



## The Effect of Some Postharvest Applications on Storage Performance of Autumn Giant Plum Cultivar

Feyza Nur Dursun<sup>1,a</sup>, Erdiñ Bal<sup>1,b,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tekirdağ Namik Kemal University, 59030 Tekirdağ, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 11/11/2019 Accepted : 016/12/2019</p> <p><b>Keywords:</b> Storage Plum Salicylic acid Putrescine Quality</p>	<p>In this study, the effect of postharvest salicylic acid (2 mM), oxalic acid (5 mM), putrescine (2 mM) and calcium (4% CaCl<sub>2</sub>) applications on storage performance of Autumn Giant plum fruit were investigated. After applications, plum fruits were placed in modified atmosphere packaging (MAP) and stored for 40 days at 85-90% relative humidity conditions at 0.5±0.5°C. In order to determine the fruit quality characteristics after treatments, weight loss, soluble solids content, titratable acidity, fruit firmness, ascorbic acid, total flavonoids, total phenolics and total antioxidant content analysis were performed at 10 days' intervals. According to the results, the effect of applications on weight loss was not significant. The maximum decrease in flesh firmness, titratable acid and ascorbic acid content during storage was determined in control fruits. Although fluctuations in the form of increase or decrease in biochemical compounds were generally observed, decreases occurred according to harvest value at the end of storage period. Considering all measurements and evaluations, it was determined that application of salicylic acid and putrescine had a more positive effect on preservation of fruit quality properties and biochemical content of Autumn Giant plum cultivar during storage than other applications.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(2): 504-510, 2020

## Hasat Sonrası Bazı Uygulamaların Autumn Giant Erik Çeşidinin Muhafaza Performansı Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 11/11/2019 Kabul : 16/12/2019</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Depolama Erik Salisilik asit Putresin Kalite</p>	<p>Bu çalışmada, Autumn Giant erik çeşitlerinin depolama süresi üzerine hasat sonrası salisilik asit (2 mM), oksalik asit (5 mM), putresin (2 mM) ve kalsiyum (%4 CaCl<sub>2</sub>) uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Uygulamalardan sonra Erikler modifiye atmosfer poşetlerine (MAP) yerleştirilmiş ve 0,5±0,5°C'de %85-90 oransal nem koşullarında 40 gün süreyle depolanmıştır. Meyve kalite özelliklerini belirlemek amacıyla 10 gün arayla ağırlık kaybı, suda çözünür kuru madde miktarı, titre edilebilir asit miktarı, meyve eti sertliği, askorbik asit miktarı, toplam flavonoid miktarı, toplam fenolik madde miktarı ve toplam antioksidan miktarı analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre uygulamaların ağırlık kaybına etkisi önemli bulunmamıştır. Depolama süresince meyve eti sertliği, titre edilebilir asit ve askorbik asit miktarında en fazla azalış kontrol meyvelerinde belirlenmiştir. Genel olarak biyokimyasal bileşiklerde artış veya azalış şeklinde dalgalanmalar olmakla birlikte, muhafaza süresi sonunda hasat değerine göre azalmalar meydana gelmiştir. Tüm analiz dönemleri ve yapılan ölçümler dikkate alındığında salisilik asit ve putresin uygulamasının diğer uygulamalara göre depolama süresince Autumn Giant erik çeşidinin meyve kalite özellikleri ve biyokimyasal içeriğinin korunumu üzerine daha olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir.</p>

<sup>a</sup> [fyznr.d17@gmail.com](mailto:fyznr.d17@gmail.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5144-6668>

<sup>b</sup> [ebal@nku.edu.tr](mailto:ebal@nku.edu.tr)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9817-5842>



## Giriş

Erik meyvesinin hasat sonrası meyve olgunlaşması ile ortaya çıkan fizyolojik ve biyokimyasal değişimleri çeşide ve ortam koşullarına bağlı olarak farklılık göstermektedir (Khan ve Sing, 2009). Fizyolojik duyarlılığı nedeniyle depo ömrü kısa olan erik meyvelerinin bazı gelişim düzenleyiciler ile olgunlaşmasının geciktirildiği veya raf ömrünün uzatıldığı farklı araştırma sonuçları ile ortaya konmuştur. Erik meyvelerinin raf ömrünü uzatmak için hasat öncesinde ve sonrasında çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda hasat öncesinden ziyade hasat sonrasında yapılan uygulamaların kayıpları azaltmada daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Randhawa ve ark., 2002; Kucuker ve ark., 2015).

Etilen üretim hızı yüksek olan meyvelerde yumuşama ve olgunlaşma, etilen üretim hızı düşük olan meyvelere göre daha kısa sürede meydana gelmektedir (Abdi ve ark., 1998). Eriklerde hasat sonrası görülen yumuşama raf ömrünü ve muhafaza süresini sınırlayan en önemli sorundur (Abdi ve ark., 1998). Erik meyvesi, çeşide ve muhafaza koşullarına bağlı olarak birlikte, optimum koşullarda (0-1°C ve %90-95 oransal nem) 2-8 hafta soğukta depolanabilmektedir (Karaçalı, 2009; Crisosto ve Kader, 2000). Meyve olgunlaşma süreciyle birlikte oluşan yumuşamanın özellikle soğukta depolama koşullarında önüne geçilmesi için etilenin ve etilene bağlı etkilerin mutlaka kontrol altına alınması gerekmektedir. Günümüzde bu etkiler farklı uygulama ve yöntemler kullanılarak kontrol edilmektedir (Bayındır, 2011). Ayrıca meyve kalitesinin korunması ve raf ömrünün uzatılması için doğal bileşiklerin kullanımı konusunda da artan bir ilgi vardır.

