <b>0,250 B</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 0,282 a-d              | 0,248 d-ı      | 0,255 b-g                      | 0,235 f-k      | 0,250 c-h                                 | 0,203 k        | 0,228 g-k              | <b>0,243 BC</b>            |
| <b>MA</b>               | 0,250 c-h              | 0,212 ı-k      | 0,232 f-k                      | 0,210 jk       | 0,250 c-h                                 | 0,233 f-k      | 0,237 f-k              | <b>0,232 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>0,281 A</b>         | <b>0,254 B</b> | <b>0,257 B</b>                 | <b>0,232 C</b> | <b>0,245 BC</b>                           | <b>0,234 C</b> | <b>0,229 C</b>         |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,014</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,0185</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,0371</b> |                |                        |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen etkileşimler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.2.3. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarları

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra soğuk depo koşullarında farklı süreler muhafaza edilen ve manav koşullarında 5 gün bekletilen elmaların SÇKM miktarlarında düşük miktarlarda da olsa azalışlar tespit edilmiştir. ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde manav koşullarında saptanan SÇKM miktarları Çizelge 4.51 ve 4.52’de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin SÇKM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Manav koşullarında muhafaza süresince elmaların SÇKM miktarları az da olsa azalmış ancak muhafaza sonunda derim zamanındaki seviyelerine yakın olmuştur (Çizelge 4.51).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin SÇKM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.51).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin SÇKM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.51).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin SÇKM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Manav koşullarında muhafaza süresinin sonunda elmaların SÇKM miktarları derim zamanındaki değerlerinin altında kalmıştır (Çizelge 4.52).

Farklı derim sonrası uygulamalarının ‘Starkrimson’ elma çeşidinin SÇKM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Çalışma süresince ortalama en yüksek SÇKM miktarı aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmayan kontrol grubu (%14,10) ile 1-MCP uygulamasında (%14,06), en düşük SÇKM miktarı ise MA uygulamasında (%13,38) saptanmıştır (Çizelge 4.52).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin SÇKM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.52).

**Çizelge 4.51.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin SÇKM miktarları (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |                |                                |                |                 |                                         |                             | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
|                         | 30+5                  | 60+5           | 90+5                           | 120+5          | 150+5           | 180+5                                   | 210+5                       |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 14,05                 | 13,80          | 13,30                          | 13,35          | 13,10           | 12,95                                   | 13,35                       | <b>13,41</b>    |
| <b>1-MCP</b>            | 13,40                 | 13,55          | 13,40                          | 13,35          | 13,65           | 13,45                                   | 13,60                       | <b>13,49</b>    |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 13,50                 | 13,70          | 13,35                          | 13,30          | 13,20           | 13,00                                   | 13,55                       | <b>13,37</b>    |
| <b>MA</b>               | 13,40                 | 14,20          | 13,30                          | 13,20          | 12,95           | 12,75                                   | 13,20                       | <b>13,29</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>13,59 AB</b>       | <b>13,81 A</b> | <b>13,34 BC</b>                | <b>13,30 C</b> | <b>13,23 CD</b> | <b>13,04 D</b>                          | <b>13,43 BC<sup>z</sup></b> |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 0,2524</b> |                |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                             |                 |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.52.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin SÇKM miktarları (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                 |                                |                  |                 |                                         |                | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|------------------|-----------------|-----------------------------------------|----------------|----------------------------|
|                         | 30+5                    | 60+5            | 90+5                           | 120+5            | 150+5           | 180+5                                   | 210+5          |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 14,55                   | 14,60           | 14,40                          | 14,40            | 13,85           | 13,80                                   | 13,10          | <b>14,10 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 14,35                   | 14,00           | 13,80                          | 13,95            | 14,40           | 14,15                                   | 13,80          | <b>14,06 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 14,00                   | 14,10           | 13,95                          | 13,65            | 13,85           | 13,50                                   | 12,80          | <b>13,69 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 14,00                   | 13,40           | 13,40                          | 13,45            | 12,85           | 12,95                                   | 13,60          | <b>13,38 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>14,23 A</b>          | <b>14,03 AB</b> | <b>13,89 A-C</b>               | <b>13,86 A-C</b> | <b>13,74 BC</b> | <b>13,60 CD</b>                         | <b>13,33 D</b> |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,3011</b> |                 | <b>Muhafaza Süresi: 0,3983</b> |                  |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                |                            |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.2.4. Meyve eti sertliği (MES)

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra soğuk depo koşullarında farklı süreler muhafaza edilen ve manav koşullarında 5 gün bekletilen elmaların MES değerlerinde azalışlar tespit edilmiştir. ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde manav koşullarında saptanan MES değerleri Çizelge 4.53 ve 4.54’de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin MES değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Manav koşullarında meyvelerde bu değerlerin muhafaza süresince azaldığı tespit edilmiştir. Nitekim, muhafazanın 30+5. gününde elmaların 88,75 N olan ortalama MES değeri, muhafazanın 210+5.günü sonunda 71,29 N’a kadar inmiştir (Çizelge 4.53).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin MES değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. 210+5 gün süren muhafaza süresince en yüksek ortalama MES değerleri aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmayan 1-MCP+MA (89,29 N) ve 1-MCP uygulamalarında (87,68 N), en düşük ortalama sertlik değeri ise 72.30 N ile kontrol grubunda ölçülmüştür (Çizelge 4.53).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin MES değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Çalışma sonunda en yüksek sertlik değeri 86,12 N ile 1-MCP+MA kombinasyonunda, en düşük MES değeri ise MA uygulamasında (56,34 N) belirlenmiştir (Çizelge 4.53).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin MES değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Elmaların MES değerleri muhafaza süresince azalmıştır. Nitekim muhafazanın 30+5. gününde elmaların 64,99 N olan MES değerleri, 210+5 gün süren muhafaza sonunda 43,24 N sertlik değerine inmiştir (Çizelge 4.36).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elma çeşidinin MES değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek ortalama MES değeri 1-MCP uygulamasında (55,14 N), en düşük değer ise MA uygulamasında (46,77 N) saptanmıştır (Çizelge 4.54).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin MES değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafazanın 210+5 günü sonunda en yüksek MES değeri 45,78 N ile 1-MCP uygulamasında belirlenmiştir. Diğer uygulamalar arasında MES değerleri bakımından istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.54).

**Çizelge 4.53.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin MES değerleri (N) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                           |                |                       | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|
|                         | 30+5                    | 60+5           | 90+5                           | 120+5          | 150+5                                     | 180+5          | 210+5                 |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 90,89 ab                | 83,92 cd       | 71,58 ef                       | 69,39 fg       | 67,95 f-h                                 | 63,14 hı       | 59,28 ij <sup>y</sup> | <b>72,30 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 87,00 b-d               | 89,78 ab       | 90,00 ab                       | 92,86 a        | 86,75 b-d                                 | 83,97 cd       | 83,42 d               | <b>87,68 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 88,89 a-c               | 88,92 a-c      | 91,17 ab                       | 91,17 ab       | 89,67 ab                                  | 89,12 a-c      | 86,12 b-d             | <b>89,29 A</b>             |
| <b>MA</b>               | 88,23 a-d               | 83,53 d        | 76,14 e                        | 71,64 ef       | 69,58 f                                   | 64,20 g-ı      | 56,34 j               | <b>72,81 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>88,75 A</b>          | <b>86,53 A</b> | <b>82,22 B</b>                 | <b>81,26 B</b> | <b>78,49 C</b>                            | <b>75,10 D</b> | <b>71,29 E</b>        |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 1,9853</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 2,2663</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 5,2526</b> |                |                       |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.54.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin MES değerleri (N) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                           |                |                        | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------|------------------------|----------------------------|
|                         | 30+5                    | 60+5           | 90+5                           | 120+5          | 150+5                                     | 180+5          | 210+5                  |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 63,31 bc                | 52,75 fg       | 53,84 e-g                      | 51,28 f-h      | 51,39 f-h                                 | 45,78 ı-k      | 42,59 j-l <sup>y</sup> | <b>51,56 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 67,53 ab                | 66,59 ab       | 60,97 c                        | 52,64 fg       | 51,64 f-h                                 | 40,86 kl       | 45,78 ı-k              | <b>55,14 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 70,50 a                 | 59,70 cd       | 54,70 d-f                      | 48,92 g-ı      | 46,70 h-j                                 | 41,21 kl       | 41,81 j-l              | <b>51,93 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 58,64 c-e               | 49,48 f-ı      | 48,64 g-ı                      | 43,31 j-l      | 44,63 ı-l                                 | 39,89 l        | 42,81 j-l              | <b>46,77 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>64,99 A</b>          | <b>57,13 B</b> | <b>54,54 B</b>                 | <b>49,03 C</b> | <b>48,59 C</b>                            | <b>41,93 D</b> | <b>43,24 D</b>         |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 1,9789</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 2,6178</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 5,2356</b> |                |                        |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.2.5. Parlaklık ( $L^*$ ) değerleri

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra soğuk depo koşullarında farklı süreler muhafaza edilen ve manav koşullarında 5 gün bekletilen elmaların  $L^*$  değerlerinde azalışlar tespit edilmiştir. ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde manav koşullarında saptanan meyve kabuk renginin  $L^*$  değerleri Çizelge 4.55 ve 4.56’da verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.55).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Çalışma süresince en yüksek ortalama parlaklık değerleri aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 1-MCP (67,35) ve 1-MCP+MA uygulamalarında (66,87), en düşük  $L^*$  değeri ise MA uygulamasında (63,23) saptanmıştır (Çizelge 4.55).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $L^*$  değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Elmaların  $L^*$  değerleri muhafaza süresince tutarlı bir seyir izlememiştir (Çizelge 4.55).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Nitekim, elmaların 30+5 gününde 39,07 olan  $L^*$  değeri, muhafazanın 210+5 günü sonunda azalarak 36,58 değerine ulaşmıştır (Çizelge 4.56).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Çalışmada en yüksek ortalama  $L^*$  değeri 1-MCP uygulamasında (40,28), en düşük  $L^*$  değeri ise MA uygulamasında (36,74) saptanmıştır (Çizelge 4.56).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. 210+5 gün süren muhafaza sonunda elmaların  $L^*$  değerleri arasında büyük farklılıklar bulunmamıştır (Çizelge 4.56).

**Çizelge 4.55.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |              |                              |              |                                           |              |                        | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|--------------|------------------------------|--------------|-------------------------------------------|--------------|------------------------|----------------------------|
|                         | 30+5                    | 60+5         | 90+5                         | 120+5        | 150+5                                     | 180+5        | 210+5                  |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 67,40 a-d               | 65,94 b-f    | 64,50 d-g                    | 65,62 b-f    | 61,97 gh                                  | 63,69 e-h    | 65,55 b-g <sup>y</sup> | <b>64,95 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 63,42 e-h               | 66,61 b-e    | 65,65 b-f                    | 68,08 a-d    | 68,19 a-c                                 | 68,83 ab     | 70,66 a                | <b>67,35 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 65,75 b-f               | 66,04 b-f    | 64,95 c-g                    | 67,56 a-d    | 66,39 b-f                                 | 69,05 ab     | 68,34 a-c              | <b>66,87 A</b>             |
| <b>MA</b>               | 64,93 c-g               | 65,71 b-f    | 65,60 b-f                    | 62,83 f-h    | 60,10 h                                   | 60,33 h      | 63,09 e-h              | <b>63,23 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>65,37</b>            | <b>66,07</b> | <b>65,17</b>                 | <b>66,02</b> | <b>64,16</b>                              | <b>65,47</b> | <b>66,91</b>           |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 1,3619</b> |              | <b>Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |              | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 3,6033</b> |              |                        |                            |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.56.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $L^*$  değerleri üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                 |                                |                 |                                           |                |                       | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|-------------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|
|                         | 30+5                    | 60+5            | 90+5                           | 120+5           | 150+5                                     | 180+5          | 210+5                 |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 38,77 e-j               | 42,23 bc        | 37,68 f-k                      | 39,75 c-h       | 38,57 e-j                                 | 39,61 c-ı      | 36,73 jk <sup>y</sup> | <b>39,05 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 41,18 c-e               | 41,54 cd        | 46,42 a                        | 40,04 c-f       | 37,89 f-k                                 | 39,54 d-ı      | 35,39 k               | <b>40,28 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 39,79 c-g               | 37,90 f-k       | 44,82 ab                       | 37,42 f-k       | 35,50 k                                   | 36,95 ı-k      | 37,09 h-k             | <b>38,49 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 36,55 jk                | 37,39 f-k       | 35,43 k                        | 37,96 f-k       | 35,74 k                                   | 37,03 ı-k      | 37,13 g-k             | <b>36,74 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>39,07 BC</b>         | <b>39,76 AB</b> | <b>41,09 A</b>                 | <b>38,79 BC</b> | <b>36,92 D</b>                            | <b>38,28 C</b> | <b>36,58 D</b>        |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 1,0162</b> |                 | <b>Muhafaza Süresi: 1,3443</b> |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 2,6886</b> |                |                       |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.2.6. Kroma (C\*) değerleri

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra soğuk depo koşullarında farklı sürelerde muhafaza edilen ve manav koşullarında 5 gün bekletilen elmaların C\* değerlerinde sabit bir seyir gözlenmemiş ve uygulamalara bağlı olarak artışlar ve azalışlar tespit edilmiştir. ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde manav koşullarında saptanan meyve kabuk renginin C\* değerleri Çizelge 4.57 ve 4.58’de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.57).

