

Araştırma Makalesi

Hasat Sonrası Metil Salisilat Uygulamasının '0900 Ziraat' Kiraz Çeşidinin Soğukta Muhafazası Süresince Kaliteye Olan Etkileri

Neslihan Ekinci^{1*}  Serpil Varlı Yunusoğlu² 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale

*Sorumlu yazar: nekinci@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 14.11.2023

Kabul Tarihi: 19.12.2023

Öz

Bu çalışma '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde hasat sonrası Metil Salisilat (MeSA) uygulamasının depolama süresince meyve kalitesine olan etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Hasat edilen meyveler, iki farklı MeSA dozunun uygulandığı (1 mM ve 2 mM) ve hiç uygulama yapılmayan (saf su) meyveler (Kontrol) olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. İlk iki gruba ait meyveler 1 mM ve 2 mM MeSA içeren solüsyonlara 5 dk süre ile daldırılmıştır. Kontrol grubu meyveleri ise aynı süre saf suya daldırılmıştır. Daldırma işleminden sonra tüm meyveler, fazla suyun süzülmesi için 30 dk oda koşullarında bekletilmiştir. Tüm meyveler 1 gün süresince ön soğutma işlemine tabi tutulmuş ve 0±0,5°C sıcaklıkta ve %90±5 oransal nem içeren normal atmosfer koşullarında 35 gün süresince soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir. Araştırmada muhafaza süresince 7 gün aralıklarla, meyve eti sertliği (N), ağırlık kaybı (% g), suda çözünür kuru madde miktarı (%), titre edilebilir asitlik (% malik asit), meyve kabuk rengi (L*,C*), fenolik bileşen (GAE mg 100g⁻¹), kiraz sapı toplam klorofil miktarı (mg 100g⁻¹) gibi kalite özellikleri incelenmiştir. Çalışmada MeSA uygulamasının 2 mM dozu, hasat sonrası '0900 Ziraat' kiraz çeşidinin muhafazasında, özellikle meyve eti sertliği, suda çözünür kuru madde miktarı ve meyve kabuk rengi üzerine olumlu sonuçlar vermiştir. Hasattan sonra başlangıç analizlerinde yapılan ölçümlerde 2.671 N olan meyve eti sertliği, 35 günlük muhafaza süresinin sonunda kontrol uygulamasında 0.906 N, 1 mM MeSA uygulamasında 1.307 N ve 2 mM MeSA uygulamasında ise 1.613 N değerinde tespit edilmiştir. 2 mM MeSA uygulamasının hasat sonrası meyve kalitesini korumada etkili doz olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Prunus avium*, 0900 Ziraat, Metil Salisilat, Soğukta Muhafaza, Kalite

Effects of Post-Harvest Methyl Salicylate Application on the Quality of "0900 Ziraat" Cherry Cultivar During Cold Storage

Abstract

This study was conducted to determine the effect of post-harvest methyl salicylate application on fruit quality during storage in "0900 Ziraat" cherry cultivar. The harvested fruits were divided into 3 groups: fruits to which two different doses of methyl salicylate were applied (1 mM and 2 mM) and fruits to which no application was applied (Control). Fruits belonging to the first two groups were immersed in solutions containing 1 and 2 mM MeSA for 5 minutes. Control group fruits were immersed in pure water for the same period of time. After dipping, all fruits were kept at room conditions for 30 minutes to drain excess water. All fruits were pre-cooled for 1 day and stored in cold storage for 35 days under normal atmospheric conditions of 0±0.5 °C and 90±5% relative humidity. In the research, fruit firmness (N), weight loss (% g), soluble solid content (%), titratable acidity (% malic acid), fruit skin color (L*, C*), phenolic component (GAE mg 100g⁻¹) and cherry stem total chlorophyll amount (mg 100g⁻¹) were examined. In the study, 2 mM dose of methyl salicylate application gave positive results in the preservation of "0900 Ziraat" cherry cultivar after harvest, especially on fruit firmness, soluble solid content and fruit skin color. Fruit firmness, which was 2.671 N in the measurements made in the initial analyzes after harvest, was determined to be 0.906 N in the control application, 1.307 N in the 1 mM methyl salicylate application and 1.613 N in the 2 mM methyl salicylate application at the end of the 35-day storage period. It was determined that 2 mM MeSA application was an effective dose to protect of post-harvest fruit quality.

