

Granny Smith Elma Çeşidinde Hasat Sonrası Farklı Dozlarda 1-Metilsiklopropen Uygulamalarının Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri

Atakan GÜNEYLİ*¹ Cemile Ebru ONURSAL² Tuba SEÇMEN²

¹Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eğirdir, Isparta

²Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Antalya

* atakangnyl@gmail.com (Sorumlu Yazar)

Özet

Hasattan sonra 10 °C sıcaklıkta ve 24 saat süreyle 0, 156.25, 312.5, 625 ppb dozlarında 1-Metilsiklopropen (1-MCP) Granny Smith elma meyvelerine uygulanmıştır. Çalışmada referans olarak kullanılan 1-MCP ürünü 625 ppb dozunda uygulanmıştır. Uygulamalardan sonra meyveler 0±0.5 °C sıcaklık ve %90±5 oransal nem koşullarında 4 ay süreyle muhafaza edilmiş ve her ay kalite analizleri yapılmıştır. Raf ömrü çalışması için her dönem meyveler 20 °C sıcaklık ve %55±5 oransal nem koşullarında 1 hafta bekletilip kalite analizleri yapılmıştır. Her analiz döneminde meyvelerde ağırlık kaybı, meyve kabuk rengi, meyve eti sertliği, suda çözünabilir kuru madde miktarı (ŞÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA), solunum hızı, etilen üretim miktarı analizleri ile kabuk yanıklığı oluşumu gözlemleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda etilen üretiminin baskılanmasında, kabuk yanıklığının oluşmasının engellenmesinde, meyve eti sertliği, h₀ değerinin ve TEA muhafazasında 156.25 ve 312.5 ppb 1-MCP uygulamaları ile referans ürün uygulamasının etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Granny smith, alma, 1-MCP, depolama, raf ömrü

The Effects of Different Doses of 1-Methylcyclopropene Postharvest Applications on Fruit Quality in Granny Smith Apples

Abstract

Postharvest, 1-MCP was applied to Granny Smith apple fruits at 10 °C and 24 hours at doses of 0, 156.25, 312.5, 625 ppb. The 1-Methylcyclopropene (1-MCP) product used as a reference in the study was applied at a dose of 625 ppb. After the applications, the fruits were stored at 0±0.5 °C temperature and 90±5% relative humidity conditions for 4 months and quality analyzes were made every month. For the shelf life study, the fruits were kept for 1 week at 20 °C temperature and 55±5% relative humidity in each period, and quality analyzes were made. In each analysis period, the weight loss, fruit color, fruit texture, soluble solid content (SSC), titratable acidity (TEA), respiration rate, ethylene production amount analyzes and scald formation observations were made. As a result of the study, it was observed that 156.25 and 312.5 ppb 1-MCP applications and reference product application were effective in suppressing ethylene production, preventing the formation of scald, fruit flesh firmness, h₀ value, and TEA preservation.

Keywords: Granny smith, apple, 1-MCP, storage, shelf life

1. Giriş

Elma uzun süre depolanabilen bir meyve türüdür. Çeşitlere göre değişmekle birlikte elma meyvesi normal atmosferli depolarda 4-6 ay depolanabilmektedir (Güneyli vd. 2019). Granny Smith elma çeşidi mayhoş bir tada sahip olup yeşil elma olarak da bilinmektedir. Türkiye’de yetiştirilen önemli elma çeşitleri arasında yer edinmiştir. Granny Smith elma çeşidi kabuk yanıklığı (Scald) fizyolojik bozukluğuna karşı hassas bir çeşittir (Çalhan vd. 2016). 1-MCP, klimakterik meyvelerde daha etkili olup, birçok meyve ve sebze çeşidinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Etilen reseptörlerine bağlanarak etilenin etkisinin ortaya çıkmasını engellemektedir. Hasat sonrası dönemde meyve rengi ve meyve eti sertliği gibi meyvenin kalitesini ifade eden özelliklerin değişmesini baskılamaktadır (Sisler ve Serek 1997; Balnkenship ve Dole 2003; Watkins

2006). Ayrıca 1-MCP, uzun süre depolanan Granny Smith elma çeşidinde karşılaşılan kabuk yanıklığı fizyolojik bozukluğunun oluşumunu da baskılamaktadır (Lee vd. 2012; Eren vd. 2015). Çalışmada, hasat sonrası farklı dozlarda 1-MCP uygulamasının Granny Smith elma çeşidine ait meyvelerin muhafaza ve raf ömrü süresince kalite değişimlerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca bu çalışma ile düşük dozlarda 1-MCP uygulamalarının Granny Smith elma meyveleri üzerindeki etkinliği belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bitkisel Materyal

Çalışmada kullanılan Granny Smith elma çeşidi meyveleri, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü araştırma ve üretim parsellerinden temin edilmiştir. Elmaların optimum hasat tarihi ŞÇKM, meyve eti sertliği ve nişastanın parçalanma durumu

izlenerek belirlenmiştir.