Ticari olarak kullanılan hormonlar dışında, bitkilerden elde edilen ve hormonal etkilerinin olduğu kanıtlanan gelişim düzenleyici de bulunmaktadır. Bunlar brassinosteroidler, salisilik asit, jasmonik asit ve poliaminlerdir. Brassinosteroidler, salisilik asit, oksalik asit ve poliaminler yapay olarak üretilebilmektedir (Davies, 1995). Bu bileşiklerin hasat öncesi ve sonrasında kullanımı ile bu maddelerin meyve ve sebze türlerinde muhafaza süresi ile kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Ancak, bu bileşiklerin etkinlikleri çeşitlere, uygulama yöntemlerine ve uygulanan konsantrasyonlara göre değişiklik göstermektedir.

Son yıllarda yapılan birçok çalışmada meyve ve sebzelerde kalite değişimlerini geciktirmede, su ile karıştırılmış milimolar seviyede salisilik asit, oksalik asit ve putresin çözeltilerinin etkileri incelenmiştir. Bu çalışmalarda bileşiklerin kiraz (Gimenez ve ark., 2016), mango (Razzaq ve ark., 2014), şeftali (Awad, 2013), nar (Guillen ve ark., 2012), kivi (Bal ve Çelik, 2010; Kazemi ve ark., 2011), erik (Davarynejad ve ark., 2015; Sabır, 2017), çilek (Özgan ve Sabır, 2018) ve muz (Hosseini ve ark., 2018) meyvesinde raf ömrü üzerinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Kalsiyum, hücre duvarı ve hücresel membranlarda bulunan bir elementtir. Hasat öncesi meyve ve sebzelerde bulunan kalsiyum birikimi ürünün görsel kalitesini arttırırken hasat sonrasında kalsiyum raf ömrünü uzatmada fayda sağlamaktadır. Kalsiyum, meyve ve sebzelerde etilen biyosentezi ve solunum tepkilerini düzenleyerek olgunlaşma ve yaşlanma işlemlerini geciktirme özelliğine de sahiptir (Pareek 2017).

Bu çalışmada, 0,5 ±0,5°C sıcaklık ve %85-90 oransal nem koşullarında 40 gün süre ile depolanan “Autumn Giant” erik çeşidinde putresin, salisilik asit, oksalik asit ve kalsiyum uygulamalarının meyve kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Araştırmada kullanılan Autumn Giant erik çeşidi (*Prunus salicina* L.) meyveleri 2017 yılında Kırklareli Pehlivan köyü Defne Tarımsal Ürünleri Gıda San. ve Tic. A.Ş.’nin bahçesinde yetiştirilen 8 yaşlı ağaçlardan meyve eti sertliği ortalama 40 N ve toplam suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı ortalama %16 olduğu dönemde hasat edilmiştir. Aynı gün içinde Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’ne getirilerek denemeye uygun olan, sağlam ve çeşidin özelliklerini temsil eden meyveler seçilmiştir. Ayıklama işlemi sonrası meyvelere aşağıdaki uygulamalar yapılmıştır;

- Kontrol: Meyveler 5 dakika süre ile yayıcı ve yapıştırıcı olarak kullanılan Tween 20’nin %0.01’lik dozunu içeren suya daldırılmıştır.
- SA uygulaması: Meyvelere 2 mM’lık salisilik asit ile yapıştırıcı olarak kullanılan Tween 20’nin %0,01’lik dozunu içeren solüsyon içerisine 5 dakika süreyle daldırma uygulaması yapılmıştır.
- Putresin uygulaması: Meyvelere 2 mM’lık putresin ile yapıştırıcı olarak kullanılan Tween 20’nin %0,01’lik dozunu içeren solüsyon içerisine 5 dakika süreyle daldırma uygulaması yapılmıştır.
- Oksalik asit uygulaması: Meyvelere 5 mM’lık oksalik asit solüsyonuna 5 dakika süreyle daldırma uygulaması yapılmıştır.
- CaCl<sub>2</sub> uygulaması: Meyvelere %4’lük CaCl<sub>2</sub> solüsyonuna 5 dakika süreyle daldırma uygulaması yapılmıştır.

Tüm daldırma işlemlerinden sonra erik meyveleri fazla suyun uzaklaştırılması için 30 dk oda koşullarında bekletilmiştir. Uygulamaların ardından meyveler erik meyve türü için özel olarak tasarlanmış MAP ambalaj (Lifepack, Aypek Ambalaj ŞTİ, Türkiye) içerisine yerleştirilip, 0,5±0,5°C sıcaklık ve %85-90 nem koşullarında 40 gün muhafaza edilmiştir.

Denemenin başlangıcında ve soğukta muhafaza periyodunda 10 günde bir depodan alınan meyve örneklerinde ağırlık kaybı (%), meyve eti sertliği (N), SÇKM miktarı (%), titre edilebilir asit (TEA) miktarı (malik asit, %), askorbik asit miktarı (mg 100 ml<sup>-1</sup>) (AOAC 1995), toplam flavonoid miktarı (mg 100 g<sup>-1</sup>) (Zhishen ve ark., 1999), toplam fenolik madde miktarı (mg gallik asit eşdeğer (GAE) 100 g<sup>-1</sup>) (Slinkard ve Singleton 1977) ve toplam antioksidan miktarı (µmol trolox eşdeğer (TE) g<sup>-1</sup>) (Garzon ve Wrolstad 2009) analizleri yapılmıştır.

