



# 'Sel-42' ve 'Tainung' papaya çeşitlerinin soğukta muhafazasında meyve kalite parametrelerindeki değişim üzerine 1-metilsiklopropenin (1-MCP) etkisi

## Impact of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on changes in fruit quality parameters of 'Sel-42' and 'Tainung' papaya cultivars during cold storage

Esmâ GÜNEŞ<sup>1</sup> , Hatice Reyhan ÖZİYCI<sup>2</sup> , Hamide GÜBBÜK<sup>3\*</sup> 

<sup>1</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bilecik, Türkiye

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta, Türkiye

<sup>3</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye

<sup>1</sup><http://orcid.org/0000-0003-1447-8112>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7750-3931>; <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-3199-0660>

### To cite this article:

Güneş, E., Öziyici, H.R. & Gübbük H. (2024). *Impact of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on changes in fruit quality parameters of 'Sel-42' and 'Tainung' papaya cultivars during cold storage.* Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 28(4):625-637

DOI: 10.29050/harranziraat.1490508

### \*Address for Correspondence:

Hamide GÜBBÜK

e-mail:

gubbuk@akdeniz.edu.tr

### Received Date:

29.05.2024

### Accepted Date:

12.11.2024

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

### ÖZ

Klimakterik meyvelerin hasattan sonra hızlı olgunlaşma süreçleri, hasat sonrası kalite yönetimi ve ticari ömrün uzatılması açısından zorluklar oluşturmaktadır. Bu çalışmada, etilen gazının olgunlaşma üzerindeki etkisini geciktiren 1-Metilsiklopropen (1-MCP) kullanımının, subtropikal koşullarda örtüaltında yetiştirilen 'Sel-42' ve 'Tainung' papaya çeşitlerinin soğukta muhafaza sırasında kalite parametreleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, farklı dozlarda 1-MCP uygulamasının depolama süresinde meyve ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, kabuk renk gelişimi ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma bulguları, 'Sel-42' çeşidinde %25 olgunluk seviyesinde 1-MCP uygulamasının muhafaza süresini 28 güne ve 'Tainung' çeşidinde ise 31 güne kadar uzatabildiğini göstermiştir. Ayrıca 1-MCP uygulamalarının, meyve eti sertliğini ve renk dönüşümünü olumlu yönde etkilediği, ancak kimyasal özellikler üzerinde doğrudan bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları, 1-MCP uygulamasının 'Sel-42' ve 'Tainung' papaya çeşitlerinin muhafaza süresini ve meyve kalitesini iyileştirme konusunda önemli bir etkiye sahip olduğunu ve meyveye özgü muhafaza stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağladığı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Papaya, subtropikal, örtüaltı, soğukta muhafaza, meyve kalitesi, 1-MCP

### ABSTRACT

The rapid post-harvest ripening processes of climacteric fruits pose challenges for post-harvest quality management and the extension of commercial shelf life. In this study, the effects of the use of 1-Methylcyclopropene (1-MCP), which delays the effect of ethylene gas on ripening, on the quality parameters of 'Sel-42' and 'Tainung' papaya varieties grown under greenhouse conditions during cold storage were investigated. For this purpose, the impact of different doses of 1-MCP application on fruit weight loss, flesh firmness, peel color development, and chemical properties was examined during storage. The findings indicate that 1-MCP application at a 25% maturity level could extend the preservation period to 28 days for 'Sel-42' and up to 31 days for 'Tainung'. Furthermore, it was found that 1-MCP treatments positively affected flesh firmness and color transformation, but had no direct effect on chemical properties. The results showed that 1-MCP treatment had a significant effect on increasing storage time and improving the fruit quality of 'Sel-42' and 'Tainung' papaya cultivars and contributed to the development of fruit-specific preservation strategies.

**Key Words:** Papaya, subtropical, greenhouse, cold storage, fruit quality, 1-MCP

## Giriş

Klimakterik meyveler, olgunlaşma süreçleri sırasında etilen gazı üretimiyle karakterize edilir ve bu gaz, meyvenin olgunlaşmasını hızlandırır (Sezer ve Ayhan, 2017). Bu hızlı olgunlaşma, hasat sonrası meyve kalitesinin korunması ve ticari ömrünün uzatılması açısından önemli kayıplar oluşturur (Strano ve ark., 2022). Bu bağlamda, etilenin olgunlaşma üzerindeki etkisini geciktirmek veya engellemek için bitki büyüme düzenleyicileri kullanılmaktadır. Bu düzenleyiciler arasında, etilen reseptörlerini bloke ederek meyvenin olgunlaşma sürecini yavaşlatan 1-Metilsiklopropan (1-MCP) öne çıkmaktadır (Zhang ve ark., 2020, Srividhya ve ark., 2023).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, 1-MCP'nin papaya gibi klimakterik meyvelerin raf ömrünü uzatma ve kalite kayıplarını azaltma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir (Lee ve ark., 2019, Tomala ve Smith, 2020, Zhang ve ark., 2020, Satekge ve Magwaza, 2022). Nitekim, Ding ve Bee (2008) 'Eksotika' papaya çeşidinde 1-MCP (30  $\mu\text{L L}^{-1}$ ) uygulaması ile meyvelerin yeşil rengini 9 gün boyunca koruduğunu ve hastalık belirtilerinin geciktiğini bildirmişlerdir. Ali ve Mamat (2010), %5 olgunluk seviyesindeki 'Eksotika' meyveleri 1-MCP (90 ppb) ile muamele edildiğinde meyve olgunlaşmasının geciktiğini ve kalitesinin korunduğunu rapor etmişlerdir. Ahmad ve ark. (2013) ise 'Sekaki' çeşidinde 1-MCP'nin (90 ppb) meyve sertliğini koruyarak yumuşama sürecini yavaşlattığını ve böylece de olgunlaşmayı geciktirdiğini ifade etmişlerdir. Lartey ve Appiah (2023) 'Solo' papaya çeşidinde uygulanan farklı 1-MCP konsantrasyonlarının ve depolama koşullarının meyve fiziksel özellikleri ve tüketici kabulü üzerindeki etkilerini incelemişler ve 1.5 ppm düzeyinde uygulanan 1-MCP'nin meyvelerin raf ömrünü oda sıcaklığında 2 gün, soğuk depolama koşullarında ise 3 gün uzattığını saptamışlardır. Shu ve ark. (2023) çalışmalarında, nem tetiklemeli kontrollü salınım uygulaması ile 1-MCP'nin (1-2 ppm) papaya meyvesinin hasat sonrası kalitesi üzerinde olumlu etkilerinin

olduğunu ve meyve lezzetini artırdığını ifade etmişlerdir. Manenoi ve ark. (2007) ise 'Eksotika' papaya meyvelerine 50-1000  $\text{nL L}^{-1}$  arasında değişen konsantrasyonlarda 1-MCP uygulayarak, meyvelerin sertliğini koruduğunu ve olgunlaşmayı yaklaşık 7 gün geciktirdiğini kaydetmişlerdir.

