

Derim Sonrası Putresin, Nitrik Oksit, Oksalik ve Salisilik Asit, Uygulamalarının Black Diamond Erik Çeşidinde Depolama Süresince Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri

Derya ERBAŞ^{1*}, Mehmet Ali KOYUNCU¹

ÖZET: Bu araştırmada, derim sonrası putresin, nitrik oksit, oksalik ve salisilik asit uygulamalarının Black Diamond erik çeşidinde depolama boyunca meyve kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla, sert olum döneminde derilen eriklere salisilik asit (SA) (1.5 mM, 10 dk), putresin (PUT) (2 mM, 6 dk), oksalik asit (OA) (5 mM, 3 dk) ve nitrik oksit (NO) (1 mM, 3 dk) uygulamaları (daldırma şeklinde) yapılmıştır. Uygulamalardan sonra erikler modifiye atmosfer poşetlerine (MAP) yerleştirilmiş ve 0±0.5°C’de %90±5 oransal nem koşullarında 100 gün süreyle depolanmıştır. Soğukta muhafaza boyunca 20 gün aralıklarla alınan meyve örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler (ağırlık kaybı, meyve et sertliği, suda çözünür kuru madde miktarı, titre edilebilir asitlik, solunum hızı ve etilen üretim miktarı ile duyusal analizler) yapılmıştır. Ayrıca soğukta depolama sonrası raf ömrü çalışmaları için 5 gün oda koşullarında bekletilen meyvelerde aynı analizler yinelenmiştir. Bütün uygulama grupları kontrol uygulamasına kıyasla kalitenin korunması açısından etkili bulunmuştur. Uygulama gruplarının, solunum hızı ve etilen üretim miktarının azaltılması, meyve eti sertliği ve duyusal özelliklerin korunması üzerine etkisi daha belirgin ve olumlu olmuştur. İncelenen kalite kriterleri dikkate alındığında, SA uygulamasının ön plana çıktığı ve Black Diamond erik çeşidinde muhafaza süresini kontrol grubuna göre 20 gün kadar uzattığı saptanmıştır. Sonuç olarak, bu maddelerin Black Diamond erik çeşidinde kaliteyi korumak ve depo ömrünü uzatmak için başarıyla kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Prunus salicina* Lindl., soğukta depolama, raf ömrü, kalite

The Effects of Postharvest Putresin, Nitric Oxide, Oxalic and Salicylic Acid Treatments on the Fruit Quality of Plum cv. Black Diamond during Storage

ABSTRACT: The aim of this study was to determine the effects of different postharvest treatments (putrescine, nitric oxide, oxalic and salicylic acid) on storage quality of plum cv. Black Diamond during storage. For this purpose, plums harvested at optimum stage, were treated (dipped in an aqueous solution) with salicylic acid (SA) (1.5 mM, 10 min), putrescine (PUT) (2 mM, 6 min), oxalic acid (OA) (5 mM, 3 min) and nitric oxide (NO) (1 mM, 3 min). After treatments, plums were placed in modified atmosphere packages (MAP) and stored at 0°C and 90±5 % relative humidity (RH) for 100 days. Some physical and chemical analysis (weight loss, fruit flesh firmness, soluble solid content, titratable acidity, respiration rate, ethylene production and sensory analysis) were determined initially and at 20 day-intervals. After cold storage, fruit were kept at room conditions for 5 days and all analyses were repeated for shelf life investigations. All treatments were effective for maintaining fruit quality of Black Diamond plum throughout storage compared to control groups. The effects of postharvest treatments on reducing ethylene production and respiration rate and maintaining fruit firmness and sensory quality were more noticeable than the effects on the other examined quality criteria. As a result, when all the quality criteria are taken into account; it was determined that salicylic acid treatment prolonged the storage period for 20 days in Black Diamond plum. These results suggest that these substances obtained from plants (SA, PUT and OA) can be used successfully to maintain quality and, to extend storage life of Black Diamond plum.

Keywords: *Prunus salicina* Lindl., cold storage, shelf life, quality

¹ Derya ERBAŞ (Orcid ID: 0000-0001-5675-3907), Mehmet Ali KOYUNCU (Orcid ID: 0000-0003-4449-6709), Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 32260, Isparta

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Derya ERBAŞ, e-mail: deryabyndr@gmail.com

Bu çalışma Derya ERBAŞ’ın doktora tezi’nin bir bölümüdür.

GİRİŞ

Sert çekirdekli meyveler derim sonrası fizyolojisi bakımından hassas meyveler grubunda yer aldıkları için uzun süre depolanamazlar (Crisosto ve Kader, 2000). Bu grupta yer alan meyve türlerinden biri olan eriklerde, meyve eti yumuşaması, içsel kararmalar ve hastalıklar gibi etmenleri ile metabolizma hızının yüksek olmasından dolayı derim sonrası ömrün kısa olduğu bilinmektedir (Plich ve Michalczuk, 1999). Bu sebeplerden dolayı eriklerin farklı uygulamalar ve depolama teknikleri ile depolama ve raf ömrü süresince kalitesinin daha uzun süre korunabilmesi için mevcut kullanılan yöntemlere alternatif yeni metotların geliştirilmesi ve uygulamaya aktarılması büyük önem taşımaktadır.

Erik, nektarin, şeftali ve kayısı gibi klimakterik meyvelerde olgunlaşma ve yaşlanma, bazı fiziksel ve biyokimyasal değişimleri tetikleyen, etilen tarafından düzenlenmektedir (Khan ve Singh, 2009). Klimakterik meyvelerden biri olan erikte de bütün bu olgunlaşma ve yaşlanma olaylarını yavaşlatabilmek için etilen biyosentezini ve etkilerini minimize etmek gerekmektedir (Singh ve Khan, 2010). Bu nedenlerle etilen üretimini engelleyen uygulamalar, derim sonrası yaşlanmanın yavaşlatılması, kalitenin korunması, muhafaza ve raf ömrünün uzatılmasında önem kazanmaktadır. Son yıllarda bazı meyve türlerinde derim sonrası ömrün uzatılması, kalite kayıplarının azaltılması ve etilenin etkilerinin azaltılmasında görev yaptığı bilinen putresin (PUT), salisilik asit (SA) oksalik asit (OA) ve nitrik oksitin (NO) derim sonrası tek başına ya da değişik depolama teknikleri ile kombine olarak kullanımı yoğunluk kazanmıştır. Söz konusu bu maddeler genel olarak bilinen ve ticari olarak kullanılan (oksin, gibberellin, sitokinin, etilen ve absisik asit) hormonlar dışında, bitkilerden elde edilen ve hormonal etkilerinin olduğu kanıtlanan doğal maddelerdir.