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve elde edilen sonuçlar SPSS istatistik paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalara ilişkin farklılıkların belirlenmesinde LSD testi kullanılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Ağırlık Kaybı

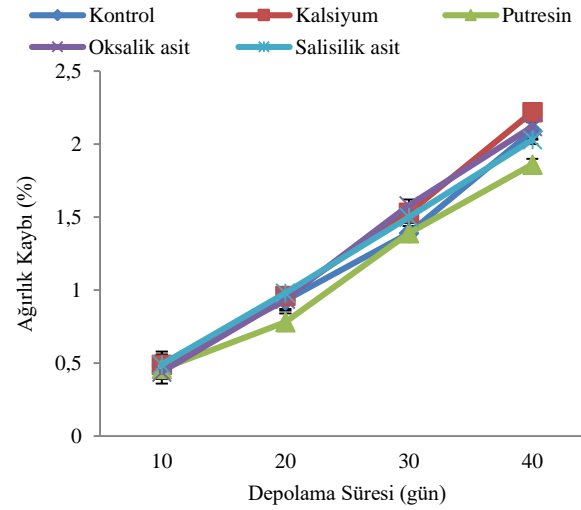
Araştırmada depolama süresince tüm uygulamalarda ağırlık kaybı değerlerinde artışlar belirlenmiştir. Depolamanın 40. gününde bütün uygulamalardaki ağırlık kaybının %3'ün altında kaldığı tespit edilmiştir (Şekil 1). Hasat sonrası uygulamaların muhafaza süresince ortalama ağırlık kaybına etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Depolama süresince hem kontrol meyveleri hem diğer uygulamalar ile muamele edilmiş meyvelerde meydana gelen düzenli ağırlık kaybı birbirine oldukça benzer seviyede olmuştur. Ancak bu bulguların aksine bazı çalışmalarda salisilik asit ve putresin uygulamalarının ağırlık kayıplarını azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir (Davarynejad ve ark., 2015; Sabır, 2017). Çalışmada elde ettiğimiz ağırlık kaybı değerlerinin literatür ile uyumlu olmamasının nedeni çeşit farklılığından veya uygulama dozlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### Meyve Eti Sertliği

Erik meyvesinde de tüm meyvelerde gözlemlendiği gibi soğukta muhafaza süresince yumuşama gözlemlenmektedir (Bhaskara ve ark., 2000). Depolamanın başlangıcında 40,6 N olan sertlik değeri, depolama süresince azalma göstermiştir (Şekil 2). Meyvenin etinde meydana gelen yumuşama, hücre duvarı enzim aktivitesine bağlı olarak, hücre duvarı karbonhidratlarında meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimlerin bir sonucudur. Muhafaza süresi sonunda en düşük meyve eti sertliği 31,88 N ortalama ile kontrol grubu meyvelerde, en yüksek meyve eti sertliği ise 36,06 N ortalama ile kalsiyum uygulanan meyvelerde gözlemlenmiştir. Araştırmada kalsiyum uygulamasını salisilik asit (34,53 N), putresin (34,06 N) ve oksalik asit (33,20 N) uygulamaları takip etmiştir. Hasat sonrası kalsiyum uygulamalarının, hücre duvarı direncini artırarak ve hücre duvarı yapısının bozulmasını önleyerek meyve ve sebzelerin yumuşamasını engellediği bilinmektedir (Freitas ve Nassur, 2017). Kalsiyum uygulamasının muhafaza süresince meyve eti sertliğini korumada daha fazla etkili olduğunu Kramer ve ark. (1991), Schirra ve ark. (1997) ve Bal (2016a) yaptıkları çalışmalarda öne sürmüşlerdir.

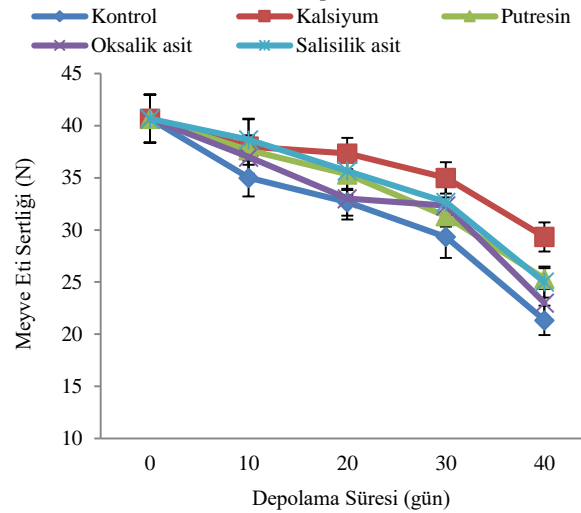
### Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı

Soğukta muhafaza süresince eriklerin SÇKM miktarlarında başlangıç değerine göre muhafaza süresi sonunda artışlar saptanmıştır. Meyvelerin soğukta muhafazası sırasında SÇKM miktarındaki bu artışın, su kaybı sonucu şekerlerin meyve suyunda oransal olarak artmasına veya olgunlaşma sürecine dayandırılabilceği bildirilmiştir (Özdemir ve ark., 2006). Araştırmada hasat dönemi SÇKM değeri %16,2 olarak belirlenmiş ve muhafaza süresince en yüksek değer kontrol meyvelerinde %17,7 ortalama değeri ile 40. günde tespit edilmiştir. SÇKM miktarının korunması bakımından salisilik asit kalsiyum ve putresin uygulamaları en etkili uygulamalar olmuştur. Muhafaza süresi sonunda en düşük SÇKM değerleri ise salisilik asit (%17), kalsiyum (%17) ve putresin (%17,1) uygulamalarında belirlenmiştir (Şekil 3).