Farklı derim sonrası uygulamalarının ‘Granny Smith’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Çalışmada ortalama en yüksek C\* değerleri aralarında istatistiksel bir farklılık bulunmayan 1-MCP (47,06) ve 1-MCP+MA uygulamalarında (46,44), en düşük C\* değeri ise MA uygulamasında (42,80) tespit edilmiştir (Çizelge 4.57).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. 210+5 gün süren muhafaza sonunda en yüksek C\* değeri 1-MCP uygulamasında (50,08), aynı süre sonunda en düşük C\* değeri ise MA uygulamasında (42,03) saptanmıştır (Çizelge 4.57).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Nitekim muhafazanın 30+5. gününde elmaların 30,52 olan C\* değerleri, 210+5 gün süren muhafaza sonunda 33,49 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.58).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.58).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.58).

**Çizelge 4.57.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |              |                              |              |                                          |              |                        | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|--------------|------------------------------|--------------|------------------------------------------|--------------|------------------------|----------------------------|
|                         | 30+5                    | 60+5         | 90+5                         | 120+5        | 150+5                                    | 180+5        | 210+5                  |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 45,76 b-g               | 46,44 b-f    | 45,26 b-g                    | 44,00 e-ı    | 42,83 g-j                                | 43,85 f-ı    | 45,37 b-g <sup>y</sup> | <b>44,78 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 44,98 c-h               | 45,29 b-g    | 46,42 b-f                    | 47,31 a-d    | 47,12 a-e                                | 48,25 ab     | 50,08 a                | <b>47,06 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 44,75 c-ı               | 45,39 b-g    | 44,82 c-ı                    | 46,53 b-f    | 47,43 a-d                                | 47,88 a-c    | 48,30 ab               | <b>46,44 A</b>             |
| <b>MA</b>               | 44,56 d-ı               | 45,33 b-g    | 45,44 b-g                    | 41,74 ıj     | 39,99 j                                  | 40,55 j      | 42,03 h-j              | <b>42,80 C</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>45,01</b>            | <b>45,61</b> | <b>45,48</b>                 | <b>44,89</b> | <b>44,34</b>                             | <b>45,13</b> | <b>46,44</b>           |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 1,2201</b> |              | <b>Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |              | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 3,228</b> |              |                        |                            |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.58.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin C\* değerleri üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |                |                                |                 |                                         |                |                             | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------|
|                         | 30+5                  | 60+5           | 90+5                           | 120+5           | 150+5                                   | 180+5          | 210+5                       |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 30,57                 | 31,56          | 31,11                          | 31,78           | 33,19                                   | 33,29          | 33,03                       | <b>32,07</b>    |
| <b>1-MCP</b>            | 30,29                 | 30,82          | 33,63                          | 33,87           | 32,19                                   | 34,15          | 33,48                       | <b>32,63</b>    |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 30,82                 | 31,69          | 32,61                          | 34,57           | 33,49                                   | 35,08          | 33,49                       | <b>33,10</b>    |
| <b>MA</b>               | 30,40                 | 32,67          | 32,90                          | 32,98           | 32,10                                   | 33,03          | 33,98                       | <b>32,58</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>30,52 D</b>        | <b>31,68 C</b> | <b>32,56 C</b>                 | <b>33,30 AB</b> | <b>32,74 B</b>                          | <b>33,89 A</b> | <b>33,49 AB<sup>z</sup></b> |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 1,0182</b> |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                |                             |                 |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.2.7. Hue açısı ( $h^\circ$ ) değerleri

Farklı derim sonrası uygulamaları yapıldıktan sonra soğuk depo koşullarında farklı sürelerde muhafaza edilen ve manav koşullarında 5 gün bekletilen elmaların  $h^\circ$  değerleri muhafaza süresince azalmıştır. ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde manav koşullarında saptanan meyve kabuk renginin  $h^\circ$  değerleri Çizelge 4.59 ve 4.60’da verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Manav koşullarında muhafaza süresince elmaların  $h^\circ$  değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Nitekim muhafazanın 30+5 gününde elmaların  $112,80^\circ$  olan  $h^\circ$  değerleri, muhafazanın 210+5 günü sonunda  $100,10^\circ$  değerine inmiştir (Çizelge 4.59).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Çalışma süresince en yüksek ortalama  $h^\circ$  değerleri aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmayan 1-MCP+MA ( $109,40^\circ$ ) ve 1-MCP uygulamalarında ( $108,45^\circ$ ), en düşük değerler ise yine aralarında farklılık bulunmayan kontrol ( $104,75^\circ$ ) grubu ile MA uygulamasından ( $103,96^\circ$ ) alınmıştır (Çizelge 4.59).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.59).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Manav koşullarında muhafaza süresince hue açılarının önce azaldığı daha sonra ise başlangıç değerine benzer değerler aldığı tespit edilmiştir. (Çizelge 4.60).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimon’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Çalışma süresince en yüksek ortalama  $h^\circ$  değeri kontrol grubunda ( $28,41^\circ$ ) tespit edilmiştir. Diğer uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.60).

Farklı derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.60).

**Çizelge 4.59.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $h^o$  değerleri ( $^{\circ}$ ) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                  |                               |                 |                                         |                 |                 | Ort. (Uygulama)             |
|-------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|
|                         | 30+5                    | 60+5             | 90+5                          | 120+5           | 150+5                                   | 180+5           | 210+5           |                             |
| <b>Kontrol</b>          | 111,45                  | 110,96           | 108,19                        | 104,36          | 102,50                                  | 98,88           | 96,94           | <b>104,75 B<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 113,29                  | 110,98           | 110,15                        | 108,60          | 107,66                                  | 106,23          | 102,22          | <b>108,45 A</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 113,24                  | 112,04           | 110,61                        | 110,39          | 109,60                                  | 105,47          | 104,47          | <b>109,40 A</b>             |
| <b>MA</b>               | 113,23                  | 111,56           | 108,58                        | 101,51          | 99,18                                   | 96,93           | 96,76           | <b>103,96 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>112,80 A</b>         | <b>111,38 AB</b> | <b>109,38 B</b>               | <b>106,21 C</b> | <b>104,74 C</b>                         | <b>101,87 D</b> | <b>100,10 D</b> |                             |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 1,8807</b> |                  | <b>Muhafaza Süresi: 2,488</b> |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                 |                 |                             |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.60.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin  $h^o$  değerleri ( $^{\circ}$ ) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |                |                                |                |                                         |                |                 | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------------------|----------------|-----------------|----------------------------|
|                         | 30+5                    | 60+5           | 90+5                           | 120+5          | 150+5                                   | 180+5          | 210+5           |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 28,83                   | 31,42          | 25,90                          | 27,64          | 26,65                                   | 30,31          | 28,10           | <b>28,41 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 27,96                   | 29,41          | 25,91                          | 26,66          | 25,19                                   | 27,57          | 24,30           | <b>26,71 B</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 26,38                   | 26,17          | 25,01                          | 26,72          | 26,66                                   | 27,38          | 27,59           | <b>26,56 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 24,77                   | 26,31          | 25,45                          | 25,15          | 29,63                                   | 28,60          | 27,97           | <b>26,84 B</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>26,98 AB</b>         | <b>28,33 A</b> | <b>25,57 B</b>                 | <b>26,54 B</b> | <b>27,03 AB</b>                         | <b>28,46 A</b> | <b>26,99 AB</b> |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 1,3231</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 1,7503</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                |                 |                            |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.2.8. Mantarsal nedenlerle bozulmuş meyve miktarı

Değişik süreler soğukta muhafaza edilen ve 5 gün manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde raf ömrü süresince mantarsal nedenli bir bozulma tespit edilmemiştir.

#### 4.2.9. Fizyolojik nedenlerle bozulmuş meyve miktarı

Değişik süreler soğukta muhafaza edilen ve 5 gün manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde raf ömrü süresince sadece ‘Granny Smith’ elmalarında yüzeysel kabuk yanıklığı ortaya çıkmıştır. Bunun dışında her iki elma çeşidinde de fizyolojik nedenli bir bozulma ortaya çıkmamıştır.

##### 4.2.9.1. Yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı ve şiddeti

‘Granny Smith’ elma çeşidinde manav koşullarında saptanan yüzeysel kabuk yanıklığı miktarları Çizelge 4.61’de ve yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti Çizelge 4.62’de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. İlk defa muhafazanın 120+5. gününde (%47,92) ortaya çıkan yüzelsel kabuk yanıklığı muhafazanın 210+5. gününde artış göstermiş ve %89,58’e yükselmiştir (Çizelge 4.61).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. En yüksek ortalama yüzeysel kabuk yanıklığı miktarları istatistiksel olarak aralarında farklılık bulunmayan kontrol grubu (%57,17) ile MA’de muhafaza uygulamasında (%55,95), en düşük yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı ise 1-MCP uygulamasında (%16,67) saptanmıştır (Çizelge 4.61).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafazanın 210+5. gününde en düşük yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı ise 1-MCP uygulamasında (%75) belirlenmiştir. Aynı süre sonunda kontrol ve MA uygulamalarında bu değer %100’e ulaşmıştır (Çizelge 4.61).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafazanın 120+5. gününden (1,35) itibaren artış gösteren yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti muhafazanın 210+5. gününde en yüksek değere (2,67) ulaşmıştır (Çizelge 4.62).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. En yüksek şiddet değerleri aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmayan kontrol grubu (1,80) ile MA’de muhafaza uygulamasında (1,88) saptanmıştır. En düşük şiddet değerleri ise yine aralarında istatistiksel olarak farklılık

bulunmayan 1-MCP (0,32) ve 1-MCP+MA (0,44) uygulamalarında saptanmıştır (Çizelge 4.62).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafazanın 210+5. gününde en yüksek yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti MA’de muhafaza uygulamasında (3,75), en düşük değer ise 1-MCP uygulamasında (1,33) tespit edilmiştir (Çizelge 4.62).