Keywords: *Prunus avium*, 0900 Ziraat, Methyl Salicylate, Cold Storage, Quality

Giriş

Kiraz (*Prunus avium* L.) Rosaceae familyasına ait bir meyve türüdür. Ana vatanı Karadeniz'den Hazar Denizi'ne kadar uzanmaktadır. Türkiye kirazın orijin merkezlerinden biri olarak, dünyada kiraz üretiminde önde gelen ülkelerden biridir. Kiraz erken olgunlaşması, albenisi ve lezzetinden dolayı tüketiciler arasında oldukça beğenilen bir meyvedir. Klimakterik meyve grubunda yer almadığı ve hassas bir yapıya sahip olduğu için, diğer meyvelerde görülen meyve eti sertliğinin azalması, ağırlık kaybı, meyve kabuk rengi, aroma ve asitlik kayıpları, saplarda klorofil kaybı (kahverengileşme) gibi kalite kriterlerinin daha hızlı bir şekilde yitirilmesine neden olmakta ve bu da muhafaza süresini kısaltmaktadır (Alique ve ark., 2005; Yaşar, 2017). Kiraz meyveleri yaz aylarının başında, belli bir dönemde olgunlaşan bir meyve türüdür. Bu sebeple hasat mevsiminde pazarda bir yığılma meydana gelmektedir. Hasat sonrası dayanım süresi kısa olduğu için, pazardaki arzı kısa süreli olarak karşılanmaktadır. Bu da orantısız fiyat dalgalanmaları ile sonuçlanmaktadır. Pazardaki yığılmanın önlenmesi ve fiyat orantısızlıklarının giderilmesi amacıyla muhafaza süresinin uzatılması ve kalitenin korunması büyük önem taşımaktadır (Bal, 2012; Yaşar 2017). Son yıllarda güvenilir gıdaya olan talep arttığı için, hasat sonrası kaliteyi korumak ve muhafaza süresini uzatmak için yapılan uygulamaların insan sağlığına zararsız güvenilir uygulamalar olması oldukça önemlidir.

Son yıllarda hasat sonrası salisilat ve jasmonat uygulamalarına artan bir ilgi söz konusudur (Castillo ve ark., 2014). Metil salisilat (MeSA), bitki büyüme ve gelişmesinde, bitki savunma mekanizmasında, çeşitli abiyotik streslere karşı bitkinin verdiği tepkide ve meyve olgunlaşma sürecinde rol oynayan salisilik asitten sentezlenen ve tekrar salisilik aside dönüşebilen uçucu bir bitkisel bileşiktir (Hayat ve Ahmad, 2007; Kumar, 2014). Salisilik asit (SA), hastalık direnç mekanizmaları ve sistemik kazanılmış direnç (SAR) gibi bitkilerin metabolizmasında çeşitli düzenleyici rolleri olan ve ayrıca tohum çimlenmesi, hücre büyümesi, stoma kapanması, abiyotik strese tepkiler ve meyve verimi gibi diğer gelişim özelliklerini etkileyen bir bitki hormonudur (Raskin, 1992; Vlot ve ark., 2009). Ayrıca etilen sentezini ve hareketini inhibe ederek meyve olgunlaşmasını yavaşlattığı ve derim sonrası kalite özelliklerini koruduğu Asghari ve Aghdam (2010) tarafından bildirilmiştir. Hasat sonrası MeSA ile yapılan uygulamalarda, hücre duvarı yapısı ve hücre zarları lipid peroksidatif hasarın neden olduğu işlev bozukluğundan korunmak mümkündür. MeSA ile yapılan bazı araştırmalarda; örneğin domates (Fung ve ark., 2006) ve mango (Han ve ark., 2006) meyvelerinde üşüme zararı azaltılmıştır. Öte yandan, nar meyvelerinde meyve sertliği, toplam suda çözünür kuru madde (TSS) ve toplam asitlik (TA) gibi meyve kalitesi ile ilgili diğer parametreler de MeSA uygulanan meyvelerde korunurken, kontrol grubu meyvelerinde önemli kayıplar meydana geldiği Sayyari ve ark. (2011) tarafından bildirilmiştir.

Bu çalışmada, ülkemizde ihracat potansiyeli açısından yüksek önemi olan '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde, kimyasal uygulamalara alternatif bir uygulama olan metil salisilatın (MeSA) farklı dozlarının, muhafaza süresi ve kalite kriterlerine etkisi incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bitkisel materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak Çanakkale Lapseki İlçesi'nin Umurbey Beldesi'nde bulunan üretici bahçesinden ticari olum aşamasında hasat edilen '0900 Ziraat' kiraz çeşidi kullanılmıştır. Üretimi her yıl hızla yayılmakta olan geçici bir çeşit olan '0900 Ziraat' kiraz çeşidi ülkemizin en önemli kiraz çeşididir. Meyveleri iri, yuvarlakça kalp şeklinde, meyve kabuk rengi parlak ve çok koyu kırmızı, meyve eti sert, sulu, tatlı olup çok yüksek kalitelidir (Engin ve Ünal, 2006).