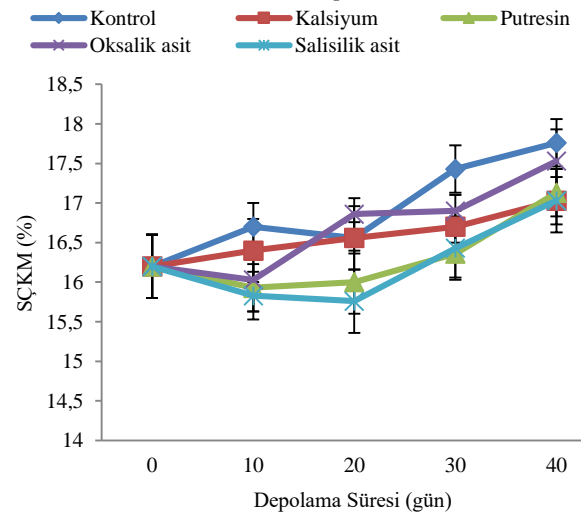
Şekil 1. Autumn Giant erik çeşidinde farklı uygulamaların ağırlık kaybı üzerine etkisi

Figure 1. Effect of different applications on weight loss in Autumn Giant plum cultivar



Şekil 2. Autumn Giant erik çeşidinde farklı uygulamaların meyve eti sertliği üzerine etkisi

Figure 2. Effect of different applications on flesh firmness in Autumn Giant plum cultivar



Şekil 3. Autumn Giant erik çeşidinde farklı uygulamaların SÇKM üzerine etkisi

Figure 3. Effect of different applications on soluble solids content in Autumn Giant plum cultivar

Bu uygulamaların olumlu etkisinin meyvelerde olgunlaşma metabolizmasını baskılamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Erbaş ve Koyuncu (2019) ve Davarynejad ve ark. (2015)'da erik meyvelerinde yürüttükleri çalışmada, SÇKM miktarının salisilik asit ve putresin uygulanan meyvelerde kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir.

#### Titre Edilebilir Asit Miktarı

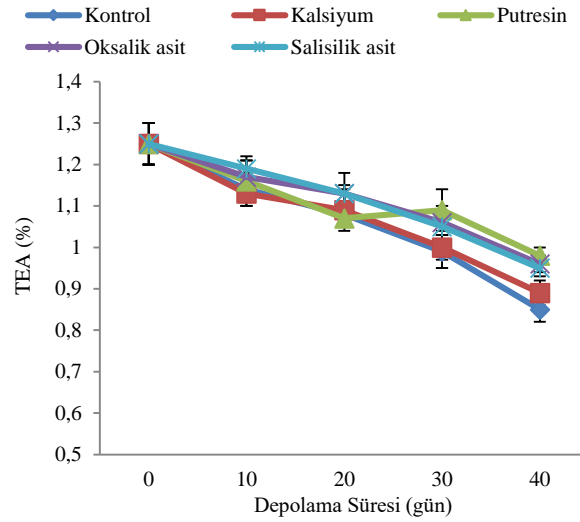
Soğukta depolama sürecinde TEA miktarının düşmesinin çözümünde meyvelerde bulunan organik asitlerin katabolizmasının artması ve meyvelerin olgunlaşmasıyla ilişkili olduğu bilinmektedir (Dundar ve ark., 1997; Özkaya ve ark., 2005). Olgunlaştıkça içerisinde şeker birikiminin arttığı savunularak bu durumun TEA değerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Çalışmada, TEA değerinin en fazla düşüşün kontrol grubu meyvelerinde olduğu belirlenirken, en az düşüşün sırasıyla salisilik asit, oksalik asit ve putresin uygulanan meyvelerde olduğu görülmektedir (Şekil 4). Muhafaza süresi sonunda en düşük TEA değeri %0,85 ile kontrol meyvelerinde görülürken, en yüksek TEA değeri ise %0,98 ile putresin, %0,96 ile oksalik asit ve %0,95 ile salisilik asit uygulanmış meyvelerde belirlenmiştir. Putresin, oksalik ve salisilik asit uygulamasının muhafaza dönemi boyunca olgunlaşmayı yavaşlatarak asit kaybını azalttığı, buna karşılık kontrol uygulamasındaki meyvelerde ise olgunlaşma hızının yüksek olması nedeniyle TEA miktarının azaldığı belirlenmiştir. Yapılan farklı çalışmalarda salisilik asit ve putresin uygulamasının meyvelerde olgunlaşmayı yavaşlattığı ifade edilmiş olup (Davarynejad ve ark., 2015; Zheng ve ark., 2007), bu sonuç çalışmamızda elde edilen sonucu desteklemektedir.