**Çizelge 4.61.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı (%) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |               |                                |                |                                          |                |                       | Ort. (Uygulama)            |
|-------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------------|----------------|------------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|
|                         | 30+5                    | 60+5          | 90+5                           | 120+5          | 150+5                                    | 180+5          | 210+5                 |                            |
| <b>Kontrol</b>          | 0,00 f                  | 0,00 f        | 0,00 f                         | 100,00 a       | 100,00 a                                 | 100,00 a       | 100,00 a <sup>y</sup> | <b>57,14 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 0,00 f                  | 0,00 f        | 0,00 f                         | 0,00 f         | 0,00 f                                   | 41,67 e        | 75,00 cd              | <b>16,67 C</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 0,00 f                  | 0,00 f        | 0,00 f                         | 0,00 f         | 0,00 f                                   | 66,67 d        | 83,33 bc              | <b>21,43 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 0,00 f                  | 0,00 f        | 0,00 f                         | 91,67 ab       | 100,00 a                                 | 100,00 a       | 100,00 a              | <b>55,95 A</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>0,00 D</b>           | <b>0,00 D</b> | <b>0,00 D</b>                  | <b>47,92 C</b> | <b>50,00 C</b>                           | <b>77,08 B</b> | <b>89,58 A</b>        |                            |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 4,5619</b> |               | <b>Muhafaza Süresi: 6,0348</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 12,07</b> |                |                       |                            |

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.62.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı şiddeti (0-4)\* üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün)   |               |                                |               |                                           |               |                      | Ort. (Uygulama)           |
|-------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|-------------------------------------------|---------------|----------------------|---------------------------|
|                         | 30+5                    | 60+5          | 90+5                           | 120+5         | 150+5                                     | 180+5         | 210+5                |                           |
| <b>Kontrol</b>          | 0,00 f                  | 0,00 f        | 0,00 f                         | 2,67 c        | 3,08 bc                                   | 3,42 ab       | 3,42 ab <sup>y</sup> | <b>1,80 A<sup>z</sup></b> |
| <b>1-MCP</b>            | 0,00 f                  | 0,00 f        | 0,00 f                         | 0,00 f        | 0,00 f                                    | 0,92 e        | 1,33 e               | <b>0,32 B</b>             |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 0,00 f                  | 0,00 f        | 0,00 f                         | 0,00 f        | 0,00 f                                    | 0,92 e        | 2,17 d               | <b>0,44 B</b>             |
| <b>MA</b>               | 0,00 f                  | 0,00 f        | 0,00 f                         | 2,75 c        | 3,33 ab                                   | 3,33 ab       | 3,75 a               | <b>1,88 A</b>             |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>0,00 E</b>           | <b>0,00 E</b> | <b>0,00 E</b>                  | <b>1,35 D</b> | <b>1,60 C</b>                             | <b>2,15 B</b> | <b>2,67 A</b>        |                           |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: 0,1781</b> |               | <b>Muhafaza Süresi: 0,2357</b> |               | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 0,4713</b> |               |                      |                           |

\*0= zararlanma yok, 1= %1-10 zararlanma, 2= %11-33 zararlanma, 3= %34-66 zararlanma, 4= %67-100 zararlanma

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.2.10. Toplam antioksidan aktivitesi

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra soğuk depo koşullarında farklı süreler muhafaza edilen ve manav koşullarında 5 gün bekletilen elmaların toplam antioksidan aktivitesi muhafaza süresince azalmıştır. ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde manav koşullarında saptanan toplam antioksidan aktiviteleri Çizelge 4.63 ve 4.64’de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Elmaların toplam antioksidan aktivitesi depolamanın 30+5. gününden itibaren azalarak muhafaza süresinin sonuna kadar sabit bir seyir izlemiş ve muhafazanın 210+5. gününde 41,99  $\mu\text{L}$  ile en düşük ortalama değeri almıştır (Çizelge 4.63).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.63).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.63).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafaza süresince derimden itibaren azalmaya başlayan toplam antioksidan aktivitesi daha sonra artıp, azalarak depolamanın 210+5. gününde 39,56  $\mu\text{L}$  ile en düşük ortalama değeri almıştır (Çizelge 4.64).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.64).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Depolamanın 30+5. gününde en yüksek toplam antioksidan aktivitesi kontrol grubunda (68,14  $\mu\text{L}$ ) saptanırken, muhafazanın 210+5. gününde uygulamalar arasında farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.64).

**Çizelge 4.63.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi ( $\mu\text{L}$ ) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |                |                               |                 |                 |                                         |                            | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------------|----------------------------|-----------------|
|                         | 30+5                  | 60+5           | 90+5                          | 120+5           | 150+5           | 180+5                                   | 210+5                      |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 72,49                 | 44,58          | 49,28                         | 50,01           | 50,65           | 42,49                                   | 46,07                      | <b>50,80</b>    |
| <b>1-MCP</b>            | 71,77                 | 43,64          | 44,96                         | 42,27           | 44,45           | 49,95                                   | 37,72                      | <b>47,82</b>    |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 62,63                 | 38,10          | 47,80                         | 54,63           | 44,47           | 51,15                                   | 38,64                      | <b>48,20</b>    |
| <b>MA</b>               | 60,54                 | 47,10          | 47,08                         | 43,56           | 43,48           | 66,63                                   | 45,51                      | <b>51,40</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>66,86 A</b>        | <b>43,36 C</b> | <b>47,28 BC</b>               | <b>47,62 BC</b> | <b>45,76 BC</b> | <b>52,56 B</b>                          | <b>41,99 C<sup>z</sup></b> |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 6,978</b> |                 |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                            |                 |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.64.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam antioksidan aktivitesi ( $\mu\text{L}$ ) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |                 |                                |                  |                 |                                           |                            | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------------|------------------|-----------------|-------------------------------------------|----------------------------|-----------------|
|                         | 30+5                  | 60+5            | 90+5                           | 120+5            | 150+5           | 180+5                                     | 210+5                      |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 68,14 a               | 43,14 d-h       | 45,59 c-h                      | 54,09 b-e        | 48,78 b-f       | 45,75 c-h                                 | 34,47 h <sup>y</sup>       | <b>48,57</b>    |
| <b>1-MCP</b>            | 36,58 gh              | 47,85 b-g       | 48,99 b-f                      | 46,84 b-g        | 46,47 b-g       | 55,87 bc                                  | 36,19 gh                   | <b>45,54</b>    |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 53,21 b-e             | 36,85 gh        | 45,44 c-h                      | 47,18 b-g        | 49,92 b-f       | 52,94 b-f                                 | 45,16 c-h                  | <b>47,24</b>    |
| <b>MA</b>               | 54,84 b-d             | 41,24 f-h       | 42,31 e-h                      | 43,89 d-h        | 51,43 b-f       | 58,25 ab                                  | 42,42 e-h                  | <b>48,66</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>53,19 A</b>        | <b>42,27 CD</b> | <b>45,58 BC</b>                | <b>48,00 A-C</b> | <b>49,15 AB</b> | <b>53,20 A</b>                            | <b>39,56 D<sup>z</sup></b> |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |                 | <b>Muhafaza Süresi: 5,9558</b> |                  |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 11,912</b> |                            |                 |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.2.11. Toplam fenol miktarı

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra soğuk depo koşullarında farklı süreler muhafaza edilen ve manav koşullarında 5 gün bekletilen elmaların toplam toplam fenol miktarları muhafaza süresince artmıştır. ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde manav koşullarında saptanan toplam fenol miktarları Çizelge 4.65 ve 4.66’da verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam toplam fenol miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Depolamanın 30+5. gününden itibaren artış gösteren toplam fenol miktarı muhafazanın 210+5. gününde 141,90 g GAE/100 g fw ile en yüksek değere ulaşmıştır (Çizelge 4.65).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.65).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafaza süresince en düşük değerler depolamanın 30+5. gününde aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan tüm uygulama gruplarında saptanmıştır. En yüksek değer ise muhafazanın 210+5. gününde kontrol grubunda (156,93 g GAE/100 g fw) belirlenmiştir (Çizelge 4.65).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafazanın 30+5. gününden itibaren artan toplam fenol miktarları, depolamanın 210+5. gününde 123,66 g GAE/100 g fw ile en yüksek ortalama değeri almıştır (Çizelge 4.66).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.66).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.66).

**Çizelge 4.65.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |                 |                                |                 |                 |                                           |                             | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
|                         | 30+5                  | 60+5            | 90+5                           | 120+5           | 150+5           | 180+5                                     | 210+5                       |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 62,91 jk              | 144,60 a-c      | 89,64 g-k                      | 144,45 a-c      | 108,12 c-ı      | 111,01 b-h                                | 156,93 a <sup>y</sup>       | <b>116,81</b>   |
| <b>1-MCP</b>            | 54,76 k               | 119,64 a-g      | 141,48 a-d                     | 85,89 g-k       | 98,19 f-j       | 111,03 b-h                                | 136,00 a-e                  | <b>106,71</b>   |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 64,72 jk              | 121,10 a-g      | 145,11 a-c                     | 73,92 h-k       | 92,41 f-j       | 106,44 d-ı                                | 146,16 ab                   | <b>107,12</b>   |
| <b>MA</b>               | 71,32 ı-k             | 106,92 d-ı      | 96,77 f-j                      | 99,09 e-j       | 103,07 e-ı      | 88,44 g-k                                 | 128,53 a-f                  | <b>94,27</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>63,43 D</b>        | <b>123,06 B</b> | <b>118,25 BC</b>               | <b>100,84 C</b> | <b>100,45 C</b> | <b>104,23 C</b>                           | <b>141,90 A<sup>z</sup></b> |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |                 | <b>Muhafaza Süresi: 18,652</b> |                 |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 37,303</b> |                             |                 |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

**Çizelge 4.66.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam fenol miktarları (g GAE/100 g fw) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |                |                                |                 |                 |                                         |                             | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
|                         | 30+5                  | 60+5           | 90+5                           | 120+5           | 150+5           | 180+5                                   | 210+5                       |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 50,14                 | 92,74          | 68,26                          | 65,04           | 82,98           | 79,74                                   | 157,93                      | <b>85,26</b>    |
| <b>1-MCP</b>            | 70,33                 | 77,64          | 74,89                          | 66,86           | 65,00           | 71,35                                   | 120,46                      | <b>78,08</b>    |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 75,44                 | 99,55          | 97,27                          | 68,68           | 67,75           | 84,56                                   | 105,94                      | <b>85,60</b>    |
| <b>MA</b>               | 65,14                 | 85,19          | 86,36                          | 70,78           | 56,00           | 57,95                                   | 110,32                      | <b>70,24</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>65,26 D</b>        | <b>88,78 B</b> | <b>81,69 BC</b>                | <b>67,84 CD</b> | <b>67,93 CD</b> | <b>73,40 CD</b>                         | <b>123,66 A<sup>z</sup></b> |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |                | <b>Muhafaza Süresi: 14,484</b> |                 |                 | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |                             |                 |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.2.12. Toplam flavonoid miktarı

Farklı derim sonrası uygulamalar yapıldıktan sonra soğuk depo koşullarında farklı süreler muhafaza edilen ve manav koşullarında 5 gün bekletilen elmaların toplam flavonoid miktarları muhafaza süresince sabit bir seyir izlemiştir. ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde manav koşullarında saptanan toplam flavonoid miktarları Çizelge 4.67 ve 4.68’de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam toplam flavonoid miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.67).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.67).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.67).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Muhafaza süresince elmaların toplam flavonoid miktarları sabit bir seyir izlememiştir. Depolamanın 30+5 gününde ortalama 36,72 g CAE/100 g fw olan toplam flavonoid miktarı muhafaza sonunda azda olsa artarak 38,87 g CAE/100 g fw değerine ulaşmıştır (Çizelge 4.68).

Farklı derim sonrası uygulamaların ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.68).

Derim sonrası uygulamalar x muhafaza süreleri arasındaki interaksiyonun ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Depolamanın 210+5. gününde en düşük toplam flavonoid miktarı 1-MCP+MA uygulamasında (33,65 g CAE/100 g fw), en yüksek değer ise 45,37 g CAE/100 g fw ile 1-MCP uygulama grubunda saptanmıştır (Çizelge 4.68).

**Çizelge 4.67.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Granny Smith’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |              |                              |              |                                         |              |              | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|--------------|------------------------------|--------------|-----------------------------------------|--------------|--------------|-----------------|
|                         | 30+5                  | 60+5         | 90+5                         | 120+5        | 150+5                                   | 180+5        | 210+5        |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 39,16                 | 57,87        | 46,15                        | 39,83        | 41,38                                   | 43,45        | 40,17        | <b>44,00</b>    |
| <b>1-MCP</b>            | 37,28                 | 43,87        | 46,68                        | 38,32        | 41,86                                   | 39,51        | 44,84        | <b>41,77</b>    |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 41,04                 | 41,83        | 44,44                        | 36,49        | 40,23                                   | 38,89        | 49,98        | <b>41,84</b>    |
| <b>MA</b>               | 51,45                 | 34,76        | 45,72                        | 38,52        | 47,69                                   | 23,48        | 37,62        | <b>40,27</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>42,23</b>          | <b>44,58</b> | <b>45,75</b>                 | <b>38,29</b> | <b>42,79</b>                            | <b>36,33</b> | <b>43,15</b> |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |              | <b>Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |              | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: Ö.D.</b> |              |              |                 |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

**Çizelge 4.68.** Farklı derim sonrası uygulamalar ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinin toplam flavonoid miktarları (g CAE/100 g fw) üzerine etkileri

| Uygulamalar             | Muhafaza Süresi (Gün) |                 |                                |                |                                           |                |                            | Ort. (Uygulama) |
|-------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------|----------------------------|-----------------|
|                         | 30+5                  | 60+5            | 90+5                           | 120+5          | 150+5                                     | 180+5          | 210+5                      |                 |
| <b>Kontrol</b>          | 37,85 a-f             | 40,45 a-e       | 40,32 a-e                      | 32,37 e-g      | 39,94 a-e                                 | 34,86 c-f      | 39,81 a-e <sup>y</sup>     | <b>37,94</b>    |
| <b>1-MCP</b>            | 42,03 a-d             | 29,36 gf        | 35,15 b-f                      | 30,21 gf       | 32,44 e-g                                 | 34,00 d-g      | 45,37 a                    | <b>35,51</b>    |
| <b>1-MCP+MA</b>         | 33,53 d-g             | 35,01 c-f       | 34,90 c-f                      | 32,87 e-g      | 34,36 c-f                                 | 30,08 gf       | 33,65 d-g                  | <b>33,49</b>    |
| <b>MA</b>               | 33,46 d-g             | 43,61 ab        | 42,89 a-c                      | 30,55 gf       | 29,93 gf                                  | 25,51 g        | 36,62 b-f                  | <b>34,32</b>    |
| <b>Ort. (Muh. Sür.)</b> | <b>36,72 AB</b>       | <b>37,11 AB</b> | <b>38,31 AB</b>                | <b>31,50 C</b> | <b>34,17 BC</b>                           | <b>31,11 C</b> | <b>38,87 A<sup>z</sup></b> |                 |
| <b>LSD %5</b>           | <b>Uygulama: Ö.D.</b> |                 | <b>Muhafaza Süresi: 4,2874</b> |                | <b>Uygulama x Muhafaza Süresi: 8,5756</b> |                |                            |                 |

Ö.D.: İstatistiksel olarak önemli değildir.