1-Metilsiklopropen Uygulaması, Depolama ve Raf Ömrü Çalışması

Hasattan sonra meyvelere % 3.3 1-MCP içeren MA-HAAN VP isimli ticari ürün 156.25, 312.5 ve 625 ppb dozlarında uygulanmıştır. %3.3 1-MCP içeren SmartFresh™ ürünü ticari uygulaması olarak 625 ppb dozunda kullanılmıştır. Kontrol grubu meyvelerine ise herhangi bir uygulama yapılmamıştır. 1-MCP uygulamaları; 3 m³ gaz sızdırmaz kabinlerde, 24 saat süreyle 10°C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Uygulama, kabinin içerisinde toz formunda 1-MCP, saf su ve kabin içerisinde hava karıştırıcı fan yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Referans meyveler ise ticari olarak 1-MCP (SmartFresh™) uygulaması yapılan Granny Smith elmalarından temin edilmiştir. Uygulamadan sonra meyveler normal atmosferli depolama koşulunda; 0±0,5°C sıcaklıkta ve %90±5 oransal nem koşullarında plastik kasalar içerisinde 120 gün süreyle muhafaza edilmişlerdir. Muhafaza süresince aylık aralıklarla alınan meyve örneklerinde kalite analizleri yapılmıştır. Her dönem dönemsel analiz ve gözlemler için soğuk depodan çıkarılan meyvelerin bir kısmı, uygulamaların raf ömründeki etkilerini görmek amacıyla 20°C sıcaklıkta %55±5 oransal nem koşullarında 7 gün süreyle bekletilmişler ve bu sürenin sonunda raf ömrü sonu kalite analiz ve gözlemleri yapılmıştır.

Meyve Kalite Analizleri

Meyve ağırlık kaybı (%)

Ağırlık kaybı ölçümleri için 0.01 g hassasiyetli dijital tartı cihazı kullanılmıştır. Her depolama süresi sonundaki meyvenin ağırlık değeri, meyvenin başlangıç ağırlık değerine göre kümülatif olarak (%) saptanmıştır. Muhafaza döneminde ağırlık kaybı (1) ve raf ömrü döneminde ağırlık kaybı (2)'ye göre gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Ağırlık Kaybı}(\%) = \frac{(BA - SA) \times 100}{BA} \quad (1)$$

$$\text{Ağırlık Kaybı}(\%) = \frac{((RBA - RSA) \times 100)}{RBA} + OMAK \quad (2)$$

OMAK: Her uygulamanın her dönemi için ortalama muhafaza ağırlık kaybı(%); RBA: Raf başı ağırlığı

RSA: Raf sonu ağırlığı

Meyve kabuk rengi (a*, h°)

Renk ölçümlerinde Minolta CR-400 renk ölçer cihazı kullanılmıştır. Ölçümler, meyvenin ekvatorial bölgesinin biraz üstüne konulan işaretin hemen altından okunmuştur. Tek okumayla renk değerleri cihazın programı tarafından hesaplama yapılmıştır.

Meyve eti sertliği (N)

Meyvenin her iki yananın ekvatorial bölgesinden kabuğu soyularak ve 11.1 mm çapında uç kullanıla-

rak, 10 mm derinliğe kadar ucun 10 cm.dk⁻¹ hızla batırılmasıyla ölçülmüştür. Ölçümde tekstür analiz cihazı (GÜSS FTA GS14) kullanılmıştır.

SÇKM (%) ve TEA miktarı (g100 mL⁻¹)

Katı meyve sıkacağı yardımıyla elde edilen meyve suyundan masa tipi dijital refraktometre (HANNA) ile SÇKM ölçümü yapılmıştır. TEA ise otomatik titratör (Metler Toledo T50) yardımıyla ölçülmüştür. TEA ölçümü için meyve suyundan 5 mL alınıp, üzerine saf su eklenerek 50 mL'ye tamamlanmış, daha sonra 0,1 N sodyum hidroksit ile titre edilerek pH 8,1 oluncaya kadar eklenen sodyum hidroksit miktarı bulunmuştur. Harcanan sodyum hidroksit miktarı cihaz yazılımındaki formül ile hesaplanmış ve malik asit olarak g100 mL⁻¹ cinsinden okunmuştur.

Etilen üretimi (µL C₂H₄ kg⁻¹ s⁻¹) ve solunum hızı (mL CO₂ kg⁻¹ s⁻¹):

Her analiz döneminde yaklaşık 1 kg meyve, 5 L'lik kavanozlara konularak gaz kaçırmayacak şekilde kapatılmıştır. 20°C sıcaklıkta 24 saat süre bekletildikten sonra kapakta bulunan delikten örnek gaz alınarak Agilent marka GC-7890A model gaz kromatografisinde okuma yapılmıştır. Fırın, TCD ve FID detektörlerinin sıcaklıkları sırasıyla 40 (izotermal), 250 ve 250°C'dir. Etilen üretimi ppm olarak alınmış ve formülize edilerek (µLC₂H₄ kg⁻¹ s⁻¹)'e çevrilmiştir. Solunum hızı % olarak alınmış ve Saltveit (2009)'e göre formülize edilerek (mLCO₂ kg⁻¹ s⁻¹)'e çevrilmiştir.