#### Askorbik Asit Miktarı

Askorbik asit gıda işleme ve depolama sürecinde çeşitli bozulma etkenlerine son derece duyarlı olduğundan en dayanıksız vitaminlerden birisidir (Veltman ve ark., 2000). Araştırmada meyvelerin askorbik asit içeriğinde muhafaza süresi sonunda hasat döneminde ölçülen başlangıç değerlerine ( $7,6 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$ ) göre askorbik asit içeriğinde azalma olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5). Bu azalışın yavaşlatılmasında sırasıyla putresin ( $6,6 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$ ), salisilik asit ( $6,2 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$ ), kalsiyum ( $6,2 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$ ) ve oksalik asit ( $6,0 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$ ) uygulamalarının etkili olduğu belirlenmiştir. Askorbik asit içeriğinde en fazla düşüş ise kontrol grubu ( $5,6 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$ ) meyvelerde görülmüştür. Yapılan farklı hasat sonrası çalışmalarda da putresin, salisilik asit ve oksalik asit uygulamalarının meyvelerde askorbik asit içeriğinin azalmasını geciktirdiğini ve böylece meyvelerde yüksek askorbik asit içeriğinin meyve kalitesini artırabileceği bildirilmiştir (Bal ve Çelik, 2010; Kazemi ve ark., 2011; Guillen ve ark., 2012; Awad, 2013; Davarynejad ve ark., 2013).

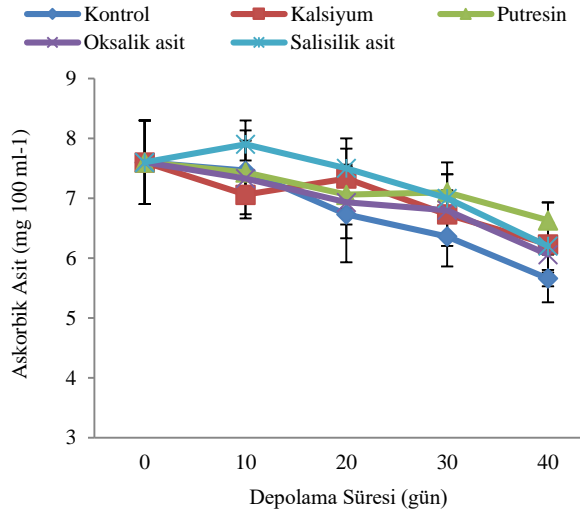
#### Toplam Flavonoid Miktarı

Flavonoidler; meyve ve sebzelerde genellikle renk, tat, yağ oksidasyonunun engellenmesi, vitamin ve enzimlerin korunmasından sorumludur (Yao ve ark., 2004). Eriklerde hasat döneminde ölçülen flavonoid miktarı  $17,23 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Şekil 6). Muhafaza süresi boyunca putresin uygulamasının 20. gün analiz sonucu haricinde dalgalanma görülmemiş ve muhafaza sonuna doğru bir düşüş gözlemlenmiştir.



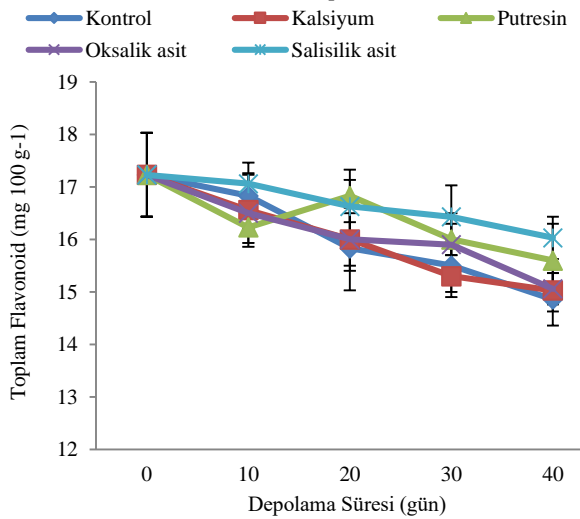
Şekil 4. Autumn Giant erik çeşidinde farklı uygulamaların TEA üzerine etkisi

Figure 4. Effect of different applications on titratable acidity in Autumn Giant plum cultivar



Şekil 5. Autumn Giant erik çeşidinde farklı uygulamaların askorbik asit üzerine etkisi

Figure 5. Effect of different applications on ascorbic acid in Autumn Giant plum cultivar



Şekil 6. Autumn Giant erik çeşidinde farklı uygulamaların toplam flavonoid madde üzerine etkisi

Figure 6. Effect of different applications on total flavonoids in Autumn Giant plum cultivar

Benzer şekilde Avcı (2016)'da erik meyvelerinde soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince toplam flavonoid içeriğinin azalış gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmada muhafaza süresi sonunda en yüksek flavonoid miktarı salisilik asit (16,03 mg 100 g<sup>-1</sup>) ve putresin (15,60 mg 100 g<sup>-1</sup>) uygulanmış meyvelerde belirlenirken en düşük flavonoid miktarı ise kontrol grubu meyvelerde (14,86 mg 100 g<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Salisilik asit ve putresin uygulamalarının bu olumlu etkisini meyvelerde olgunlaşma metabolizmasını baskılamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, Bal (2016b) nektarin meyvelerinde salisilik asit uygulamasının flavonoid miktarındaki değişimi yavaşlattığını, Davarynejad ve ark. (2015)'da salisilik asit ve putresin uygulamasının eriklerde olgunlaşma sürecini geciktirerek biyokimyasal bileşiklerin korunmasında etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