<sup>y</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>z</sup>: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

## 5. SONUÇLAR

Optimal derim zamanında derilerek, kontrolsüz adi depo koşullarında ve soğukta muhafaza edilen ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ çeşidi elmalarında yapılan fiziksel ve kimyasal analizlerden aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Her iki muhafaza ortamında farklı uygulamalar yapılarak muhafaza edilen elmalarda ağırlık kayıplarında muhafaza süresince artışlar saptanmıştır. Muhafaza ortamlarında, 1-MCP, MA ve bu iki uygulamanın kombinasyonunun ağırlık kayıplarının azaltılmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Her iki ortamda da en yüksek ağırlık kaybı kontrol gruplarında saptanmıştır. Ayrıca soğukta muhafazanın ağırlık kaybını azaltmada oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir.

Elmalarda TEA miktarların uygulamalara göre değişmekle birlikte muhafaza süresince azaldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte 1-MCP uygulamalarının elmaların TEA miktarlarının korunumunda diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte adi depo koşullarında muhafaza edilen ‘Starkrimson’ elma çeşidinde en düşük TEA miktarı MA’de muhafaza uygulamasında bulunmuştur. Ayrıca soğuk depoda muhafaza meyvelerin TEA miktarlarının korunumu bakımından adi depo koşullarına göre daha başarılı bulunmuştur.

Elmalarda SÇKM miktarlarının uygulamalara göre değişmekle birlikte muhafaza süresince başlangıca göre arttığı tespit edilmiştir. Soğuk depo koşullarında adi depo koşullarına göre daha yüksek SÇKM saptanmıştır.

Farklı muhafaza ortamlarında depolanan elmaların MES değerlerinde muhafaza süresince azalışlar tespit edilmiştir. 1-MCP ve 1-MCP+MA uygulamalarının meyve eti sertliğinin korunumunda oldukça etkili olduğu belirlenmiştir. Adi depo koşullarında ‘Starkrimson’ elma çeşidi için MA uygulamasının 30 günlük muhafaza süresinde 1-MCP uygulaması kadar başarılı olduğu fakat depolamanın 60. gününe gelindiğinde, 1-MCP ve 1-MCP+MA uygulamalarının MA ve kontrol uygulamalarına göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Adi depo koşullarında ‘Granny Smith’ elma çeşidi için ise kontrol grubunun MA uygulamasına göre meyve eti sertliğinin korunumunda daha başarılı olduğu saptanmıştır. Soğuk depo koşullarında ise MA uygulamasının bir etkinliği saptanmamıştır. Ayrıca soğuk depo koşulları MES’nin korunumunda adi depo koşullarına göre daha başarılı bulunmuştur.

Adi depo koşullarında ‘Granny Smith’ elma çeşidi için  $L^*$  değerleri başlangıçtan itibaren artmış ve depolamanın 60. gününden itibaren ise sabit kalmıştır. ‘Starkrimson’ elma çeşidinde ise parlaklık değerinde muhafaza süresince bir değişim yaşanmamıştır. Soğuk depo koşullarında ‘Starkrimson’ elma çeşidinde  $L^*$  değeri başlangıçtan depolamanın 30. gününe kadar artmış ve daha sonra azalarak 60. günden itibaren muhafaza süresince sabit kalmıştır. ‘Granny Smith’ elma çeşidinde ise soğuk depo koşullarında  $L^*$  değerinde bir değişim tespit edilmemiştir. Ayrıca adi depo koşullarında soğuk depo koşullarına göre daha yüksek  $L^*$  değerleri bulunmuştur.

Adi depo koşullarında ‘Granny Smith’ ve ‘Starkrimson’ elma çeşitlerinde  $C^*$  değerlerin başlangıçtan itibaren muhafaza süresince arttığı tespit edilmiştir. Soğuk depo koşullarında ise elmaların  $C^*$  değerlerin 30. güne kadar azaldığı ve 60. günden itibaren

tekrar arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca adi depo koşullarında soğuk depo koşullarına göre daha yüksek  $C^*$  değerleri saptanmıştır.

Adi ve soğuk depo koşullarında ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Adi depo koşullarındaki azalış, soğuk depo koşullarına göre daha fazladır. ‘Granny Smith’ elma çeşidinin  $h^\circ$  değerlerindeki azalışlar, elmalarda muhafaza süresince yeşil renkten sarı renge doğru bir renk değişiminin olduğunu göstermektedir. Ayrıca 1-MCP uygulamalarının yeşil rengin korunumunda oldukça etkili olduğu saptanmıştır. Adi depo koşullarında ‘Starkrimson’ elmalarının  $h^\circ$  değerlerinin muhafaza süresince arttığı tespit edilmiştir. Fakat soğuk depo koşullarında  $h^\circ$  değerleri başlangıç ile depolamanın 30. günü arasında azalmış ve 60. günden itibaren tekrar artmıştır. Hue açısı değerlerinin artması, sarı zemin üzerine sıvama kırmızı rengine sahip olan ‘Starkrimson’ elmalarının kırmızı renginde muhafaza süresince az da olsa bir kayıp olduğunu göstermektedir. Soğuk depo koşulları, rengin korunması bakımından adi depo koşullarına göre daha başarılı bulunmuştur.

Muhafaza süresince adi depo koşullarında muhafaza edilen elmalarda, mantarsal nedenli bozulma miktarında artış tespit edilmiştir. Soğukta muhafaza edilen elmalarda ise mantarsal nedenli bozulmalar önemli bulunmamıştır. Çalışmada, 1-MCP ve 1-MCP+MA uygulamalarının mantarsal nedenli bozulmaları azalttığı tespit edilmiştir. Ancak, MA’de muhafaza uygulaması mantarsal nedenli bozulmaları arttırmaktadır. Soğukta muhafaza mantarsal nedenli bozulmaların kontrolü bakımından adi depo koşullarına göre daha başarılı bulunmuştur.

Muhafazanın 180. gününden itibaren soğukta depolanan elmalarda yüzeysel kabuk yanıklığı gelişimi saptanmıştır. 1-MCP ve 1-MCP+MA uygulamalarının yüzeysel kabuk yanıklığı gelişimini azalttığı tespit edilmiştir.

Adi depo koşullarında ve soğukta muhafaza edilen elmalarda muhafaza süresince etilen üretim miktarı ve solunum hızının arttığı tespit edilmiştir. 1-MCP uygulamaları her iki depolama koşulunda ve her iki çeşit için de etilen üretimini azaltmıştır. Ayrıca, soğukta muhafaza edilen elmalarda adi depoda muhafaza edilen elmalara göre daha düşük solunum hızı ve etilen üretimi saptanmıştır.

Muhafaza süresince sadece soğukta depolanan ‘Granny Smith’ elmasında, antioksidan aktivitesinde değişim saptanmıştır. Ayrıca adi depo koşullarında ve soğukta muhafaza edilen elmaların antioksidan aktivitelerinde bir fark tespit edilmemiştir.

Toplam fenol içeriği muhafaza süresince adi depo koşullarında muhafaza edilen elmalarda azalırken, soğukta muhafaza edilen elmalarda ise değişmemiştir. Toplam fenol içeriği bakımından uygulamalar arasında bir farklılık bulunmamıştır. ‘Granny Smith’ elma çeşidinde soğukta muhafaza, meyvelerin antioksidan aktivitesini daha iyi korurken, ‘Starkrimson’ elma çeşidi için belirgin bir farklılık bulunmamıştır.

Muhafaza süresince elmaların toplam flavonoid içeriklerinin arttığı tespit edilmiştir. Derimden sonra 625 ppb dozunda 1-MCP uygulanan elmalarda daha yüksek flavonoid içeriği saptanırken, depolama koşullarının etkisi önemsiz bulunmuştur.

Adi depo koşullarında 1-MCP ve MA uygulamaların etkinliğinin araştırıldığı bu

tez çalışmasında ‘Starkrimson’ çeşidi için 1-MCP ve 1-MCP+MA uygulamaları muhafaza süresinin uzatılması ve meyvelerin kalitelerinin korunumu açısından etkili bulunmuştur. Benzer şekilde, ‘Granny Smith’ çeşidinde ise adi depo koşullarında 1-MCP uygulamasının muhafaza süresinin uzatılması ve meyve kalitesinin korunumu açısından etkili olduğu saptanmıştır. 1-MCP+MA kombinasyonunun ise meyvelerdeki renk dönüşümünü yavaşlatmada daha etkili olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda adi depo koşullarında elma muhafazası, soğukta muhafaza edilen elmalara göre kalitelerini ve pazar değerlerini kısa sürede kaybetmiştir. Ancak, 1-2 aylık kısa süreli muhafazalar için 625 ppb dozunda 1-MCP uygulamaları, adi depo koşullarında muhafazada meyve kalitesini kontrole göre daha başarılı muhafaza edebilmiştir.



## 6. KAYNAKLAR

- Abbasi, N.A., Kushad, M.M., Hafiz, I.A. and Maqbool, M. 2008. Relationship of superficial scald related fruit maturity with polyphenoloxidase and superoxide dismutase activities in red spur delicious apples. *Asian Journal of Chemistry*, 20 (8): 5986-5996.
- Abdi, N., Mcglasson, W.B., Holford, P., Williams M. and Mizrahi, Y. 1998. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plum to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 14: 29-39.
- Abeles, F.B., Morgan, P.W. and Salveit, M.E. 1992. Ethylene in Plant Biology 2nd edition, Academic Press, San Diego.
- Al Ubeed, H.M.S., Wills, R.B.H., Bowyer, M.C. and Golding, J.B. 2018. Comparison of hydrogen sulphide with 1-methylcyclopropene (1-MCP) to inhibit senescence of the leafy vegetable, pak choy. *Postharvest Biology and Technology*, 137: 129-133.
- Alexander, L. and Gierson, D. 2002. Ethylene biosynthesis and action in tomato: a model for climacteric fruit ripening. *Journal of Experimental Botany*, 53 (377): 2039-2055.
- Anonim 1: TÜİK. 2015. <http://www.tuik.gov.tr>, [Son erişim tarihi: 09.08.2017].
- Anonymous 1: FAO. 2017. <http://www.fao.org>, [Son erişim tarihi: 09.08.2017].
- Anonymous 2: FAO. 2014. <http://www.fao.org>, [Son erişim tarihi: 10.10.2017].
- Argenta, L., Fan, X., and Mattheis, J. 2001. Development of internal browning in Fuji apples during storage. Washington Tree Fruit Postharvest Conference, 13-14 Mart, Wenatchee, Washington.
- Argenta, L.C., Fan, X. and Mattheis, J.P. 2007. Responses of ‘Golden Delicious’ apples to 1-MCP applied in air or water. *HortScience*, 42 (7): 1651-1655.
- Asif, M.H., Pathak, N., Solomos, T. and Trivedi, P.K. 2009. Effect of low oxygen, temperature and 1-methylcyclopropene on the expression of genes regulating ethylene biosynthesis and perception during ripening in apple. *South African Journal of Botany*, 75: 137-144.
- Awad, M.A. and Jager, A. 2003. Influences of air controlled atmosphere storage on the concentration of potentially healthful phenolics in apples and other fruits. *Postharvest Biology and Technology*, 27: 53-58.
- Bahukhandi, A., Dhyani, P., Bhaat, I.D. and Rawal, R.S. 2018. Variation in polyphenolics and antioxidant activity of traditional apple cultivars from West Himalaya, Uttarakhand. *Horticultural Plant Journal*, doi: 10.1016/j.hpj.2018.05.001.