Poliaminlerden (PA) biri olan PUT'un, etilen biyosentezi için gerekli olan S-adenosil metionini (SAM) etilen ile ortak kullanarak etilene antogonistik etki yaptığı (Bouchereau ve ark., 1999), SA'nın, etilenin öncül molekülü olan ACC sentaz oluşumunu veya etilene dönüşümünü engelleyerek etilen biyosentezini engellediği (Özeker, 2005), NO'nun ACC enzimlerine bağlanarak (Manjunatha ve ark., 2010) olgunlaşma metabolizmasına etki ettiği, doğal bir organik asit olan OA'nın da olgunlaşmayı geciktirdiği (Huang ve ark., 2013; Jin ve ark., 2014) rapor edilmiştir.

Meyve ve sebzeler derimden sonrada solunumlarına devam ederken hücrelerinde bulunan nişasta, şeker ve organik asit gibi bileşikler oksijenle okside ederek su, karbondioksit ve enerji açığa çıkarmaktadırlar. Solunum hızındaki artışa paralel olarak etilen gibi uçucu aromatik bileşenlerin sentezi de hızlanmaktadır. Derim sonrası açığa çıkan bu bileşenler ürünlerde kalite kayıplarına neden olmaktadır (Göksel, 2011). Bu kayıpları engellemek için kullanılan yöntemlerden biri modifiye atmosferde peketleme (MAP) uygulamasıdır (Khan ve Singh, 2008). MAP'larda belirli oranda su buharı ve gaz geçişi olduğu için Avrupa ve Japon grubu eriklerin MAP koşullarında muhafazasıyla solunum hızlarının yavaşlatılarak depolama ömürlerinin uzatılabileceği belirtilmektedir (Peano ve ark., 2017).

Yukarıdaki bilgiler ışığında, çalışmada Black Diamond erik çeşitlerine MAP ile PUT, SA, OA ve NO derim sonrası kombineli şekilde uygulanarak, depolama süresince kayıpların azaltılması ve depolama süresinin uzatılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Denemede meyve materyali olarak Japon grubu (*Prunus salicina* Lindl.) erik çeşitlerinden Black Diamond kullanılmıştır. Çeşide ait ağaçlar 9 yaşında ve *Prunus ceracifera* L. anacına

aşılıdır. Black Diamond çeşidine dölleyici olarak Santa Rosa çeşidi kullanılmıştır. Sert olum dönemde derilen erikler, hemen laboratuvara getirilmiş ve kontrol (K), salisilik asit (SA), putresin (PUT), oksalik asit (OA) ve nitrik oksit (NO) uygulamaları için 5 gruba ayrılmıştır.

1. grup (Kontrol): Meyveler saf su + Tween 20 (%0.01) çözeltisine 5 dk süre ile daldırılmıştır.
2. grup (PUT): Meyveler 2 mM putresin + Tween 20 (%0.01) çözeltisine 6 dk (Luo ve ark., 2011) süre ile daldırılmıştır.
3. grup (SA): Meyveler 1.5 mM salisilik asit + Tween 20 (%0.01) çözeltisine 10 dk (Khan ve ark., 2007) süre ile daldırılmıştır.
4. grup (OA): Meyveler 5 mM oksalik asit + Tween 20 (%0.01) çözeltisine 3 dk (Wu ve ark., 2011) süre ile daldırılmıştır.
5. grup (NO): Meyveler 1 mM nitrik oksit + Tween 20 (%0.01) çözeltisine 3 dk (Zhang ve ark., 2007) süre ile daldırılmıştır.

Daldırma işlemlerinden sonra bütün uygulama yapılan meyveler 30 dk süre ile üzerlerindeki fazla suyun uzaklaştırılması için oda koşullarında (21°C ve %50-60 oransal nem) bekletilmiştir. Fazla suyu uzaklaştırılan meyveler, 1°C'de %80-90 oransal nem koşullarındaki ön soğutma ünitesinde alınmış ve meyve içi iç sıcaklığı 2-3 °C'ye düşünceye kadar (yaklaşık 6-6.5 saat) hava ile ön soğutma işlemi uygulanmıştır. Ön soğutma işlemlerinden sonra erikler modifiye atmosfer poşetlerine (LifePack) yaklaşık 3.5- 4 kg olacak şekilde yerleştirilmiş ve 0±0.5°C ve %90 oransal nem koşullarında 100 gün süreyle depolanmıştır. Çalışmada aşağıda belirtilen bazı fiziksel ve kimyasal analizler 20'şer gün aralıklarla ve 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Raf ömrü çalışmaları için her analiz periyodu sonunda ayrılan meyveler, 5 gün oda koşullarında (20°C ve % 60±5) bekletilmiştir (Menniti ve ark., 2004; Singh ve ark., 2009) ve aynı analizler yinelenmiştir.

Ağırlık Kaybı: Meyvelerde meydana gelen ağırlık kayıpları, bu amaçla ayrılan MAP poşetlerindeki örneklerin, her dönem tartılıp başlangıç ağırlığına oranlanması yoluyla % olarak belirlenmiştir. Raf ömrü sürecinde de 5 gün sonra elde edilen ağırlık kayıpları başlangıç ağırlıklarına oranlanarak % olarak belirlenmiştir.

Meyve Eti Sertliği: Sertlik ölçümleri tekstür cihazı (Lloyd LF Plus) ile bağlı olduğu bilgisayara yüklenen paket program (Nexygen 4.1) kullanılarak ölçülmüştür. 50 N'luk load cell ile 100 mm dk⁻¹ değişmez hızda 8 mm çapındaki silindirik uç meyveye meyve kabuğu (1 cm²'lik alan) uzaklaştırılarak batırılmış (10 mm) ve elde edilen maksimum kuvvet newton (N) cinsinden meyve eti sertliği olarak değerlendirilmiştir.

Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı (SÇKM) ve Titre Edilebilir Asitlik (TEA): SÇKM, meyve suyunda dijital refraktometre (Atago) ile belirlenmiş ve sonuçlar % olarak verilmiştir. TEA ise hazırlanan meyve suyu mikropipet ile her tekerrür için 10 mL'lik 2 paralel alınarak pH metre (WTW Inolab Marka) ile pH 8.1 oluncaya kadar 0.1 N NaOH ile dijital büret (Digitrate-Isolab) yardımıyla titre edilmiştir. Sonuçlar harcanan baz üzerinden malik asit cinsinden hesaplanmış ve g 100 mL⁻¹ olarak verilmiştir.

Solunum Hızı ve Etilen Üretim Miktarı: Depolama boyunca belirtilen aralıklarla depodan çıkarılan meyveler 3 L hacmindeki gaz sızdırmaz cam kavanozlara yaklaşık 500-600 g olacak şekilde tartılarak ağız sıkıca kapatılmıştır. Meyveler oda koşullarında (20±1°C) 1-1.5 s bekletilmiş ve bu süre sonunda kavanozlardan gaz kaçırmaz plastik şırınga ile 15-20 mL hava alınarak doğrudan gaz kromatografisine enjekte edilmiştir. Solunum hızı ve etilen üretim miktarı ölçümü her bir kavanozdan alınan tek bir gaz örneğinde aynı anda yapılmıştır. Solunum hızı ölçümleri için ısı iletkenlik dedektörü (TCD), etilen üretim miktarı ölçümleri için de bir alev iyonlaşma dedektörü (FID) bulunan gaz kromatografisi (Agilent GC-6890N)

kullanılmıştır. Gaz kromatografisinde (Şekil 3.16) ölçümler için S/SL inletin split modunda gaz örnekleme valfi ile 1 mL'lik gaz örneğinde fused silica kapiler kolon (GC-Gaspro, 30 m×0.32 mm I.D.) kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz akışı sabit akış modunda 1.7 mL dk⁻¹'dir. Fırın, TCD ve FID dedektörlerinin sıcaklıkları sırasıyla 40°C (izotermal), 250°C ve 250°C'dir. FID'de taşıyıcı gaz olarak kullanılan yüksek saflıkta hidrojen (H₂) ve kuru hava için gaz akışları sırasıyla 30 ve 300 mL dk⁻¹'dir. TCD'de taşıyıcı gaz olarak kullanılan yüksek saflıkta helyum (He) (makeup) ve referans akış hızları sırasıyla 7.0 ve 20 mL dk⁻¹'dir. Gaz kromatografisinden sonuçlar solunum hızında % CO₂ olarak etilende ise ppm olarak çıkmaktadır. Solunum hızında mLCO₂ kg⁻¹s⁻¹, etilen üretim miktarında da µLC₂H₄ kg⁻¹s⁻¹ olarak çevirilip hesaplanmıştır.

Duyusal Analizler: Duyusal değerlendirmelerde dış görünüş ve tat incelenmiştir. Eriklerin tat değerlendirmesi için 1-5 skalası (1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) ve dış görünüş değerlendirmesi için 1-9 skalası (1-3: pazarlanamaz, 4-5: pazarlanabilir, 6-7: iyi, 8-9: çok iyi) kullanılmıştır. Değerlendirmeler flüoresan ışık altında ve kokusuz bir ortamda 5 kişilik panelist grubu tarafından ve her tekerrürde 8 adet meyve kullanılarak yapılmıştır (Erbaş ve Koyuncu, 2016).

İstatistik Analizler: Deneme tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve elde edilen sonuçlar JMP istatistik paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalara ilişkin farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır (p<0.05).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ağırlık Kaybı

Hem raf ömrü hem de soğukta depolama süresince eriklerde meydana gelen ağırlık kayıpları düzenli olarak artmıştır ve bu artışlar her iki koşulda da istatistik olarak önemli (p<0.05)

olmuştur (Çizelge 1). Ancak bu artışların soğukta muhafazada, MAP içerisindeki nem miktarının yüksek olması ve nispeten su kaybının düşük olması nedeniyle çok az olduğunu söyleyebiliriz. Nitekim eriklerde yapılan benzer depolama çalışmalarında MAP koşullarının ağırlık kaybını sınırlandırdığı bildirilmiştir (Erkan ve Eski, 2012). Eriklerin 100 günlük soğukta muhafaza sonundaki ağırlık kaybı ortalamaları %0.43 (K) ile %0.27 (OA) arasında değişmiştir. Raf ömrü sürecinde muhafaza sonundaki ağırlık kayıpları soğukta muhafazaya oranla daha yüksek olmuştur. Bu değerler %4.66 (K) ile %3.06 (SA) arasında değişmiştir. Bu durumu raf ömrü koşullarındaki ortam sıcaklığının yüksek, oransal nemin düşük olmasıyla açıklayabiliriz. Muhafaza sonunda bütün uygulamaların, özellikle OA ve SA uygulamasının, kontrol grubuna oranla ağırlık kaybının azaltılmasında etkili olduğunu saptanmıştır. SA ve OA'nın ağırlık kaybı üzerine olan bu olumlu etkileri, solunum hızını azaltarak ve bozulmaları geciktirerek yaptığı düşünülmektedir. Nitekim Tareen ve ark. (2012), şeftalilerde yapmış oldukları çalışmada, SA'nın bozulmaları geciktirerek ve stomaların kapanmasına etki ederek ağırlık kaybını azalttığını rapor etmişlerdir. Martinez-Espla ve ark. (2014) OA uygulamasının meyvelerde hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığı artırarak bozulmaları geciktirdiğini ve dolaylı yoldan ağırlık kaybını geciktirebileceğini ifade etmişlerdir.

Meyve Eti Sertliği

Meyve eti sertliği, tüketiciler tarafından önemli bir kalite kriteri olup, eriklerin depolanabilme ve pazarlanabilme potansiyelinin tahmini için kullanılan en önemli parametrelerden biridir (Usenik ve ark., 2008). Eriklerde muhafaza sürecinde düzenli olarak sertlik kayıpları görülmüştür. Çalışmada K örneklerinde, başlangıçta 36.42 N olan sertlik değeri 100. gün sonunda 17.11 N'a kadar düşmüştür. Soğukta muhafaza sonunda en yüksek ortalama sertlik

değeri SA uygulamasından elde edilmiştir (31.51 N). Bunu sırasıyla PUT (31.27 N), OA (30.53 N), NO (29.98 N) ve K (28.69 N) uygulaması takip etmiştir. Oda koşullarında da, soğukta muhafazaya paralel bulgular elde edilmiştir. Raf ömrü süreci sonunda ortalamalar incelendiğinde, en yüksek (19.24 N) sertlik değeri SA uygulamasından elde edilirken, bunu PUT (19.08 N), OA (17.97 N), NO (17.82 N) ve K (17.04 N) uygulaması takip etmiştir (Çizelge 2).

