



Derim Sonrası Oksin, 1-Metilsiklopropen ve 1-N-Naftilfitalamik Asit Uygulamalarının 'Golden Delicious' Elma Çeşidinde Depolama Boyunca Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi

The Effect of Auxin, 1-Methylcyclopropene and 1-N-Naphthylphthalamic Acid Treatments on Fruit Quality in 'Golden Delicious' Apple Variety During Storage

Damla Nur TEKKANAT¹, Mehmet Ali KOYUNCU²

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta
· damlanurr.dna@gmail.com · ORCID > 0000-0003-2796-1285

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta
· koyuncu.ma@gmail.com · ORCID > 0000-0003-4449-6709

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 26 Aralık/December 2023

Kabul Tarihi/Accepted: 28 Şubat/February 2024

Yıl/Year: 2024 | **Cilt-Volume:** 39 | **Sayı-Issue:** 2 | **Sayfa/Pages:** 291-310

Atıf/Cite as: Tekkanat, D.N., Koyuncu, M.A. "Derim Sonrası Oksin, 1-Metilsiklopropen ve 1-N-Naftilfitalamik Asit Uygulamalarının 'Golden Delicious' Elma Çeşidinde Depolama Boyunca Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi" Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 39(2), Haziran 2024: 291-310.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Mehmet Ali KOYUNCU

DERİM SONRASI OKSİN, 1-METİLSİKLOPROPEN VE 1-N-NAFTİLFİTALAMİK ASİT UYGULAMALARININ 'GOLDEN DELİCIOUS' ELMA ÇEŞİDİNDE DEPOLAMA BOYUNCA MEYVE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZ

Çalışmada, 'Golden Delicious' elma çeşidinde derim sonrası bazı uygulamaların depolama süresince meyve kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Optimum derim zamanında derilen elmalar hızlı bir şekilde laboratuvara getirilmiştir. Çeşide özgü şekil, irilik ve boya sahip olan elmalar oksin (20 mg L^{-1}), 1-N-naphthylpht-halamic asit (NPA, $1 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$), NPA ($1 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) +1-Metilsiklopropen (1-MCP, 0.625 ppm) ve kontrol uygulamaları yapılmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Oksin, NPA ve kontrol uygulamaları için kullanılan çözeltilere yayıcı yapıştırıcı olarak Tween-20 ilave edilmiştir ve meyveler çözeltilere 3 dakika daldırılmıştır. NPA+1-MCP uygulaması için elmalar daldırma işleminden sonra 12 saat süre ile oda koşullarında 0.625 ppm 1-MCP uygulamasına tabii tutulmuştur. Üzerindeki su uzaklaştırılmış elmalar plastik kasalara yerleştirilerek $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ve % 90 ± 95 oransal nemde 6 ay boyunca depolanmıştır. Depolama boyunca elmalarda ağırlık kaybı, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı, titre edilebilir asitlik (TEA) miktarı, kabuk rengi, solunum hızı, patojen ve fizyolojik kaynaklı bozulmalar ve duyu kalite değişimi belirlenmiştir. Raf ömrü çalışmaları için soğukta muhafazadan çıkartılan elmalar 7 gün boyunca $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ ve % 60 ± 5 oransal nemde bekletilerek aynı analizler yenilenmiştir. 'Golden Delicious' elma çeşidinde hem soğukta muhafaza hem de raf ömrü sürecinde kalitenin korunması bakımından en iyi sonuç NPA+1-MCP uygulamasından elde edilmiştir. NPA+1-MCP uygulaması yapılan elmalarda depolama boyunca ağırlık kaybı, titre edilebilir asitlik ve solunum hızı diğer uygulamalara göre daha az olmuştur. Optimum dönemde derilerek NPA+1-MCP uygulaması yapılan 'Golden Delicious' elma çeşidinin belirtilen koşullarda 6 ay süreyle soğukta depolanabileceği sonucuna varılmıştır. Ancak 7 günlük raf ömrü süreci dikkate alındığında soğukta depolama süresinin 5 ay ile sınırlandırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Malus communis*, Etilen ve Oksin İnhibitörü, Soğukta Depolama, Raf Ömrü.



THE EFFECT OF AUXIN, 1-METHYLCYCLOPROPENE AND 1-N-NAPHTHYLPHTHALAMIC ACID TREATMENTS ON FRUIT QUALITY IN 'GOLDEN DELICIOUS' APPLE VARIETY DURING STORAGE

ABSTRACT

In the present study, the effects of some postharvest treatments on fruit quality of 'Golden Delicious' apple variety during storage were investigated. The apples, harvested at the optimal maturity stage, were immediately transported to the laboratory. Fruit, which have the shape, size and color specific to the variety, were divided into 4 groups for auxin (20 mg L⁻¹), NPA (1 µg L⁻¹), NPA (1 µg L⁻¹) +1-MCP (0.625 ppm) and control treatments. For auxin, NPA and control treatments apples were immersed into water containing Tween-20 as a surfactant during 3 min. For NPA+1-MCP treatment, apples were subjected to 0.625 ppm 1-MCP application at room conditions for 12 h after dipping. Dried apples were packaged in plastic boxes and stored at 0 °C at 90±95 % relative humidity for 6 months. Weight loss, soluble solids content, titratable acidity, fruit skin color, respiration rate, decay rate, physiological disorders and sensory quality were determined during cold storage. For shelf life studies, the same analyses were repeated by keeping the apples at 20 °C and 60±5 % relative humidity for 7 days after cold storage. The best result was obtained from NPA+1-MCP treatment in terms of fruit quality during both cold storage and shelf life in 'Golden Delicious' apple variety. Weight loss, titratable acidity and respiration rate during storage were less in apples treated with NPA+1-MCP compared to other treatments. It was concluded that 'Golden Delicious' apple variety, harvested at optimal stage and treated with NPA+1-MCP, can be stored for 6 months at 0 °C at 90±95 % relative humidity. However, considering the 7-day shelf life period, it is recommended to limit the cold storage period to 5 months.

Keywords: *Malus communis*, Ethylene and Auxin Inhibitör, Cold Storage, Shelf Life.



GİRİŞ

Dünya elma üretimi 2024 yılı verilerine göre 95.835 964 tona ulaşmıştır (FAO, 2024). Dünya elma üretimine paralel şekilde Türkiye elma üretimi de artış göstermiştir. Son FAO verilerine göre (2024 yılı) 4 817 500 ton ile dünya elma üretiminin % 5.02'sini gerçekleştiren Türkiye, Çin (% 49.64)'in ardından küresel ölçekte 2. ülke konumundadır (FAO, 2024). Türkiye üretimi il bazında incelendiğinde, en fazla üretim Isparta (1. 230 580 ton)'da gerçekleşmiştir (TÜİK, 2024). Türkiye kendi tüketiminden daha fazla elma üreten bir ülke konumundadır.

Elma, her bölgede yetiştirilebilmesi ile geniş üretici kitlesini kapsarken, en fazla tüketim miktarına sahip meyvelerin de öncülüğünü yapmaktadır (Akbaý ve ark., 2005). Elma taze olarak ihracatı yapılan meyvelerden biri olmasıyla da önem taşımaktadır (Peker ve Çelik, 2005). Fakat derimden tüketici sofrasına ulaşıncaya kadar geçen sürede yaş meyve ve sebze de kayıp oranı Türkiye’de hala % 25-30’lar seviyesindedir. Elmada bu kadar fazla olmasa bile muhafaza koşullarının uygun olmaması sebebiyle kalite kaybı oluşmaktadır (Karaçalı, 2009). Derim sonrasında modern depolama şartlarında bile elmada hala ciddi oranda kayıplar gerçekleşmektedir (Türk ve ark., 2017). Bu nedenle klimakterik meyve türlerinden biri olan elmada, derim sonrası kalite kayıplarının sınırlandırılması için uygun depolama koşullarının oluşturulması gerekmektedir (Karaçalı, 2009). Modern meyve yetiştiriciliğinde, birinci sınıf meyve oranına verilen önem toplam verimden daha önemli hale gelmiştir. Elma meyvesinde de bu durum geçerli olup (Barritt, 2000), depolama süresince meydana gelen kalite kayıplarını azaltmak ya da geciktirmek için alternatif uygulama arayışları devam etmektedir.

1-MCP molekül ağırlığı 54, formülü C_4H_6 olan bir maddedir. Başta elma olmak üzere bazı bahçe ürünlerinin kalitesinin korunması ve derim sonrası ömrün uzamasında etileni inhibe ederek etkili olmaktadır. Bitkide etilen reseptörlerine bağlanıp etilenin bu bölgeye ulaşımını engellemekte ve etilenle gerçekleşen tepkimelerin hızını yavaşlatmaktadır (Sisler ve Serek, 1997). Öte yandan 60 yıldan beri yürütülen çalışmalarda, bitkide meydana gelen gelişimin her aşamanın düzenlenmesinde bitki büyüme maddesi olan IAA sorumlu bulunmuştur (Palavan-Ünsal, 1993). Oksinin hücreleri büyümeye teşvik ettiği bilinmektedir. Diğer yandan oksin ve oksin benzeri maddelerin bazı klimakterik ve klimakterik olmayan meyvelerde uygulama zamanına bağlı olarak olgunlaşmayı da geciktirebilmektedir.