- Bai, J., Prange, R. and Toivonen, P. 2009. Pome fruits. In: Elhadi M. Yahia, (Ed.), *Modified and Controlled Atmospheres for the Storage, Transportation, and Packaging of Horticultural Commodities*, CRC Press, p. 268-282, New York.
- Baranowski, P., Lipecki, J., Mazurek W. and Walczak, R.T. 2008. Detection of watercore in ‘Gloster’ apples using thermography. *Postharvest Biology and Technology*, 47: 358-366.
- Belay, Z.A., Caleb, O.J. and Opara, U.L. 2016. Modelling approaches for designing and evaluating the performance of modified atmosphere packaging (MAP) systems for fresh produce: A review. *Food Packaging and Shelf Life*, 10 (2016): 1-15.
- Benmehd, D. 2002. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) (224459) Fact Sheet. Regulatory Action Leader. Biopesticides and Pollution Prevention Division. Issue 4. EPA, Washington.
- Bennett, A.B. and Labavitch, J.M. 2008. Ethylene and ripening-regulated expression and function of fruit cell wall modifying proteins. *Plant Science*, 175: 130-136.
- Blankenship, S.M. and Dole, J.M. 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology*, 28: 1-25.
- Both, V., Brackmann, A., Thewes, F.R., Weber, A., Schultz, E.E. and Ludwig, V. 2018. The influence of temperature and 1-MCP on quality attributes of ‘Galaxy’ apples stored in controlled atmosphere and dynamic controlled atmosphere. *Food Packaging and Shelf Life*, 16: 168-177.
- Bouzayen, M., Latche, A., Nath, P. and Pech, J.C. 2010. Mechanism of Fruit Ripening – Chapter 16. In: Pua, E.C. and Davey, M.R. (Eds.), *Plant Developmental Biology – Biotechnological Perspectives* vol. 1. Springer, Berlin.
- Bowen, J.H. and Watkins, C.B. 1997. Fruit maturity, carbohydrate and mineral content relationships with watercore in ‘Fuji’ apples. *Postharvest Biology and Technology*, 11: 31-38.
- Brummell, D.A. and Harpster, M.H. 2001. Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants. *Plant Molecular Biology*, 47: 311-340.
- Bulens, I. Van De Poel, B., Hertog, M.I.A.T.M., De Proft, M.P., Geeraerd, A.H. and Nicolai, B.M. 2002. Influence of harvest time and 1-MCP application on postharvest ripening and ethylene biosynthesis of ‘Jonagold’ apple. *Postharvest Biology and Technology*, 72: 11-19.
- Cai, H., An, X., Han, S., Jiang, L., Yu, M., Ma, R. and Yu, Z. 2018. Effect of 1-MCP on the production of volatiles and biosynthesis-related gene expression in peach fruit during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 141: 50-57.

- Calvo, G. and Candan, A.P. 2010. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) affects physiological disorders in 'Granny Smith' apples depending on maturity stage. *Acta Horticulturae*, 857: 63-70.
- Cemeroğlu, B. 2010. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Ankara.
- Chiriboga, M., Saladie, M., Bordonaba, J.G. Recasens, I., Garcia-Mas, J. and Larrigaudiere, C. 2013. Effect of cold storage and 1-MCP treatment on ethylene perception, signalling and sythesis: Influence on the development of the evergreen behaviour in 'Congerence' pears. *Postharvest Biology and Technology*, 86: 212-220.
- Cin, V.D., Rizzini, F.M., Botton, A. and Tonutti, P. 2006. The ethylene biosynthetic and signal transduction pathways are differently affected by 1-MCP in apple and peach fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 42: 125-133.
- Cornille, A., Gladieux, P., Smulders, M.J.M., Roldan-Ruiz, I., Laurens, F., Le Cam, B., Nersesyan, A., Clavel, J., Olonova, M., Fuegey, L., Gabrielyan, I., Zhang, X., Tenailhion, M.I. and Giraud, T. 2012. New insight into to history of domesticated apple: Secondary contribution of the european wild apple to the genome of cultivated varieties. *PloS Genetics*, 8 (5): e1002703.
- Cortellino, G., Gobbi, S., Bianchi, G. and Rizzolo, A. 2015. Modified atmosphere packaging for shelf life extension of fresh-cut apples. *Trends in Food Science and Technology*, 46: 320-330.
- Costa, C., Lucera, A., Conte, A., Mastromatteo, M., Speranza, B., Antonacci, A. and Nobile, M.A.D. 2011. Effects of passive and active modified atmosphere packaging conditions on ready-to-eat table grape. *Journal of Food Engineering*, 102: 115-121.
- D'Abrosca, B., Pasifico, S., Cefarelli, G., Mastellone, C. and Fiorentino, A. 2007. 'Limoncella' apple, an italian apple cultuivar: phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity. *Food Chemisty*, 104: 1333-1337.
- Daly, J. and Kourelis, B., 2000. Synthesis methods, complexes and delivery methods for the safe and convenient storage, transport and application of compounds for inhibiting the ethylene response in plants. United States Patent, 6017,849.
- DeEll, J. and Ehsani-Moghaddam, B. 2010. Preharvest 1-methylcyclopropene treatment reduces soft scald in 'Honeycrisp' apples during storage. *HortScience*, 45 (3): 414-417.
- DeEll, J. and Ehsani-Moghaddam, B. 2013. Effects of rapid consecutive postharvest 1-methylcyclopropene treatmenst on fruit quality and storage disorders in apples. *HortScience*, 48 (2): 227-232.

- DeEll, J.R., Lum, G.B. and Ehsani-Moghaddam, B. 2016. Effects of multiple 1-methylcyclopropene treatments on apple fruit quality and disorders in controlled atmosphere storage. *Postharvest Biology and Technology*, 111: 93-98.
- DeEll, J.R., Murr, D.P., Mueller, R., Wiley, L. and Porteous, M.D. 2005. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) diphenylamine (DPA), and CO<sub>2</sub> concentration during storage on 'Empire' apple quality. *Postharvest Biology and Technology*, 38: 1-8.
- DeEll, J.R., Murr, D.P., Porteus, M.D. and Rupasinghe, H.P.V. 2002. Influence of temperature and duration of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. *Postharvest Biology and Technology*, 24: 349-535.
- DeLong, J.M., Prange, R.K. and Harrison, P.A. 2004. The influence of 1-methylcyclopropene on 'Cortland' and 'McIntosh' apple quality following long-term storage. *HortScience*, 39 (5): 1062-1065.
- Dixon, J. and Hewett, E.W. 2000. Factor affecting apple aroma/flavour volatile concentration: a review. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 28: 155-173.
- Dogan, A., Selcuk, N. and Erkan, M. 2016. Comparison of pesticide-free and conventional production systems on postharvest quality and nutritional parameters of peppers in different storage conditions. *Scientia Horticulturae*, 207: 104-116.
- Du, L., Son, J., Palmer, L.C., Fillmore, S. and Zhang, Z. 2017. Quantitative proteomic changes in development of superficial scald disorder and its response to diphenylamine and 1-MCP treatments in apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 123: 33-50.
- Du, Z. and Bramlage, W.J. 1993. A modified hypothesis on the role of conjugated trienes in superficial scald development on stored apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 118 (6): 807-813.
- El-Ramady, H.R., Domokos-Szabolcsy, É., Abdalla, N.A., Taha, H.S. and Fári, M. 2015. Postharvest management of fruits and vegetables. In: Lichtfouse, E. (Ed.), *Sustainable Agriculture Reviews* (15), Springer International Publishing, pp. 65-152, Switzerland.
- EPA. 2002. Federal Register, V. 67, Number 144, 48796-48800.
- Erkan, M. and Pekmezci, M. 2004. Harvest date influences superficial scald development in Granny Smith apples during long term storage. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28: 397-403.
- Estiarte, N., Crespo-Sempere, A., Marin, S., Sanchis, V. and Ramos, A.J. 2016. Effect of 1-methylcyclopropene on the development of black mold disease and its potential effect on alternariol and alternariol monomethyl ether biosynthesis on

- tomatoes infected with *Alternaria alternata*. *International Journal of Food Microbiology*, 236: 74-82.
- Fagundes, C., Moraes, K., Perez-Gago, M.B., Palou, L., Maraschin, M. and Monteiro, A.R. 2015. Effect of active modified atmosphere and cold storage on the postharvest quality of cherry tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*, 109: 73-81.
- Fan, X., Argenta, L. and Mattheis, J.P. 2000. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 135-142.
- Fan, X., Blankenship, S.M. and Mattheis, J.P. 1999. 1-methylcyclopropene inhibits apple ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124 (6): 690-695.
- Farneti, B., Gutierrez, M.S., Novak, B., Busatto, N., Ravaglia, D., Spinelli, F. and Costa, G. 2015. Use of the index of absorbance difference (Iad) as a tool for tailoring post—harvest 1-MCP application to control apple superficial scald. *Scientia Horticulturae*, 190: 110-116.
- Fawbush, F., Nock, J.F. and Watkins, C.B. 2009. Antioxidant contents and activity of 1-methylcyclopropene (1-MCP)-treated ‘Empire’ apples in air and controlled atmosphere storage. *Postharvest Biology and Technology*, 52: 30-37.
- Fellman, J.K., Rudell, D.R., Mattison, D.S. and Mattheis, J.P. 2003. Relationship of harvest maturity to flavor regeneration after CA storage of ‘Delicious’ apples. *Postharvest Biology and Technology*, 27 (1): 39-51.
- Gago, C.M.L., Guerreiro, A.C., Miguel, G., Panagopoulos, T., Sánchez, C. and Antunes, M.D.C. 2015. Effect of harvest date and 1-MCP (SmartFresh™) treatment on ‘Golden Delicious’ apple cold storage physiological disorders. *Postharvest Biology and Technology*, 110: 77-85.
- Gago, C.M.L., Guerreiro, A.C., Miguel, G., Panagopoulos, T., Silva, M.M. and Antunes, M.D.C. 2016. Effect of Calcium chloride and 1-MCP (Smartfresh™) postharvest treatment on ‘Golden Delicious’ apple cold storage physiological disorders. *Scientia Horticulturae*, 211: 440-448.
- Gierse, D. 2013. Ethylene and the Control of fruit ripening. In: Seymour G.B., Poole, M., Giovannoni, J.J. and Tucker, G.A. (Eds.), *The Molecular and Biochemistry of Fruit Ripening*, John Wiley and Sons, Inc, pp. 43-73, Iowa.
- Golding, J. and Jobling, J. 2012. Apples. In: Rees, D., Farrell, G. and Orchard, J. (Eds.), *Crop Post-Harvest: Science and Technology*, First Edition, Blackwell Publishing, pp. 88-107, West Sussex.

- Golding, J.B., Shearer, D., Wyllie, S.G. and Mcglasson, W.B. 1998. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 14: 87-98.
- Güneş, N. T. ve Horzum, Ö. 2017. Bahçe Ürünlerinde Fizyolojik Olaylar. Türk, R., Güneş, N. T., Erkan, M. ve Koyuncu, M.A. (Eds.), Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması. SOMTAD yayınları ders kitabı no:1, Antalya.
- Gwanpua, S.G., Mellidou, I., Boeckx, J., Kyomugasko, C., Bessemans, N., Verlinden, B.E., Hertog, M.L.A.T.M., Hendrickx, M., Nicolai, B.M. and Geeraerd, A.H. 2016a. Expression analysis of candidate cell wall-related genes associated with changes in pectin biochemistry during postharvest apple softening. *Postharvest Biology and Technology*, 112: 176-185.
- Gwanpua, S.G., Verlinden, B.E., Hertog, M.L.A.T.M., Nicolai, B.M., Hendrickx, M. and Geeraerd, A. 2017. A transcriptomics-based kinetic model for enzyme-induced pectin degradation in apple (*Malus x domestica*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 130: 64-74.
- Gwanpua, S.G., Verlinden, B.E., Hertog, M.L.A.T.M., Nicolai, B.M., Hendrickx, M. and Geeraerd, A. 2016b. Slow softening of Kanzi apples (*Malus x domestica* L.) is associated with preservation of pectin integrity in middle lamella. *Food Chemistry*, 221: 883-891.
- Harker, F.R., Watkins, C.B., Brookfield, P.L., Miller, M.J., Reid, S., Jackson, P.J., Bielecki, R.L. and Bartlett, T. 1999. Maturity and regional influences on watercore development and its postharvest disappearance in 'Fuji' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124 (2): 166-172.
- Harris, D.R., Seberry, J.A., Wills, R.B.H. and Spohr, L.J. 2000. Effect of fruit maturity on efficiency of 1-methylcyclopropene to delay the ripening of bananas. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 303-308.
- Harris, S.A., Robinson, J.P. and Juniper, B.E. 2002. Genetic clues to the origin of the apple. *Trends in Genetics*, 18 (8): 426-430.
- HersHKovitz, V., Saguy, S.I. and Pesis, E. 2005. Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 37: 252-264.
- Hertog, M.L.A.T.M., Nicholson, S.E. and Banks, N.H. 2001. The effect of modified atmospheres on the rate of firmness change in 'Braeburn' apples. *Postharvest Biology and Technology*, 23: 175-184.
- Hiwasa-Tanase, K. and Ezura, K. 2014. Climacteric and non-climacteric ripening. In: Nath, P., Bouzayen, M., Mattoo, A.K., Pech, J.C.(Eds.), Fruit Ripening Physiology, Signalling And Genomics, Cabi Publishing, pp. 1-14, Reading.