PUT ve SA uygulamalarının, özellikle SA'nın, eriklerin meyve eti sertliğinin korunmasında en etkili uygulama olduğunu söyleyebiliriz. SA'nın meyve eti sertliği üzerine olan bu etkiyi etilen üretimini çeşitli yollarla

engelleyerek yaptığı düşünülmektedir. Benzer şekilde çalışmalarda SA'nın, etilenin öncül molekülü olan ACC'nin etilene dönüşümünü engelleyerek etilen üretimini baskıladığı (Asghari ve Aghdam, 2010) ve ACC sentaz ve ACC oksidaz enzimlerinin aktivitelerini engelleyerek etilen üretimini yavaşlattığı (Zhang ve ark., 2003) belirtilmiştir. Ayrıca Stanley erik çeşidinde derim sonrası farklı dozlarda SA uygulanarak yapılan çalışmada da, SA uygulamalarının meyve eti sertliğini korumada kontrol grubuna göre daha iyi olduğu (Sabır, 2017) ve Santa Rosa erik çeşidinde ise SA uygulamalarının hücre duvarının yapısının bozulmasını engelleyerek sertliği koruduğu (Davarynejad ve ark., 2015) rapor edilmiştir.

Çizelge 1. Black Diamond erik çeşidinde soğukta muhafaza ve raf ömrü boyunca farklı uygulamaların ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri

		Muhafaza süresi (gün)							
		U	0	20	40	60	80	100	ort
Soğukta muhafaza	K	-		0.10jk	0.19g-k	0.29e-h	0.49c	1.10a	0.43
	SA	-		0.25e-1	0.18g-k	0.27e-h	0.45cd	0.48c	0.32
	PUT	-		0.08k	0.16h-k	0.26e-h	0.38c-f	0.80b	0.34
	OA	-		0.09jk	0.17h-k	0.24f-j	0.39c-e	0.45cd	0.27
	NO	-		0.11i-k	0.21g-k	0.32d-g	0.45cd	0.77b	0.37
	ort			0.12	0.18	0.27	0.43	0.72	
			0+5	20+5	40+5	60+5	80+5	100+5	
Raf ömrü	K	1.02n		2.30i-n	3.60e-1	4.34d-1	7.03bc	9.63a	4.66
	SA	1.12mn		1.67k-n	2.17i-n	3.13g-n	4.15d-j	6.12b-d	3.06
	PUT	0.89n		1.44i-n	2.60h-n	4.66d-h	5.90b-e	7.07bc	3.76
	OA	0.83n		1.96j-n	2.17i-n	3.43f-m	4.94c-h	5.38b-g	3.12
	NO	1.03n		1.78k-n	3.10g-n	3.85d-k	5.49b-f	7.63ab	3.81
	ort	0.98		1.83	2.73	3.88	5.50	7.17	
		MS	U	MS × U		MS	U	MS × U	
SM		**	**	**	RÖ	**	**	**	

Küçük harfler muhafaza süresi × uygulama interaksiyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$). U: Uygulama, MS: Muhafaza süresi, SM: Soğukta muhafaza, RÖ: Raf ömrü, K: Kontrol, SA: Salisilik asit, PUT: Putresin, OA: Oksalik asit, NO: Nitrik oksit, ort: Ortalamalar, **: $p < 0.01$

Suda Çözünür Kuru Madde ve Titre Edilebilir Asit Miktarı

SÇKM değerlerinde soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince dalgalanmalar olsa da başlangıç değerlerine göre artış meydana gelmiştir (Çizelge 3). Bu artışlar olgunlaşmanın ilerlemesi ile açıklanabilir. Benzer şekilde Serrano ve ark (2003) ile Diaz-Mula ve ark.

(2009) eriklerle ilgili çalışmalarında benzer bulgular tespit etmişlerdir. Soğukta muhafaza başlangıcında %13.63 olarak ölçülen SÇKM değerleri, 100 günlük muhafaza periyodu sonunda en yüksek %16.30 (NO) ve en düşük %14.40 (SA) olarak ölçülmüştür. Eriklerin oda koşullarında muhafazası sırasında soğukta muhafazaya benzer artışlar olmuş, hatta bu

Derim Sonrası Putresin, Nitrik Oksit, Oksalik ve Salisilik Asit, Uygulamalarının Black Diamond Erik Çeşidinde Depolama Süresince Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri

artışlar soğukta muhafazadan fazla olmuştur. Ancak uygulamaların SKÇM değeri üzerine etkisi oda koşullarında net olarak ortaya çıkmamıştır. SÇKM miktarının korunması bakımından SA ve OA uygulamaları en etkili uygulamalar olmuştur (Çizelge 3). SA'nın bu olumlu etkisini meyvelerde olgunlaşma metabolizmasını baskılamasına dayandırabiliriz.

Nitekim Davarynejad ve ark. (2015) Santa Rosa erik çeşidi ile yürüttükleri çalışmada, SÇKM miktarının SA uygulanan meyvelerde kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu, ayrıca SA uygulamasının eriklerin SÇKM değerinin korunmasında PUT uygulamasından daha etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Çizelge 2. Black Diamond erik çeşidinde soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince farklı uygulamaların meyve eti sertliği (N) üzerine etkileri

		Muhafaza süresi (gün)							
		U	0	20	40	60	80	100	ort
Soğukta muhafaza	K	36.42	35.74	30.79	28.21	23.88	17.11	28.69b	
	SA	36.42	36.85	33.95	30.51	29.00	22.32	31.51a	
	PUT	36.42	35.96	34.08	32.76	27.82	20.55	31.27a	
	OA	36.42	36.68	36.39	29.85	24.58	19.24	30.53ab	
	NO	36.42	36.22	33.77	29.21	26.21	18.05	29.98ab	
	ort	36.42A	36.29A	33.80A	30.11B	26.30C	19.46D		
		0+5	20+5	40+5	60+5	80+5	100+5		
Raf ömrü	K	27.14	22.79	18.51	14.94	11.54	7.32	17.04b	
	SA	26.92	23.22	21.32	18.88	16.01	9.06	19.24a	
	PUT	27.56	24.66	20.52	18.13	14.38	9.26	19.08a	
	OA	26.89	25.88	17.71	15.13	13.66	8.52	17.97ab	
	NO	27.92	23.37	20.19	15.84	10.69	8.88	17.82ab	
	ort	27.29A	23.99B	19.65C	16.59D	13.25E	8.61F		
P		MS	U	MS × U	MS	U	MS × U		
	SM	**	*	ÖD	RÖ	**	**	ÖD	