1-MCP son yıllarda depolama sırasında kalite kayıplarının yavaşlatılması ve depolama süresinin uzatılması amacıyla elmada yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bir oksin inhibitörü olan ve meyvelerde etilen sentezini baskıladığı ileri sürülen NPA’nın (Sussman ve Goldsmith, 1981) elmada derim sonrası katite kayıplarının azaltılmasında etkili olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada NPA’nın denemeye dahil edilmesi bu görüşe dayanmaktadır. Etilen sentezini baskılayarak elmalarda derim sonrası yaşam potansiyelini uzatabileceği düşüncesiyle, ülkemizde ilk defa NPA+1-MCP uygulaması bu çalışmada denenmiştir. Bu bilgiler ışığında, NPA+1-MCP başta olmak üzere NPA ve oksin uygulamalarının ‘Golden Delicious’ elma çeşidinde soğukta depolama ve raf ömrü sürecinde kalite kayıplarını azaltarak meyvelerin depolanma sürelerinin uzatılması hedeflenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, 2020-2021 yılları arasında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait olan Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür. Denemede meyve materyali olarak, tüketimi oldukça fazla olan ülkemizde ve araştırma yöremizde hala yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan 'Golden Delicious' elma çeşidi kullanılmıştır. Meyveler, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait, M106 anacına aşılı, 4x2 m dikim aralığına sahip ve modifiye lider terbiye sistemi uygulanmıştır Golden Delicious'parselinden temin edilmiştir. Optimum derim zamanında; meyve gelişme süresi (tam çiçeklenmeden 151 gün sonra), nişasta miktarı (1-10 skalasına göre 5 numara), meyve zemin rengi ve meyve eti sertliğine (90-95 N) bakılarak usulüne uygun olarak derilen meyveler, 45 dk içerisinde soğutmalı araçla (4 °C) laboratuvara getirilmiştir.

Derim Sonrası Uygulamalar

Çeşide özgü irilik ve boyda olan sağlam meyveler deneme de kullanılmak üzere seçildikten sonra Kontrol, NPA, NPA+1-MCP ve Oksin (IAA) uygulamaları için 4 gruba ayrılmıştır. 1. uygulamada meyveler, 3 dakika 20 mg L⁻¹ oksin (IAA, Sigma) çözeltisine daldırılmıştır. 2. uygulamada meyveler, 3 dakika 1 µg L⁻¹ 1-N-naftilfitalamik asit (NPA, Naptalam, Sigma) (Oksin inhibitörü, NPA) içeren çözeltiye daldırılmıştır. 3. uygulamada (NPA+1-MCP) meyveler, önce oda koşullarında (21 °C ve % 50-60 oransal nem) 3 dakika süre ile 1 µg L⁻¹ NPA (Naptalam, Sigma) içeren çözeltiye daldırılmıştır. Daha sonra 12 saat süreyle oda koşullarında 1-MCP uygulaması yapılmıştır. 1-MCP, paslanmaz çelikten imal edilmiş (1m³) içerisinde karıştırıcı fanı olan gaz sızdırmaz kabinler içerisinde uygulanmıştır. 4. uygulamada kontrol meyveleri, diğer tüm uygulamalarda olduğu gibi 3 dakika süreyle saf suya daldırılmıştır. Tüm uygulamalar oda koşullarında (21 °C ve % 50-60 oransal nem) yapılmıştır. Yayıcı yapıştırıcı olarak % 0.1'lik Tween 20 kullanılmıştır. Daldırma işlemlerinden sonra meyveler 12 saat süre ile üzerlerindeki fazla suyu uzaklaştırmak için oda koşullarında bekletilmiştir. Uygulama yapılan meyveler 0 °C'de ve % 90±95 oransal nemde 6 ay boyunca muhafaza edilmiştir. Raf ömrü çalışmaları için her analiz döneminde ayrılan meyveler, 7 gün süreyle 20 °C sıcaklık ve % 60±5 oransal nem koşullarında bekletilmiştir. Soğukta depolama sonunda yapılan bütün analizler raf ömrü sonunda da tekrar edilmiştir.

Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Ağırlık kaybı (%): Meyvelerde ağırlık kaybı 0.01 g hassasiyetindeki Scaltec SBA51 model terazi ile ölçülmüştür. Denemenin başında her uygulama için ayrı ayrı olmak üzere 15'er adet meyve etiketlenmiş ve her analiz döneminde depodan çıkarılan aynı örnekler ölçülerek tekrar depolara konulmuştur. Ayrıca

raf ömrü analizlerinin başında ve sonunda da meyvelerin ağırlıkları alınarak raf ömrü boyunca meydana gelen değişimler kaydedilmiş ve sonuçlar yüzde olarak hesaplanmıştır.

Suda çözünebilir kuru madde miktarı: Hasat dönemi (başlangıç) ve her analiz döneminde depodan çıkarılan meyveler katı meyve sıkacağı ile suyu çıkarıldıktan sonra dijital refraktometre (Atago Pocket PAL-1) ile SÇKM değerleri ölçülmüş ve sonuçlar % olarak verilmiştir.

Titre edilebilir asit miktarı: Katı meyve sıkacağı kullanılarak elde edilen meyve sularından 10 mL alınmış ve 0.1 N'lik sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi ile pH değeri 8.1 oluncaya kadar pH metre (WTW Inolab marka dijital pH metre) ve dijital büret kullanarak titre edilmiştir. Sonuçlar harcanan NaOH dikkate alınarak hesaplanmış ve g malik asit 100 mL⁻¹ olarak verilmiştir.

Meyve kabuk rengi: Deneme boyunca meyvelerin kabuğunda meydana gelen renk değişimleri CR 300 model Minolta marka renk cihazı kullanarak ölçülmüştür. Kroma (C*) ve hue açısı (h°) değerlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır.

$$h^{\circ} = \tan^{-1} (b^*/a^*) \quad C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$$

Solunum hızı: Meyveler, 5 L hacmindeki tamamen gaz sızdırmaz plastik kavanozlara 700-750 gram aralığında tartılarak ağzı sıkıca kapatılmıştır. Meyveler oda koşullarında (20±1 °C) 1-1.5 saat bekletilmiş (Khan ve Singh, 2007) ve bu süre sonunda kavanozlardan gaz sızdırmaz plastik şırınga ile 15-20 mL hava alınarak doğrudan gaz kromatografisine enjekte edilmiştir. Solunum hızı elde edilen CO₂ üzerinden hesaplanarak mLCO₂kg⁻¹s⁻¹ olarak verilmiştir.

Patojen ve Fizyolojik kaynaklı bozulmalar: Depolama boyunca meyve örnekleri tek tek incelenerek fizyolojik kaynaklı bozulmalar gözlem yoluyla belirlenmiştir. Bütün uygulamalarda her analiz döneminde çürüyen meyve sayıları başlangıçtaki meyve sayısına oranlanarak % olarak hesaplanmıştır.

Duyusal değerlendirmeler: Değerlendirmeler flüoresan ışık altında ve kokusuz bir ortamda 5 kişilik panelist grubu tarafından yapılmıştır (Erbaş ve Koyuncu, 2016). Dış görünüş için 1-9 (1-3 puan= pazarlanamaz; 5 puan= pazarlanabilir; 7 puan= iyi; 9 puan= çok iyi) skalası (Koyuncu ve ark., 2005), tat ve aroma için 1-5 (1 puan= çok kötü; 2 puan= kötü; 3 puan= orta; 4 puan= iyi; 5 puan= çok iyi) skalası (Koyuncu ve ark., 2005) kullanılmıştır.

İstatistik *analizler*: Deneme, ‘Faktöriyel Düzende Tesadüf Parselleri Deneme Deseni’ ne göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekerrürde 8 meyve olacak şekilde planlanmıştır. Denemeden elde edilen veriler (ağırlık kaybı ve renk haric) JMP7 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup her analiz dönemi ve her depolama uygulamaları ortalamaları Tukey çoklu varyans testine ($P<0.05$) göre gruplandırılmıştır.

Ağırlık kaybı ve renk özellikleri bakımından elde edilen değerler ise faktöriyel düzende tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniği ile analiz edilmişlerdir. Denemede uygulama faktörünün 4 seviyesi, dönem faktörünün ise başlangıç 7 seviyesi mevcuttur. Alt gruplardaki gözlem adedi sayısı (tekerrür) 3’tür. Tekrarlanan ölçümler dönem faktörünün seviyelerinde gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ağırlık Kaybı

Elmalarda soğukta depolama ve raf ömrü sürecinde farklı uygulamaların ve muhafaza süresinin ağırlık kaybı üzerine etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 1). Meyvelerde derim sonrası meydana gelen ağırlık kaybı, hem kalite hem de ekonomik kayba neden olmaktadır. Soğukta depolama süresince tüm uygulamalarda ağırlık kaybı zamana bağlı olarak düzenli olarak artmıştır. Ancak NPA+1-MCP uygulanan elmalardaki ağırlık kaybı diğer uygulamalara kıyasla daha düşük bulunmuştur (% 4.52). NPA+1-MCP kombinasyonu kadar bariz olmasada NPA uygulanmış elmalarda ağırlık kaybı kontrole kıyasla kısmen düşük bulunmuştur. En fazla ağırlık kaybı kontrol meyvelerinde (% 5.61) tespit edilmiş, bunu sırasıyla oksin (% 5.48) ve NPA (% 5.24) takip etmiştir. NPA+1-MCP uygulamasının diğer uygulamalara göre ağırlık kaybını azaltması, 1-MCP ve NPA nın etilen biyosentezi üzerinden solunum hızını baskılamasıyla açıklanabilir. Benzer şekilde Bulens ve ark. (2012) ve Karagiannis ve ark. (2018) elmalarda, 1-MCP’nin ürün metabolizmasını yavaşlatarak ağırlık kaybını azalttığını rapor etmişlerdir. Oksin inhibitörü olan NPA’nın elmalarda tek başına solunum hızını azalatabileceği beklenebilir. Nitekim çalışmamızda da NPA, oksin ve kontrol grubuna göre solunum hızını azaltmıştır (Çizelge 7). Dolayısıyla NPA uygulanmış elmalarda kontrole göre ağırlık kaybının kısmen düşük olması solunum hızı üzerine olan baskılayıcı etkisiyle açıklanabilir.