- Hoang, N.T.T., Golding, J.B. and Wilkes, M.A. 2011. The effect of postharvest 1-MCP treatment and storage atmosphere on ‘Cripps Pink’ apple phenolics and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 127 (3): 1249-1256.
- Hummer, K.E. and Janick, J. 2009. Rosaceae: Taxonomy, economic importance, genomics. In: Folta, K.M. and Gardiner, S.E. (Eds.), *Genetics and Genomics of Rosaceae*, Springer Science+Business Media, pp. 1-17, New York.
- IARW. 2014. Global Cold Storage Capacity Report.
- Jemric, T., Fruk, G., Kortylewska, D. and Aljinovic, S. 2012. Postharvest quality and sensory characteristics of ‘Granny Smith’ apple treated with SmartFresh™ (1-MCP). *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 77 (4): 211-215.
- Johnston, J.W., Gunaseelan, K., Pidakala, P., Wang, M. and Schaffer, R.J., 2009. Coordination of early and late ripening events in apples is regulated through differential sensitivities to ethylene. *Journal of Experimental Botany*, 60: 2689–2699.
- Johnston, J.W., Hewett, E.W. and Hertog, M.L.A.T.M. 2002. Postharvest softening of apple (*Malus domestica*) fruit: a review. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 30: 145-160.
- Jung, S. and Watkins, C.B. 2008. Superficial scald control after delayed treatment of apple fruit with diphenylamine (DPA) and 1-methylcyclopropene (1-MCP). *Postharvest Biology and Technology*, 50: 45-52.
- Jung, S. and Watkins, C.B. 2014. Internal ethylene concentrations in apple fruit at harvest affect persistence of inhibition of ethylene production after 1-methylcyclopropene treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 96: 1-6.
- Kader, A.A. 2013. Postharvest technology of horticultural crops – an overview from farm to fork. *Ethiopian Journal of Science and Technology*, (Special Issue No:1): 1-8.
- Karaçalı, İ. 2009. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 494, İzmir.
- Karadeniz, F., Burdurlu, H.S., Koca, N. and Soyer, Y. 2005. Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29: 297-303.
- Kasai, S. and Arakawa, O. 2010. Antioxidant levels in watercore tissue in ‘Fuji’ apples during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 55: 103-107.
- Kende, H. 1993. Ethylene biosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology*, 44: 283-307.
- Khan, A.S. and Singh, Z. 2008. 1-methylcyclopropene application and modified atmosphere packaging affect ethylene biosynthesis, fruit softening, and quality

- of 'Tegan Blue' japanese plum during cold storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 133 (2): 290-299.
- Kiewning, D. and Schmitz-Eiberger, M. 2014. Effects of long-term storage on Mal d 1 content of four apple cultivars with initial low Mal d 1 content. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94: 798-802.
- Kiewning, D., Baab, G. and Schmitz-Eiberger, M. 2013. Effect of 1-MCP treatment on the apple (*Malus domestica* L. Borkh.) allergen Mal d 1 during long-term storage. *LWT – Food Science and Technology*, 53 (1): 198-203.
- King, G.J., Maliepaard, C., Lynn, J.R., Alston, F.H., Durel, C.E., Evans, K.M., Griffon, B., Laurens, F., Manganaris, A.G., Schrevers, E., Tartarini, S. and Verhaegh, J. 2000. Quantitative genetic analysis and comparison of physical and sensory descriptors relating to fruit flesh firmness in apple (*Malus pumila* Mill.). *Theoretical and Applied Genetics*, 100 (7): 1074-1084.
- Kluge, R.A. and Jacomino, A.P. 2002. Shelf life of peaches treated with 1-methylcyclopropene. *Scientia Agricola*, 59 (1): 69-72.
- Kolniak-Ostek, J., Oszmianski, J., Rutkowski, K.P. and Wojdylo, A. 2014. Effect of 1-methylcyclopropene postharvest treatment apple and storage on the cloudy juices properties. *LWT - Food Science and Technology*, 59: 1166-1174.
- Konopacka, D. and Plocharski, W. 2002. Effect of picking maturity, storage technology and shelf-life on changes of apple firmness of 'Elstar', 'Jonagold' and 'Gloster' cultivars. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, X (1-4): 15-26.
- Köpcke, D. 2015. 1-methylcyclopropene (1-MCP) and dynamic controlled atmosphere (DCA) applications under elevated storage temperatures: Effects on fruit quality of 'Elstar', 'Jonagold' and 'Gloster' apple (*Malus domestica* Borkh.). *European Journal of Horticultural Science*, 80 (1): 25-32.
- Kurubas, M.S. and Erkan, M. 2018. Impacts of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on postharvest quality of 'Ankara' pears during long-term storage. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 42: 88-96.
- Kweon, H., Kang, I., Kim, M., Lee, J., Moon, Y., Choi, C., Choi, D.G. and Watkins, C.B. 2013. Fruit maturity, controlled atmosphere delays and storage temperature affect fruit quality and incidence of storage disorders of 'Fuji' apples. *Scientia Horticulturae*, 157: 60-64.
- Lancaster, J.E., Grant, J.E., Lister, C.E. and Taylor, M.C. 1994. Skin color in apples – influence of copigmentation and plastid pigments on shade and darkness of red color in five genotypes. *Journal of the American Society for Horticultural Sciences*, 119 (1): 63-69.

- Larrigaudiere, C., Vilaplana, R., Soria, Y. and Recasens, I. 2008. Comparative study of the effects of 1-MCP treatment on apple quality by instrumental and multivariate analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 1614-1621.
- Lata, B. 2008. Apple peel antioxidant status in relation to genotype, storage type and time. *Scientia Horticulturae*, 117: 45-52.
- Lee, S.K. and Kader, A.A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 207-220.
- Li, F., Min, D., Song, B., Shao, S. and Zhang, X. 2017a. Ethylene effects on apple fruit cultivar wax composition and content during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 134: 98-105.
- Li, F., Zhang, X., Song, B., Li, J., Shang, Z. and Guan, J. 2013. Combined effects of 1-MCP and MAP on the fruit quality of pear (*Pyrus bretschneideri* Reld cv. Laiyang) during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 164: 544-551.
- Li, J., Lei, H., Song, H., Lai, T., Xu, X. and Shi, X. 2017b. 1-methylcyclopropene (1-MCP) suppressed postharvest blue mold of apple fruit by inhibiting the growth of *Penicillium expansum*. *Postharvest Biology and Technology*, 125: 59-65.
- Liu, R., Wang, Y., Qin, G. and Tian, S. 2016. Molecular basis of 1-methylcyclopropene regulating organic acid metabolism in apple fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 117: 57-63.
- Lu, X., Ma, Y. and Lui, X. 2012. Effect of maturity and 1-MCP treatment on postharvest quality and antioxidant properties of 'Fuji' apples during long-term cold storage. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 53 (5): 378-386.
- Lu, X., Meng, G., Jin, W. and Gao, H. 2018. Effect of 1-MCP in combination with CA application on aroma volatiles production and softening of 'Fuji' apple fruit. *Scientia Horticulturae*, 229: 91-98.
- Lu, X., Nock, J.F., Ma, Y., Liu, X. and Watkins, C.B. 2013. Effects of repeated 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatments on ripening and superficial scald of 'Cortland' and 'Delicious' apples. *Postharvest Biology and Technology*, 78: 48-54.
- Luby, J.J. 2003. Taxonomic classification and brief history. In: Ferree D.C. and Warrington, I.J. (Eds.), *Apples Botany, Production and Uses*, Cabi Publising, pp. 1-15, Cambridge.
- Lurie, S. and Watkins, C.B. 2012. Superficial scald, its etiology and control. *Postharvest Biology and Technology*, 65: 44-60.
- Lv, J., Zhang, M., Zhang, J., Ge, Y., Li, C., Meng, K. and Li, J. 2018. Effects of methyl jasmonate on expression of genes involved in ethylene biosynthesis and

- signaling pathway during postharvest ripening of apple fruit. *Scientia Horticulturae*, 229: 157–166.
- MacLean, D.D., Murr, D.P., DeEll, J.R. and Horvath, C.R. 2006. Postharvest variation in apple (*Malus x domestica* Borkh.) flavonoids following harvest, storage and 1-MCP treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 870-878.
- Magazin, N., Gvozdenovic, D., Keserovic, Z. and Milic, B. 2010. Fruit quality of Granny Smith apples picked at different harvest times and treated with 1-MCP. *Fruits*, 65 (3): 191-197.
- Manganaris, G.A., Crisosto, C.H., Bremer, V. and Holcroft, D. 2008. Novel 1-methylcyclopropene immersion formulation extends shelf life of advanced maturity 'Joanna Red' plums (*Prunus salicina* Lindell). *Postharvest Biology and Technology*, 47: 429-433.
- Manolopoulou, H., Xanthopoulos, H., Douros, G. and Lambrinos, G.R. 2010. Modified atmosphere packaging storage of green bell peppers: quality criteria. *Biosystems Engineer*, 106: 535-543.
- Marin, A.B., Colonna, A.E., Kudo, K., Kupferman, E.M. and Matheis, J.P. 2009. Measuring consumer response to 'Gala' apples treated with 1-methylcyclopropene (1-MCP). *Postharvest Biology and Technology*, 51: 73-79.
- Mattheis, J., Fan, X. and Argenta, L. 2002. Factors influencing successful use of 1-MCP. Washington Tree Fruit Postharvest Conference, 12-13 Mart, Yakima, Washington.
- McArtney, S.J., Obermiller, J.D., Schupp, J.R., Parker, M.L. and Edgington, T.B. 2008. Preharvest 1-methylcyclopropene delays fruit maturity and reduces softening and superficial scald of apples during long-term storage. *HortScience*, 43 (2): 366-371.
- McGhie, T.K., Hunt, M. and Barnett, L.E. 2005. Cultivar and growing region determine the antioxidant polyphenolic concentration and composition of apples grown in New Zealand. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 53 (8): 3065-3070.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27: 1254-1255.
- Mditshwa, A., Fawole, O. A. and Opara, U.L. 2018. Recent developments on dynamic controlled atmosphere storage of apples – A review. *Food Packaging and Shelf Life*, 16: 59-68.
- Melado-Herreros, A., Munoz-Garcia, M.A., Blanco, A., Val, J., Fernandez-Valle, M.E. and Barreiro, P. 2013. Assessment of watercore development in apples with MRI: Effect of fruit location in the canopy. *Postharvest Biology and Technology*, 86: 125-133.