Büyük harfler muhafaza süreleri, küçük italik harfler ise uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$). ÖD: Önemli değil, U: Uygulama, MS: Muhafaza süresi, SM: Soğukta muhafaza, RÖ: Raf ömrü, K: Kontrol, SA: Salisilik asit, PUT: Putresin, OA: Oksalik asit, NO: Nitrik oksit, ort: Ortalamalar, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

Çizelge 3. Black Diamond erik çeşidinde soğukta muhafaza boyunca farklı uygulamaların SÇKM (%) miktarı üzerine etkileri

		Muhafaza süresi (gün)							
		U	0	20	40	60	80	100	ort
Soğukta muhafaza	K	13.63	15.33	15.57	15.47	15.23	16.23	15.24a	
	SA	13.63	14.37	15.43	15.10	14.47	14.40	14.57b	
	PUT	13.63	13.97	13.97	15.17	15.13	14.87	14.46b	
	OA	13.63	14.53	14.43	15.00	15.44	15.47	14.75ab	
	NO	13.63	13.73	15.43	15.70	15.43	16.30	15.04ab	
	ort	13.63C	14.39B	14.97AB	15.29A	15.14A	15.45A		
		0+5	20+5	40+5	60+5	80+5	100+5		
Raf ömrü	K	14.97	15.57	16.10	16.57	16.43	16.20	15.97 ^{ÖD}	
	SA	14.93	15.13	15.27	15.63	15.67	16.17	15.47	
	PUT	14.73	15.40	16.00	16.33	16.07	15.97	15.75	
	OA	14.83	15.07	15.13	16.00	15.97	16.33	15.56	
	NO	14.70	15.43	15.53	15.67	15.93	17.20	15.74	
	ort	14.83D	15.32CD	15.61BC	16.04AB	16.01AB	16.37A		
P		MS	U	MS × U	MS	U	MS × U		
	SM	**	**	ÖD	RÖ	**	ÖD	ÖD	

Büyük harfler muhafaza süreleri, küçük italik harfler ise uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$). ÖD: Önemli değil, U: Uygulama, MS: Muhafaza süresi, SM: Soğukta muhafaza, RÖ: Raf ömrü, K: Kontrol, SA: Salisilik asit, PUT: Putresin, OA: Oksalik asit, NO: Nitrik oksit, ort: Ortalamalar, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

Organik asit bakımından oldukça zengin olan taze meyvelerde, metabolik faaliyetlerin devam edebilmesi için organik asitlerin parçalandığı (yıkıldığı) ve olgunlaşma ile birlikte azaldığı bilinmektedir (Duan ve ark., 2011). Bu durumda TEA değerlerinin uzayan muhafaza süresince azalmış olması beklenen bir durumdur. Nitekim mevcut çalışmada soğukta muhafaza ve raf ömrü boyunca TEA değerleri başlangıç değerine göre azalmıştır. Soğukta muhafazada başlangıca göre (1.39 g 100mL⁻¹) en fazla asitlik kaybı, 100. gün sonunda, K (0.71 g 100mL⁻¹) uygulamasında olurken, en az kayıp SA (1.15 g 100mL⁻¹) uygulamasından elde edilmiştir. Raf koşullarında da soğukta muhafazaya benzer sonuçlar elde edilmiş ve TEA miktarının korunması bakımından en etkili uygulama SA

olmuş, bu uygulamayı OA ve PUT uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4). SA'nın meyvedeki asit içeriği değişimi üzerine olan bu olumlu etkisi, solunum hızını daha iyi baskılamasıyla açıklanabilir. Çünkü derim sonrası solunum hızında meydana gelen değişimlerin büyük oranda etilen mekanizmasına bağlı olduğu bilinmektedir (Sabır ve ark., 2013). Nitekim dışarıdan uygulanan SA'nın olgunlaşma ile birlikte artan etilen üretimini azalttığı (Asghari ve Aghdam, 2010), dolayısıyla içsel etilen üretimi ile birlikte azalma eğiliminde olan asitlik değerini de koruduğu belirtilmiştir (Bal ve Çelik, 2010). Çalışmada elde edilen etilen üretim miktarı ve solunum hızı değerleri de bu durumu destekler niteliktedir (Çizelge 5 ve 6).

Çizelge 4. Black Diamond erik çeşidinde soğukta muhafaza boyunca farklı uygulamaların TEA (g 100mL⁻¹) miktarı üzerine etkileri

		Muhafaza süresi (gün)							
		U	0	20	40	60	80	100	ort
Soğukta muhafaza	K		1.39	1.27	1.06	0.83	0.86	0.71	1.02 _b
	SA		1.39	1.37	1.11	1.01	1.18	1.15	1.20 _a
	PUT		1.39	1.29	1.07	0.99	1.09	0.92	1.12 _{ab}
	OA		1.39	1.26	0.96	0.97	0.93	0.84	1.06 _b
	NO		1.39	1.27	1.07	0.86	0.91	0.73	1.04 _b
	ort		1.39A	1.29A	1.05B	0.93BC	0.99B	0.87C	
			0+5	20+5	40+5	60+5	80+5	100+5	
Raf ömrü	K		1.27	1.02	0.94	0.76	0.69	0.73	0.90 _b
	SA		1.29	1.31	1.06	0.94	0.91	1.01	1.09 _a
	PUT		1.29	1.28	0.99	0.90	0.88	0.97	1.05 _a
	OA		1.31	1.23	1.07	0.96	0.91	0.96	1.07 _a
	NO		1.30	1.23	0.99	0.89	0.82	0.85	1.01 _{ab}
	ort		1.29A	1.21A	1.01B	0.89BC	0.84C	0.90BC	
			MS	U	MS × U		MS	U	MS × U
		SM	**	**	ÖD	RÖ	**	**	ÖD