Soğukta muhafazada olduğu gibi raf ömrü süresince ağırlık kaybı artmıştır. Bu değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur. Ancak tüm uygulamalarda soğukta muhafazaya kıyasla rafta bekletilen elmalarda ağırlık kaybı daha fazla olmuştur (Çizelge 1). Bu gözle görülür artışın ortamdaki sıcaklığın artmasıyla beraber su kaybindaki artıştan kaynaklandığını söyleyebiliriz. Nitekim Serrano ve ark. (2003)

meyvelerde, yüksek sıcaklığa bağlı olarak oda koşullarında ağırlık kaybının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Uygulama dikkate alındığında, en fazla ağırlık kaybı kontrol grubunda (% 7.22) saptanırken, bunu sırasıyla oksin (% 7.12), NPA (% 6.99) ve NPA+1-MCP uygulaması (% 6.24) izlemiştir. NPA+1-MCP uygulamasının ağırlık kaybı üzerine olan olumlu etkisi soğukta muhafazada olduğu gibi solunum hızını (Çizelge 7) baskılamasıyla açıklanabilir.

Çizelge 1. Derim sonrası farklı uygulamaların ‘Golden Delicious’ elma çeşidinde soğukta muhafaza ve raf ömrü sürecinde ağırlık kaybı (%) üzerine etkisi

Table 1. The effect of different postharvest treatments on weight loss (%) during cold storage and shelf life in ‘Golden Delicious’ apple variety.

U	MS						U Ort.	
	1 ay	2 ay	3 ay	4 ay	5 ay	6 ay		
NPA+1-MCP	2.12±0.07	3.73±0.12	4.25±0.17	4.88±0.20	5.93±0.24	6.22±0.34	4.52c	
Oksin	2.41±0.07	3.94±0.21	5.08±0.14	5.97±0.16	7.17±0.19	8.33±0.19	5.48a	
NPA	2.29±0.09	3.86±0.16	4.96±0.20	5.75±0.18	6.86±0.20	7.70±0.18	5.24b	
Kontrol	2.72±0.29	3.96±0.32	5.15±0.32	5.93±0.31	7.52±0.34	8.35±0.37	5.61a	
MS Ort.	2.39e	3.87d	4.86c	5.63b	6.87a	7.65a		
Önemlilik dereceleri								
MS: **				U: *		MS × U: ÖD		
U	MS							U Ort.
	0 gün+7 gün	1 ay+7 gün	2 ay+7 gün	3 ay+7 gün	4 ay+7 gün	5 ay+7 gün	6 ay+7 gün	
NPA+1-MCP	2.34±0.17	4.48±1.23	6.18±0.14	6.71±0.19	7.21±0.21	8.32±0.25	8.40±0.34	6.24b
Oksin	2.26±0.06	5.09±0.12	6.53±0.23	7.53±0.16	8.45±0.15	9.34±0.25	10.67±0.20	7.12a
NPA	2.26±0.06	4.96±0.12	6.53±0.14	7.44±0.20	8.30±0.20	9.42±0.22	10.00±0.15	6.99b
Kontrol	2.11±0.07	5.30±0.30	6.40±0.32	7.44±0.31	8.62±0.35	9.98±0.36	10.66±0.39	7.22a
MS Ort.	2.24e	4.96d	6.41c	7.28b	8.14ab	9.26a	9.94a	
Önemlilik dereceleri								
MS: *				U: *		MS × U: ÖD		

U: Uygulama, MS: Muhafaza süresi, 1-MCP: 1-Metilsiklopropan, NPA: 1-N-naftilfitalamik asit, ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: P<0.01. Satırlardaki ve sütunlardaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05)

Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı

Çalışmada, SÇKM içeriği üzerine muhafaza süresi (MS) × uygulama (U) etkisinin etkisi istatistik olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur (Çizelge 2). Meyvelerin depolama sonundaki SÇKM içerikleri başlangıç değerlerine göre artış göstermiştir. Başlangıçta % 11.47 (NPA) ile % 12.20 (kontrol) arasında saptanan SÇKM değerleri, depolamanın 6. ayında % 13.23 (NPA) ile % 14.40 (kontrol) arasında değişmiştir. En fazla artış kontrol grubunda olmuştur. Nitekim Kaynaş

ve ark. (1992)'nin elmalarda depolama sonunda ölçülen SÇKM değerinin genelde başlangıç değerinden yüksek olduğunu belirten bulgusu araştırmamızı destekler niteliktedir. Meyve suyunda ölçülen SÇKM'nin büyük bölümünü şekerler oluşturmaktadır. Olgunlaşma ile beraber nişasta şekere dönüştüğü için şeker miktarının arttığı belirlenmiştir. Olgunlaşan meyveler ham meyvelere kıyasla daha yüksek SÇKM miktarına sahiptirler (Sing ve Khan, 2010). Çalışmamızda 1-MCP ve diğer uygulamaların SÇKM miktarı üzerine etkisi istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). 1-MCP uygulamasının etilen sentezini bloke ederek olgunlaşmayı geciktirirken soğukta depolama sırasında SÇKM içeriği üzerine etkisinin önemsiz çıkması, SÇKM içeriğinin su kaybı ve solunum hızı gibi faktörlere göre de değişiklik göstermesiyle açıklanabilir. Benzer şekilde Rupasinghe ve ark. (2000) ve Larrigaudiere ve ark. (2008) 1-MCP'nin, elmalarda SÇKM üzerine önemli bir etkisinin olmadığını kaydetmişlerdir.

Elmalarda raf ömrü sürecinde SÇKM miktarı üzerine sadece muhafaza süresinin etkisi istatistik olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 2) Depolamanın başlangıcında ortalama % 12.28 olan SÇKM değeri, depolama sonunda % 12.83 değerine yükselmiştir. Bu artışın ortamdaki sıcaklığın artmasından kaynaklandığını belirtebiliriz. Ortamdaki sıcaklık arttıkça, su kaybı da artmaktadır. Keza Peano ve ark. (2010) ürünlerde meydana gelen ağırlık ya da su kaybının SÇKM miktarı üzerine etkili olduğunu, artan su kaybıyla birlikte SÇKM değerinin de arttığını bildirmiştir. Aynı şekilde Lavilla ve ark. (1999), farklı koşullarda depolanan 'Granny Smith' elma çeşidinde SÇKM içeriğinde artış belirlemişlerdir.

Çizelge 2. Derim sonrası farklı uygulamaların 'Golden Delicious' elma çeşidinde soğukta muhafaza ve raf ömrü sürecinde SÇKM (%) miktarı üzerine etkisi

Table 2. The effect of different postharvest treatments on soluble solids content (%) during cold storage and shelf life in 'Golden Delicious' apple variety.

U	MS						U Ort.	
	0 gün	1 ay	2 ay	3 ay	4 ay	5 ay		6 ay
NPA+ 1-MCP	11.80de±0.47	12.37b-d±0.32	13.40a-e±0.32	13.27a-e±0.52	14.83a±0.38	13.63a-e±0.19	13.37a-e±0.87	13.24 ^{ÖD}
Oksin	12.00c-e±0.21	13.77a-d±0.55	12.67a-e±0.12	13.43a-e±0.33	14.07a-e±0.41	13.63a-e±0.22	13.30a-e±0.55	13.27
NPA	11.47e±0.24	12.20b-e±0.00	13.47a-e±0.54	13.43a-e±0.20	13.23a-e±0.19	12.80a-e±0.06	13.23a-e±0.22	12.83
Kontrol	12.20b-e±0.06	13.20a-e±0.47	13.47a-e±0.32	14.77a±0.23	13.03a-e±0.48	12.33b-e±0.18	14.40ab±0.91	13.34
MS Ort.	11.87c	12.88b	13.25ab	13.73ab	13.79a	13.10ab	13.58ab	
Önemlilik dereceleri								
U	MS:**		U:ÖD			MS × U:**		U Ort.
	MS							
	0 gün+7 gün	1 ay+7 gün	2 ay+7 gün	3 ay+7 gün	4 ay+7 gün	5 ay+7 gün	6 ay+7 gün	
NPA+1-MCP	11.73±0.58	12.73±0.61	13.53±0.07	12.80±0.74	13.23±0.67	12.57±0.55	13.70±1.00	12.90 ^{ÖD}
Oksin	12.20±0.17	13.33±1.22	14.20±0.79	13.57±0.42	13.60±0.26	12.80±0.46	11.93±0.07	13.09
NPA	12.03±0.09	13.53±0.47	14.03±0.17	12.30±0.58	13.87±0.86	13.07±0.64	12.23±0.37	13.01
Kontrol	13.13±0.80	13.23±0.34	14.13±0.29	12.20±0.21	14.33±0.43	13.67±0.20	13.43±0.17	13.45
MS Ort.	12.28c	13.21a-c	13.98a	12.72bc	13.76ab	13.03a-c	12.83a-c	
Önemlilik dereceleri								
	MS:**		U:ÖD			MS × U:ÖD		

U: Uygulama, MS: Muhafaza süresi, 1-MCP: 1-Metilsiklopropen, NPA: 1-N-naftilfitalamik asit, ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: $P < 0.01$. Satırlardaki ve sütunlardaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($P < 0.05$)