- Mir, N.A., Curell, E., Khan, N., Whitaker, M. and Beaudry, R.M. 2001. Harvest maturity, storage temperature, and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of 'Redchief Delicious' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125 (5): 618-624.
- Moggia, C., Moya-Leon, M.A., Pereira, M., Yuri, J.A. and Lobos, G.A. 2010. Effect of DPA [Diphenylamine] and 1-MCP [1-methylcyclopropene] on chemical compounds related to superficial scald of Granny Smith apples. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8 (1): 178-187.
- Moodley, R.S., Govinden, R. and Odhav, B. 2002. The effect of modified atmospheres and packaging on patulin production in apples. *Journal of Food Protection*, 65 (5): 867-871.
- Muche, B.M. 2016. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the flavour metabolites of apple juice. PhD thesis, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada.
- Musacchi, S. and Serra, S. 2018. Apple fruit quality: overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae*, 234: 409-430.
- Niu, J., Hou, Z., Ou, Z. and Hui, W. 2018. Comparative study of effects of resveratrol, 1-MCP and DPA treatments on postharvest quality and superficial scald of 'Starkrimson' apples. *Scientia Horticulturae*, 240: 516-521.
- Nock, J.F. and Watkins, C.B. 2013. Repeated treatment of apple fruit with 1-methylcyclopropene (1-MCP) prior to controlled atmosphere storage. *Postharvest Biology and Technology*, 79: 73-39.
- Nunes, M.C.N. 2008. Color Atlas of Postharvest Quality of Fruits and Vegetables. Blackwell Publishing, Iowa.
- Öz, A.T. 2011. Combined effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) and modified atmosphere packaging (MAP) on different ripening stages of persimmon fruit during storage. *African Journal of Biotechnology*, 10 (5): 807-814.
- Özkaya, O., Yıldırım, D., Dündar, Ö. and Tükel, S.S. 2016. Effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) and modified atmosphere packaging on postharvest storage quality of nectarine fruit. *Scientia Horticulturae*, 198: 454-461.
- Özüpek, Ö. 2010. Derim sonrası 1-methylcyclopropene uygulamalarının bazı elma çeşitlerinin muhafazası üzerine etkileri. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pech, J.C., Latche, A. and Bouzayen, M., 2010. Ethylene biosynthesis In: Plant hormones, Biosynthesis, Signal Transduction, Action. Springer, p. 115-136, Dordrecht, Netherlands.

- Pre-Aymard, C., Weksler, A. and Lurie, S. 2003. Responses of ‘Anna’, a rapidly ripening summer apple, to 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 27: 163-170.
- Qi, Y., Lei, Q., Zhang, Y., Liu, X., Zhou, B., Liu, C. and Ren, X. 2017. Comparative transcriptome data for commercial maturity and physiological maturity of ‘Royal Gala’ apple fruit under room temperature storage condition. *Scientia Horticulturae*, 225: 386-393.
- Qui, S., Lu, C., Li, X. and Toivonen, P.M.A. 2009. Effect of 1-MCP on quality and antioxidant capacity of in vitro digest from ‘Sunrise’ apples stored at different temperatures. *Food Research International*, 42: 337-342.
- Reid, M.S. 2002. Ethylene in postharvest technology, In: Kader, A.A. (Ed.), Postharvest technology of horticultural crops. University of California Agriculture and Naturel Resources Publication 3111: 139-162, California.
- Rocha, A.M.C.N., Barreiro, M.G. and Morais, A.M.M.B. 2004. Modified atmosphere package for apple ‘Bravo de Esmolfe’. *Food Control*, 15: 61-64.
- Rupasinghe, H.P.V., Murr, D.P., Paliyath, G. and Skog, L. 2000. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in ‘McIntosh’ and ‘Delicious’ apples. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75 (3): 271-276.
- Rupasinghe, H.P.V., Paliyath, G. and Murr, D.P. 1998. Biosynthesis of  $\alpha$ -farnesene and its relation to superficial scald development in ‘Delicious’ apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 123 (5): 882-886.
- Sabban-amin, R., Feygenbery, O., Belausov, E. and Pesis, E. 2011. Low oxygen and 1-MCP pretreatments delay superficial scald development by reducing reactive oxygen species (ROS) accumulation in stored ‘Granny Smith’ apples. *Postharvest Biology and Technology*, 62: 295-304.
- Saftner, R.A., Abbott, J.A. and Conway, W.S. 2003. Effects of 1-methylcyclopropene and heat treatments on ripening and postharvest decay in ‘Golden Delicious’ apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128 (1): 120-127.
- Saltveit M.E. 2016. Ethylene effects. In: Gross, K.C., Wang, C.Y. and Saltveit, M. (Eds.), The Commercial Storage Of Fruits, Vegetables, And Florist And Nursery Stocks, Plant Science Institute Henry A. Wallace Beltsville Agricultural Research Center, pp. 76- 82, Beltsville.
- Saltveit, M.E. 1999. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 15: 279-292.

- Salvador, A., Cuquerella, J. and Martines-Javega, J.M. 2003. 1-MCP treatment prologs postharvest life of 'Santa Rosa' plums. *Journal of Food Science*, 68 (4): 1504-1510.
- Sandhya. 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and futere needs. *LWT – Food Science and Technology*, 43: 381-392.
- Serek, M., Woltering, E.J., Sisler, E.C., Frello, S. and Sriskandarajah, S. 2006. Controlling ethylene responses in flowers at receptor level. *Biotechnology Advances*, 24: 368-381.
- Sharam, Z., Lers, A. and Lurie, S. 2003. Effect of heat or 1-methylcyclopropene on antioxidative enzyme activities and antioxidants in apples in relation to superficial scald development. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 128 (5): 761-766.
- Sisler, E.C., Dupille, E. and Serek, M. 1996. Effect of 1-methylcyclopropene and methylenecyclopropane on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. *Plant Growth Regulation*, 18: 79-86.
- Spanos G.A. and Wrolstad, R.E. 1990. Influence of processing and storage on the phenolic composition of thompson seedless grape juice. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 38: 1565-1571.
- Storch, T.T., Finatto, T., Pegoraro, C., Cero, J.D., Laurens, F., Rombaldi, C.V., Quecini, V. and Girardi, C.L. 2015. Ethylene-dependent regulation on an a-l-arabinofuranosidase is associated to firmness loss in 'Gala' apples under long term cold storage. *Food Chemisty*, 182: 111-119.
- Stow, J., Dover, C. and Genge, P. 2000. Control of ethylene biosynthesis and softening in 'Cox' orange and 'Pippin' apples during low-ethylene, low-oxygen storage. *Postharvest Biology and Technology*, 18: 215-225.
- Tardelli, F., Guidi, L., Massai, R. and Toivonen, P.M.A. 2013. Effects of 1-methylcyclopropene and post-controlled atmosphere ait storage treatments on fresh-cut Ambrosia apple slices. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 93: 262-270.
- Tatsuki, M. 2010. Ethylene biosynthesis and perception in fruit. *Journal of Japan Society of Horticultural Science*, 79 (4): 315-326.
- Tatsuki, M., Endo, A. and Ohkawa, H. 2007. Influence of time from harvest to 1-MCP treatment on apple fruit quality and expression of genes for ethylene biosynthesis enzymes and ethylene receptors. *Postharvest Biology and Technology*, 43: 28-35.
- Tatsuki, M., Hayama, H., Yoshioka, H. and Nakamura, Y. 2011. Cold pre-treatment is effective for 1-MCP efficacy in 'Tsugaru' apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 62 (3): 282-287.

- Thewes, F.R., Brackmann, A., Anese, R.O., Bronzatto, E.S., Schultz, E.E. and Wagner, R. 2017. Dynamic controlled atmosphere storage suppresses metabolism and enhances volatile concentrations of ‘Galaxy’ apple harvested at three maturity stages. *Postharvest Biology and Technology*, 127: 1-13.
- Thewes, F.R., Brackmann, A., Anese, R.O., Ludwig, V., Schultz, E.E. and Berghetti, M.R.P. 2018. 1-methylcyclopropene suppresses anaerobic metabolism in apple stored under dynamic controlled atmosphere monitored by respiratory quotient. *Scientia Horticulturae*, 227: 288-295.
- Thongkum, M., Imsabai, W., Burns, P., McAtee, P.A., Schaffer, R.J., Allan, A.C. and Ketsa, S. 2018. The effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on expression of ethylene receptor genes in durian pulp during ripening. *Plant Physiology and Biochemistry*, 125: 232-238.
- Tian, M.S., Prakash, S., Elgar, H.J., Young, H., Burmeister, D.M. and Ross, G.S. 2000. Responses of strawberry fruit to 1-methylcyclopropene (1-MCP) and ethylene. *Plant Growth Regulation*, 32: 83-90.
- Tijssens, L.M.M., Konopacki, P.J., Schouten, R.E., Hribar, J. and Simcic, M. 2008. Biological variance in the colour of Granny Smith apples modelling the effect of senescence and chilling injury. *Postharvest Biology and Technology*, 50: 153-163.
- Tomic, N., Radivojevic, D., Milivojevic, J., Djekic, I. and Smiric, N. 2016. Effects of 1-methylcyclopropene and diphenylamine on changes in sensory properties of ‘Granny Smith’ apples during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, 112: 233-240.
- Usall, J., Ippolito, A., Sisquella, M. and Neri, F. 2016. Physical treatments to control postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 112: 30-40.
- Vallejo, F. and Beaudry, R. 2006. Depletion of 1-MCP by ‘non-target’ materials from fruit storage facilities. *Postharvest Biology and Technology*, 40: 177-182.
- Vilaplana, R., Soria, Y., Vanetines, M.C. and Larrigaudiere, C. 2007. Specific response of apple skin and pulp tissues to cold stress and 1-MCP treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 43: 215-220.
- Vilaplana, R., Valentines, M.C., Toivonen, P. and Larrigaudiere, C. 2006. Antioxidant potential and peroxidative state of ‘Golden Smoother’ apples treated with 1-methylcyclopropene. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 131 (1): 104-109.
- Wang, C., Li, H. and Ecker, J.R. 2002. Ethylene biosynthesis and signaling networks. *The Plant Cell*, 14: 131-151.

- Wang, N., Guo, T., Wang, P., Sun, X., Shao, Y., Liang, B., Jia, X., Gong, X. and Ma, F. 2017. Functional analysis of apple MhYTP1 and MhYTP2 genes in lead senescence and fruit ripening. *Scientia Horticulturae*, 221: 23-32.
- Wang, S.Y. and Faust, M. 1992. Ethylene biosynthesis and polyamine accumulation in apples with watercore. *Journal of the American Society for Horticultural Sciences*, 117 (1): 133-138.
- Wasaka, Y., Kudo, H., Ishikawa, R., Akada, S., Senda, M., Niizeki, M. and Harada, T. 2006. Low expression of an endopolygalacturonase gene in apple fruit with long-term storage potential. *Postharvest Biology and Technology*, 39 (2006): 193-198.
- Watkins, C.B. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology Advances*, 24: 389-409.
- Watkins, C.B. and Nock, J.F. 2012. Rapid 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment and delayed controlled atmosphere storage of apples. *Postharvest Biology and Technology*, 69: 24-31.
- Watkins, C.B., Barden, C.L. and Bramlage, W.J. 1993. Relationships between alpha-farnesene, ethylene production and superficial scald development of apples. *Acta Horticulturae*, 343: 155-160.
- Watkins, C.B., Kupferman, E. and Rosenberger, D.A. 2016. Apple. In: Gross, K.C., Wang, C.Y. and Saltveit, M. (Eds.), *The Commercial Storage Of Fruits, Vegetables, And Florist And Nursery Stocks*, Plant Science Institute Henry A. Wallace Beltsville Agricultural Research Center, pp. 176-194, Beltsville.
- Watkins, C.B., Nock, J.F. and Whitaker, B.D. 2000. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 19: 17-32.
- Weber, A., Thewes, F.R., Anese, R.O., Both, V., Pavanello, E.P. and Brackmann, A. 2017. Dynamic controlled atmosphere (DCA): interaction between DCA methods and 1-methylcyclopropene on 'Fuji Suprema' apple quality. *Food Chemistry*, 235: 136-144.
- Wei, J., Ma, F., Shi, S., Qi, S., Zhu, X. and Yuan, J. 2010. Changes and postharvest regulation of activity and gene expression of enzymes related to cell wall degradation in ripening apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 56: 147-154.
- Williamson, V.G., Frisina, C., Tareen, M.N. and Stefanelli, D. 2018. Storage performance of two 'Pink Lady' clones differs, but 1-MCP treatment is beneficial, regardless of maturity at harvest. *Scientia Horticulturae*, 235: 142-151.