Büyük harfler muhafaza süreleri, küçük italik harfler ise uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$). ÖD: Önemli değil U: Uygulama, MS: Muhafaza süresi, SM: Soğukta muhafaza, RÖ: Raf ömrü, K: Kontrol, SA: Salisilik asit, PUT: Putresin, OA: Oksalik asit, NO: Nitrik oksit, ort: Ortalamalar, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

Etilen Üretim Miktarı ve Solunum Hızı

Eriklerin soğukta muhafaza boyunca etilen üretimi düzenli olarak artmıştır. Oda koşullarında ise soğukta muhafazadaki gibi sürekli artışlar olmamış, etilen üretim miktarında dalgalanmalar saptanmıştır. Düzenli bir artış olmasa da

başlangıç değerlerine göre bütün uygulamalarda etilen üretim miktarı muhafaza sonunda artmış ve bütün uygulamalar K grubuna göre etilen üretimini oda koşullarında da baskılamıştır. Her iki koşulda da genel uygulama ortalamalarına bakıldığında, en yüksek etilen üretimi K

uygulamasında ölçülürken, en düşük değerler ise SA uygulamasında saptanmıştır. SA uygulamasını PUT uygulaması takip etmiştir (Çizelge 5). SA'nın eriklerde etilen üretimini baskılayarak olgunlaşma, yaşlanma ve

bozulmalarla ilgili metabolik faaliyetleri yavaşlattığı bilinmektedir. Farklı meyve türleri ile yapılmış çalışmalarda da SA'nın etilen sentezini ve/veya etkinliğini yavaşlatmada rol aldığı (Srivastava ve Dwivedi, 2000) rapor edilmiştir.

Çizelge 5. Black Diamond erik çeşidinde soğukta muhafaza boyunca farklı uygulamaların etilen üretim miktarı ($\mu\text{LC}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1}\text{s}^{-1}$) üzerine etkileri

		Muhafaza süresi (gün)							
		U	0	20	40	60	80	100	ort
Soğukta muhafaza	K		0.46	0.63	0.84	0.93	1.07	1.69	0.94a
	SA		0.46	0.53	0.64	0.49	0.76	1.01	0.65c
	PUT		0.46	0.50	0.60	0.49	0.84	1.22	0.68bc
	OA		0.46	0.52	0.50	0.61	0.98	1.64	0.78abc
	NO		0.46	0.51	0.78	0.80	0.98	1.58	0.85ab
	ort		0.46C	0.54C	0.67C	0.66C	0.92B	1.43A	
			0+5	20+5	40+5	60+5	80+5	100+5	
Raf ömrü	K		0.72	0.66	0.75	1.32	2.09	2.62	1.36a
	SA		0.63	0.56	0.76	0.65	0.98	1.67	0.88b
	PUT		0.57	0.85	0.87	0.94	1.03	1.57	0.97b
	OA		0.60	0.55	0.68	1.12	1.45	1.87	1.04b
	NO		0.63	0.77	0.76	1.01	1.23	2.38	1.13ab
	ort		0.63D	0.68CD	0.76CD	1.01BC	1.36B	2.02A	
			MS	U	MS × U		MS	U	MS × U
		SM	**	**	ÖD	RÖ	**	**	ÖD

Büyük harfler muhafaza süreleri, küçük italik harfler ise uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$). ÖD: Önemli değil U: Uygulama, MS: Muhafaza süresi, SM: Soğukta muhafaza, RÖ: Raf ömrü, K: Kontrol, SA: Salisilik asit, PUT: Putresin, OA: Oksalik asit, NO: Nitrik oksit, ort: Ortalamalar, **: $p < 0.01$

Başlangıçta yüksek olan solunum hızı değerleri ($15.38 \text{ mLCO}_2 \text{ kg}^{-1}\text{s}^{-1}$), muhafazanın 20. gününde azalmıştır ($9.36\text{-}10.99 \text{ mLCO}_2 \text{ kg}^{-1}\text{s}^{-1}$ arasında). Soğukta muhafazanın ilerleyen günlerinde (uygulamalara göre değişmekle beraber) tekrar bir artış olmuş ancak muhafaza sonunda solunum hızı değerleri tekrar azalmıştır. Eriklerin solunum hızının, oda koşullarında daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 6). Nitekim Erkan ve Pekmezci (1997), artan ortam sıcaklığının meyvelerde tüm biyokimyasal reaksiyonlar gibi solunumu da hızlandırdığını belirtmişlerdir. Raf ömrü sürecinde solunum hızı değerlerinde muhafaza periyodu boyunca dalgalanmalar saptanmıştır. Ancak uygulamalara göre değişmeksizin 60+5 günlük periyot sonunda solunum hızında azalmalar gözlemlenmiştir. Özellikle 100+5 günlük muhafaza sonunda solunum hızı değerleri başlangıç değerlerine göre önemli ölçüde azalmıştır (Çizelge 6). Bu azalışı

ürünlerin aşırı olgunlaşması ile birlikte metabolik faaliyetlerinin azalması ve bununla bağlantılı olarak solunum hızlarının da yavaşlamasıyla açıklayabiliriz. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında her iki koşulda da en yüksek değer K uygulamasından saptanırken, en düşük değer SA uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 6). SA'nın solunumun farklı aşamalarında (glikozis aşamasında, krebs döngüsünde ya da solunumla ilgili enzim aktivitelerini azaltmak yolu ile) rol oynayarak solunum aktivitesini azalttığı bildirilmiştir (Supapvanich ve Promyou, 2013). SA'nın solunum hızını yavaşlattığı erikte (Sharma ve Sharma, 2016) ve armutta (Onursal ve ark., 2016) yürütülen çalışmalarda rapor edilmiştir.

Duyusal değerlendirmeler

Dış görünüş ve tat, tüketicinin ürünü alırken tercihini etkileyen en önemli faktörlerdendir (Bal,

2009). Muhafaza süresinin uzamasının ürünlerin dış görünüş ve tat gibi duyu kalite parametrelerini olumsuz etkilediği bilinmektedir (Echeverria ve ark., 2008). Çalışmada uzayan muhafaza süresine paralel olarak hem tat puanları hem de dış görünüş puanları azalmıştır. Özellikle oda koşullarında muhafazanın son dönemlerinde

(genellikle 80+5. günden sonra) dış görünüş ve tat puanları oldukça düşmüştür (veriler gösterilmemiştir). Genel olarak dış görünüşün ve tadın korunması açısından SA ve OA en iyi uygulamalar olmuş, bunları PUT takip etmiştir. Bu uygulamaların dış görünüşteki olumlu etkisini ağırlık kaybını azaltmasıyla ilişkilendirebiliriz.