Subtropik koşullarda, örtüaltında papaya meyvelerinin soğukta muhafazası üzerine 1-MCP'nin etkileri konusunda yapılmış bir araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, Sel-42' ve 'Tainung' papaya meyvelerinin hasat sonrası meyve kalitesi üzerine 1-MCP uygulamasının etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### *Meyve yetiştirme koşulları ve 1-MCP uygulaması*

Araştırma Akdeniz Üniversitesi Tohumculuk Araştırma ve Geliştirme Merkezi'nde deniz seviyesinden 38 m yükseklikte, 36° 54' 028" kuzey enlem ve 30° 38' 810" doğu boylamında kurulmuş 1000  $\text{m}^2$ 'lik plastik bir serada yürütülmüştür. Sera, tepe yüksekliği 6 m yan ve tepe havalandırması olan üç tünelden oluşmuştur. Çalışmada, subtropik iklim koşullarına iyi uyum sağlayan 'Sel-42' ve 'Tainung' papaya çeşitlerine ait hibrit tohumlardan elde edilen 4 aylık fidanlar kullanılmıştır. Fidanlar, sıra üzeri 1.8 m ve sıra arası 2.5 m mesafe ile Mart 2009 tarihinde seraya dikilmiştir. Serada sulama yöntemi olarak, her bir bitki sırasına iki yanlı damlatıcı hatların konumlandırıldığı damla sulama tekniği tercih edilmiştir. Saatte 2 L su verme kapasitesine sahip bu damlatıcılar, 20 cm ara ile yerleştirilmiştir. Ayrıca, seranın merkezi bölgesindeki nem seviyesini artırmak için hem alttan hem de üstten su püskürtebilen bir yağmurlama sistemi kurulmuştur.

Yetiştirme dönemi boyunca ortalama sıcaklık değerleri 15-31 °C, oransal nem değerleri ise %48-76 arasında değişkenlik göstermiştir. Gübreleme programı, toprak analiz sonuçlarına ve bitkinin gelişim durumuna göre belirlenmiş olup bitki başına vejetasyon süresince toplamda yaklaşık

350 g saf azot (N), 225 g saf fosfat (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 550 g saf potasyum oksit (K<sub>2</sub>O), 25 g saf magnezyum oksit (MgO) ve 5 g saf kalsiyum oksit (CaO) uygulanmıştır.

Muhafaza çalışmalarında, temmuz ayında (en yoğun hasadın yapıldığı zaman) hasat edilen meyveler kullanılmıştır. Papayada hasat olgunluk seviyesi genel olarak kabuk rengine göre görsel olarak değerlendirilmekte ve renginden yeşil rengin dönüşüm oranı olarak tanımlanmaktadır (Bron ve Jocomino, 2006a; Santamaría Basulto, 2009). Buna göre araştırmada, meyvelerin olgunluk seviyesi yeşil rengin %25, %50 ve %75 oranlarında dönüşümü dikkate alınarak hasat edilmiş ve meyveler bu olgunluk seviyelerinde doğrudan depoya getirilmiştir. 1-MCP uygulaması 24 saat boyunca 10±0.5 °C sıcaklık ve %85-90 oransal nemde gerçekleştirilmiştir. Uygulama dozları Ali ve Mamat'ın (2010) çalışmasında uygulanan dozlar göz önünde bulundurularak 50 ve 200 ppm konsantrasyonları olarak seçilmiştir. Daha sonra meyveler kontrol grubu ile birlikte 1-MCP uygulama koşullarında depolanmıştır. Meyve kabuk rengi, ticari satış açısından en uygun dönem olan yeşil rengin %90 oranında kaybolduğu aşamada muhafazaya son verilmiş ve bu süre sonunda meyvelerde fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

## Metot

### Muhafaza süresi

Meyvelerin kabuk pigmentasyonunda yaklaşık %90 oranında yeşil rengin kaybolduğu gözlemlendiğinde muhafazaya son verilmiş ve bu aşamada meyvelerin maksimum depolama süresi gün olarak kaydedilmiştir.

### Ağırlık kaybı

Muhafaza süresi boyunca, meyvelerde ağırlık kaybındaki değişimler, önceden etiketlenmiş meyvelerde 3 gün aralıklarla hassas terazide tartılarak belirlenmiştir. Bu amaçla ağırlık kaybı, alınan tartımların farkı başlangıç ağırlığına bölünerek elde edilen değer 100 ile çarpılarak % olarak hesaplanmıştır (Golding ve ark., 2020).

### Meyve eti sertliği

Örneklerin meyve eti sertliği değerlerinin belirlenmesi amacıyla papaya meyvelerinin ekvatorial bölgelerinden karşılıklı olacak şekilde kabukları soyulmuş, daha sonra açığa çıkan meyve eti kısımlarında üç farklı yüzeyden bir el tipi Effegi penetrometresi (Facchini, Alfonsine, İtalya) ile 7.9 mm uç ile ölçüm yapılarak elde edilen değerler Newton (N) cm<sup>-2-1</sup> cinsinden ifade edilmiştir (Golding ve ark., 2020).

### Kabuk rengi

Meyvelerin kabuk rengindeki değişim 30 günlük bir periyotta gözlenmiştir. Bu amaçla üçer gün ara ile a\* ve b\* değerleri ölçülerek aşağıdaki formüllerin yardımıyla renk yoğunluğu (Chroma; C\*) ve renk tonu açısı (Hue açısı; h°) değerleri (0°: Kırmızı-mor, 90°: Sarı, 180°: Mavimsi yeşil, 270°: Mavi) aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (Barragán-Iglesias ve ark., 2018);

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$$

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

### Suda çözünür toplam kuru madde ve titre edilebilir asitlik

Meyvelerin suda çözünür toplam kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asitlik (TA) değerlerinin belirlenmesi amacıyla, katı meyve sıkacağı kullanılarak elde edilen meyve suları kullanılmıştır. SÇKM değerleri, el refraktometresi ile ölçülmüştür. TA değerleri ise saf su ile 1:20 oranında seyreltilmiş meyve suyu örneklerinin, 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH 8.1 değerine ulaşana dek titrasyonu yapılarak ve harcanan NaOH çözeltisinin miktarı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu ve ark., 2007);

$$TA \text{ (g sitrik asit } 100 \text{ mL}^{-1}) = V * N * E * 1000 \text{ M}^{-1}$$

V: Titrasyonda harcanan çözelti miktarı (mL)

N: Çözeltinin normalitesi

E: Örnekte hâkim olan organik asidin eşdeğer ağırlığı (mEq)

M: Titrasyon için alınan örnek miktarı (mL)

### L-askorbik asit (C vitamini) miktarı

Örneklerin L-askorbik asit konsantrasyonlarının tespiti amacıyla, 60 g ağırlığında meyve numunesine,  $10^{-6}$  M EDTA ve  $10^{-7}$  M dietilditiyokarbamik asit bulunan %6 (w/v) oranında  $HPO_3$  eklenmiş ve bu işlem sonucunda 250 ml hacminde bir çözelti hazırlanmıştır. Bu çözelti, 24000 rpm'de ultratorrax cihazı kullanılarak homojen hale getirilmiştir. Daha sonra, numune 3000 rpm'de 20 dk boyunca santrifüj işlemine tabi tutulmuş ve Whatman No. 42 filtre kağıdı ile süzümüştür. Süzülen sıvı, 0.45 µm gözenek genişliğine sahip bir membran filtre yardımıyla filtrelendikten sonra analize hazır hale getirilen numuneler, Shimadzu LC-20 AD model Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi (HPLC) cihazında Fotodiyot Array Dedektörü (DAD-M20 A) kullanılarak incelenmiştir. Kromatografik incelemede, Nucleosil 5 C18 (250x4.6 mm I.D.) kolonu (Kolon sıcaklığı: 25 °C) ve akış hızı dakikada

0.9 mL olarak ayarlanmıştır. Analiz sırasında, %1.5 (w/v) oranında  $NH_4H_2PO_4$  çözeltisi hareketli faz olarak kullanılmış olup enjeksiyon miktarı 20 µL, dedektör dalga boyu ise 264 nm olarak ayarlanmıştır (Karhan ve ark., 2004).