Titre Edilebilir Asit Miktarı

Çalışmada uygulamaların, muhafaza süresinin ve MS × U interaksiyonunun TEA (g 100 mL⁻¹) miktarı üzerine etkisi önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 3). Soğukta depolama boyunca zamana bağlı olarak bütün uygulamalarda meyve TEA değerleri düzenli olarak azalmıştır. Ancak en az değişim NPA+1-MCP uygulamasında olmuştur. Bu grupta başlangıçta ortalama 0.59 g 100 mL⁻¹ olan asitlik değeri, depolamanın 6. ayında 0.41 g 100 mL⁻¹ olarak ölçülmüştür. Meyve asitliğini en iyi koruyan uygulama beklendiği gibi NPA+1-MCP kombinasyonu olmuştur. Çizelge 3'de görüldüğü gibi NPA+1-MCP (0.56 g 100 mL⁻¹) uygulaması istatistik olarak oksin, NPA ve kontrol uygulamalarından farklı bir grupta yer almıştır. Oksin (0.48 g 100 mL⁻¹), kontrol (0.46 g 100 mL⁻¹) ve NPA (0.45 g 100 mL⁻¹) uygulamalarından elde edilen TEA değerleri birbirine oldukça yakın bulunmuştur. NPA+1-MCP uygulamasının meyve asitliği üzerine olumlu etkisi bu kombinasyonun meyve etilen sentezi üzerinden metabolizmayı baskılaması ve olgunlaşmayı yavaşlatması ile asitlik değerinin daha iyi korunması ile açıklanabilir. Nitekim önceki yıllarda 1-MCP uygulanarak yapılmış elma muhafaza çalışmalarında 1-MCP'nin kontrolle kıyasla bariz şekilde meyve TEA değerini koruduğu rapor edilmiştir (Johnson, 2003; Lafer, 2003).

TEA değerinde, soğukta muhafaza sırasında elde edilen eğilime benzer sonuçlar raf ömrü sürecinde de tespit edilmiştir. Soğukta muhafazada olduğu gibi oksin (0.26 g 100 mL⁻¹), NPA (0.22 g 100 mL⁻¹) ve kontrol (0.27 g 100 mL⁻¹) uygulamaları daha fazla asitlik değişimi gösterirken, NPA+1-MCP uygulanmış meyvelerde sadece 0.07 g 100 mL⁻¹lik bir azalış saptanmıştır (Çizelge 3). Depolama sonunda meyve asitlik değerinin soğukta muhafazaya göre kısmen daha düşük olması sıcaklığa bağlı olarak olgunlaşmanın ve metabolizmanın daha hızlı olması ve organik asitlerin daha fazla kullanılması ile açıklanabilir. Benzer şekilde Dünder ve ark. (2009) soğukta muhafazaya kıyasla, raf ömrü döneminde TEA miktarında daha fazla azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Derim sonrası farklı uygulamaların 'Golden Delicious' elma çeşidinde soğukta muhafaza ve raf ömrü sürecinde TEA miktarı ($g\ 100\ mL^{-1}$) üzerine etkisi

Table 3. The effect of different postharvest treatments on titratable acidity ($g\ 100\ mL^{-1}$) during cold storage and shelf life in 'Golden Delicious' apple variety

U	MS						U Ort.	
	0 gün	1 ay	2 ay	3 ay	4 ay	5 ay		6 ay
NPA+1-MCP	0.59a-e±0.01	0.59a-e±0.02	0.54a-f±0.02	0.66a±0.01	0.48c-h±0.04	0.63ab±0.05	0.41f-h±0.03	0.56a
Oksin	0.61a-d±0.01	0.61a-d±0.04	0.49b-g±0.01	0.45e-h±0.02	0.38gh±0.02	0.47c-f±0.01	0.35gh±0.01	0.48b
NPA	0.62a-c±0.03	0.57a-e±0.01	0.47c-f±0.03	0.41f-h±0.04	0.37gh±0.04	0.34h±0.04	0.35gh±0.01	0.45b
Kontrol	0.58a-e±0.01	0.62a-c±0.05	0.47c-f±0.02	0.42f-h±0.01	0.36gh±0.03	0.41f-h±0.01	0.36gh±0.03	0.46b
MS Ort.	0.60a	0.60a	0.50b	0.49b	0.40c	0.46b	0.37c	
Önemlilik dereceleri								
MS:**			U:**			MS × U:**		
U	MS						U Ort.	
	0 gün+7 gün	1 ay+7 gün	2 ay+7 gün	3 ay+7 gün	4 ay+7 gün	5 ay+7 gün		6 ay+7 gün
NPA+1-MCP	0.52a-d±0.03	0.55a-c±0.02	0.58ab±0.02	0.51a-e±0.03	0.50a-e±0.00	0.42d-h±0.01	0.45c-g±0.04	0.50a
Oksin	0.58ab±0.02	0.45c-g±0.05	0.47a-e±0.03	0.41d-±0.02	0.41d-±0.03	0.35f-±0.01	0.32h-±0.01	0.43b
NPA	0.51a-e±0.02	0.49a-e±0.01	0.43d-h±0.01	0.40d-±0.01	0.39e-±0.01	0.32h±0.01	0.29±0.00	0.40b
Kontrol	0.60a±0.04	0.50a-e±0.01	0.48a-e±0.02	0.42d-h±0.01	0.40d-±0.02	0.30±0.03	0.33g-±0.02	0.43b
MS Ort.	0.55a	0.50b	0.49b	0.44c	0.43c	0.35d	0.35d	
Önemlilik dereceleri								
MS:**			U:**			MS × U:**		

U: Uygulama, MS: Muhafaza süresi, 1-MCP: 1-Metilsiklopropen, NPA: 1-N-naftilfitalamik asit, Ort: Ortalamalar, **: $P<0.01$. Satırlardaki ve sütünlardaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$)

Meyve Kabuk Rengi

Elmalarda soğukta depolama sürecinde muhafaza süresinin meyve kabuk rengi L^* değeri üzerine etkisi istatistik olarak önemsiz ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4). L^* değeri, rengin açıklığını ve koyuluğunu ifade etmektedir. L^* değeri 0 ile 100 arasında değişmekte olup, aldığı değer rakamsal olarak arttıkça rengin parlaklığının arttığını, değer azaldıkça parlaklığın azaldığını ifade etmektedir (Dilmaçunal ve ark., 2014). Depolamanın başlangıcında ortalama 68.40 olan L^* değeri, depolama sonunda 71.64'e yükselmiştir. Bahçe ürünlerinde depolama boyunca meyvelerin aldığı renge göre değişkenlik gösteren ve farklı faktörler etkisi altında olan L^* değeri, bu çalışmada muhafaza süresi uzadıkça artmıştır. Bunu elmaların yeşil olan zemin renginin olgunlaşma ile birlikte değişerek açık sarıya dönmesi ve kabuktaki kütikula tabakasının değişimiyle ilişkilendirebiliriz. Olgunlaşma ile ilişkili çoğu kalite özelliği üzerine etkili olan 1-MCP'nin L^* değeri üzerine etkisi saptanmamıştır. Benzer şekilde Jemric ve ark. (2012) Granny Smith elma çeşidinde, 1-MCP'nin L^* değerine etki etmediğini bildirmişlerdir.

Raf ömrü sürecinde muhafaza süresi ve uygulamaların meyve kabuk rengi L^* değeri üzerine etkisi istatistik olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4). Başlangıçta ortalama L^* değeri 67.70 iken, depolama sonunda 73.22 değerine ulaşmıştır. Soğukta muhafazaya oranla L^* değerinde daha fazla bir artış olmuştur. Sıcaklığın artması ile birlikte meyvenin daha hızlı olgunlaşması, yeşil olan kabuk renginin daha hızlı bir şekilde parlak açık sarıya dönüşmesi L^* değerinin kısmen daha fazla yükselmesinin nedeni olabilir. Nitekim ortalama değerler incelendiğin-

de, NPA+1-MCP uygulaması 69.69'luk değerle en düşük L^* değerini vermiş ve diğer uygulamalardan farklı grupta yer almıştır. Bu durum NPA+1-MCP'nin olgunlaşmayı ve buna bağlı olarak kabuk rengi değişimini en fazla yavaşlatan uygulama olmasıyla açıklanabilir. En yüksek L^* değeri NPA (71.80) uygulamasında bulunurken, bunu sırasıyla kontrol (71.43) ve oksin (71.02) uygulamaları takip etmiştir.

Çizelge 4. Derim sonrası farklı uygulamaların 'Golden Delicious' elma çeşidinde soğukta muhafaza ve raf ömrü sürecinde meyve kabuk rengi L^* değeri üzerine etkisi

Table 4. The effect of different postharvest treatments on L^* value of skin color during cold storage and shelf life in 'Golden Delicious' apple variety.