- Wills, R.B.H. and Golding, J.B. 2016. Postharvest An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables, 6<sup>th</sup> edition, UNSW Press, Australia.
- Wills, R.B.H., Bambridge, P.A. and Scoot, K.J. 1980. Use of flesh firmness and other objective tests to determine consumer acceptability of Delicious apples. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 20 (103): 252-256.
- Xiaotang, Y., Jun, S., Lina, D., Forney, C., Leslie, C., Sherry, F., Wismer, P. and Zhaoqi, Z. 2016. Ethylene and 1-MCP regulate major volatile biosynthetic pathways in apple fruit. *Food Chemistry*, 194: 325-336.
- Xu, X., Lei, H., Ma, X., Lai, T., Song, H., Shi, X. and Li, J. 2017. Antifungal activity of 1-methylcyclopropene (1-MCP) against anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) in postharvest mango fruit and its possible mechanisms of action. *International Journal of Food Microbiology*, 241: 1-6.
- Yamada, H., Kaga, Y. and Amano, S. 2006. Cellular compartmentation and membrane permeability to sugars in relation to early or high temperature-induced watercore in apples. *Scientia Horticulturae*, 108: 29-34.
- Yang, X., Jun, S., Lina, D., Forney, C., Leslie, C., Sherry, F., Wismer, P. and Zhaoqi, Z. 2016. Ethylene and 1-MCP regulate major volatile biosynthetic pathways in apple fruit. *Food Chemistry*, 194: 325-336.
- Yang, X., Song, J., Campbell-Palmer, L., Fillmore, S. and Zhang, Z. 2013. Effect of ethylene and 1-MCP on expression of genes involved in ethylene biosynthesis and perception during ripening of apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 78: 55-66.
- Yang, X., Song, J., Campbell-Palmer, L., Walker, B. and Zhang, Z. 2012. Allergen related gene expression in apple fruit is differentially controlled by ethylene during ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 63: 40-49.
- Yuan, R. and Carbaugh, D.H. 2007. Effects of NAA, AVG, and 1-MCP on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity, and quality of 'Golden Supreme' and 'Golden Delicious' apples. *HortScience*, 42 (1): 101-105.
- Zanella, A. 2003. Control of apple superficial scald and ripening: a comparison between 1-methylcyclopropene and diphenylamine postharvest treatments, initial low oxygen stress and ultra low oxygen storage. *Postharvest Biology and Technology*, 27: 69-78.
- Zanella, A., Cecchinell, M., Rossi, O., Cazzanelli, P. and Panarese, A. 2005. Effects of the postharvest treatment with 1-methylcyclopropene 1 MCP on the preservation of South-Tyroleean Italy apple quality during storage. *Laimburg Journal*, 2 (1): 6-26.

Zhang, M., Meng, X., Bhandari, B., Fang, Z. and Chen, H. 2015. Recent application on modified atmosphere packaging (MAP) in fresh and fresh-cut foods. *Food Reviews International*, 31: 172-193.

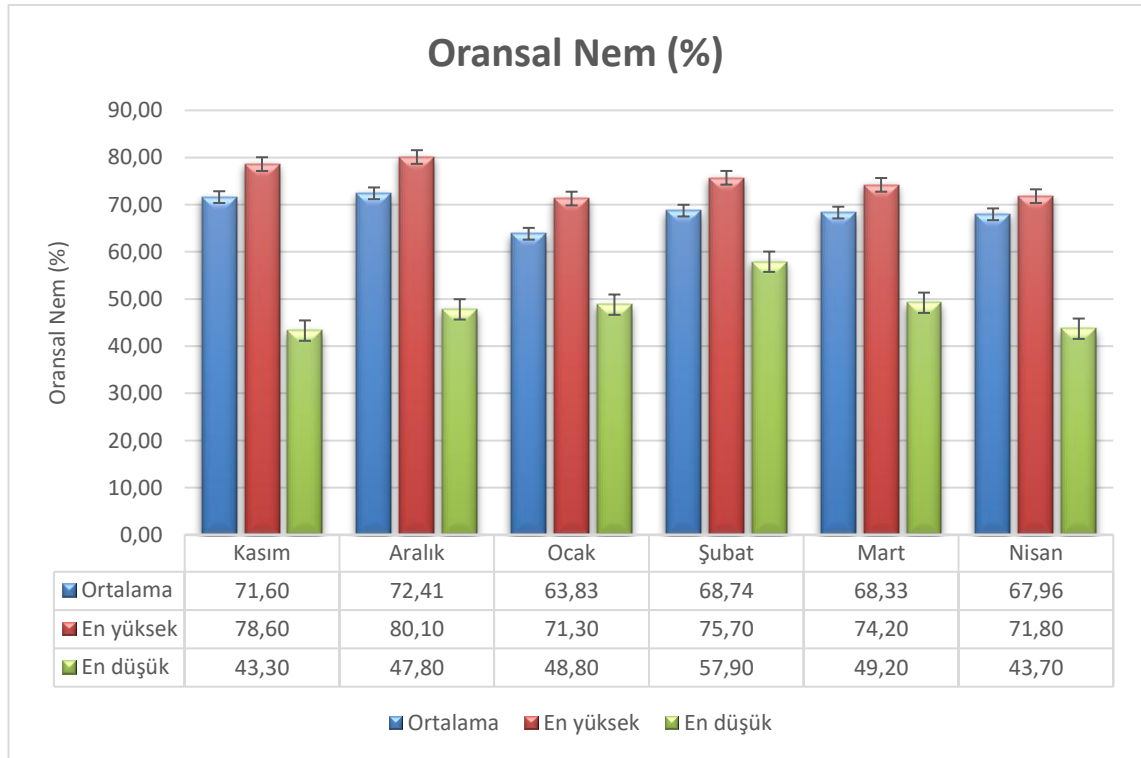
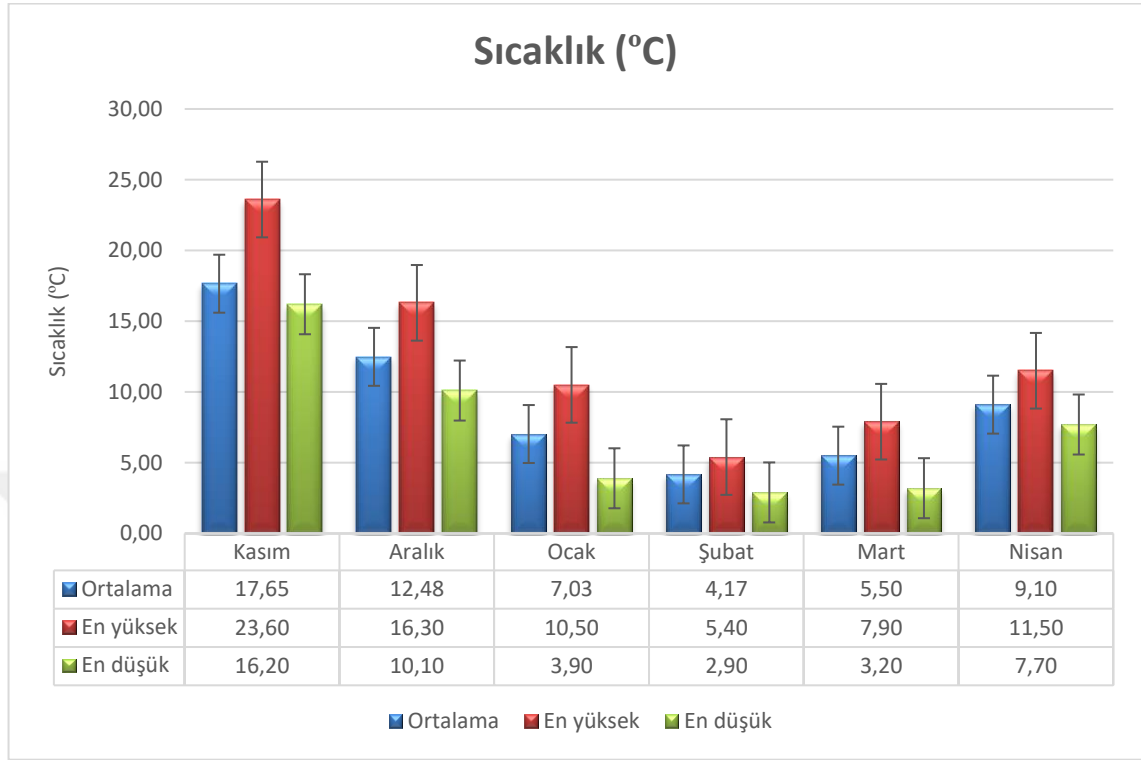


## 7. EKLER

EK-1. Adi depo koşullarında 1-MCP uygulaması süresince kaydedilen ortam sıcaklığı ve oransal nem değişimleri

| Tarih/Saat                | Sıcaklık (°C) | Oransal Nem (%) | Tarih/Saat        | Sıcaklık (°C) | Oransal Nem (%) |
|---------------------------|---------------|-----------------|-------------------|---------------|-----------------|
| 03-10-16/01:00:01         | 19,7          | 54,8            | 03-10-16/13:30:01 | 18,0          | 69,6            |
| 03-10-16/01:30:01         | 19,5          | 52,0            | 03-10-16/14:00:01 | 18,0          | 69,5            |
| 03-10-16/02:00:01         | 18,5          | 56,9            | 03-10-16/14:30:01 | 18,0          | 70,0            |
| 03-10-16/02:30:01         | 18,2          | 60,7            | 03-10-16/15:00:01 | 18,0          | 70,2            |
| 03-10-16/03:00:01         | 18,1          | 62,3            | 03-10-16/15:30:01 | 18,0          | 70,0            |
| 03-10-16/03:30:01         | 18,1          | 63,1            | 03-10-16/16:00:01 | 18,0          | 70,1            |
| 03-10-16/04:00:01         | 18,1          | 63,9            | 03-10-16/16:30:01 | 18,0          | 69,9            |
| 03-10-16/04:30:01         | 18,0          | 64,3            | 03-10-16/17:00:01 | 17,9          | 70,2            |
| 03-10-16/05:00:01         | 18,0          | 64,7            | 03-10-16/17:30:01 | 18,0          | 70,5            |
| 03-10-16/05:30:01         | 18,0          | 65,2            | 03-10-16/18:00:01 | 18,0          | 70,6            |
| 03-10-16/06:00:01         | 18,0          | 65,3            | 03-10-16/18:30:01 | 18,0          | 71,2            |
| 03-10-16/06:30:01         | 18,0          | 65,7            | 03-10-16/19:00:01 | 18,0          | 71,3            |
| 03-10-16/07:00:01         | 18,0          | 66,1            | 03-10-16/19:30:01 | 18,0          | 71,6            |
| 03-10-16/07:30:01         | 18,0          | 66,4            | 03-10-16/20:00:01 | 18,0          | 71,5            |
| 03-10-16/08:00:01         | 18,0          | 66,7            | 03-10-16/20:30:01 | 18,1          | 71,4            |
| 03-10-16/08:30:01         | 18,0          | 67,0            | 03-10-16/21:00:01 | 18,1          | 71,2            |
| 03-10-16/09:00:01         | 18,0          | 67,3            | 03-10-16/21:30:01 | 18,0          | 71,4            |
| 03-10-16/09:30:01         | 18,0          | 67,7            | 03-10-16/22:00:01 | 18,0          | 71,6            |
| 03-10-16/10:00:01         | 17,9          | 67,7            | 03-10-16/22:30:01 | 18,0          | 71,8            |
| 03-10-16/10:30:01         | 17,9          | 68,0            | 03-10-16/23:00:01 | 18,0          | 71,4            |
| 03-10-16/11:00:01         | 17,9          | 68,4            | 03-10-16/23:30:01 | 18,0          | 71,7            |
| 03-10-16/11:30:01         | 18,0          | 68,5            | 04-10-16/00:00:01 | 18,0          | 71,7            |
| 03-10-16/12:00:01         | 18,0          | 68,8            | 04-10-16/00:30:01 | 18,0          | 72,7            |
| 03-10-16/12:30:01         | 17,9          | 68,9            | 04-10-16/01:00:01 | 18,0          | 71,7            |
| 03-10-16/13:00:01         | 17,9          | 68,9            |                   |               |                 |
| <b>24 Saat Ortalaması</b> |               |                 |                   | <b>18,08</b>  | <b>67,86</b>    |

EK-2. Adi depo koşullarında muhafaza edilen elmalarda depolama süresince aylara göre kaydedilen sıcaklık ve oransal nem değerleri



## ÖZGEÇMİŞ

**HAYRİ ÜSTÜN**

**Hayriustun07@gmail.com**



## ÖĞRENİM BİLGİLERİ

|               |                                                                 |
|---------------|-----------------------------------------------------------------|
| Yüksek Lisans | Akdeniz Üniversitesi                                            |
| 2015-2018     | Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya |
| Lisans        | Ankara Üniversitesi                                             |
| 2009-2014     | Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara                |