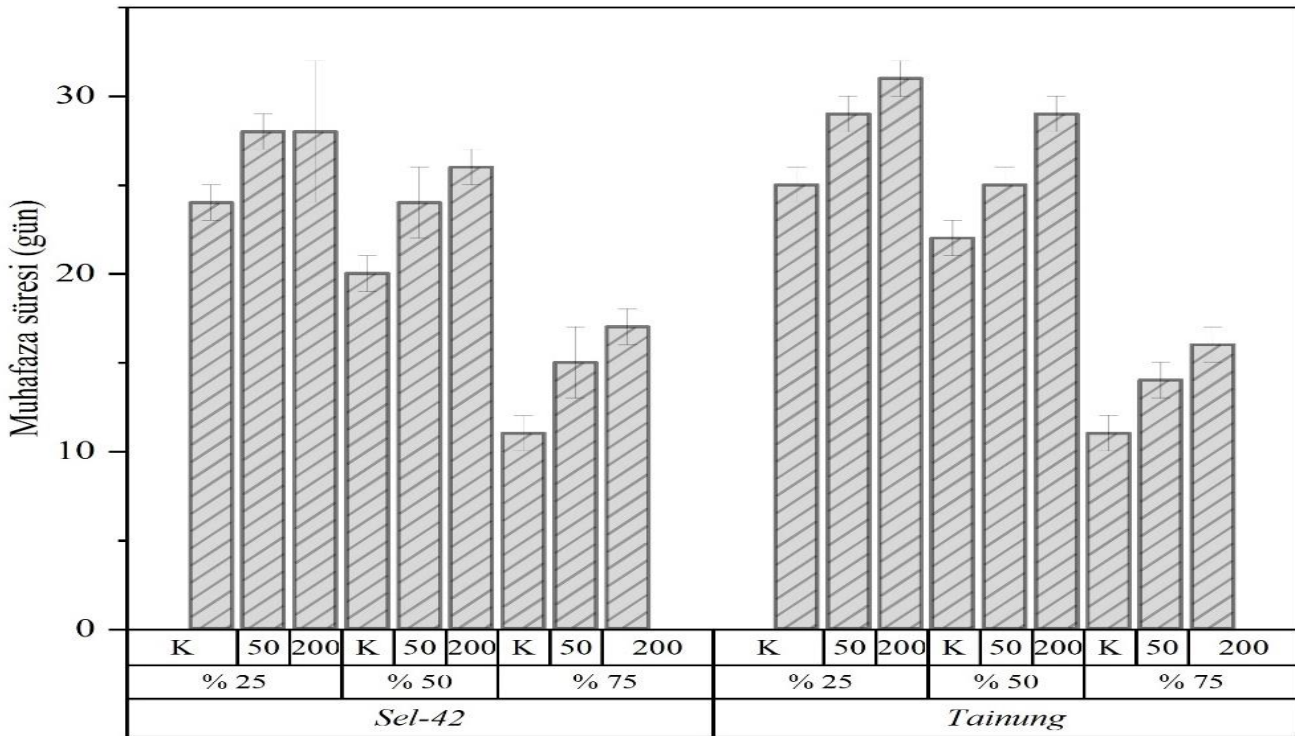
### İstatistik analizler

Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 meyve olacak şekilde planlanmıştır. Elde edilen bulgulara ANOVA varyans analizi uygulanmış ve ortalamaların karşılaştırılmasında %5 önem düzeyinde ardından Tukey testi uygulanmıştır (Minitab Statistical Software, Version: 19.2020.1).

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

#### Papaya çeşitlerinin muhafaza süresi

Çalışma kapsamında farklı dozlarda 1-MCP uygulamalarının meyvelerin muhafaza süreleri üzerine etkisi Şekil 1 'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Farklı olgunluk döneminde hasat edilen 'Sel-42' ve 'Tainung' papaya çeşitlerinde 1-MCP uygulanmış meyvelerinin muhafaza süreleri (K: Kontrol, 50: 50 ppb 1-MCP uygulanmış, 200: 200 ppb 1-MCP uygulanmış; % Değerler: Meyve olgunluk düzeyi)

Figure 1. Storage periods of 'Sel-42' and 'Tainung' papaya cultivars harvested at different maturity stages treated with 1-MCP (K: Control, 50: 50 ppb 1-MCP treated, 200: 200 ppb 1-MCP treated; % Values: Fruit maturity level)

'Sel-42' papaya çeşidinde, %25 olgunluk seviyesinde kontrol grubu meyvelerinde en uzun muhafaza süresi 25 gün olarak saptanırken, bu olgunluk seviyesindeki meyvelere 50 ppb ve 200

ppb dozlarında 1-MCP uygulandığında, muhafaza süresinin yaklaşık 28 güne (50 ppb için ortalama: 28.33 gün, 200 ppb için ortalama: 27.83 gün) uzadığı belirlenmiştir ( $P \leq 0.05$ ). 'Tainung' çeşidinde