U	MS							U Ort.
	0 gün	1 ay	2 ay	3 ay	4 ay	5 ay	6 ay	
NPA+1-MCP	68.44±0.15	67.79±0.11	69.33±0.46	70.23±0.58	70.81±0.61	71.63±0.63	72.03±0.46	70.04 ^{ab}
Oksin	68.60±0.83	67.99±0.37	70.21±0.47	69.07±1.06	71.19±0.56	71.88±0.26	69.68±2.90	69.80
NPA	68.76±0.96	67.97±0.68	70.04±0.12	70.72±0.76	71.86±0.70	72.53±0.85	72.48±0.41	70.62
Kontrol	67.81±0.17	67.94±0.81	70.28±0.58	70.96±0.56	71.65±0.52	72.26±0.54	72.37±0.56	70.47
MS Ort.	68.40 ^{ab}	67.92	69.97	70.25	71.38	72.07	71.64	
Önemlilik dereceleri								
MS: ÖD			U: ÖD			MS × U:ÖD		
U	MS							U Ort.
	0 gün+7 gün	1 ay+7 gün	2 ay+7 gün	3 ay+7 gün	4 ay+7 gün	5 ay+7 gün	6 ay+7 gün	
NPA+1-MCP	67.04±0.47	68.32±0.46	68.33±0.96	68.45±0.78	70.07±0.70	73.04±0.28	72.59±0.22	69.69 ^b
Oksin	67.99±0.04	70.01±0.36	69.87±0.69	71.52±0.23	72.14±0.29	72.65±0.66	72.97±0.40	71.02 ^a
NPA	68.15±0.24	72.83±1.27	70.48±0.34	71.61±0.34	72.77±0.33	72.82±0.39	73.97±1.02	71.80 ^a
Kontrol	67.62±0.57	72.03±0.47	70.76±0.32	71.71±0.84	71.94±0.40	72.58±0.19	73.36±0.23	71.43 ^a
MS Ort.	67.70 ^c	70.80 ^c	69.86 ^d	70.82 ^c	71.73 ^b	72.77 ^b	73.22 ^a	
Önemlilik dereceleri								
MS:*			U:*			MS × U:ÖD		

U: Uygulama, MS: Muhafaza süresi, 1-MCP: 1-Metilsiklopropan, NPA: 1-N-naftilfitalamik asit, ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: $P < 0.01$. Satırlardaki ve sütunlardaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($P < 0.05$)

C^* değeri, meyve renginin canlılığını veya donukluğunu ifade etmektedir. Depolamanın başlangıcında ortalama 46.49 olan C^* değeri, depolamanın 6. ayında 49.41'e yükselmiştir. C^* değerinin yüksek olması rengin daha canlı ve doygun olduğunu ifade eder. Çalışmada C^* değerinin bütün uygulamalarda yükselmesi meyvenin olgunlaşmayla birlikte sarı rengin daha doygun hale gelmesi ile açıklanabilir. Soğukta depolama boyunca sadece muhafaza süresinin C^* değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 5). Genellikle diğer kalite parametreleri üzerine etkili olan NPA+1-MCP kombinasyonu C^* değeri üzerine etkili olmamıştır. Nitekim, Fan ve ark. (2000) ve Jemric ve ark. (2012), 1-MCP'nin derim sonrası C^* değeri üzerinde etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Raf ömrü boyunca muhafaza süresinin, uygulamaların ve MS × U interaksyonun meyve kabuk rengi C^* değeri üzerine etkisi istatistik olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 5). Soğukta muhafazaya benzer şekilde raf ömrü sürecinde de C^* değeri zamanla artmıştır. Başlangıçta ortalama 43.84 olan C^* değeri, depolamanın 6. ayında 49.42'ye ulaşmıştır. Bu durum olgunlaşmaya bağlı olarak sarı rengin yoğunluğunun artması ile açıklanabilir. Nitekim 'Golden Delicious' elmalarında depolama süresi uzadıkça yeşil rengin kaybolarak hakim sarı rengin oluşması

C* değerinin daha yüksek olmasına neden olmuştur. Nitekim Çalhan (2018), sarı renkli meyve olan ayvada da C* değerlerinin sürekli artış göstermesinde, muhafaza süresince sarı renk gelişiminin devam etmesi ve bu rengin yoğunluk ve canlılığının artmasının etkili olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 5. Derim sonrası farklı uygulamaların ‘Golden Delicious’ elma çeşidinde soğukta muhafaza ve raf ömrü sürecinde meyve kabuk rengi C* değeri üzerine etkisi

Table 5. The effect of different postharvest treatments on C* value of skin color during cold storage and shelf life in ‘Golden Delicious’ apple variety.

U	MS						U Ort.	
	0 gün	1 ay	2 ay	3 ay	4 ay	5 ay		6 ay
NPA+1-MCP	46.81±0.28	48.49±0.19	45.55±0.37	48.24±0.77	49.06±0.61	50.06±0.75	50.90±0.19	48.44 ⁰⁰
Oksin	46.31±0.37	48.07±0.15	46.14±0.49	47.50±2.45	47.80±0.23	49.16±0.26	49.38±0.40	47.77
NPA	46.62±0.12	48.48±0.14	46.28±0.43	49.55±0.34	48.72±0.29	49.28±0.05	47.70±2.31	48.09
Kontrol	46.23±0.07	48.82±0.15	46.87±0.27	46.67±2.03	48.75±0.02	49.32±0.23	49.67±0.28	48.05
MS Ort.	46.49b	48.46a	46.21c	47.99b	48.58a	49.45a	49.41a	
Onemlilik dereceleri								
U	MS						U Ort.	
	0 gün+7 gün	1 ay+7 gün	2 ay+7 gün	3 ay+7 gün	4 ay+7 gün	5 ay+7 gün		6 ay +7 gün
NPA+1-MCP	43.30±0.29	45.51±0.30	46.26±0.58	47.78±0.80	49.67±0.50	53.14±0.53	48.19±1.02	47.69b
Oksin	43.63±0.59	46.90±0.55	47.39±0.48	43.24±0.23	49.98±0.40	50.07±0.76	49.00±2.06	47.17b
NPA	44.45±0.23	48.50±0.26	48.18±0.35	49.80±0.46	50.39±0.36	49.79±0.14	51.74±0.78	48.98a
Kontrol	43.98±0.28	48.44±0.59	48.21±0.13	49.68±0.68	49.85±0.29	50.29±0.32	48.78±1.72	48.46ab
MS Ort.	43.84c	47.34b	47.51b	47.62b	49.97a	50.82a	49.42a	
Onemlilik dereceleri								
MS:*			U:*			MS x U:00		

U: Uygulama, MS: Muhafaza süresi, 1-MCP: 1-Metilsiklopropen, NPA: 1-N-naftilfitalamik asit, ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: P<0.01. Satırlardaki ve sütunlardaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05)

Denemede muhafaza süresinin soğukta depolama sürecinde meyve kabuk rengi h° değeri üzerine etkisi istatistik olarak önemli (P<0.05) olmuştur (Çizelge 6). h° açısı değeri bir renk dairesi üzerinde gözle fark edilebilen renkleri göstermektedir. Bu dairede 0° ile 360° arasında, 0° den 90°'ye doğru gidildikçe kırmızıdan sarıya, 90°den 180°'ye doğru gidildikçe sarıdan yeşile, 180°den 270°'ye doğru gidildikçe yeşilden maviye ve 270°den 360°'ye doğru gidildikçe maviden kırmızıya doğru dönüşümü göstermektedir (McGuire, 1992). Depolama boyunca h° değerinde azalma gözlenmiştir. Başlangıçta ortalama 115.55 olan h° değeri, depolamanın 6. ayında 100.36 değerine düşmüştür. Bu değişimi meyvenin olgunlaşmasıyla birlikte renginin yeşilden sarıya dönmeye başlamasıyla açıklayabiliriz. Nitekim Tijksens ve ark. (2008), meyvelerde yeşil rengi veren klorofilin azalmasıyla sarı rengi oluşturan renk maddelerinin oluşmasıyla h° değerinin azaldığını bildirmişlerdir. Uygulamaların etkisi istatistik olarak önemsiz bulunmasına rağmen, depolama sonundaki veriler incelendiğinde NPA+1-MCP'nin yüksek değere sahip olduğunu söyleyebiliriz (102.42). Bunu sırasıyla kontrol (99.95), oksin (99.55) ve NPA (99.53) takip etmektedir. NPA+1-MCP kombinasyonun diğerlerine kıyasla daha yüksek değere sahip olması, 1-MCP'nin meyvenin olgunlaşmasını geciktirmesi ve böylece meyvenin renginin kısmen daha yeşil kalmasıyla açıklanabilir. Nitekim elmada (Fan ve ark.,1999) ve kayısıda (Fan ve ark., 2000) 1-MCP uygulanmış meyvelerin kabuk rengini daha iyi korunduğu rapor edilmiştir.

Muhafaza süresinin ve uygulamaların raf ömrü sürecinde meyve kabuk rengi h° değeri üzerine etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Soğukta muhafazaya benzer şekilde depolama boyunca h° değerinde azalma meydana gelmiştir. Başlangıçta ortalama 116.08 olan h° değeri, depolama sonunda 101.95 olmuştur (Çizelge 6). Sıcaklığın artması ile birlikte etilen hızının artması ve meyvenin olgunlaşması renk değerinin yeşilden sarıya dönüşmesini sağlamıştır. Çünkü ortamdaki etilen varlığı renk pigmentlerinin sentezini hızlandırarak meyve tür ve çeşidine özgü rengin daha da koyulaşmasına neden olmaktadır. Literatürde de etilenin elmalarda olgunlaşmayı hızlandırarak renk oluşumunu tetiklediği bildirilmiştir (Stover ve ark., 2003). En yüksek h° değeri NPA+1-MCP (108.62) uygulamasında saptanırken, bunu sırası ile oksin (106.83), kontrol (106.11) ve NPA (97.53) takip etmiştir.

Çizelge 6. Derim sonrası farklı uygulamaların ‘Golden Delicious’ elma çeşidinde soğukta muhafaza ve raf ömrü sürecinde meyve kabuk rengi h° değeri üzerine etkisi

Table 6. The effect of different postharvest treatments on h° value of skin color during cold storage and shelf life in ‘Golden Delicious’ apple variety.