Kabuk yanıklığı (Scald):

Kabuk yanıklığı fizyolojik bozukluğu her analiz döneminde Zanella (2003)'e göre değerlendirilmiştir. Kabuk Yanıklığı Skalası; 0 = %0, 1 = %1-10, 2 = %11-25, 3 = %26-75, 4 = %76-100

İstatistiksel değerlendirme

Çalışma, uygulama dozları ve muhafaza süresi olmak üzere 2 faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her tekerrürde 10 adet elma meyvesi kullanılmıştır. Çalışma bulguları, varyans analizine tabi tutularak LSD çoklu karşılaştırma testiyle (p<0.05) değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışmalar

Ağırlık Kaybı

Hem muhafaza hem de raf ömrü süresince meyve ağırlığı sürekli artmıştır (Şekil 1). Her iki çalışmada da en fazla ağırlık kaybı kontrol grubundan elde edilmiştir. En az ağırlık kaybı ise her iki çalışmada da 312,5 ppb ve 625 ppb dozlarında 1-MCP uygulamalarından elde edilmiştir. Muhafaza ve raf ömrü çalışmalarının ikisinde de dönemler arasındaki farklılıklar ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (muhafaza çalışması: LSD dönem = 0,056; LSD uygulama = 0,062; raf ömrü çalışması: LSD dönem = 0,045; LSD

Çizelge 1. Granny Smith elmalarında hasat sonrası 1-MCP uygulamalarının soğuk muhafaza ve raf ömrü süresince h^0 değeri üzerine etkileri.

Table 1. The effects of postharvest 1-MCP applications on h^0 value during cold storage and shelf life in Granny Smith apples.

Uyg.	Soğuk Muhafaza					Ort.	Raf Ömrü					Ort.
	Muhafaza Süresi (Ay)						Muhafaza Süresi (Ay+Gün)					
	0	1	2	3	4		0+7	1+7	2+7	3+7	4+7	
156.25 ppb	119.43	118.86	118.47	117.38	116.54	118.14A	118.89	118.76	118.71	118.19	118.18	118.54A
312.5 ppb	119.43	118.74	118.32	117.17	116.61	118.05A	119.58	118.89	118.18	117.41	117.15	118.24A
625 ppb	119.21	118.56	118.22	117.27	116.22	117.89AB	118.11	118.05	117.97	117.49	117.70	117.86B
Kontrol	119.41	118.65	118.42	117.07	115.97	117.90AB	119.43	118.57	118.55	118.00	117.12	118.34A
Referans	119.14	118.28	118.01	117.03	115.96	117.68B	119.00	118.77	118.31	117.86	117.10	118.21B
Ort.	119.32A	118.62B	118.29C	117.18D	116.26E			119.00A	118.61B	118.34B	117.79C	

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında oluşan farklar önemsizdir ($p < 0.05$). Ort. = Ortalama Uyg. = Uygulamalar

Çizelge 2. Granny Smith elmalarında hasat sonrası 1-MCP uygulamalarının soğuk muhafaza ve raf ömrü süresince SÇKM (%) üzerine etkileri

Table 2. The effects of postharvest 1-MCP applications on total soluble solids (%) in Granny Smith apples during cold storage and shelf life

Uygulamalar	Soğuk Muhafaza					Ort.	Raf Ömrü					Ort.
	Muhafaza Süresi (Ay)						Muhafaza Süresi (Ay+Gün)					
	0	1	2	3	4		0+7	1+7	2+7	3+7	4+7	
156.25 ppb	11.43	12.83	13.60	13.05	12.63	12.71A	12.13	13.03	13.48	12.85	12.60	12.82
312.5 ppb	11.43	12.60	12.85	12.80	12.58	12.45B	12.10	13.00	13.38	13.05	12.83	12.87
625 ppb	11.43	12.30	12.75	13.15	12.60	12.45B	11.48	12.28	13.40	13.10	12.98	12.65
Kontrol	11.43	12.68	13.05	12.30	12.68	12.43B	12.15	13.75	13.18	12.65	12.93	12.93
Referans	11.43	12.33	13.18	12.83	12.18	12.39B	11.98	13.30	12.90	13.15	12.53	12.77
Ort.	11.43D	12.55C	13.09A	12.83B	12.53C		11.97D	13.07AB	13.27A	12.96BC	12.77C	11.43D

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında oluşan farklar önemsizdir ($p < 0.05$). Ort. = Ortalama

uygulama = 0,045). 1-MCP uygulamaları kontrol grubuna göre çalışma süresince daha az ağırlık kaybı vermişlerdir. Erbaş ve Koyuncu (2020)'de Granny Smith elmalarında yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Meyve Rengi