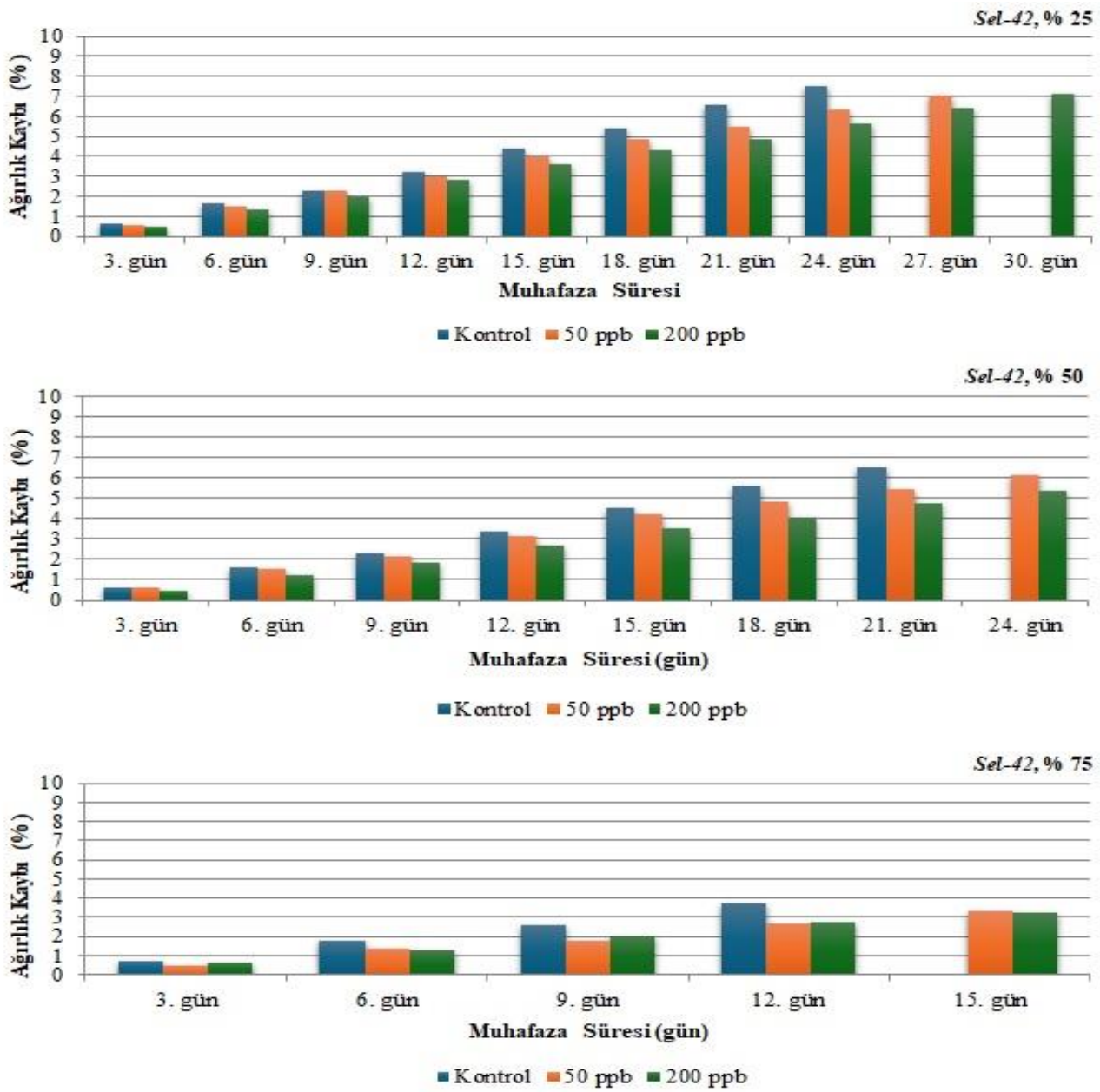
ise %25 olgunluk seviyesinde 1-MCP uygulanmayan kontrol grubunda maksimum 25 gün olan muhafaza süresi, 200 ppb düzeyinde 1-MCP uygulanan aynı olgunluk seviyesindeki meyvelerde 31 güne ulaşmıştır ( $P<0.05$ ). Genel olarak, %25 olgunluk seviyesinde hasat edilen meyvelerde, 1-MCP'nin artan dozları meyvelerin muhafaza süresini uzatmıştır. Bununla birlikte 'Tainung' çeşidinin %25 ve %50 olgunluk seviyelerinde özellikle 200 ppb düzeyinde 1-MCP uygulamasının meyvelerin muhafaza süresini arttırdığı belirlenmiştir (Şekil 1). Ancak her iki çeşit için de olgunluk seviyesinin artması ile muhafaza süresi arasında istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilememiştir ( $P\geq 0.05$ ). Bununla birlikte, tüm olgunluk seviyelerinde 1-MCP uygulamaları meyvelerin muhafaza sürelerini kontrol grubuna (K) göre önemli ölçüde uzattığı kaydedilmiştir ( $P<0.05$ ). Muhafaza süresi üzerine çeşit, 1-MCP uygulamaları ve meyve olgunluk seviyesi gibi değişkenlerin belirgin bir etkisi olduğu saptanmıştır ( $P<0.05$ ). Bu bulgular, 1-MCP'nin farklı dozlarının ve uygulama zamanlarının, papaya meyvelerinin muhafaza süresi ve olgunlaşma süreci üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermiştir.

1-MCP üzerine yapılan çalışmalarda, 1-MCP'nin meyvelerde tam olgunluk düzeyine ulaşma

süresini geciktirilebileceğini göstermektedir. Nitekim Ali ve Mamat (2010) da yaptıkları çalışmada %25 olgunluk düzeyindeki 'Eksotika' papaya çeşidinde, meyvelerin tam sarı renge ulaştıktan sonra maksimum 4 gün muhafaza edildiğini, 90 ppb düzeyinde 1-MCP uygulamasında ise bu sürenin 8 güne kadar uzayabildiğini bildirmişlerdir. Yine aynı meyve çeşidinde yapılan başka bir çalışma da 1-MCP uygulamasının meyve daha yeşilken uygulandığında bile meyvenin olgunlaşmasını geciktirerek 9 güne kadar yeşil halde kalmasının mümkün olduğunu göstermiştir (Ding ve Bee, 2008). Literatür çalışmaları ve bu araştırmanın bulguları birlikte değerlendirildiğinde, 1-MCP'nin papaya meyvelerinin muhafaza süresi ve olgunlaşma süreci üzerindeki etkilerinin, meyve çeşidi ve olgunluk seviyesine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği ve bu etkilerin meyve kalitesinin korunması açısından kritik öneme sahip olduğu düşünülmektedir.

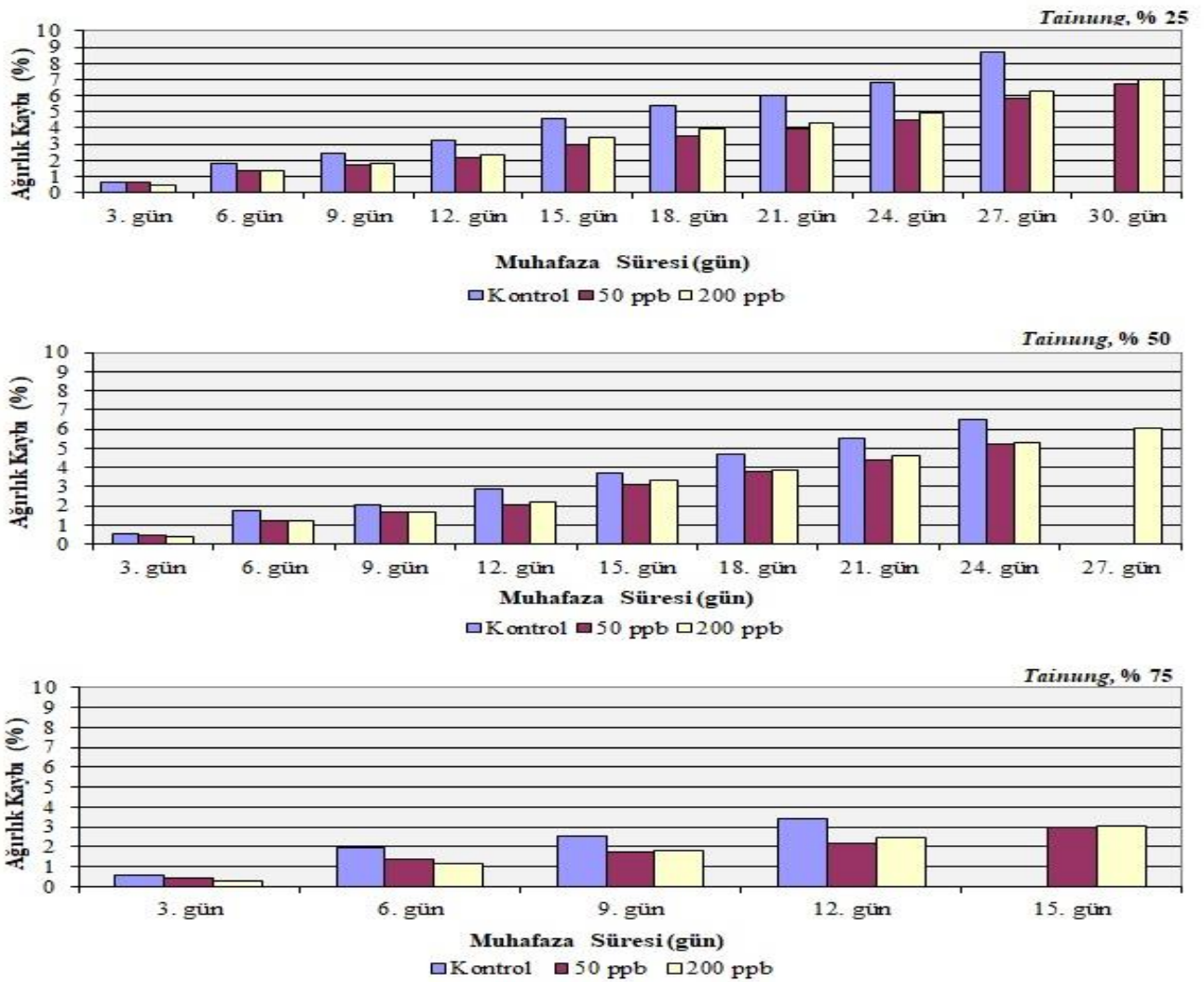
#### *Papaya çeşitlerinde muhafaza sürecinde ağırlık kayıpları*

'Sel-42' ve 'Tainung' papaya çeşitlerinde, muhafaza süresi boyunca farklı olgunluk seviyelerinde meyve ağırlık kaybı ölçümlerindeki değişimler Şekil 2 ve 3'te gösterilmiştir.