U	MS						U Ort.	
	0 gün	1 ay	2 ay	3 ay	4 ay	5 ay		6 ay
NPA+1-MCP	115.26±0.55	113.11±0.39	110.73±0.23	107.40±0.35	105.84±0.26	103.77±0.52	102.42±0.43	108.36 ⁰⁰
Oksin	115.43±0.79	113.50±0.30	111.00±0.23	108.19±0.58	106.49±0.40	105.13±0.61	99.55±3.93	108.47
NPA	114.97±0.90	113.66±0.56	111.16±0.32	108.00±0.99	106.30±1.21	104.84±0.1.33	99.53±3.47	108.35
Kontrol	116.55±0.43	114.05±0.63	111.60±0.71	104.49±4.41	105.79±2.99	105.69±1.11	99.95±3.79	108.30
MSOrt.	115.55a	113.58b	111.12b	107.02c	106.10c	104.86c	100.36d	
Önemlilik dereceleri								
MS:**		U:ÖD				MS x U:ÖD		
U	MS						U Ort.	
	0 gün+7 gün	1 ay+7 gün	2 ay+7 gün	3 ay+7 gün	4 ay+7 gün	5 ay+7 gün		6 ay +7 gün
NPA+1-MCP	116.65±0.24	113.25±0.44	110.53±0.73	107.26±0.17	106.42±1.07	101.88±0.36	104.33±1.94	108.62a
Oksin	116.18±0.30	110.92±0.42	109.07±0.23	101.47±4.23	104.84±0.09	102.47±0.44	102.89±0.18	106.83ab
NPA	115.85±0.21	109.07±0.54	48.18±0.35	101.82±4.61	104.94±0.20	103.27±1.33	99.58±1.10	97.53c
Kontrol	115.65±0.47	109.46±0.83	108.30±0.69	101.93±4.89	104.82±0.37	101.60±0.19	101.01±1.16	106.11b
MS Ort.	116.08a	110.67b	94.02d	103.12c	105.25c	102.30c	101.95c	
Önemlilik dereceleri								
MS:**		U:*				MS x U: ⁰⁰		

U: Uygulama, MS: Muhafaza süresi, 1-MCP: 1-Metilsiklopropan, NPA: 1-N-naftilfitalamik asit, ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: $P<0.01$. Satırlardaki ve sütunlardaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$)

Solunum Hızı

Derim sonrası NPA, oksin ve NPA+1-MCP uygulanmış ‘Golden Delicious’ elma çeşidinde soğukta muhafaza ve raf ömrü sürecinde meyvelerin solunum hızı ($\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) üzerine uygulamaların, muhafaza süresinin ve $\text{MS} \times \text{U}$ interaksyonun etkisi önemli ($P<0.05$) olmuştur (Çizelge 7). Solunum hızı iklimterik meyvelerde derim sonrası ömrün belirlenmesinde en önemli faktörlerden birisidir (Bal, 2016). Soğukta depolama boyunca tüm uygulamalarda solunum hızı muhafaza süresinin uzaması ile birlikte artmıştır. Başlangıçta ortalama $1.15 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ olan solunum hızı, depolama sonunda $6.37 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ değerine ulaşmıştır. Solunum hızını diğer uygulamalara kıyasla en iyi baskılayan NPA+1-MCP (2.91

mL CO₂ kg⁻¹s⁻¹) olmuştur. Solunum hızı en yüksek oksin (5.18 mL CO₂ kg⁻¹s⁻¹) uygulamasında belirlenmiş, bunu sırasıyla kontrol (3.72 mL CO₂ kg⁻¹s⁻¹) ve NPA (3.22 mL CO₂ kg⁻¹s⁻¹) takip etmiştir. NPA+1-MCP kombinasyonun diğer uygulamalara göre solunum hızını azaltmakta daha etkili olması, NPA ve 1-MCP'nin etileni daha iyi baskılaması ile açıklanabilir. Ergun (2017) klimakterik ürünlerde, olgunlaşma sırasında artan etilen üretiminin solunum hızını da arttırdığını bildirmiştir. Nitekim Saftner ve ark. (2003) ve Güneşli ve ark. (2019) 1-MCP'nin elmalarda etilen sentezini baskılayarak, solunum hızını azalttığını bildirmişlerdir.

Soğukta muhafazaya benzer şekilde depolama boyunca olgunlaşmayla beraber solunum hızı artmıştır. Fakat raf ömrü sürecinde solunum hızı soğukta muhafaza-ya oranla daha yüksek bulunmuştur. Bu artışın sıcaklığın artmasıyla beraber etilen sentezine bağlı artıştan kaynaklanabileceğini söyleyebiliriz. Keza Fonseca ve ark. (2002) sıcaklığı, solunumu etkileyen en önemli dışsal faktör olarak tanımlamışlar, dağıtım ve pazarlama zincirinde uygulanan sıcaklık derecelerinin her 10 °C'lik artışında metabolik reaksiyonların ve solunum hızının genellikle iki ya da üç kat arttığını bildirmişlerdir. Uygulama ortalamalarına bakıldığında, en fazla solunum hızında artış kontrol grubunda (10.20 mL CO₂ kg⁻¹s⁻¹ gözlenirken, bunu oksin (8.85 mL CO₂ kg⁻¹s⁻¹), NPA (6.87 mL CO₂ kg⁻¹s⁻¹) ve NPA+1-MCP (2.68 mL CO₂ kg⁻¹s⁻¹) uygulaması takip etmiştir. NPA+1-MCP'nin solunum hızını azaltmasını soğukta muhafazada olduğu gibi 1-MCP'nin etilen sentezini baskılayarak solunum hızını da azaltması ile açıklayabiliriz.

Çizelge 7. Derim sonrası farklı uygulamaların 'Golden Delicious' elma çeşidinde soğukta muhafaza ve raf ömrü sürecinde solunum hızı (mLCO₂ kg⁻¹ s⁻¹) üzerine etkisi

Table 7. The effect of different postharvest treatments on respiration rate (mLCO₂ kg⁻¹ s⁻¹) during cold storage and shelf life in 'Golden Delicious' apple variety.

U	MS						U Ort.	
	0 gün	1 ay	2 ay	3 ay	4 ay	5 ay		6 ay
NPA+1-MCP	0.09h±0.00	4.05b-g±0.32	2.93fg±0.02	2.99e-g±0.25	2.52g±0.37	4.03b-g±0.77	3.74c-g±0.27	2.91c
Oksin	4.36b-f±0.34	4.77b-e±0.17	3.15e-g±0.25	3.03e-g±0.09	3.95b-g±0.14	4.62b-f±0.28	12.39a±1.13	5.18a
NPA	0.07h±0.01	5.07b-d±0.12	3.07e-g±0.12	3.00e-g±0.25	2.53g±0.28	4.50b-f±0.36	4.31b-g±0.09	3.22c
Kontrol	0.07h±0.02	5.67b±0.16	3.20e-g±0.05	3.30d-g±0.14	3.38d-g±0.14	5.35bc±0.16	5.05b-d±0.21	3.72b
MS Ort.	1.15d	4.89b	3.09c	3.08c	3.10c	4.63b	6.37a	
Önemlilik dereceleri								
	MS:**		U:**		MS x U:**			
U	MS							U Ort.
	0 gün+7 gün	1 ay+7 gün	2 ay+7 gün	3 ay+7 gün	4 ay+7 gün	5 ay+7 gün	6 ay+7 gün	
NPA+1-MCP	3.85i-l±0.48	2.83kl±0.30	3.34j-l±0.28	1.99kl±0.17	1.62l±0.20	2.55kl±0.59	2.61kl±0.20	2.68d
Oksin	5.07g-l±0.47	9.68a-g±2.46	6.14e-l±1.11	9.29b-h±0.04	9.24b-h±0.20	10.98a-d±0.49	11.51ab±0.22	8.85b
NPA	4.85h-l±0.86	4.79h-l±0.35	7.59b-j±0.12	8.12b-i±0.61	5.67f-l±2.09	6.44d-k±0.83	10.62a-e±0.73	6.87c
Kontrol	6.61c-k±0.45	10.09a-f±0.38	8.07b-i±0.17	9.56b-g±0.19	14.28a±1.58	11.54ab±0.48	11.24a-c±0.13	10.20a
MS Ort.	5.09c	6.85bc	6.29bc	7.24ab	7.70ab	7.88ab	9.00a	
Önemlilik dereceleri								
	MS:**		U:**		MS x U:**			

U: Uygulama, MS: Muhafaza süresi, 1-MCP: 1-Metilsiklopropen, NPA: 1-N-naftilfitalamik asit, Ort: Ortalamalar, **: P<0.01. Satırlardaki ve sütünlardaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05)

Duyusal Değerlendirmeler

Soğukta muhafaza ve raf ömrü sürecinde dış görünüş (1-9 skalası) puanları üzerine uygulamaların, muhafaza süresinin ve bunların interaksiyonunun etkisi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 8). Meyvelerde dış görünüş tüketici açısından oldukça önemli bir kalite kriteridir. Elmalarda soğukta muhafaza sürecinin sonunda dış görünüş puanlarında başlangıca oranla bir azalma gözlenmiştir. Başlangıçta tam puan (9.00) alan elmalar, depolamanın 6. ayında panalistlerden ancak ortalama 4.66 puan alabilmiştir. Ancak depolamanın 6. ayında bile NPA+1-MCP (5.88 puan) ve sadece NPA (5.13 puan) uygulanan elmalar hala pazarlanabilir seviyede kalabilmişlerdir. Uygulamalar arasında da dış görünüşünü en iyi koruyan NPA+1-MCP (8.06 puan) kombinasyonu olmuştur. Bunu sırasıyla NPA (7.70 puan), oksin (7.05 puan) ve kontrol (6.80 puan) takip etmiştir. Kontrol meyveleri depolamanın 5. ayında bile ortalama 4.50 puan alarak pazarlanabilir puan sınırının (5 puan) biraz altında kalmıştır. NPA+1-MCP kombinasyonunun elmaların dış görünüşünü daha iyi koruması daha çok 1-MCP olmak üzere NPA'nın da olumlu etkisiyle açıklanabilir. Keza NPA uygulaması oksin ve kontrol grubuna göre etilen sentezi ve solunum hızını daha iyi baskılamıştır. Öte yandan 1-MCP'nin etilen biosentezini minimize ederek olgunlaşma ve dış görünüşü de etkileyen kalite kayıplarını sınırlandırdığı bilinmektedir. Nitekim Wei ve ark. (2010) ve Tomic ve ark. (2016), 1-MCP'nin meyve tazeliğini ve duyu özelliklerini korumakta daha iyi sonuçlar verdiği ifade etmişlerdir.