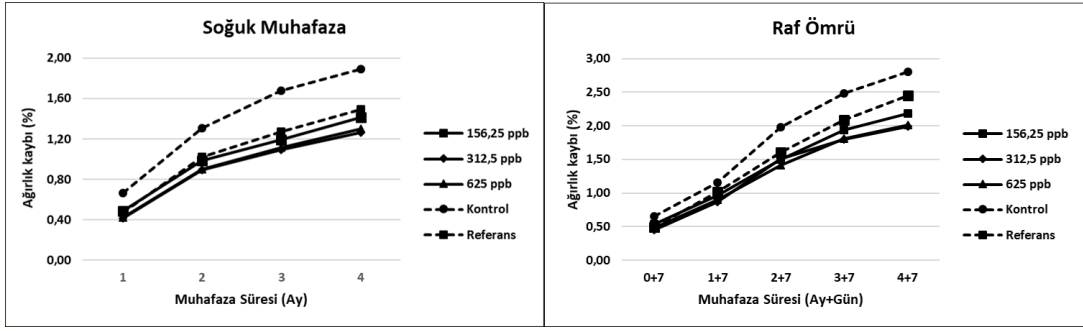
Granny Smith elma çeşidinde yeşil renk tüketiciler tarafından aranan bir özelliktir. Hem muhafaza hem de raf ömrü çalışmasında dönem ilerledikçe meyve rengi a^* değeri artmış, yani yeşil renk bir miktar azalmıştır (Şekil 2). Muhafaza çalışmasında en düşük meyve rengi a^* değeri 156,25 ppb ve 312,5 ppb dozlarına sahip 1-MCP uygulamalarından elde edilirken, en yüksek meyve rengi a^* değeri referans uygulamasından elde edilmiştir. Dönemler arasındaki farklılıklar ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (LSD dönem ve LSD uygulama = 0,203). Raf ömrü çalışmasında uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. (LSD dönem = 0,332). Çalışma süresince 1-MCP uygulamaları, meyvelerin yeşil rengini muhafaza etmesinde önemli etkide bulunmuşlardır. Erkan vd. (2004)'de Granny Smith elma çeşidinde yaptıkları çalışmada muhafaza süresince meyve rengi a^* değeri artmıştır.

Muhafaza süresince meyve rengi h^0 değeri azalmıştır. En yüksek meyve rengi h^0 değeri 156,25 ppb ile 312,5 ppb dozlarında 1-MCP uygulamalarından elde edilirken, en düşük meyve rengi h^0 değeri referans uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 1). Dönemler arasındaki farklılıklar ve uygulamalar

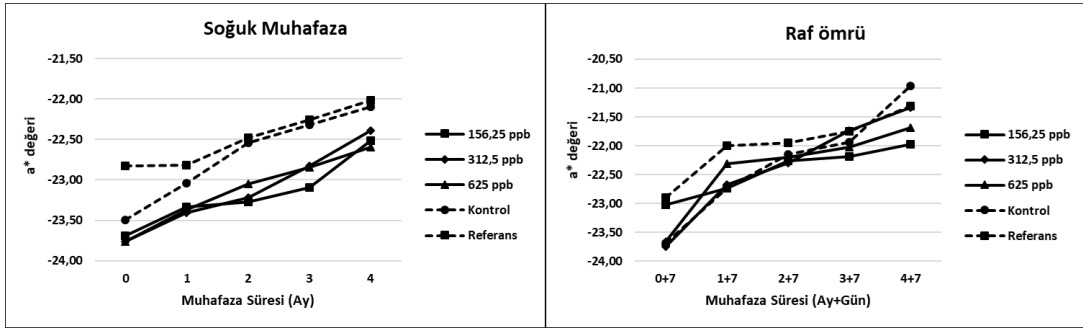
arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (LSD dönem ve LSD uygulama = 0,265). Raf ömrü süresince meyve rengi h^0 değeri azalmıştır. En düşük meyve rengi h^0 değeri 625 ppb dozunda 1-MCP ve referans uygulamalarından elde edilmiştir. Dönemler arasındaki farklılıklar ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (LSD dönem ve LSD uygulama = 0,351). Hem muhafaza hem de raf ömrü çalışmalarında meyve rengi h^0 değerinin korunmasında 1-MCP uygulamaları etkili olmuştur. Falagan ve Terry (2020)'de Aroma, Red Gravenstein ve Summered elma çeşitlerinde yaptıkları çalışmada, çalışma süresince meyve rengi h^0 değerinin azaldığını gözlemlemişlerdir.