Yöntem

Hasattan sonra meyveler hızlı bir şekilde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölüm Laboratuvarına getirilmiş ve hasarlı meyveler ayıklanmıştır. Kalan meyveler uygulamalar yapılmak üzere 3 gruba (Kontrol, 1 mM MeSA, 2 mM MeSA) ayrılmıştır. İlk grup meyveler (Kontrol) 5 dk süre ile saf su içerisinde bekletilmiştir. İkinci ve üçüncü gruplara ait meyveler ise sırasıyla MeSA uygulamasının 1 ve 2 mM lık dozlarını içeren solüsyonlara aynı süre ile daldırılmıştır. Daldırma işleminden sonra fazla suyun süzülmesi amacıyla meyveler 30 dk oda koşullarında beklemeye bırakılmış ve ardından meyveler tartılarak 500'er gramlık kaplara yerleştirilmiştir.

Meyveler, 1 gün süre ile ön soğutma işlemine tabi tutulmuştur. Ön soğutma işleminden sonra meyveler, 0±0,5°C sıcaklıkta ve %90±5 oransal nem içeren normal atmosfer koşullarında 45 gün

süresince soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir. Hasattan sonra başlangıç analizleri yapılmış ve muhafaza süresi boyunca uygulamaların etkisini incelemek amacıyla 7 günde bir (7, 4, 21, 28, 35) bazı kalite parametreleri incelenmiştir.

Araştırmada incelenen kriterler

Meyve eti sertliği (MES), Chatillon marka penetrometre ile N cinsinden ölçülmüştür. Meyve ağırlık kayıpları 0.01g hassasiyette ölçüm yapan hassas terazi ile deneme başlangıcında tartılıp, numaralandırılan meyve kaplarından % g olarak belirlenmiştir. Meyve suyunun içindeki toplam suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) el refraktometresi (Hanna HI 96801 Refractometer, Romania) ile ölçülmüştür. TA ölçümleri için meyveler bir homojenizatör yardımı ile parçalanmıştır. Homojen meyve püresinden elde edilen meyve suyundan 10 ml örnek alınmış ve saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Bu çözelti, manyetik karıştırıcı (Benchmark Scientific H3760-HSE-UK) ve dijital pH-metre (Milwaukee Mi 150, Romania) kullanılarak 0.1 N NaOH ile pH 8.1 oluncaya kadar titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarı folmülde yerine yerleştirilerek hesaplanmıştır.

$$\text{Malik Asit (\%)} = \frac{S \times N \times F \times E}{C} \times 100$$

S: Harcanan baz miktarı (mL)

N: Harcanan bazın normalitesi

F: Harcanan bazın faktörü

E: Asidin equivalent değeri (malik asit=0.067)

C: Örnek miktarı (mL)

Meyvelerin meyve kabuk rengini belirlemek için, meyvenin ekvator bölgesinde; her iki yanaktan okuma yapılmıştır. CIE L* ve C* renk değerleri kromometre ((Minolta CR 400, Japan) ile ölçülmüştür.

Toplam fenolik bileşen tayini, Singleton and Rossi (1965) tarafından tanımlanan Folin-Ciocalteu yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntemin ilkesi, fenolik bileşiklerin alkali ortamda Folin-Ciocalteu ayırıcını indirgeyip, kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü bir redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Folin ayırıcı ile muamele edildikten sonra oluşan mavi renk, spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800 240V Japan) 720 nm dalga boyunda Folin şahitliğinde okunmuştur. Örnekte ölçülen absorbans değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarı, gallik asit ile hazırlanmış olan standart kurvenin denkleminde hesaplanmıştır. Örnekteki toplam fenolik bileşik miktarı mg gallik asit/L cinsinden ifade edilmiştir. Kiraz sapı toplam klorofil miktarı, Zhao ve ark. (2021), tarafından belirtilen yöntem ile modifiye edilerek ölçülmüştür. Kiraz meyvelerinin sapından 1 g sap örneği tartılmıştır. Tartılan örnekler porselen havanlarda önce 15 ml %85 aseton çözeltisinde homojen olarak parçalanmıştır. Karışım yeşil renk alana kadar işleme devam edilmiştir. Daha sonra filtre kağıdı ile süzme işlemi yapılmıştır. Porselen havanda kalan örneğe tekrar 10 ml %85 aseton çözeltisi ilave edilerek işleme devam edilmiştir. Son süzme işlemi yapıp klorofil a ve klorofil b'nin absorbans değeri, sırasıyla 663 ve 645 nm dalga boyunda %85 aseton çözeltisi şahitliğinde spektrofotometre (Shimadzu UV-1800 240V Japan) cihazında ölçülmüş ve aşağıdaki formüle göre toplam klorofil miktarı g/kg olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Toplam Klorofil (mg/100g)} = 8.02 (A663) + 20.2 (A645)$$

İstatistiksel analizler

Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 100 g meyve kullanılmıştır. Çalışma sonunda elde edilen veriler SAS istatistik paket programı yardımıyla varyans analizine tabi tutularak, Asgari Önemli Fark (AÖF) çoklu karşılaştırma testiyle p<0,05 düzeyinde değerlendirilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile SAS programı (SAS, 2019) tarafından belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Muhafaza süresince '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde yapılan analizler sonucunda kalite kriterlerindeki değişimler tüm uygulamalara göre farklılık göstermiştir. Uygulamalar, muhafaza süresi ve uygulamalar*süre interaksyonu açısından titre edilebilir asitlik (TA) değerleri dışında yapılan diğer ölçüm ve kalite parametrelerinde istatistiki olarak (p<0,05) farklılık görülmüştür.