'Golden Delicious' elma çeşidinde raf ömrü sürecinde dış görünüş (1-9 skalası) puanları üzerine muhafaza süresi ve uygulamaların etkisi Çizelge 8'de sunulmuştur. Oda koşullarında bekletilen meyvelerde de başlangıca göre dış görünüş puanlarında bariz bir azalma görülmüştür. Hatta soğukta muhafazaya oranla raf ömrü sürecinde azalma daha fazla olmuştur. Soğukta muhafazada depolama sonunda ortalama 4.66 puan alan elmalar, raf ömrü süreci sonunda 3.72 puan almıştır. Bu düşüşün sebebini sıcaklığın artmasıyla birlikte etilen miktarının artması ve meyve olgunlaşmasının hızlanmasıyla açıklayabiliriz.

Çizelge 8. Derim sonrası farklı uygulamaların 'Golden Delicious' elma çeşidinde soğukta muhafaza ve raf ömrü sürecinde dış görünüş üzerine etkisi

Table 8. The effect of different postharvest treatments on external appearance during cold storage and shelf life in 'Golden Delicious' apple variety

U	MS						U Ort.	
	0 gün	1 ay	2 ay	3 ay	4 ay	5 ay		6 ay
NPA+1-MCP	9.00a±0.00	9.00a±0.00	9.00a±0.00	8.88ab±0.00	8.00a-c±0.14	6.63c-g±0.52	5.88e-h±0.63	8.06a
Oksin	9.00a±0.00	9.00a±0.00	9.00a±0.00	7.63a-d±0.14	5.63f-h±0.25	5.25g-±0.38	3.88a±0.14	7.05b
NPA	9.00a±0.00	9.00a±0.00	9.00a±0.00	8.38ab±0.25	7.25b-f±1.15	6.13d-h±0.14	5.13g-±0.14	7.70a
Kontrol	9.00a±0.00	9.00a±0.00	9.00a±0.00	7.38a-c±0.29	5.00g-±0.14	4.50h±0.29	3.75i±0.25	6.80b
MS Ort.	9.00a	9.00a	9.00a	8.06b	6.47c	5.63d	4.66e	
Önemlilik dereceleri								
MS:**		U:**				MS × U:**		

U	MS						U Ort.	
	0 gün+7 gün	1 ay+7 gün	2 ay+7 gün	3 ay+7 gün	4 ay+7 gün	5 ay+7 gün		6 ay+7 gün
NPA+1-MCP	9.00a±0.00	9.00a±0.00	9.00a±0.00	7.88a-c±0.13	7.00cd±0.20	6.25d-g±0.25	4.88g-j±0.13	7.57a
Oksin	9.00a±0.00	9.00a±0.00	8.63ab±0.24	6.63c-e±0.63	5.50e-h±0.65	4.13b-k±0.31	3.50j±0.29	6.63c
NPA	9.00a±0.00	9.00a±0.00	9.00a±0.00	7.25b-d±0.48	6.38d-f±0.24	5.50e-h±0.35	3.63k±0.24	7.11b
Kontrol	9.00a±0.00	9.00a±0.00	8.50ab±0.00	6.00d-g±0.35	5.13f-±0.13	4.00i-k±0.20	2.88k±0.13	6.36c
MS Ort.	9.00a	9.00a	8.78a	6.94b	6.00c	4.97d	3.72e	
Önemlilik dereceleri								
MS:**		U:**				MS × U:**		

U: Uygulama, MS: Muhafaza süresi, 1-MCP: 1-Metilsiklopropen, NPA: 1-N-naftilfitalamik asit, Ort: Ortalamalar, **: $P<0.01$. Satırlardaki ve sütünlardaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$)

Tat ve Aroma

Elmalarda uygulamalar ve muhafaza süresinin soğukta muhafaza ve raf ömrü sürecinde tat ve aroma üzerine etkisi istatistik olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 9). Deneme başlangıcında 5.00 tam puan ile değerlendirilen elmalar 6 aylık soğukta muhafazadan sonra ortalama 3.00 (orta) puanın altında kalarak 2.50 puan almıştır. Ancak NPA+1-MCP kombinasyonu meyvenin tadını korumakta diğer uygulamalara göre daha iyi bulunmuş (ortalama 4.23 puan) ve depolama sonunda bu uygulamanın meyveleri 3.00 (orta) puan alabilmiştir. En düşük ortalama puanı (3.91) oksin uygulaması yapılan meyveler alırken, bunu kontrol (4.04 puan) ve NPA (4.21 puan) takip etmiştir. NPA uygulaması tek başına NPA+1-MCP kombinasyonuna çok yakın puan almıştır. Ancak 1-MCP etkisiyle birlikte NPA+1-MCP meyvenin tadını en iyi koruyan uygulama olmuştur. Nitekim Rupasinghe ve ark. (2000) ve Both ve ark. (2018) 1-MCP'nin elmalarda olgunlaşmayı tetikleyen etilen üretimini baskılayarak şeker ve organik asitler üzerinden tadı korumakta olumlu etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Oda koşullarında depolama boyunca tüm uygulamalarda meyvelerin tat puanlarında azalma gözlenmiştir. Yine soğukta muhafazaya göre raf ömrü puanlarında daha fazla azalma olmuştur. Soğukta muhafazanın 6. ayında ortalama 2.50 olan puan, oda koşullarında 2.22 puana düşmüştür. Uygulama ortalamalarına bakıldığında, soğukta muhafazaya benzer şekilde NPA+1-MCP tat ve aromayı en iyi koruyan uygulama olmuştur. Bu uygulamayı sırasıyla NPA (4.13 puan), oksin (3.80 puan) ve kontrol (3.77 puan) grubu takip etmiştir. Tüm uygulamalarda meyvelerin aldığı puanların oda ko-

şullarında düşük olması, sıcaklığın artması ile birlikte etilen miktarının artması ve meyvenin olgunlaşmasına bağlı olarak meyve tadında azalma ile açıklanabilir.

Çizelge 9. Derim sonrası farklı uygulamaların ‘Golden Delicious’ elma çeşidinde soğukta muhafaza boyunca tat ve aroma puanları üzerine etkisi

Table 9. The effect of different postharvest treatments on taste and aroma during cold storage and shelf life in ‘Golden Delicious’ apple variety

U	MS						U Ort.	
	0 gün	1 ay	2 ay	3 ay	4 ay	5 ay		6 ay
NPA+1-MCP	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	4.63±0.25	3.88±0.14	3.13±0.14	3.00±0.14	4.23a
Oksin	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	4.13±0.14	3.50±0.29	2.63±0.25	2.13±0.14	3.91b
NPA	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	4.75±0.14	4.00±0.00	3.13±0.00	2.63±0.25	4.21a
Kontrol	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	4.38±0.29	3.75±0.14	2.88±0.14	2.25±0.29	4.04ab
MS Ort.	5.00a	5.00a	5.00a	4.47b	3.78c	2.94d	2.50e	
Önemlilik dereceleri								
MS:**				U:**		MS x U:ÖD		
U	MS						U Ort.	
	0 gün+7 gün	1 ay+7 gün	2 ay+7 gün	3 ay+7 gün	4 ay+7 gün	5 ay+7 gün		6 ay+7 gün
NPA+1-MCP	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	4.25±0.25	4.00±0.35	3.68±0.69	2.75±0.32	4.20a
Oksin	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	3.63±0.47	3.50±0.20	2.63±0.24	1.88±0.13	3.80b
NPA	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	4.63±0.24	3.63±0.47	3.13±0.13	2.50±0.29	4.13ab
Kontrol	5.00±0.00	5.00±0.00	4.88±0.13	4.00±0.00	3.25±0.43	2.50±0.29	1.75±0.25	3.77b
MS Ort.	5.00a	5.00a	4.97a	4.13b	3.59b	2.91c	2.22d	
Önemlilik dereceleri								
MS:**				U:**		MS x U:ÖD		

U: Uygulama, MS: Muhafaza süresi, 1-MCP: 1-Metilsiklopropan, NPA: 1-N-naftilfitalamik asit, ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: P<0.01. Satırlardaki ve sütunlardaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05)

Patojen ve Fizyolojik Kaynaklı Bozulmalar

Denemenin 3. ayından itibaren NPA+1-MCP uygulanmış elmalarda çok az oranda Diffuse Skin Browning görülmüştür. Depolama boyunca bu fizyolojik bozukluk dış görünüş ve tat puanlarını etkilemeyecek ölçüde seyretmiştir. Hem soğukta depolama hemde raf ömrü sürecinde muhafaza boyunca hiçbir uygulamada çürük meyveye rastlanmamıştır.