Meyve Eti Sertliği

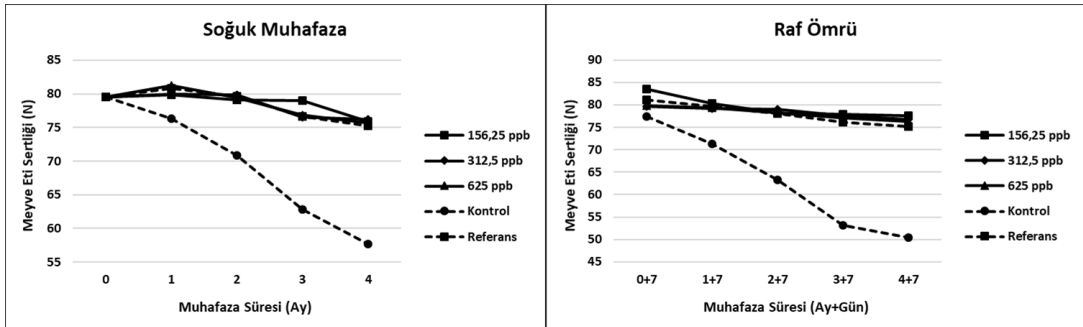
Hem muhafaza hem de raf ömrü süresince uygulamaların hepsinde dönem ilerledikçe meyve eti sertliği değerlerinde azalma meydana gelmiştir (Şekil 3). Ortalamalar sonucunda en düşük meyve eti sertliği değeri kontrol grubundan elde edilirken; farklı dozlardaki 1-MCP uygulamaları benzer etkiyi göstererek, kontrol grubundan daha yüksek meyve eti sertliği değerlerini vermişlerdir. Muhafaza süresince meyve eti sertliğini korumada 1-MCP uygulamalarının hepsi kontrolden daha yüksek meyve eti sertliği değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Dönemler arasındaki farklılıklar ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (muhafaza çalışmasında: LSD dönem = 0,999 ve LSD uygulama = 0,999; raf ömrü çalışmasında: LSD dönem ve uygulama = 1,026). Granny



Şekil 1. Granny Smith elmalarında hasat sonrası 1-MCP uygulamalarının ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri
Figure 1. The Effects of postharvest 1-MCP applications on weight loss (%) in Granny Smith apples



Şekil 2. Granny Smith elmalarında hasat sonrası 1-MCP uygulamalarının meyve rengi a* üzerine etkileri
Figure 2. The Effects of postharvest 1-MCP applications on fruit color a* value in Granny Smith apples



Şekil 3. Granny Smith elmalarında hasat sonrası 1-MCP uygulamalarının meyve eti sertliği (N) üzerine etkileri
Figure 3. The Effects of postharvest 1-MCP applications on fruit firmness (N) in Granny Smith apples.

Smith (Karaşahin vd. 2008) ve Pink Lady (Yalav ve Kaynaş 2018) elma çeşitlerinde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

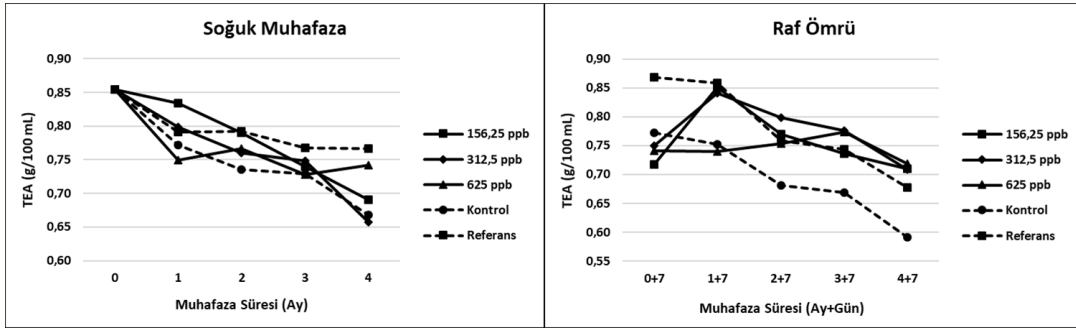
Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı

Muhafaza ve raf ömrü çalışmalarının ikisinde de SÇKM değerleri çalışma süresince önce artmış daha sonra azalmıştır. Muhafaza çalışmasında en yüksek SÇKM değeri 312,5 ppb dozunda 1-MCP uygulamasından elde edilirken, diğer uygulamalar aynı istatistik grubu içerisinde yer almışlardır (Çizelge 2). Muhafaza çalışmasında dönemler arasındaki farklılıklar ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatis-

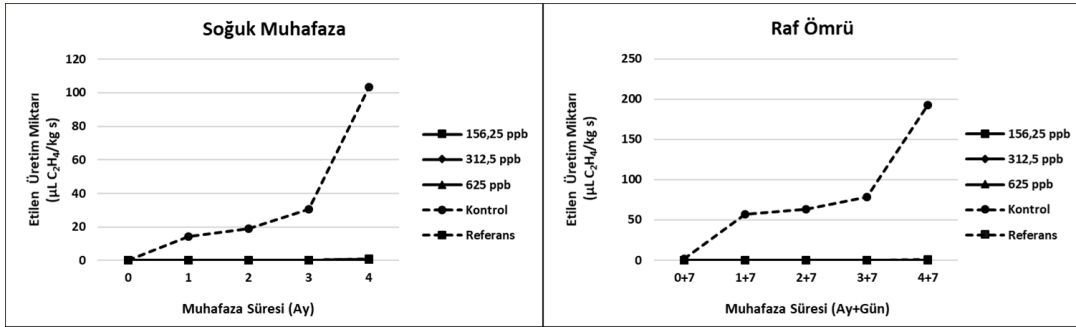
tiksel olarak önemli bulunurken (LSD dönem ve uygulama = 0,185); raf ömrü çalışması sırasında meyvelerin SÇKM miktarları bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmazken, dönemler arasında farklılıklar önemli bulunmuştur (LSD dönem = 0,247). Akbudak vd. (2009)'da Granny Smith elma çeşidinde yaptıkları çalışmada muhafaza süresince SÇKM değerleri önce azalmış sonra arttığını belirtmişlerdir.