Muhafaza süresi ortalamaları incelendiğinde, depolama süresinin uzamasıyla birlikte MES değerlerinde azalma meydana gelmiş ve hasattan sonra başlangıç analizlerinde 2.67 N olarak ölçülen MES değeri 35 günlük muhafaza sonunda sırasıyla Kontrol grubunda 0.9 N, 1 mM MeSA uygulamasında 1.31 N ve 2 mM MeSA uygulamasında 1.61 N değerinde ölçülmüştür. Meyve eti sertliği, kirazın tüketici tarafından tercih edilmesi bakımından en önemli kalite kriterlerinden biri olduğundan iyi kaliteye sahip meyvelerde, sertliğin yüksek ve meyve etinin gevrek olması istendiğinden (Valero, 2013), MES değeri açısından 2 mM MeSA uygulamasının öne çıktığı tespit edilmiştir. Meyvelerde olgunlaşma ile birlikte solunum hızı artmakta ve bununla paralel biyokimyasal olaylar da hızlanmaktadır. Poligalakturonaz, pektin esterase, selüloz ve β -galakturonaz enzim faaliyetlerinin artması ile hücre çeperinin yapısında bulunan pektin, hemiselüloz ve selüloz parçalanmakta ve hücre yapısı bozulmaktadır. Tüm bunlar olgunlaşma ve yaşlanma ile daha hızlı gerçekleşmekte ve bununla paralel meyve eti sertliği de aynı oranda azalmaktadır (Karaçalı, 2006; Barrelet ve Gonzalez, 1994; Fischer ve Bennett, 1991). Benzer şekilde olgunlaşma artışıyla solunum hızının arttığını belirten Karaçalı (2006), Barrelet ve Gonzalez (1994), Fischer ve Bennett (1991) ile paralel şekilde 2 mM MeSA uygulamasının meyve eti sertliğini korumada kontrol ve 1 mM MeSA uygulamalarından daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Çizelge 1. '0900 Ziraat' Kiraz çeşidine ait meyvelerde hasat sonrası farklı dozlarda MeSA uygulamasının muhafaza süresi boyunca meyve eti sertliği, ağırlık kaybı, SÇKM ve TA değerlerindeki değişimi
Table 1. Changes in fruit firmness, weight loss, SÇKM and TA values during the storage period of different doses of MeSA application post-harvest in fruits of '0900 Ziraat' cherry cultivar

	Uygulama	0.Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	ORT
Meyve Eti Sertliği (N)	Kontrol	2.67a	2.06c	1.70fg	1.36hı	1.18j	0.90k	1.64C
	1 MeSA	2.67a	2.32b	1.80e	1.62g	1.41h	1.31ı	1.85B
	2 MeSA	2.67a	2.59a	2.12c	1.92d	1.74ef	1.61g	2.11A
	ORT	2.67A	2.32B	1.87C	1.63D	1.44E	1.27F	-
	LSD _{SÜRE} =0.1075	LSD _{UYGULAMA} =0.076			LSD _{UYG*SÜRE} =0.0918			
Ağırlık Kaybı (%)	Uygulama	0.Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	ORT
	Kontrol	0.00ı	0.79fg	1.42de	2.10c	2.72b	3.73a	1.79A
	1 MeSA	0.00ı	0.60gh	0.87f	1.42de	1.92c	2.85b	1.28B
	2 MeSA	0.00ı	0.44h	0.62gh	1.25e	1.61d	2.04c	0.99C
	ORT	0.00F	0.61E	0.97D	1.59C	2.08B	2.87A	-
LSD _{SÜRE} =0.2541	LSD _{UYGULAMA} =0.1797			LSD _{UYG*SÜRE} =0.209				
Suda Çözünür Kuru Madde (%)	Uygulama	0.Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	ORT
	Kontrol	15.53 l	20.07ı	23.31ef	27.53c	28.92b	29.54a	24.15A
	1 MeSA	15.53 l	17.55j	19.54ı	21.88g	23.82e	25.18d	20.58B
	2 MeSA	15.53 l	16.18 k	17.73j	19.82ı	20.95h	22.85f	18.84C
	ORT	15.53 F	17.93 E	20.19D	23.08C	24.56B	25.86A	-
LSD _{SÜRE} =1.2119	LSD _{UYGULAMA} =0.857			LSD _{UYG*SÜRE} =0.5505				
Titre Edilebilir Asitlik (gr/100 mL)	Uygulama	0.Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	ORT
	Kontrol	0.115a	0.105b	0.092de	0.089e	0.083fg	0.074h	0.093B
	1 MeSA	0.115a	0.107b	0.095d	0.091e	0.084f	0.076h	0.094B
	2 MeSA	0.115a	0.111a	0.100c	0.096cd	0.090e	0.080g	0.098A
	ORT	0.115A	0.108B	0.095C	0.092D	0.086E	0.077F	-
LSD _{SÜRE} =0.0022	LSD _{UYGULAMA} =0.0015			LSD _{UYG*SÜRE} =0.0037				