Şekil 2. 'Sel-42' papaya çeşidinde farklı olgunluk seviyelerindeki meyvelerde uygulamalara göre depolama süresince ağırlık kaybındaki değişimler

Figure 2: Changes in weight loss during storage in fruits at different maturity levels in the 'Sel-42' papaya cultivar according to the applications



Şekil 3. 'Tainung' papaya çeşidinde farklı olgunluk seviyelerinde m meyvelerde uygulamalara göre depolama süresince ağırlık kaybındaki değişimler

Figure 3. Changes in weight loss during storage in 'Tainung' papaya cultivar at different maturity levels in fruits according to applications

Araştırma bulgularına göre; 1-MCP'nin uygulamasının kullanılan dozlardan bağımsız olarak, meyve ağırlık kaybını azalttığı (kontrol grubuna kıyasla) ve muhafaza süresi boyunca olgunluk seviyesindeki değişimi yavaşlattığı gözlemlenmiştir. Olgunluk seviyelerine göre yapılan karşılaştırmada, 'Tainung' çeşidi, %25 olgunluk seviyesinde 24. günde %6.83, %50 olgunluk seviyesinde 21. günde %5.54 ve %75 olgunluk seviyesinde 12. günde %3.39 ağırlık kaybı ile 'Sel-42' çeşidine göre daha düşük ağırlık kaybı sergilemiştir. Buna karşın, 'Sel-42' çeşidinde ise %25 olgunluk seviyesinde 24. günde %7.48, %50 olgunluk seviyesinde 21. günde %6.49 ve %75 olgunluk seviyesinde 12. günde %3.74 ağırlık kaybı gözlemlenmiştir (Şekil 2 ve 3). Meyve ağırlık kaybının önlenmesi açısından, 50 ppb ve 200 ppb konsantrasyonlarında uygulanan 1-MCP uygulamaları arasında ise istatistiksel bir farklılık

saptanmamıştır ( $P>0.05$ ).

Literatürdeki karşılaştırmalı çalışmalar, 1-MCP'nin etkinliğinin çeşitli faktörlere bağlı olduğunu göstermektedir. Shu ve ark. (2023), 1.0 ppm 1-MCP uygulanan ve 10 °C'de depolanan 'Rainbow' papaya meyvelerinin, kontrol grubuna göre ağırlık kaybının yarı yarıya azaltıldığını bildirilmişlerdir. Ancak Manenoi ve ark. (2007) tarafından yapılan bir başka çalışmada, 100 nl L-1 1-MCP ile muamele edilen papayaların ağırlık kaybında, kontrol grubuna kıyasla önemli bir düşüş olmadığı rapor edilmiştir. Lartey ve Appiah (2023) ise, farklı 1-MCP dozlarının ('Solo' papaya çeşidinde 0.5-1.5 ppm) ağırlık kaybını önlemede etkili olmadığını, ancak daha soğuk ortamda (17 °C) depolanan meyvelerin, ortam sıcaklığında (26 °C) depolananlara göre daha düşük düzeyde ağırlık kaybı gösterdiğini vurgulamışlardır. Bu

çalışmaların ışığında, kullanılan konsantrasyonlardan bağımsız olarak 1-MCP'nin meyve ağırlık kaybını azaltmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak, bu etkinin çeşitli çevresel faktörler ve meyve çeşitleriyle değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Papaya çeşitlerinde muhafaza süresince meyve eti sertlik değerleri

'Sel-42' ve 'Tainung' papaya çeşitlerinde, farklı olgunluk seviyesinde hasat edilen meyvelerde farklı 1-MCP dozlarının meyve eti sertliği üzerine etkileri Çizelge 1'de verilmiştir. 'Sel-42' çeşidinde, %75 olgunluk seviyesinde 50 ppb

konsantrasyonunda 1-MCP uygulanan örneklerde meyve eti sertliği en yüksek değere, yani 39.52 N cm<sup>2</sup>-1'ye ulaşmıştır. 'Tainung' çeşidinde ise, %25 olgunluk seviyesinde 200 ppb konsantrasyonunda 1-MCP uygulanan meyvelerde meyve eti sertliği 38.54 N cm<sup>2</sup>-1 olarak saptanmış, bu değer diğer örneklerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (P>0.05). Ayrıca her iki çeşitte de 1-MCP uygulamaları ve olgunluk seviyelerine bağlı olarak beklenildiği gibi depolama sonunda (%90 yeşil rengin kaybolduğu seviyede) meyve eti sertliğinin genel olarak daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Sel-42' ve 'Tainung' papaya çeşitlerinde, farklı olgunluk seviyesinde hasat edilen meyvelerde farklı 1-MCP dozlarının meyve eti sertliği üzerine etkileri

Table 1. Effects of different 1-MCP doses on the fruit flesh firmness of 'Sel-42' and 'Tainung' papaya cultivars harvested at different maturity levels

1-MCP Dozları 1-MCP doses	Çeşitler Cultivars	Olgunluk seviyesi Maturity level	Meyve eti sertliği (N cm <sup>2</sup> -1) Fruit Flesh firmness (N cm <sup>2</sup> -1)
Kontrol	'Sel-42'	% 25	24.57 ±1.60 <sup>f</sup>
		% 50	28.78±1.17 <sup>de</sup>
		% 75	28.54±1.63 <sup>de</sup>
	'Tainung'	% 25	30.25±1.53 <sup>cd</sup>
		% 50	27.98±3.63 <sup>de</sup>
		% 75	32.77±5.04 <sup>bcd</sup>
50 ppb	'Sel-42'	% 25	30.68±0.93 <sup>cd</sup>
		% 50	32.79±2.34 <sup>a-d</sup>
		% 75	39.52±1.29 <sup>a</sup>
	'Tainung'	% 25	31.04±2.45 <sup>cd</sup>
		% 50	28.70±0.71 <sup>de</sup>
		% 75	33.13±5.09 <sup>a-d</sup>
200 ppb	'Sel-42'	% 25	32.75±0.575 <sup>a-d</sup>
		% 50	30.19±1.69 <sup>cd</sup>
		% 75	32.62±2.3030 <sup>a-d</sup>
	'Tainung'	% 25	38.51±4.00 <sup>ab</sup>
		% 50	36.25±2.52 <sup>abc</sup>
		% 75	35.43±5.72 <sup>abc</sup>