Titre Edilebilir Asitlik Miktarı

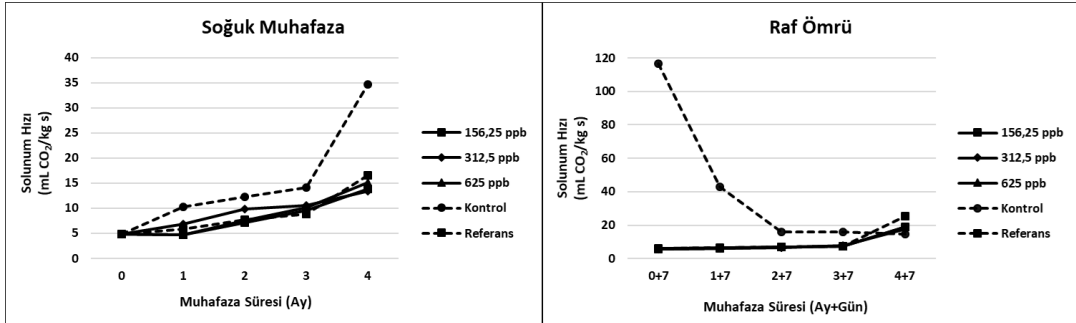
TEA değeri hem muhafaza hem de raf ömrü süresi uzadıkça uygulama gruplarının hepsinde azalış



Şekil 4. Granny Smith elmalarında hasat sonrası 1-MCP uygulamalarının TEA ($\text{g}100 \text{ mL}^{-1}$) üzerine etkileri
Figure 4. The Effects of postharvest 1-MCP applications on titratable acidity ($\text{g}100 \text{ mL}^{-1}$) in Granny Smith apples



Şekil 5. Granny Smith elmalarında hasat sonrası 1-MCP uygulamalarının etilen üretim miktarı ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1}\text{s}^{-1}$) üzerine etkileri
Figure 5. The Effects of postharvest 1-MCP applications on ethylene production amount ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1}\text{s}^{-1}$) in Granny Smith apples

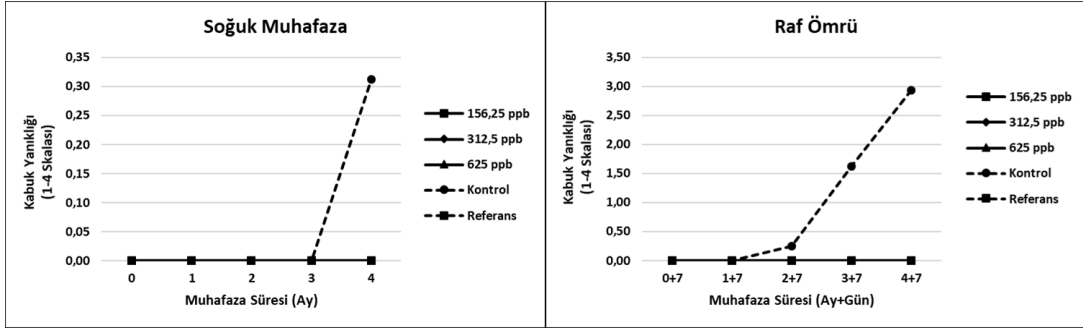


Şekil 6. Granny Smith elmalarında hasat sonrası 1-MCP uygulamalarının solunum hızı ($\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1}\text{s}^{-1}$) üzerine etkileri
Figure 6. The Effects of postharvest 1-MCP applications on respiration rate ($\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1}\text{s}^{-1}$) in Granny Smith apples

göstermiştir (Şekil 4). Uygulamalar ortalamasında hem muhafaza hem de raf ömrü çalışmasında en düşük TEA değeri kontrol grubundan elde edilirken, en yüksek TEA değeri referans uygulamasından elde edilmiştir. Muhafaza ve raf ömrü çalışmalarında dönemler arasındaki farklılıklar ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (muhafaza çalışması: LSD dönem ve LSD uygulama = 0,020; raf ömrü çalışması: LSD dönem ve LSD uygulama = 0,032). Granny Smith (Çalhan vd. 2012) ve Fuji Kuki (Kuzucu ve Aydın 2014) elma çeşitlerinde yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçları elde etmişlerdir.