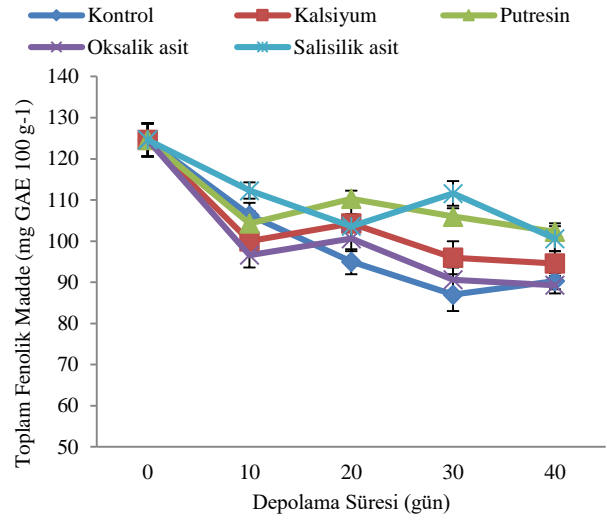
### Toplam Fenolik Madde Miktarı

Çalışmada muhafaza süresince erik meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı toplam flavonoid madde miktarına benzer şekilde değişmiştir. Genel olarak soğukta muhafaza süresince artış azalış şeklinde dalgalanmalar olmakla birlikte, muhafaza süresi sonunda uygulamalarda fenolik bileşiklerde başlangıca göre azalmalar meydana gelmiştir. Ghasemnezhad ve ark. (2010)'da depolama sürecinde toplam fenolik bileşik seviyesinin azalmasının, olgunlaşma fizyolojisinden ve hücre yapısının bozulmasından kaynaklanabileceğini bildirmiştir. Toplam fenolik bileşiklerin bir kısmını flavonoidler oluşturmaktadır. Bu yüzden benzer bir değişim içerisinde olması beklenen bir durumdur. Derimden hemen sonra meyve fenolik madde içeriği 124,6 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Şekil 7). Muhafaza süresi sonunda ise toplam fenolik madde miktarı oksalik asit uygulamasında en düşük (89,3 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) olurken, bu uygulamayı sırasıyla kontrol (90,3 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>), kalsiyum (94,6 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>), salisilik asit (100,6 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) ve putresin uygulamalarının (102,3 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) izlediği tespit edilmiştir. Meyvelerde toplam fenolik bileşik içeriği salisilik asit ve putresin uygulaması ile daha iyi muhafaza edilmiştir. Putresin ve salisilik asit uygulamalarının toplam fenolik içeriğinin korunması üzerindeki etkisi, yaşlanma sürecinde gecikmeye bağlı olabilir. Putresin ve salisilik asit uygulanmış meyvelerde uygulamaların toplam fenolik miktarlarının korunmasını sağladığını gösteren çalışma sonuçları da (Davarynejad ve ark., 2013; Razzaqa ve ark., 2014; Davarynejad ve ark., 2015; Gimenez ve ark., 2016; Martinez-Espla ve ark., 2017; Sabır, 2017; Hosseini ve ark., 2018) bu bulguyu desteklemektedir.

### Toplam Antioksidan Miktarı

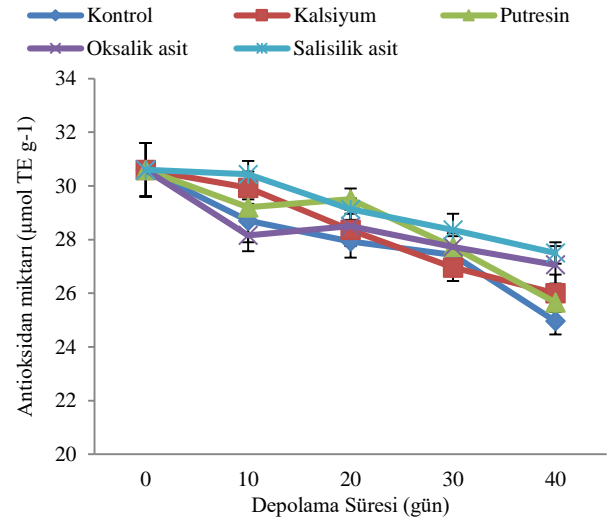
Meyve ve sebzeler hasat öncesi ve hasat sonrası faktörlere bağlı olarak çok farklı düzeyde antioksidan bileşikler içermektedir. Erik meyveleri de flavonoidler, fenolik asitler, antosiyaninler ve diğer fenolikler gibi bol miktarda doğal antioksidan bileşikler içermektedir (Kristl ve ark., 2011). Araştırmada elde edilen sonuçlar, antioksidan miktarının, toplam fenolik ve askorbik asit içeriğinin düşüşüne paralel bir şekilde azaldığını göstermiştir. Önceki araştırmalarda, antioksidan aktivite ile toplam fenolikler arasında pozitif korelasyon olduğu bildirilmiştir (Diaz-Mula ve ark., 2009; Ghasemnezhad ve ark., 2010). Mevcut araştırmada hem uygulama ortalama değerleri hem de 40. gün değerlerine bakıldığında en düşük antioksidan içeriği kontrol grubu meyvelerinde (24,9 µmol TE g<sup>-1</sup>) tespit

edilmiştir. En yüksek antioksidan içeriği ise salisilik asit uygulamasında (27,5 TE µmol g<sup>-1</sup>) belirlenmiş, bunu oksalik asit, putresin ve kalsiyum uygulamaları izlemiştir. Kontrol hariç diğer uygulamaların etkinliği, muhtemelen depolama sırasında toplam fenolik ve askorbik asit seviyelerinin korunmasından kaynaklanmıştır. Yapılan farklı çalışmalarda da benzer şekilde bu uygulamaların meyvelerde antioksidan sisteminin etkinliğini arttırdığı bildirilmiştir (Huang ve ark., 2008; Verma ve Mishra, 2005; Asghari ve Aghdam, 2010; Davarynejad ve ark., 2013; Sharma ve ark., 2017; Özgan ve Sabır, 2018).