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

1-MCP, meyve olgunlaşma aşamalarına göre farklı etkiler göstermekte ve meyve kalitesinin korunmasında önemli rol oynamaktadır. Nitekim Bron ve ark. (2006b) tarafından yapılan bir çalışmada, 'Golden' papaya meyvelerinin olgunluk aşamasına göre 1-MCP uygulamasının etkisinin tüketim ve ticarileşme durumları ile doğrudan ilişkili olduğu belirtilmiştir. Tüketim için kabul

edilebilir meyve eti sertlik değeri olarak 20 N değeri belirlenmiş ve bu değerden düşük meyve eti sertlik değerleri tüketim koşulu, yüksek değerler ise ticarileşme değeri olarak tanımlanmıştır. Özellikle %50 olgunluk aşamasında hasat edilen meyvelerde 1-MCP uygulaması sadece ticari olarak pazarlanabilme süresini artırmakla kalmamış, aynı zamanda



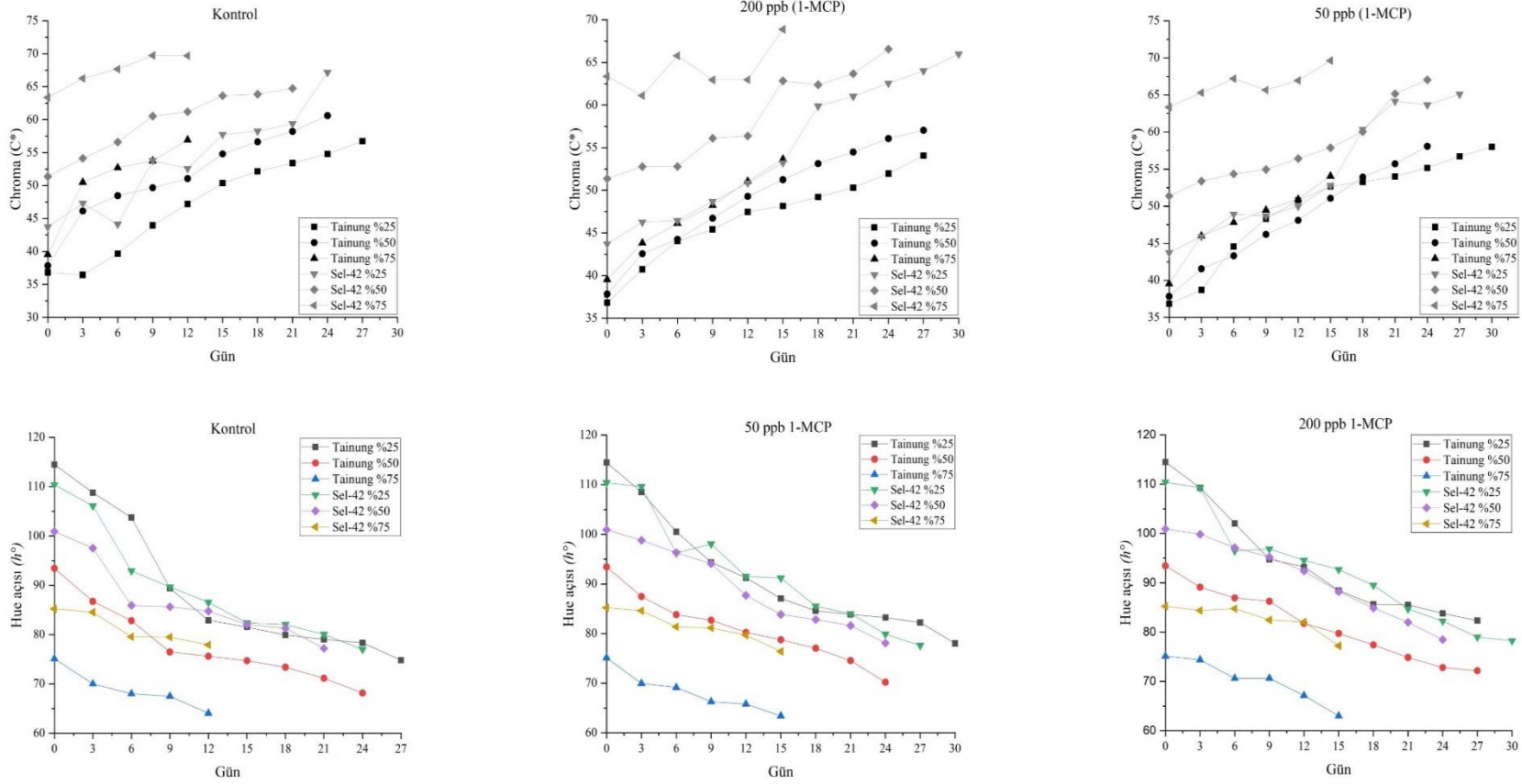
meyvelerin tüketim koşulunda kaldığı süreyi de uzatmıştır. Bununla birlikte %75 olgunluk seviyesinde hasat edilen ve 1-MCP ile muamele edilen meyvelerin ise ticari satış süresini etkilemediği, ancak daha uzun süre tüketim süresine sahip oldukları görülmüştür. Manenoi ve ark. (2007) da %10 olgunluk aşamasındaki Gold' ve 'Rainbow' papaya meyveleri üzerine 1-MCP uygulamasının daha etkili olduğunu ve 1-MCP ile muamele edilen meyvelerin (84.3 N), muamele edilmemiş meyvelere (15.7 N) göre daha sert olduğunu bildirmişlerdir. Literatür sonuçları ile kıyaslandığında, bu araştırmadan elde edilen bulgularda da 1-MCP uygulamasının meyve eti sertliği üzerine etki düzeyinin meyvenin olgunluk seviyesine ve 1-MCP dozuna bağlı olduğu, bu durumun ise tüketim kalitesi ve ticari değer açısından önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

#### *Papaya çeşitlerinde muhafaza süresince meyve kabuk rengi değişimleri*

'Sel-42' ve 'Tainung' papaya çeşitlerinin farklı olgunluk seviyelerindeki renk yoğunluğu ( $C^*$ ) ve renk tonu açısı ( $h^\circ$ ) parametrelerindeki değişimler incelenmiştir. Olgun papaya meyvelerinin karakteristik sarı rengini yansıtan yüksek ( $C^*$ ) değerleri ve  $90^\circ$ 'ye yakın ( $h^\circ$ ) değerleri, bu analizdeki değerlendirmeler için esas alınmıştır. Araştırma sonuçları, 1-MCP uygulamasının, uygulama dozuna bağlı olarak, her iki papaya çeşidinde de kontrol grubuna göre sarı renk yoğunluğunda ( $C^*$ ) daha yavaş bir artış sağladığını, renk tonu açısından ise özellikle %25

ve %50 olgunluk seviyelerinde 1-MCP dozunun artmasıyla sarı rengi ifade eden  $90^\circ$ 'lik Hue açısına ulaşılma süresinin uzadığını göstermiştir. Özellikle 200 ppb 1-MCP dozunun, hem 'Sel-42' hem de 'Tainung' çeşitlerinde renk değişimini en fazla yavaşlattığı gözlemlenmiştir. Ayrıca her iki renk parametresi üzerine çeşit, olgunluk seviyesi ve depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Bununla birlikte, Hue açısı değerleri açısından, özellikle kontrol grubunda çeşitler arasında belirgin bir farklılık gözlenmemiştir ( $P>0.05$ ). Ancak 'Sel-42' çeşidinde, kabukta sarı renk gelişiminin 'Tainung' çeşidine kıyasla daha uzun sürdüğü gözlemlenmiştir (Şekil 4).