Etilen Üretim Miktarı

Hem muhafaza hem de raf ömrü çalışmasında uygulamaların hepsinde meyvenin etilen üretim miktarı çalışma süresince artmıştır (Şekil 5). Uygulama ortalamalarına göre en yüksek etilen üretim miktarı kontrol grubundan elde edilmiştir. 1-MCP uygulamalarının olduğu diğer grupların hepsi etilen üretim miktarı daha az olup aynı istatistik grubu içerisinde yer almıştır. Dönemler arasındaki farklılıklar ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (muhafaza çalışması: LSD dönem ve LSD uygulama = 2,536; raf ömrü çalışması: LSD dönem ve LSD uygulama =



Şekil 7. Granny Smith elmalarında hasat sonrası 1-MCP uygulamalarının kabuk yanıklığı fizyolojik bozukluğu üzerindeki etkileri

Figure 7. The Effects of postharvest 1-MCP applications on scald physiological disorders in Granny Smith apples

3,951). Delong vd. (2004)'de Cortland ve McIntosh çeşidi elmalarda yaptıkları çalışmada ve Sakaldaş vd. (2012)'de Santa Maria armut çeşidinde yaptıkları çalışmada 1-MCP uygulamalarının meyvenin etilen üretim miktarını baskıladığını belirtmişlerdir.

Meyve Solunum Hızı

Meyvelerin solunum hızı çalışma gruplarının hepsinde muhafaza süresince artış görülmüştür (Şekil 6). En yüksek solunum hızı değeri kontrol grubundan elde edilirken, en düşük solunum hızı değeri 156,25 ppb 1-MCP uygulamasından elde edilmiştir. Dönemler arasındaki farklılıklar ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (LSD dönem ve LSD uygulama = 3,951). Raf ömrü çalışmasında dönem ilerledikçe meyvenin solunum hızı değeri önce azalmış, sonra artmıştır. En yüksek solunum hızı değeri kontrol grubundan elde edilmiştir. 1-MCP uygulamaları raf ömrü süresince solunum hızını baskılamışlar ve aynı istatistik grup içerisinde yer almışlardır. Dönemler arasındaki farklılıklar ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (LSD dönem ve LSD uygulama = 2,291). Hem muhafaza hem de raf ömrü çalışmalarında 1-MCP uygulamaları kontrol grubuna göre meyvenin solunum hızının baskılanmasında etkili olmuştur. Thewes vd. (2017)'de Galaxy elma çeşidinde yaptıkları çalışmada ve Weber vd. (2017)'de Fuji Suprema elma çeşidinde yaptıkları çalışmada, meyvenin solunum hızının dönem ilerledikçe arttığını ve 1-MCP uygulamalarının solunum hızını baskıladığını belirtmişlerdir.

Kabuk Yanıklığı

Muhafaza süresince kabuk yanıklığı fizyolojik bozukluğu 90. günde kontrol grubunda görülmüş olup, diğer uygulamalarda görülmemiştir (Şekil 7). Dönemler arasındaki farklılıklar ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (LSD dönem ve LSD uygulama = 0,030). Raf ömrü süresince kabuk yanıklığı fizyolojik bozukluğu 60. günde kontrol grubunda görülmeye başlanmış olup, diğer uygulamalarda görül-

memiştir. Dönemler arasındaki farklılıklar ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (LSD dönem ve LSD uygulama = 0,096). Kabuk yanıklığı fizyolojik bozukluğunun görülmesi ve bu fizyolojik bozukluğun şiddetinin baskılanmasında 1-MCP uygulamaları hem muhafaza çalışmasında hem de raf ömrü çalışmasında oldukça etkili olmuşlardır. Özüpek ve Köksal (2012)'de Cooper 900 ve Gloster elma çeşitlerinde yaptıkları çalışmada ve Okan ve Sakaldaş (2020)'de Deveci armut çeşidinde yaptıkları çalışmada benzer sonuçları elde etmişlerdir.

4. Sonuç

Hasat sonrası dönemde 1-MCP uygulamaları yapılan Granny Smith elma meyvelerinin normal atmosfer koşullarında 120 gün depolanması sonucunda meyve kalite kayıpları meydana gelmiştir. Soğuk depolama sırasında oluşan bu kalite kayıplarında raf ömrü sonunda belirgin bir artış gözlenmiştir. Çalışmada 1-MCP uygulamalarının meyvelerde ağırlık kaybı, etilen üretimi, solunum hızı ve kabuk yanıklığı oluşumunun baskılanmasında; ayrıca TEA, meyve eti sertliği ve kabuk renginin korunmasında, kontrol uygulamasına göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda 156.25 ve 312.5 ppb dozlarında 1-MCP uygulamaları Granny Smith elma çeşidinde meyve kalitesinin korunmasında öne çıkmıştır.

Kaynaklar

- Akbudak B, Özer MH, Ertürk H, Çavuşoğlu S, 2009. Response of 1-Methylcyclopropene Treated "Granny Smith" Apple Fruit to Air And Controlled Atmosphere Conditions. Journal of Food Quality 32 (1): 18-33.
- Blankenship SM, Dole JM, 2003. 1-Methylcyclopropene: A Review. Postharvest Biology and Technology 28:1-25.
- Çalhan Ö, Eren İ, Onursal CE, Güneşli A, 2012. Granny Smith Elma Çeşidinin Dinamik Kontrollü Atmosferde (DKA) Depolanması. Bahçe Bilimi 3: 145-152.