Ö.D.: Önemli değil ($p>0,05$); ORT: Ortalama; LSD: Asgari Önemli Farklılık **harfler uygulamalar ve süreler arasında istatistik farklılıkları belirtmektedir.

Meyve ağırlığı depolama süresi boyunca, yaşlanma ve su kaybı nedeniyle azalmakta olduğundan SÇKM değeri artmaktadır (Yunusoğlu ve Ekinci, 2023). Araştırmacıların belirttiği bu SÇKM içeriğindeki artış, MeSA uygulamasıyla kontrole oranla, baskılanmıştır. 2 mM MeSA uygulaması, diğer uygulamalara kıyasla SÇKM değerini daha az oranda yükseltmiştir. Hem ağırlık kaybının baskılanmasında, hem de SÇKM değerinin korunmasında en başarılı sonuç 2 mM MeSA uygulamasından elde edilmiştir. Muhafaza süresinin sonunda kontrol uygulamasında %3.73, 1 mM MeSA uygulamasında %2.85 ve 2 mM MeSA uygulamasında ise %2.04 oranında ağırlık kaybı olduğu

gözlenmiştir. Başlangıç ölçümlerinde %15.531 değerinde olan SÇKM değeri, muhafaza süresinin sonunda en yüksek kontrol uygulamasında (%29.54) ve en düşük de 2 mM MeSA (%22.85) uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 1). Gimenez ve ark. (2014)'nın kiraz meyvelerinde yaptıkları hasat sonrası uygulamalarda, olgunlaşma ile beraber ağırlık kayıplarında bulgularla benzer sonuç elde edilmiştir. Yaşlanmayla birlikte solunum hızı artar ve solunumda organik asitler kullanılır, bu da TA değerini düşürür (Dündar ve ark., 1997; Özkaya ve ark., 2005) ifadesinin aksine 2 mM MeSA uygulaması olgunlaşmayı yavaşlatmış ve başlangıçta belirlenen titre edilebilir asitlik (TA) değerini korumuştur. Bu istenen bir durumdur ve bunu sağlayan doz 2 mM MeSA uygulamasıdır. Başlangıç ölçümlerinde 0.115 g/100 ml olan TA değeri; depolama süresinin sonunda kontrol ve 1 mM MeSA uygulamasında 0.07 g/100 ml, 2 mM MeSA uygulamasında ise 0.08 g/100 ml olarak ölçülmüştür. Hasat sonrası kiraz meyvesine salisilik asit (SA) uygulayan Yaşar (2017) ile bulgular paralel bulunmuştur.

Meyvelerde muhafaza süresince meydana gelen olgunlaşma ve yaşlanma ile meyve kabuk rengi parlaklığında ve canlılığında azalmalar meydana gelebilmektedir. Yapılan uygulamalar ile muhafaza süresince kabuk parlaklığı ve canlılığının başlangıç değerlerine göre korunması amaçlanmaktadır. Çalışmada, başlangıçta 23.47 değerinde olan meyve kabuk parlaklığı (L*) muhafaza süresince azalmaya devam etmiş ve 35 günlük muhafaza süresinin sonunda kontrol uygulamasında 17.45, 1 mM MeSA uygulamasında 19.24 ve 2 mM MeSA uygulamasında 19.42 değerinde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Meyve kabuk rengi canlılık değeri (C*) incelendiğinde ise başlangıçta 19.71 olarak ölçülen değer, muhafaza süresi sonunda kontrol uygulamasında 9.91, 1 mM MeSA uygulamasında 10.31, 2 mM MeSA uygulamasında 11.64 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Kiraz meyvelerinin gelişim aşamasında antosiyanin birikimi ile olgunluk ve kalitenin en önemli kriterlerinden biri olan meyve kabuk rengi değişmektedir. Kabuk renginin parlak ve çeşide özgü renk aralıklarında olması, kiraz meyvelerinin tüketici tarafından tercih edilme nedenlerinden biridir (Alonso ve Alique, 2006; Wani ve ark., 2014). Yaşar (2017), SA uygulanan kirazlarda hasat sonrası olgunlaşma ile beraber meyvelerde L* ve C* değerlerinde azalma meydana geldiği bildirilmiştir..