Bu bulgular, Ding ve Bee (2008) tarafından 'Eksotika' papaya çeşidinde yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Nitekim bu araştırmacılar 1-MCP uygulanan (özellikle 30  $\mu$ L L-1 konsantrasyonunda) meyvelerin 9. güne kadar yeşil rengini koruduğunu ve sonrasında renk doygunluğunda kademeli bir artış, renk tonunda ise bir azalış gösterdiklerini bildirmişlerdir. Ahmad ve ark. (2013) 'Sekaki' papaya çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlar ortaya koymuşlar, 1-MCP uygulanan meyvelerin tam sarı renge ulaşma süresinin kontrol grubuna göre daha uzun olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmaların ışığında, 1-MCP'nin papaya meyvelerinin renk gelişimini etkileyerek, olgunlaşma sürecini dengelediği ve bu etkinin çeşitli faktörlerle etkileşim içinde olduğu sonucuna varılabilir.



Şekil 4. Farklı olgunluk seviyelerinde hasat edilen 'Sel-42' ve 'Tainung' papaya çeşitlerinde 1-MCP uygulamasının muhafaza süresinde meyve renk özellikleri üzerine etkileri (% Değerler: Meyve olgunluk düzeyi)

Figure 4. Effects of 1-MCP application on fruit color characteristics during the storage period of 'Sel-42' and 'Tainung' papaya varieties harvested at different maturity levels (% Values: Fruit maturity level)

*Papaya çeşitlerinde muhafaza süresinde bazı kimyasal özelliklerdeki değişimler*

Farklı olgunluk seviyesinde hasat edilen Sel-42' ve 'Tainung' papaya çeşitlerinde 1-MCP uygulamalarının meyvelerin suda çözünür toplam kuru madde (SÇKM) miktarı, titre edilebilir asitlik (TA) değeri ve C vitamini içerikleri üzerine etkileri Çizelge 2 verilmiştir. Sel-42' çeşidinde SÇKM değerleri, %11.07 ile %12.38 aralığında değişkenlik gösterirken, 'Tainung' çeşidinin daha düşük SÇKM değerleri (%9.17 ile %11.70) sergilediği gözlemlenmiştir. Asitlik (TA) değerleri incelendiğinde, her iki çeşide ait meyve örneklerinde asitliğin 0.14 ile 0.26 g 100 mL-1 aralığında olduğu tespit edilmiştir. 1-MCP

uygulamasının varlığı veya yokluğundan bağımsız olarak, her iki çeşitte de %50 olgunluk seviyesindeki örneklerinin asitlik düzeylerinin, %75 olgunluk seviyesindeki örneklerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. C vitamini içeriği açısından, çeşitlerin bu parametre üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmadığı (P>0.05) saptanmıştır. Bununla birlikte, 50 ppb 1-MCP uygulamasında, %25 olgunluk seviyesindeki 'Sel-42' çeşidinde 73.43 mg 100 g-1 ile en yüksek C vitamini içeriğinin saptandığı, buna karşın, 'Tainung' çeşidinin aynı koşullar altında 55.51 mg 100 g-1 ile en düşük değere sahip olduğu kaydedilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı olgunluk seviyesinde hasat edilen 'Sel-42' ve 'Tainung' papaya çeşitlerinde 1-MCP uygulamasının muhafaza sonunda meyvelerin bazı kimyasal özellikler üzerine etkileri

Table 2. Effects of 1-MCP application on some chemical properties of fruits at the end of storage in 'Sel-42' and 'Tainung' papaya cultivars harvested at different maturity levels

1-MCP dozları 1-MCP doses	Çeşitler Cultivars	Olgunluk seviyesi Maturity level	SÇKM (%) Soluble solids (%)	TA (g sitrik asit 100 ml <sup>-1</sup> ) Titratable acidity (g citric acid 100 ml <sup>-1</sup> )	C Vitamini (mg askorbik asit 100 g <sup>-1</sup> ) Vitamin C (mg ascorbic acid 100 g <sup>-1</sup> )
Kontrol	'Sel-42'	% 25	12.20±0.23 <sup>a</sup>	0.17±0.02 <sup>a</sup>	63.46±1.44 <sup>d-g</sup>
		% 50	11.80±0.77 <sup>a</sup>	0.17±0.01 <sup>a</sup>	63.82±0.56 <sup>d-g</sup>
		% 75	11.07±0.57 <sup>a</sup>	0.21±0.01 <sup>a</sup>	71.30±5.13 <sup>ab</sup>
	'Tainung'	% 25	9.17±0.75 <sup>b</sup>	0.20±0.00 <sup>a</sup>	60.15±0.31 <sup>g</sup>
		% 50	9.50±1.23 <sup>b</sup>	0.15±0.01 <sup>b</sup>	60.79±3.73 <sup>g</sup>
		% 75	9.70±0.75 <sup>b</sup>	0.26±0.02 <sup>a</sup>	64.79±1.12 <sup>cdef</sup>
50 ppb	'Sel-42'	% 25	12.38±0.25 <sup>a</sup>	0.18±0.00 <sup>a</sup>	73.43±7.18 <sup>a</sup>
		% 50	11.85±0.80 <sup>a</sup>	0.17±0.03 <sup>a</sup>	62.14±0.30 <sup>efg</sup>
		% 75	11.55±0.94 <sup>a</sup>	0.20±0.00 <sup>a</sup>	64.27±0.80 <sup>c-g</sup>
	'Tainung'	% 25	9.86±0.57 <sup>b</sup>	0.20±0.02 <sup>a</sup>	55.51±0.95 <sup>h</sup>
		% 50	9.33±0.52 <sup>b</sup>	0.17±0.03 <sup>a</sup>	60.51±1.35 <sup>fg</sup>
		% 75	11.70±0.75 <sup>a</sup>	0.25±0.01 <sup>a</sup>	65.35±0.95 <sup>b-e</sup>
200 ppb	'Sel-42'	% 25	11.50±0.61 <sup>a</sup>	0.19±0.00 <sup>a</sup>	69.88±0.64 <sup>abc</sup>
		% 50	11.93±0.59 <sup>a</sup>	0.14±0.02 <sup>b</sup>	66.46±2.53 <sup>a-e</sup>
		% 75	11.67±0.84 <sup>a</sup>	0.17±0.02 <sup>b</sup>	67.51±0.94 <sup>a-d</sup>
	'Tainung'	% 25	9.63±0.50 <sup>b</sup>	0.18±0.02 <sup>a</sup>	60.37±1.65 <sup>g</sup>
		% 50	9.83±0.75 <sup>b</sup>	0.16±0.01 <sup>b</sup>	60.77±2.40 <sup>fg</sup>
		% 75	11.00±0.66 <sup>a</sup>	0.25±0.00 <sup>a</sup>	70.00±4.76 <sup>abc</sup>

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Araştırma bulguları, 1-MCP uygulamasının meyvelerin kimyasal özelliklerinde herhangi bir değişim meydana getirmediğini göstermiştir. Nitekim Bron ve ark. (2006b) tarafından yapılan çalışmada da 1-MCP'nin 'Golden' papaya

meyvesinde SÇKM, TA ve C vitamini değişimleri açısından herhangi bir etkisinin olmadığı ve sadece meyvenin olgunluk seviyesine bağlı olarak bu parametrelerinde değişim görüldüğü vurgulanmıştır. Ayrıca araştırmacılar meyvenin

çok az miktarda içerdiği nişasta sebebiyle olgunluk sürecinde SÇKM değerlerinde az bir değişim meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte meyve olgunlaştıkça C vitamini içeriğinde artış olduğu, ancak bu artışa 1-MCP'nin herhangi bir etkisi olmadığı ifade edilmiştir. Sonuç olarak, meyvenin olgunlaşma sürecindeki bu parametrelerdeki değişimlerin, 1-MCP uygulamasından ziyade, çeşitlerin kendine has biyokimyasal özellikleri tarafından daha fazla etkilendiği söylenebilir.