Şekil 7. Autumn Giant erik çeşidinde farklı uygulamaların toplam fenolik madde üzerine etkisi

Figure 7. Effect of different applications on total phenolics in Autumn Giant plum cultivar



Şekil 8. Autumn Giant erik çeşidinde farklı uygulamaların antioksidan madde üzerine etkisi

Figure 8. Effect of different applications on total antioxidant in Autumn Giant plum cultivar

## Sonuç

Araştırmada muhafaza süresi uzadıkça ağırlık kayıplarında artışlar gözlenmekle birlikte uygulamalar arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. Muhafaza süresince başlangıç değerine göre SÇKM değerleri artış, TEA değerleri ise azalış göstermiştir. Meyve eti sertliğinde meydana gelen yumuşama kalsiyum uygulaması ile

geciktirilmiş ve bunu salisilik asit ile putresin uygulamaları takip etmiştir. İnsan sağlığı açısından önemli etkiye sahip biyokimyasal bileşiklerde en düşük miktarlar kontrol grubunda gözlemlenirken, en yüksek değerler ise salisilik asit ve putresin uygulanmış meyvelerde belirlenmiştir. Sonuç olarak, Autumn Giant erik çeşidinin 40 günlük soğukta muhafazası süresince 2 mM'lık salisilik asit ve putresin uygulamalarının olgunlaşmanın geciktirilmesi, biyokimyasal bileşiklerin ve kalite özelliklerinin korunumu bakımından daha olumlu sonuçlar vermesi nedeni ile erik meyvelerinin soğukta muhafazasında kullanılabileceği düşünülmektedir.