Çizelge 2. 0900 Ziraat kiraz çeşidine ait meyvelerde hasat sonrası farklı dozlarda MeSA uygulamasının muhafaza süresi boyunca meyve kabuk rengindeki L* ve C* değerlerindeki değişimi
Table 2. Change in the L* and C* values of fruit skin color during the storage period of post-harvest MeSA application at different doses in fruits of cherry cv. 0900 Ziraat

	Uygulama	0.Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	ORT
L* (Parlaklık) Değeri	Kontrol	23.47a	22.34abc	21.92bc	20.12de	19.84de	17.45f	20.85B
	1 MeSA	23.47a	23.33a	22.95ab	22.74ab	20.39de	19.24e	22.02A
	2 MeSA	23.47a	23.36a	23.32a	22.80ab	21.12cd	19.42e	22.25A
	ORT	23.47A	23.01A	22.73A	21.89B	20.45C	18.70D	-
	LSD _{SÜRE} =0.7779	LSD _{UYGULAMA} =0.55			LSD _{UYG*SÜRE} =1.299			
Kroma (C*) değeri	Uygulama	0.Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	ORT
	Kontrol	19.71a	14.19cd	13.96cd	12.56de	12.04de	9.91e	13.73B
	1 MeSA	19.71a	15.97bc	15.81c	12.34de	12.34de	10.31e	14.38B
	2 MeSA	19.71a	18.82ab	16.59bc	15.69c	14.38cd	11.64de	16.14A
	ORT	19.71A	16.33B	15.45B	13.53C	12.86C	10.62D	-
LSD _{SÜRE} =1.5999	LSD _{UYGULAMA} =1.1313			LSD _{UYG*SÜRE} =2.8497				

Ö.D.: Önemli değil (p>0,05); ORT: Ortalama; LSD: Asgari Önemli Farklılık **harfler uygulamalar ve süreler arasında istatistik farklılıkları belirtmektedir.

Çalışmada muhafaza süresince toplam fenolik bileşenler incelenmiş ve depolama boyunca artış gösterdiği belirlenmiştir. Başlangıçta 147.80 mg gallik asit/L olan değer; depolama süresinin sonunda en fazla kontrolde (228.43 mg gallik asit/L) artış göstermiştir. Kontrol uygulamasını sırasıyla 1 mM MeSA uygulaması 227.03 mg gallik asit/L değeri ve 2 mM MeSA uygulaması 211.16 mg gallik asit/L değeri ile takip etmiştir (Çizelge 3). Kirazlarda genel olarak muhafaza süresince toplam fenol miktarında artışın meydana geldiği ve bu artışın olgunlukla bağlantılı olduğu bildirilmektedir (Serrano ve ark., 2009). Kontrol grubu meyvelerde de, aynı şekilde artış gösterirken, MeSA uygulamaları, bu değerlerdeki artışı düşürmüştür. Özellikle MeSA dozu artınca, daha da etkili olmuştur.

Ayrıca sap klorofil miktarı ölçümleri incelendiğinde, muhafaza süresince yaşlanma ile beraber sap klorofil miktarında azalma gerçekleştiği görülmüştür. Muhafaza başlangıcında 41.87 mg 100g⁻¹ değerinde ölçülen kiraz sapı klorofil miktarı muhafaza süresinin sonunda, kontrol meyvelerinde en düşük değerde (17.83 mg 100g⁻¹) görülmüştür. Bu değeri sırasıyla 1 mM MeSA (19.93 mg 100g⁻¹) ve 2 mM MeSA (20.91 mg 100g⁻¹) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 3). Kiraz sapı klorofil miktarını başlangıç değerine göre koruyan en etkili doz 2 mM MeSA uygulaması olmuştur. Kirazın diğer meyvelere oranla daha ince bir epidermis ve kütikula tabakasına sahip olması nedeniyle su kaybına sekiz kat daha hassas olduğu bildirilmektedir (Chockchaisawasdee ve ark., 2016; Gholami ve ark., 2010; Yaşar, 2017). Kiraz meyvelerinde uygulama yapılmayan kontrol meyvelerinde en düşük değer elde edilmesi, MeSA uygulamalarının da bu durumu engellediği sonucuna varılmaktadır.