Çizelge 6. Black Diamond erik çeşidinde soğukta muhafaza boyunca farklı uygulamaların solunum hızı ($\text{mLCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) üzerine etkileri

		Muhafaza süresi (gün)						
U		0	20	40	60	80	100	ort
Soğukta muhafaza	K	15.38	10.99	13.66	13.68	12.28	10.80	12.80 ^a
	SA	15.38	9.99	10.04	11.01	8.58	8.98	10.66 ^b
	PUT	15.38	9.69	10.68	11.22	10.52	9.30	11.13 ^{ab}
	OA	15.38	10.21	12.85	12.74	9.75	8.83	11.63 ^{ab}
	NO	15.38	10.18	12.82	13.93	10.58	9.22	12.02 ^{ab}
	ort	15.38A	10.21CD	12.01BC	12.51B	10.34BCD	9.43D	
		0+5	20+5	40+5	60+5	80+5	100+5	
Raf ömrü	K	18.14ab	20.48a	18.36ab	17.28a-e	12.70f-1	9.80 ₁	16.12
	SA	16.65a-f	14.80b-h	16.40a-f	17.21a-e	13.55c-1	10.32 ₁	14.82
	PUT	17.01a-f	16.05a-g	17.98a-c	18.48ab	13.52d-1	11.55h ₁	15.77
	OA	18.45ab	18.37ab	17.42a-d	16.88a-f	13.34d-1	11.45h ₁	15.98
	NO	18.15ab	18.25ab	17.20a-e	17.74a-d	12.84e-1	11.92g-1	16.02
	ort	17.68	17.59	17.47	17.52	13.19	11.01	
P	MS	U	MS × U		MS	U	MS × U	
	SM	**	*	ÖD	RÖ	**	*	*

Büyük harfler muhafaza süreleri, küçük italik harfler ise uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$). ÖD: Önemli değil U: Uygulama, MS: Muhafaza süresi, SM: Soğukta muhafaza, RÖ: Raf ömrü, K: Kontrol, SA: Salisilik asit, PUT: Putresin, OA: Oksalik asit, NO: Nitrik oksit, ort: Ortalamalar, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

SONUÇ

Derim sonrası uygulanan SA, PUT, OA ve NO'nun Black Diamond erik çeşidinin soğukta depolanma süre ve kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, ağırlık kayıplarının azaltılması, meyve eti sertliğinin, SÇKM ve TEA miktarının korunması ve solunum hızının ve etilen üretim miktarının baskılanması bakımından bütün uygulamalar kontrol uygulamasına göre daha etkili bulunmuştur. Ancak en etkili uygulama SA olmuş ve bu uygulamayı OA ve PUT uygulamaları takip etmiştir. OA ve PUT uygulamaları neredeyse benzer düzeyde etkili olmuştur. Sonuç olarak, çalışmada irdelenen bütün kalite kriterleri dikkate alındığında, SA

uygulamasının Black Diamond erik çeşidinin muhafaza süresini belirtilen koşullarda kontrol grubuna oranla 20 gün kadar uzattığı söylenebilir.

TEŞEKKÜR

4333-D2-15 No'lu Proje ile bu çalışmayı maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Asghari M, Aghdam MS, 2010. Impact of Salicylic Acid on Post-Harvest Physiology of Horticultural Crops. Trends in Food Science Technology, 21 (10): 502-509.

- Bal E, 2009. Hasat Sonrası Potasyum Permanganat, UV-C, Salisilik Asit ve Sıcaklık Uygulamalarının Kivi Kalitesi ve Muhafaza Süresi Üzerine Etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Bal E, Celik S, 2010. The Effects of Postharvest Treatments of Salicylic Acid and Potassium Permanganate on the Storage of Kiwifruit. *Bulgarian Journal of Agricultural Sciences*, 16 (2): 576-584.
- Bouchereau A, Aziz A, Larher F, Martin-Tanguy J, 1999. Polyamines and Environmental Challenges, Recent Development. *Plant Science*, 140: 103-125.
- Crisosto CH, Kader AA, 2000. Plum and Fresh Prune Postharvest Quality Maintenance Guidelines. Davis, CA, Department of Pomology, University of California Communication Services, <http://kare.ucanr.edu/files/123829.pdf> (Erişim Tarihi: 27.03.2019).
- Davarynejad GH, Zarei M, Nasrabadi ME, Ardakani E, 2015. Effects of Salicylic Acid and Putrescine on Storability, Quality Attributes and Antioxidant Activity of Plum cv. Santa Rosa. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (4): 2053-2062.
- Diaz-Mula HM, Zapata PJ, Guillen F, Martinez-Romero D, Castillo S, Serrano M, Valero D, 2009. Changes in Hydrophilic and Lipophilic Antioxidant Activity and Related Bioactive Compounds during Postharvest Storage of Yellow and Purple Plum Cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 51 (3): 354-363.
- Duan J, Wu R, Strik BC, Zhao Y, 2011. Effect of Edible Coatings on the Quality of Fresh Blueberries (Duke and Elliott) under Commercial Storage Conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 59 (1): 71-79.
- Echeverria G, Graell J, Lara I, López ML, 2008. Physicochemical Measurements in Mondial Gala® Apples Stored at Different Atmospheres, Influence on Consumer Acceptability. *Postharvest Biology and Technology*, 50 (2-3): 135-144.
- Erbaş D, Koyuncu MA, 2016. 1-Metilsiklopropen Uygulamasının Angeleno Erik Çeşidinin Depolanma Süresi ve Kalitesi Üzerine Etkileri, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53 (1): 43-50.
- Erkan M, Eski H, 2012. Combined Treatment of Modified Atmosphere Packaging and 1-Methylcyclopropene Improves Postharvest Quality of Japanese Plums. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36: 563-575.
- Erkan M, Pekmezci M, 1997. Meyvelerde Solunum ve Solunuma Etki Eden Faktörler. *Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (1): 261-273.
- Göksel Z, 2011. Bazı Ön İşlemlerin Kirazın Depolama Ömrü Üzerine Etkileri. *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış)*.
- Huang H, Jing G, Guo L, Zhang D, Yang B, Duan X, Ashraf M, Jiang Y, 2013. Effect of Oxalic Acid on Ripening Attributes of Banana Fruit During Storage. *Postharvest Biology and Technology*, 84 (2013): 22-27.
- Jin P, Zhu H, Wang L, Shan T, Zheng Y, 2014. Oxalic Acid Alleviates Chilling Injury in Peach Fruit by Regulating Energy Metabolism and Fatty Acid Contents. *Food Chemistry*, 161: 87-93.
- Khan AS, Singh Z, 2008. 1-Methylcyclopropene Application and Modified Atmosphere Packaging Affect Ethylene Biosynthesis, Fruit Softening, and Quality of Tegan Blue Japanese Plum during Cold Storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 133: 290-299.
- Khan AS, Singh Z, 2010. Pre-harvest Application of Putrescine Influences Japanese Plum Fruit Ripening and Quality. *Food Science and Technology International*, 16 (1): 53-64.
- Khan AS, Singh Z, Abbasi NA, 2007. Pre-Storage Putrescine Application Suppresses Ethylene Biosynthesis and Retards Fruit Softening During Low Temperature Storage in Angelino Plum. *Postharvest Biology and Technology*, 46 (1): 36-46.
- Khan SK, Singh Z, 2009. 1-MCP Application Suppresses Ethylene Biosynthesis and Retards Fruit Softening during Cold Storage of Tegan Blue Japanese Plum. *Postharvest Biology and Technology*, 176: 539-544.
- Luo Z, Chen C, Xie J, 2011. Effect of Salicylic Acid Treatment on Alleviating Postharvest Chilling Injury of Qingnai Plum Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 62 (2): 115-120.
- Manjunatha G, Lokesh V, Neelwarne B, 2010. Nitric Oxide in Fruit Ripening, Trends and Opportunities. *Biotechnology Advances*, 28: 489-499.