## Sonuçlar

Bu araştırma, 1-Metilsiklopropenin (1-MCP) farklı olgunluk seviyesinde hasat edilen 'Sel-42' ve 'Tainung' papaya çeşitlerinin hasat sonrası meyve kalite özelliklerine olan etkisini ortaya koymuştur. 1-MCP'nin, her iki papaya çeşidinde de kontrol örneğine göre muhafaza süresi, ağırlık kaybı ve meyve eti sertliğini olumlu yönde etkileyerek, meyvelerin ticari değerini ve tüketim kalitesini iyileştirdiği gözlenmiştir. Buna karşın meyvelerin rengi ve kimyasal özellikleri üzerine 1-MCP'nin uygulama dozundan ziyade, çeşitlerin ve olgunluk seviyesinin etkili olduğu bulunmuştur. Bu bulgular, 1-MCP'nin papaya meyvelerinin raf ömrünü uzatma ve kaliteyi korumada etkili olduğunu göstermektedir. Bu durum, 1-MCP uygulamasının, meyvelerin ticari değerini %25 olgunluk seviyesinde 'Sel-42' çeşidinde kontrole göre 3 gün, 'Tainung' çeşidinde ise aynı olgunluk seviyesinde kontrole göre 5 gün daha uzun süre koruyabildiğini göstermektedir.

## Ekler

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından "2009.03.0121.006" kodlu proje ile desteklenmiş olup, Esmâ Güneş'in doktora tezinin bir kısmını kapsamaktadır.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

**Yazar Katkısı:** Bu araştırmanın planlanması ve tasarımı ile bitki yetiştiriciliği, muhafaza ve analiz

çalışmaları Hamide Gübbük'ün gözetiminde Esmâ Güneş tarafından yapılmıştır. Hatice Reyhan Öziyci verilerin istatistiksel değerlendirmesi ve makalenin yazılması aşamalarında görev almış olup, Hamide Gübbük makalenin yazımı ve gözden geçirilmesine katkı sağlamıştır.

## Kaynaklar

- Ali, Z.M. and Mamat, S.M. (2010). Response of papaya ('Eksotika') fruit to different 1-Methylcyclopropene concentrations. *Acta Horticulturae*, 880, 347-352. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.880.41>.
- Ahmad, A., Ali, Z. M., & Zainal, Z. (2013). Effect of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) treatment on firmness and softening related enzymes of 'Sekaki' papaya fruit during ripening at ambient. *Sains Malaysiana*, 42, 903-909.
- Barragán-Iglesias, J., Méndez-Lagunas, L. L., & Rodríguez-Ramírez, J. (2018). Ripeness indexes and physicochemical changes of papaya (*Carica papaya* L. cv. Maradol) during ripening on-tree. *Scientia Horticulturae*, 236, 272-278. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.012>.
- Bron I.U. and Jocomino, A.P. (2006a). Ripening and quality of "Golden" papaya fruit harvested at different maturity stages, *Braz. J. Plant Physiol.* 18(3): 389-396.
- Bron, I. U., Jacomino, A. P., & Pinheiro, A. L. (2006b). Influence of ripening stage on physical and chemical attributes of 'Golden' papaya fruit treated with 1-Methylcyclopropene. *Bragantia*, 65, 553-558. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052006000400003>.
- Cemeroğlu, B., Yemencioğlu, A. And Özhan, M. 2007. *Gıda Analizleri Kitabı*, ss. 45-88, Ankara.
- Ding, P., & Bee, N. S. (2008). Effects of 1-methylcyclopropene on the postharvest life of Eksotika papaya. *Journal of Applied Horticulture*, 10(2), 123-128. DOI: <https://doi.org/10.37855/jah.2008.v10i02.26>.
- Golding, J. B., Pristijono, P., & Wang, B. (2020). Effect of Phytosanitary Irradiation Treatment on the Storage Life of 'Jiro' Persimmons at 15° C. *Horticulturae*, 6(92), 2-11. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae6040092>.
- Karhan, M., Aksu, M., Tetik, N., & Turhan, I. (2004). Kinetic modeling of anaerobic thermal degradation of ascorbic acid in rose hip (*Rosa Canina* L) pulp. *Journal of Food Quality*, 27(5), 311-319. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-4557.2004.00638.x>.
- Lartey, E. N., & Appiah, F. (2023). Effect of Different Concentrations of 1-MCP and Varied Storage Environments on Physical Characteristics and Consumer Acceptability of Solo Papaya (*Carica Papaya* L.) Fruits. *Asian Journal of Advanced Research and Reports*, 17(8), 41-57. DOI: <https://doi.org/10.9734/AJARR/2023/v17i8503>.
- Lee, H., Choi, G., & Park, J. (2019). Postharvest Application

- of 1-MCP to Improve the Quality and Shelf Life of Climacteric Fruits. *Food Chemistry*, 293, 18-26.
- Manenoi, A., Bayogan, E. R. V., Thumdee, S., & Paull, R. E. (2007). Utility of 1-methylcyclopropene as a papaya postharvest treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 44(1), 55-62. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.11.005>.
- Santamaría Basulto, F., Sauri Duch, E., Espadas y Gil, F., Díaz Plaza, R., Larqué Saavedra, A., & Santamaría, J. M. (2009). Postharvest ripening and maturity indices for maradol papaya. *Interciencia*, 34(8), 583-588.
- Satekge, T. K., & Magwaza, L. S. (2022). Postharvest application of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on climacteric fruits: Factors affecting efficacy. *International Journal of Fruit Science*, 22(1), 595-607. DOI: <https://doi.org/10.1080/15538362.2022.2085231>.
- Sezer, E., & Ayhan, Z. (2017). Meyve ve sebzelerde etilen tutucu içeren aktif ambalajlama sistemlerinin uygulanması ve raf ömrüne etkisi. *Akademik Gıda*, 15(2), 182-191. DOI: <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.333675>.
- Shu, C., Wall, M. M., Follett, P. A., Sugimoto, N., Bai, J., & Sun, X. (2023). Effect of Humidity-Triggered Controlled-Release 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on Postharvest Quality of Papaya Fruit. *Horticulturae*, 9(10), 1062. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae9101062>.
- Srividhya, S., Jayakanthan, M. & Jeyakumar, P. (2023). Mechanism unravelling the effect of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) through molecular docking approach and postharvest analysis in papaya. *Plant Physiology Reports*, 28, 448-458. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40502-023-00741-9>.
- Strano, M. C., Altieri, G., Allegra, M., Di Renzo, G. C., Paterna, G., Matera, A., & Genovese, F. (2022). Postharvest technologies of fresh citrus fruit: Advances and recent developments for the loss reduction during handling and storage. *Horticulturae*, 8(7), 612. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070612>.
- Tomala, K., & Smith, T. (2020). The Influence of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on 'Szampion' Apple Fruit Quality after Cold Storage. *Journal of Agricultural Science*, 12(4), 45-58. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10030080>.
- Zhang, J., Ma, Y., Dong, C., Terry, L. A., Watkins, C. B., Yu, Z., & Cheng, Z. M. M. (2020). Meta-analysis of the effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on climacteric fruit ripening. *Horticulture Research*, 7(208): 2-16. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41438-020-00405-x>.