Çizelge 3. 0900 Ziraat' Kiraz çeşidine ait meyvelerde hasat sonrası farklı dozlarda MeSA uygulamasının muhafaza süresi boyunca meyvedeki toplam fenolik bileşen miktarı ve kiraz sapı toplam klorofil miktarı değerlerindeki değişimi

Table 3. change in the total phenolic component in the fruit and the total chlorophyll in the cherry stem during the storage period of post-harvest MeSA application at different doses in fruits of the cherry cv. 0900 Ziraat

Toplam Fenolik Bileşik Miktarı (GAE mg/100 g)	Uygulama	0.Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	ORT
	Kontrol		147.80h	170.13g	192.96ef	205.20de	224.56abc	228.43a
1 MeSA		147.80h	166.30g	189.66f	191.73ef	213.23bcd	227.03ab	189.06A
2 MeSA		147.80h	151.26h	186.60f	189.66f	209.86cd	211.16cd	182.72B
ORT		147.80D	162.56C	189.28B	195.53B	215.88A	222.21A	-
LSD _{SÜRE} =8.4242		LSD _{UYGULAMA} =5.9568			LSD _{UYG*SÜRE} =14.997			
Kiraz Sapı Toplam Klorofil Miktarı (mg 100g ⁻¹)	Uygulama	0.Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	ORT
	Kontrol		41.87a	30.28d	29.81de	28.04f	24.34h	17.83j
1 MeSA		41.87a	34.67b	30.16d	28.86ef	26.61g	19.93i	30.35B
2 MeSA		41.87a	35.58b	34.69b	31.63c	28.10f	20.91i	32.13A
ORT		41.87A	33.51B	31.55C	29.51D	26.35E	19.56F	-
LSD _{SÜRE} =1.0935		LSD _{UYGULAMA} =0.7732			LSD _{UYG*SÜRE} =1.1425			

Ö.D.: Önemli değil (p>0,05); ORT: Ortalama; LSD: Asgari Önemli Farklılık **harfler uygulamalar ve süreler arasında istatistik farklılıkları belirtmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Kiraz meyveleri muhafazasında farklı dozlarda MeSA uygulanan meyvelerin uygulama yapılmayan meyvelerden daha kaliteli bir şekilde depolandığı tespit edilmiştir. MeSA uygulamalarının hasat sonrası yaşlanma ve olgunlaşma aşamasında meyvede oluşan stres mekanizmasını olumlu etkilediğini göstermiştir.

Özellikle 2 mM dozundaki MeSA uygulaması; meyve eti sertliğini korumada en etkili uygulama olmuştur. Çünkü MES, meyveye gevreklik katması sebebiyle tüketici tarafından tercih edilen en önemli kalite kriterlerinden biridir. Başlangıç analizlerinde yapılan ölçümlerde 2.671 N olan meyve eti sertliği, 35 günlük muhafaza süresinin sonunda 2 mM MeSA uygulamasında 1.613 N değerinde tespit edilmiştir.

Diğer önemli kalite kriteri meyve kabuk parlaklığı olup, meyvenin albenisinin yüksek ve taze olduğunu tüketiciye göstermektedir. MeSA uygulamalarının kontrol uygulamasına kıyasla meyve kabuk parlaklığını koruduğu tespit edilmiştir. Ayrıca başlangıçta ölçülen L* değerini (23.47) korumada en başarılı dozun 2 mM MeSA (19.42) olduğu görülmüştür.

Bir başka kalite göstergesi de kiraz sapının yeşil rengini korumasıdır. Bu amaçla denemede yapılan kiraz sapı toplam klorofil miktarı ölçümlerinde; muhafaza başlangıcında 41.87 mg 100g⁻¹ olan değer en az kayıpla; 2 mM MeSA (20.91 mg 100g⁻¹) uygulamasına aittir.

Tüm kriterler göz önüne alındığında en başarılı dozun 2 mM MeSA uygulamasına ait olduğu ve bundan sonra yapılacak olan hasat sonrası çalışmalarla, farklı tür ve çeşitlerde de araştırılmasının yerinde olacağı düşünülmüştür.