SONUÇLAR

Soğukta muhafaza ve raf ömrü sürecinde ağırlık kaybı ve TEA miktarını en iyi koruyan uygulama NPA+1-MCP olmuştur. En fazla ağırlık ve TEA kaybı kontrol meyvelerinde saptanmıştır. Soğukta depolama sırasında SÇKM miktarı ve meyve kabuk rengi üzerine uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur. Soğukta muhafaza döneminde en yüksek solunum hızı oksin uygulamasında saptanmıştır. Duyusal değerlendirmede soğukta muhafaza ve raf ömrü sürecinde hem dış görünüş hem de tat puanları bakımından en iyi sonucu NPA+1-MCP kombine uygulaması vermiştir. Muhafaza boyunca hiçbir uygulamada çürük meyveye rastlanmamıştır. Bütün bu verilere dayanarak, optimum dönemde deri olarak NPA+1-MCP uygulaması yapılan ‘Golden Delicious’ elma çeşidinin belirtilen koşullarda 6 ay süreyle soğukta depolanabileceği sonucuna varılmıştır. Ancak 7 günlük raf ömrü süreci dikkate alındığında soğukta depolama süresinin 5 ay ile sınırlandırılması önerilmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması (Design of Study): DNT(%30), MAK(%70)

Veri Toplanması (Data Acquisition): DNT(%75), MAK(%25)

Veri Analizi (Data Analysis): DNT(%25), MAK(%75)

Makalenin Yazımı (Writing Up): DNT(%75), MAK(%25)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu (Submission and Revision): DNT(%10), MAK(%90)

Teşekkür

120O285 No'lu proje ile tezimi destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akbay, C., Candemir, S., Orhan, E. 2005. Türkiye'de Yaş Meyve ve Sebze Ürünleri Üretim ve Pazarlaması. KSÜ, Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(2), 96- 107.
- Anonymous., 1998. Minolta, Precise Color Communication, Color Control From Perception to Instrumentation. Minolta Co., Ltd., Radiometric Instruments Operations, Osaka, 59, Japan.
- Bal, E. 2016. Modifiye atmosfer paketleme ile potasyum permanganat uygulamalarının Jh Hale şeftali çeşidinin muhafazası üzerine etkileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(1), 9-15.
- Barritt, B.H. 2000. Apple quality for consumers. The Compact Fruit Tree, 34(2), 54-56.
- Both, V., Brackmann, A., Thewes, F.R., Weber, A., Schultz, E.E., 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.
- Bulens, I., Van de Poel, B., Hertog, M.L.A.T.M., De Proft, M.P., Geeraerd, A.H., Nicolai, B.M. 2012. Influence of Harvest Time and 1-MCP Application on Postharvest Ripening and Ethylene Biosynthesis of 'Jonagold' Apple. Postharvest Biology and Technology, 72, 11-19.
- Çalhan, Ö. 2018. Eşme Ayva (*Cydonia oblonga* Mill.) Çeşidinin Derim Sonrası Fizyolojisi Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Dilmaçınal, T., Erbaş, D., Koyuncu, M.A., Onursal, C.E., Kuleaşan, H. 2014. Efficacy of some antimicrobial treatments compared to sodium hypochlorite on physical, physiological and microbial quality of fresh-cut melons (*Cucumis melo* L. var. Inodorus). LWT-Food Science and Technology, 59(2), 1146-1151
- Dündar, Ö., Uygun, I., Özkaya, O. 2009. Cold Storage of Granny Smith Apples that were Grown in Nigde-Türkiye Conditions. 10th International Controlled and Modified Atmosphere Symposium. Antalya. ISHS Acta Hort. 876, 355-359.
- Erbaş, D., Koyuncu, M.A. 2016. 1-metilsiklopropen uygulamasının Angeleno erik çeşidinin depolanma süresi ve kalitesi üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 53(1), 43-50.
- Ergun, M. 2017. Bitkisel Hormonlar ve Büyüme Düzenleyiciler. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması. Somyad Yayınları. (pp. 85-111)

- Fan, X., Blankenship, S.M., Mattheis, J.P. 1999. 1-MCP inhibits apple ripening. *J. Am. Soc. Hort. Science*, 124, 690-695.
- Fan, X., Argenta, L., Mattheis, J.P. 2000. Inhibition of ethylenem actionby 1-MCP prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biol. Tech.*, 20, 135-142.
- FAO, 2024. FAOSTAT database collections. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/> (Son erişim tarihi: 23.02.2024)
- Fonseca, S.C., Oliveira, F.A., Brecht, J.K. 2002. Modelling Respiration Rate of Fresh Fruits and Vegetables for Modified Atmosphere Packages: A Review. *Journal of Food Engineering*, 52(2), 99-119.
- Güneyli, A., Onursal, C. E., Seçmen, T., Üzümcü, S.S. 2019. Hasat sonrası 1-MCP uygulamalarının Starking Delicious elma çeşidinde depolama ve raf ömrü üzerine olan etkisi. *Meyve Bilimi*, 6(1), 15-28.
- Jemric, T., Fruk, G., Kortylewska, D., Aljinovic, S. 2012. Postharvest quality and sensory characteristics of 'Granny Smith' apple treated with SmartFresh™ (1- MCP). *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 77(4), 211-215.
- Johnson, D.S. 2003. Improvement in the Storage Quality of Apples in the UK by the use of 1-MCP. *Proceedings of International Conference Postharvest Unlimited. Acta Hort.*, 59, 39-47.
- Karaçalı, İ. 2009. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama. Ege Üniversitesi Yayın No: 494, İzmir-Türkiye.
- Karagiannis, E., Michailidis, M., Tanou, G., Samiotaki, M., Karamanolı, K., Avramidou, E., Ganopoulos, I., Madesis, P., Molassiotis, A. 2018. Ethylene-Dependent and -Independent Superficial Scald Resistance Mechanisms in 'Granny Smith'apple Fruit. *Scientific Reports*, 8(1), 1-16.
- Kaynaş, K., Özelkök, S., Ertan, Ü., Büyükyılmaz, M. 1992. Bazı Elma ve Armut Çeşitlerinde Semprefresh Kullanımının Meyvelerin Derim Sonrası Özelliklerine Etkisi. Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Yalova, 28s.
- Khan, A. S., Singh, Z. 2007. 1-MCP regulates ethylene biosynthesis and fruit softening during ripening of 'Tegan Blue'plum. *Postharvest Biology and Technology*, 43(3), 298-306.
- Koyuncu, M.A., Savran, E., Dilmaçunal, T., Kepenek, K., Cangı, R., Çağatay, Ö. 2005. Bazı trabzon hurması çeşitlerinin soğukta depolanması. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 15-23.
- Lafer, G. 2003. Effects of 1-MCP treatments on fruit quality and storability of different apple varieties. *Proceedings of International Conference Postharvest Unlimited. Acta Hort.*, 59, 65-69.
- Larrigaudiere, C., Vilaplana, R., Soria, Y., 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.
- Lavilla, T., Puy, J., López, M.L., Recasens, I., Vendrell, M. 1999. Relationships Between Volatile Production, Fruit Quality, and Sensory Evaluation in Granny Smith Apples Stored in Different Controlled Atmosphere Treatments by Means of Multivariate Analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 3791-3803.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience*, 27, 1254-1255.
- Palavan-Ünsal, N. 1993. Bitki Büyüme Maddeleri. İÜ. Basımevi ve Film Merkezi, 357 s. İstanbul.
- Peano, C., Girgenti, V., Sottile, F., Giuggioli, N.R. 2010. Improvement of Plum Storage with Modified Atmosphere Packaging. *Acta Horticulturae*, 876, 183-188.
- Peker, K., Çelik, Y. 2005. "Toplum tarım desteği" modeli ve Türkiye'de organik tarım üretiminde uygulanabilirliği. *Üçüncü Sektör Kooperatifçilik*, (149), 3-11.
- Rupasinghe, H.P.V., Murr, D.P., Paliyath, G., 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.
- Saftner, R.A., Abbott J.A., Conway W.S., Barden C.L. 2003. Effects of 1- Methylcyclopropene and Heat Treatments on Ripening and Postharvest Decay Development in 'Golden Delicious' Apples. *J. Amer. Soc. for Hort. Science*, 128(1), 120-127.
- Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Valero, D. 2003. Effects of exogenous putrescine on improving shelf life of four plum cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 30, 259-271.
- Singh, Z., Khan, A.S. 2010. Physiology of plum fruit ripening. *Stewart Postharvest Review*, 2, 3.
- Sisler, E.C., Serek, M. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level; recent developments. *Physiol. Plant.*, 100, 577-582.
- Stover, E., Fargione, M.J., Watkins, C.B., lungerman, K.A. 2003. Harvest management of Marshall 'McIntosh' apples: Effects of AVG, NAA, ethephon, and summer pruning on preharvest drop and fruit quality. *HortScience*, 38(6), 1093-1099.
- Sussman, M.R., Goldsmith, M.H.M. 1981. The action of specific inhibitors of auxin transport on uptake of auxin and binding of N-1-naphthylphthalamic acid to a membrane site in maize coleoptiles. *Planta*, 152(1), 13-18.
- Tijksens, L.M.M., Konopacki, P.J., Schouten, R.E., Hribar, J., 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., 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.
- TÜİK. 2024. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/> (Son erişim tarihi: 23.02.2024)
- Türk, R., Tuna Güneş, N., Erkan, M., Koyuncu M.A. 2017. Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazara hazırlanması. Somtaç yayınları ders kitabı, No: 1, 542 s.
- Wei, J., Ma, F., Shi, S., Qi, X., Zhu, X., 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(2), 147-154.