- Martinez-Espla A, Zapata PJ, Valero D, Garcia-Viguera C, Castillo S, Serrano M, 2014. Preharvest Application of Oxalic Acid Increased Fruit Size, Bioactive Compounds, and Antioxidant Capacity in Sweet Cherry Cultivars (*Prunus avium* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62: 3432-3437.
- Menniti AM, Gregori R, Donati I, 2004. 1-Methylcyclopropene Retards Postharvest Softening of Plums. *Postharvest Biology and Technology*, 31 (3): 269-275.
- Onursal CE, Güneşli A, Seçmen T, Eren İ, Koyuncu MA, Erbaş D, 2016. Hasat Sonrası Salisilik Asit Uygulamasının Dr. Jules Guyot Armut Çeşidinde Muhafaza ve Raf Ömrü Kalitesi Üzerine Etkileri. *Bahçe*, 45 (Özel sayı): 188-193.
- Özeker E, 2005. Salisilik Asit ve Bitkiler Üzerindeki Etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42 (1): 213-223.
- Peano C, Giuglioli NR, Girgenti V, Palma A, D'Aquino S, Sottile F, 2017. Effect of Palletized MAP Storage on the Quality and Nutritional Compounds of the Japanese Plum cv. Angeleno (*Prunus salicina* Lindl.) *Journal of Food Processing and Preservation*, 41: e12786.
- Plich H, Michalczuk L, 1999. The Effect of Storage Conditions and Date of Picking on Storability and Quality of Some Plum (*Prunus domestica* L.) Fruit Cultivars. *Acta Horticulturae*, 485: 301-307.
- Sabır F, 2017. Erikte Salisilik Asit Uygulamalarının Soğukta Depolama Süresince Kalite Değişimlerine Etkisi. *Meyve Bilimi*, 1 (Özel): 40-45.
- Sabır FK, Yiğit F, Taşkın S, 2013. Fuji Elma Çeşidinde Salisilik Asit Uygulamalarının Soğukta Depolama Süresince Kaliteye Olan Etkileri. *Alatırım*, 12 (1): 19-25.
- Serrano M, Martínez-Romero D, Guillén F, Valero D, 2003. Effects of Exogenous Putrescine on Improving Shelf Life of Four Plum Cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 30: 259-271.
- Sharma S, Sharma RR, 2016. Impact of Staggered Treatments of Novel Molecules and Ethylene Absorbents on Postharvest Fruit Physiology and Enzyme Activity of Santa Rosa Plums. *Scientia Horticulturae*, 198: 242-248.
- Singh SP, Singh Z, Swinny EE, 2009. Postharvest Nitric Oxide Fumigation Delays fruit Ripening and Alleviates Chilling Injury during Cold Storage of Japanese Plums (*Prunus salicina* Lindell). *Postharvest Biology and Technology*, 53 (3): 101-108.
- Srivastava MK, Dwivedi UN, 2000. Delayed Ripening of Banana Fruit by Salicylic Acid. *Plant Science*, 158 (1-2): 87-96.
- Supapvanich S, Promyou S, 2013. Efficiency of Salicylic Acid Application on Postharvest Perishable Crops. In: Hayat S, Ahmad A, Alyemeni M. (Eds.), *Salicylic Acid*, pp. 339-355, Springer Publishing, Dordrecht.
- Tareen MJ, Abbasi NA, Hafiz IA, 2012. Postharvest Application of Salicylic Acid Enhanced Antioxidant Enzyme Activity and Maintained Quality of Peach cv. Flordaking Fruit during Storage. *Scientia Horticulturae*, 142: 221-228.
- Usenik V, Kastelec D, Veberič R, Štampar F, 2008. Quality Changes during Ripening of Plums (*Prunus domestica* L.). *Food Chemistry*, 111: 830-836.
- Wu F, Zhang D, Zhang H, Jiang G, Su X, Qu H, Jiang Y, Duan X, 2011. Physiological and Biochemical Response of Harvested Plum Fruit to Oxalic Acid During Ripening or Shelf-life. *Food Research International*, 44 (5): 1299-1305.
- Zhang DD, Cheng GP, Li J, Yi C, Yang E, Qu HX, 2007. Effect of Nitric Oxide on Disorder Development and Quality Maintenance of Plum Stored at Low Temperature. *Acta Horticulture*, 804: 549-554.
- Zhang Y, Chen K, Zhang S, Ferguson I, 2003. The Role of Salicylic Acid in Postharvest Ripening of Kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 28 (1): 67-74.