Teşekkür

Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi VIII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumunda özet bildiri olarak sunulmuştur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Alique, R., Zamorano, J.P., Martinez, M.A., Alonso, J., 2005. Effect of heat and cold treatments on respiratory metabolism and shelf-life of sweet cherry, type picota cv. Ambrunes. *Postharvest Biology Technology*. 35:153-165.
- Alonso, J., Alique, R., 2006. Sweet cherries, *Handbook of Fruits and Fruit Processing*. 359-367.
- Asghari, M., Aghdam, M.S., 2010. Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops. *Trends in Food Science & Technology*. 21(10): 502-509.
- Barrelt, D. M., Gonzalez, C., 1994. Activity of softening enzymes during cherry maturation. *Journal of Food Science*. 59(3): 574-577.
- Castillo, S., Valverde, J. M., Guillén, F., Zapata, P. J., Díaz-Mula, H. M., Valero, D., Serrano, M., 2014. Methyl jasmonate and methyl salicylate affect differentially the postharvest ripening process of 'Primulat' sweet cherry. In V. International Conference Postharvest Unlimited 1079 (pp. 541-544).
- Chockchaisawasdee, S., Golding, J. B., Vuong, Q. V., Papoutsis, K., Stathopoulos, C. E., 2016. Sweet cherry: Composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use. *Trends in Food Science and Technology*. 55: 72-83.
- Dundar, O., Kuden, A.B., Dennis, F.G., 1997. Investigations on cold storage and post harvest physiology of J. H. Hale Peach. *Acta Horti*, 441: 411-441.
- Engin, H., Ünal, A., 2006. 0900 Ziraat kiraz çeşidinin kış dinlenmesi üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 43 (1):12.
- Erdinç, B., 2012. Hasat sonrası putresin ve salisilik asit uygulamalarının kirazın soğukta muhafazası üzerine etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*. 7(2): 23-31.
- Fischer, R. L., Bennett, A. B., 1991. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. *Annual Review of Plant Biology*. 42(1):675-703.
- Fung, R.W.M., Wang, C.Y., Smith, D.L., Gross, K.C., Tao, Y., Tian, M., 2006. Characterization of alternative oxidase (AOX) gene expression in response to methyl salicylate and methyl jasmonate pre-treatment and low temperature in tomatoes. *J. Plant Physiol*. 163, 1049-1060.
- Gholami, M., Sedighi, A., Ershadi, A., Sarikhani, H., 2010. Effect of pre-and postharvest treatments of salicylic and gibberellic acid on ripening and some physicochemical properties of 'mashhad' sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruit. XI International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production. 884, 257- 264.
- Gimenez, M. J., Valverde, J. M., Valero, D., Guillen, F., Martinez-Romero, D., Serrano, M., Castillo, S., 2014. Quality and antioxidant properties on sweet cherries as affected by preharvest salicylic and acetylsalicylic acids treatments. *Food Chem.*, 160, 226-232.
- Han, J., Tian, S.P., Meng, X.H., Ding, Z.H., 2006. Response of physiologic metabolism and cell structures in mango fruits to exogenous methyl salicylate under low temperature stress. *Physiol. Plant* 128: 125-133.
- Hayat, S., Ahmad, A., 2007. *Salicylic Acid: A Plant Hormone*. Springer, Dordrecht.
- Karaçalı, İ., 2006. Bahçe ürünlerinin muhafaza ve pazarlanması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*. No:494: 481s, İzmir.
- Kumar, D., 2014. Salicylic acid signaling in disease resistance. *Plant Sci*. 228: 127-134.
- Özkaya, O., Dündar, Ö., Küden, A., 2005. Adana koşullarında yetiştirilen Angeleno erik çeşidinin muhafaza performansı. III. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, Mustafa Kemal Üniversitesi, 406-408, Antakya-Hatay.
- Raskin, I., 1992. Salicylate, a new plant hormone. *Plant Physiol*. 99: 799-803.
- Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Serrano, M., Valero, D., 2011. Vapour treatments with methyl salicylate or methyljasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. *Food Chem*. 124: 964-970.
- SAS, 2019. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Serrano, M. A., Díaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Castillo, S., Guillén, F. N., Martínez Romero, D., Valverde, J. M., Valero, D., 2009. Maturity stage at harvest determines the fruit quality and antioxidant potential after storage of sweet cherry cultivars. *Journal of agricultural and food chemistry*. 57 (8): 3240-3246.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16(3): 144-158.
- Valero, D., 2013. Maintenance of sweet cherry quality attributes as affected by innovative postharvest treatments. VII International Cherry Symposium 1161: 475-482.

- Varlı, Yunusoğlu, S., Ekinci, N., 2023. The effect of post-harvest salicylic acid and modified atmosphere packaging treatments on the storage of 'Roxana' Apricots. *Erwerbs-Obstbau*. 1-9.
- Vlot, A.C., Dempsey, M.A., Klessig, D.F., 2009. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. *Ann. Rev. Phytopathol.* 47: 177–206.
- Wani, A. A., Singh, P., Gul, K., Wani, M. H., Langowski, H., 2014. Sweet cherry (*Prunus avium*): Critical factors affecting the composition and shelf life. *Food Packaging and Shelf Life*. 1 (1): 86-99.
- Yaşar, A. 2017. Kirazda hasat sonrası salisilik asit uygulaması ve modifiye atmosfer paketlemenin muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi. Konya. 43s.
- Zhao, H., Fu, M., Du, Y., Sun, F., Chen, Q., Jin, T., Liu, B., 2021. Improvement of fruit quality and pedicel color of cold stored sweet cherry in response to pre-storage 1-methylcyclopropene and chlorine dioxide treatments: Combination treatment of 1-MCP plus ClO₂ improves post-harvest quality of sweet cherry fruit. *Scientia Horticulturae*. 277:109806.