- Çalhan Ö, Onursal CE, Güneyli A, Eren İ, Koyuncu MA, 2016. Effect of Different Storage Techniques and 1-MCP Application on Quality of 'Granny Smith' Apple. *Acta Horticulturae* 1120: 123-130.
- Delong JM, Prange RK, Harrison PA, 2004. The Influence of 1-Methylcyclopropene on Cortland and McIntosh Apple Quality Following Long-term Storage. *HortScience* 39(5): 1062-1065.
- Eren İ, Çalhan Ö, Onursal CE, Güneyli A, 2015. Effects of Controlled Atmosphere, Dynamic Controlled Atmosphere and 1-MCP on Quality of 'Granny Smith' Apples. *Acta Horticulturae* 1071: 495-502.
- Erbaş D, Koyuncu MA, 2020. Granny Smith Elma Çeşidinin Depolama Performansı Üzerine Farklı 1-MCP Dozlarının Etkisi. *Journal of Institute Science and Technology* 10(4):2301-2314.
- Erkan M, Pekmezci M, Gübbük H, Kardeşin I, 2004. Effect of Controlled Atmosphere on Scald Development and Postharvest Physiological of Granny Smith Apples. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry* 28(1): 43-48.
- Falagan N, Terry LA, 2020. 1-Methylcyclopropene Maintains Postharvest Quality in Norwegian Apple Fruit. *Food Science and Technology International* 26(5): 420-429.
- Güneyli A, Onursal CE, Seçmen T, SEVİNÇ ÜZÜMCÜ S, 2019. Hasat Sonrası 1-MCP Uygulamalarının Starking Delicious Elma Çeşidinde Depolama ve Raf Ömrü Üzerine Olan Etkisi. *Meyve Bilimi* 6(1): 15-28.
- Kardeşin (Yıldırım) I, Erkan M, Pekmezci M, Şahin G, Selçuk N, 2008. Farklı 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Dozlarının 'Granny Smith' Elma Çeşidinde Derim Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri. Bahçe ürünlerinde IV. Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 8-11 Ekim 2008, 345-353, Antalya.
- Kuzucu FC, Aydın MN, 2014. 1-Methylcyclopropene Uygulamalarının ve Farklı Depolama Sıcaklıklarının 'Fuji Kuki' Elma Çeşidinin Meyve Kalitesine Etkileri. Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2(1): 69-78.
- Lee J, Rudell DR, Davies PJ, Watkins CB, 2012. Metabolic Changes in 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Apple Fruit During Storage. *Metabolomics* 8: 742-753.
- Okan AS, Sakaldaş M, 2020. 'Deveci' Armut Çeşidinde Farklı Depolama Sıcaklıklarında 1-Methylcyclopropene Uygulamalarının Kaliteye Etkilerinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 17(1): 85-90.
- Özüpek Ö, Köksal İ, 2012. Ankara Koşullarında Yetiştirilen Cooper 900 ve Gloster Elma Çeşitlerinin Muhafaza Üzerine 1-Methylcyclopropene Uygulamalarının Etkisi. *Bahçe Bilimi* 3: 71-80.
- Sakaldaş M, Gündoğdu MA, Yalav F, Kaynaş K, 2012. Santa Maria Armut Çeşidinde Hasat Sonrası 1-Methylcyclopropene Protabs Uygulamalarının Depolama Süresince Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri. *Bahçe Bilimi* 3: 259-266.
- Saltveit ME, 2009. Measuring Respiration. Erişim Tarihi: 26.04.2022. https://ucanr.edu/sites/Postharvest_Technology_Center_/files/231497.pdf
- Sisler EC, Serek M, 1997. Inhibitors of Ethylene Responses in Plants at the Receptor Level: Recent Developments. *Physiol. Plant* 100: 577-582.
- Thewes FR, Brackman A, de Oliveira R, Ludwing V, Schultz EE, DosSantos LF, Went LM, 2017. Effect of Dynamic Controlled Atmosphere Monitored by Respiratory Quotient and 1-Methylcyclopropene on the Metabolism and Quality 'Galaxy' Apple Harvested at Three Maturity Stages. *Food Chemistry* 222: 84-93.
- Watkins CB, 2006. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Based Technologies for Storage and Shelf Life Extension Int. J. Postharvest Technology and Inno. 1(1):62-68.
- Weber A, Thewes FR, de Oliveira Anese R, Both V, Pavanello EP, Brackman A, 2017. Dynamic Controlled Atmosphere (DCA): Interaction Between DCA Methods and 1-Methylcyclopropene on 'Fuji Suprema' Apple Quality. *Food Chemistry* 235: 136-144.
- Yalav F, Kaynaş K, 2018. Pink Lady Elma Çeşidinde Hasat Sonrası 1-Methylcyclopropene Uygulaması ve Dinamik Atmosferde Depolamanın Uzun Dönem Depolamada Kaliteye Olan Etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 35 (Ek Sayı): 1-7.
- Zanella A, 2003. Control of Apple Superficial Scald and Ripening a Comparison Between 1-MCP and Diphenylamine Postharvest Treatments. Initial Low Oxygen Stress and Ultra Low Oxygen Storage. *Postharvest Biology and Technology* 27: 69-78.