## Teşekkür

Bu çalışma Feyza Nur DURSUN'un yüksek lisans tezi'nin bir bölümüdür ve Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi NKÜBAP tarafından NKUBAP.03.YL.17.120 numaralı proje ile desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Abdi N, McGlasson WB, Holford P, Williams M, Mizrahi Y. 1998. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biol. Technology*, 14: 29-39.
- AOAC 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. 45.1.14. AOAC, Arlington, Virginia.
- Asghari M, Aghdam MS. 2010. Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops. *Trends in Food Science and Technology*, 21: 502-509.
- Avci V. 2016. Japon grubu (*Prunus salicina* L.) Black Amber erik çeşidinin muhafaza performansının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Awad RM. 2013. Effect of post-harvest salicylic acid treatments on fruit quality of peach cv. "Flordaprince" during cold storage. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(7): 920-927.
- Bal E, Çelik S. 2010. The Effects of postharvest treatments of salicylic acid and potassium permanganate on the storage of kiwifruit. *Bulgarian Journal of Agricultural Sci.*, 16(2): 576-584.
- Bal E. 2016a. Derim sonrası Santa Rosa erik çeşidinde kalsiyum klorür ile ultrasound uygulamalarının modifiye atmosfer paketler içerisinde muhafaza süresi ve meyve kalitesi üzerine etkileri. VII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 12-18 s, Eğirdir.
- Bal E. 2016b. Combined treatment of modified atmosphere packaging and salicylic acid improves postharvest quality of nectarine (*Prunus persica* L.) fruit. *J. Agri. Sci. Tech.* 18(5): 1345-54
- Bayındır D. 2011. Angeleno erik çeşidinin normal, modifiye ve kontrollü atmosfer koşullarında depolanması. Yüksek lisans tezi SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Bhaskara MV, Belkacemi K, Corcuff R, Castaigne F, Arul J. 2000. Effect of pre-harvest chitosan sprays on post-harvest infection by *Botrytis cinerea* quality of strawberry fruit. *Postharvest Biol. Technology*, 20: 39-51.
- Crisosto CH, Kader AA. 2000. Plum and fresh prune postharvest quality maintenance guidelines. Pomology Department University of California, Davis. CA 95616, www.uckac.edu/postharv/PDF%20files/plum.pdf.
- Davarynejad GH, Zarei M, Ardakani E, Nasrabadi ME. 2013. Influence of putrescine application on storability, postharvest quality and antioxidant activity of two Iranian Apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. *Notulae Scientia Biologicae*, 5: 212-219.
- 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'. *J. Food Sci. Tech.*, 52(4): 2053-2062.
- Davies PJ. 1995. *Physiology, Biochemistry and Molecular Biology* (Second ed.). Kluwer Dordrecht Plant Hormones. Netherlands.
- Díaz-Mula HM, Zapata PJ, Guillén F, Martínez-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 Biol. Technology*, 51: 354-363.
- Dundar O, Kuden AB, Dennis FG. 1997. Investigations on cold storage and post harvest physiology of J. H. Hale Peach. *Acta Hort.*, 441: 411-441.
- Erbaş D, Koyuncu MA. 2019. Derim sonrası putresin, nitrik oksit, oksalik ve salisilik asit, uygulamalarının Black Diamond erik çeşidinde depolama süresince meyve kalitesi üzerine etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(4): 1830-1840.
- Freitas ST, Nassur RCM. 2017. Calcium treatments. In: Pareek, S. (Ed.), *Novel postharvest treatments of fresh produce*. New York: CRC, 49-75.
- Garzon GA, Wrolstad RE. 2009. Major anthocyanins and antioxidant activity of Nasturtium flowers (*tropaeolummajus*). *Food Chemistry*, 114: 44-49.
- Ghasemnezhad M, Shiri MA, Sanavi M. 2010. Effect of chitosan coatings on some quality indices of apricot (*Prunus armeniaca* L.) during cold storage. *Caspian J. Env. Sci.*, 8: 25-33.
- Gimenez MJ, Valverde JM, Valero D, Zapata S, Castillo C, Serrano M. 2016. Postharvest methyl salicylate treatments delay ripening and maintain quality attributes and antioxidant compounds of "Early Lory" sweet cherry. *Postharvest Biol. Technology*, 117: 102-109.
- Guillén F, Sayyari M, Zapata P, Zapata PJ, Valero D, Serrano M. 2012. Effect of oxalic acid treatment on maintaining pomegranate fruit quality and antioxidant potential. In: Melgarejo P. (ed.), Valero D. (ed.). II International Symposium on the Pomegranate. Zaragoza: CIHEAM / Universidad Miguel Hernández, 221-223.
- Hosseini MS, Zahedi SM, Abadía J, Karimi M. 2018. Effects of postharvest treatments with chitosan and putrescine to maintain quality and extend shelf-life of two banana cultivars. *Food Sci. Nutrition*, 6(5): 1328-1337.
- Huang R, Xia R, Lu Y, Hu L, Xu Y. 2008. Effect of pre-harvest salicylic acid spray treatment on postharvest antioxidant in the pulp and peel of 'Cara Cara' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *J. Science Food and Agriculture*, 88: 229-236.
- Kazemi M, Aran M, Zamani S. 2011. Effect of calcium chloride and salicylic acid treatments on quality characteristics of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) during storage. *American Journal of Plant Physiology*, 6: 183-189.
- Khan A, Singh Z. 2009. 1-MCP Application suppresses ethylene biosynthesis and retards fruit softening during cold storage of 'Tegan Blue' japanese plum. *Plant Sci.*, 176: 539-544.
- Kristl J, Slekovec M, Tojnko S, Unuk T. 2011. Extractable antioxidants and non-extractable phenolics in the total antioxidant activity of selected plum cultivars (*Prunus domestica* L.): evolution during on-tree ripening. *Food Chemistry*, 125: 29-34.
- Kucuker E, Ozturk B, Aksit H, Genc N. 2015. Effect of pre-harvest aminoethoxyvinylglycine (AVG) application on bioactive compounds and fruit quality of plum (*Prunus salicina* lindell cv. Black Beauty) at the time of harvest and during cold storage. *J. Animal and Plant Sci.*, 25: 763-770.
- Martinez-Espla A, Serrano M, Valero D, Martínez-Romero D, Castillo S, Zapata PJ. 2017. Enhancement of antioxidant systems and storability of two plum cultivars by preharvest treatments with salicylates. *Int. J. Mol. Sci.*, 18(9): 1911.

- Özdemir AE, Ertürk E, Çelik M, Dilbaz R. 2006. Venüs nektarin çeşidinin soğukta muhafazası. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(3): 297-304.
- Özgan F, Sabır FK. 2018. Albion ve Kabarla çilek çeşitlerinde derim sonrası salisilik ve oksalik asit uygulamalarının soğukta depolama süresince kalite özelliklerine etkileri. Alatarım, 17(2): 89-97.
- Özkaya O, Dünder 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.
- Pareek S. 2017. Novel Postharvest Treatments of Fresh Produce. CRC Press.
- Randhawa JS, Bal JS, Kaundal GS. 2002. Effect of post-harvest dip of growth regulators on shelf life of plum at low temperature. Proceedings of National Workshop on Post-harvest Management of Horticultural Produce, 175-80.
- Razzaq K, Khan S, Malik AU, Shahid M, Ullah S. 2014. Role of putrescine in regulating fruit softening and antioxidative enzyme systems in 'Samar Bahisht Chaunsa' mango. Postharvest Biol. Technology, 96: 23-32.
- Sabır FK. 2017. Erikte salisilik asit uygulamalarının soğukta depolama süresince kalite değişimlerine etkisi. Meyve Bilimi 1 (özel): 10-45.
- Schirra M, Barbera G, Dallewin G, Inglese P, La Mantia T. 1997. Storage response of cactus pear fruit to CaCl<sub>2</sub> preharvest spray and postharvest heat treatment. J. Hort. Sci., 72(3): 371-377.
- Sharma S, Pareek S, Sagar NA, Valero D, Serrano M. 2017. Modulatory effects of exogenously applied polyamines on postharvest physiology, antioxidant system and shelf life of fruits: a review. International journal of Molecular Sci., 18(8): 1789.
- Slikankard K, Singleton VL. 1977. Total phenol analysis. Automation and comparison with manual method. Amer. J. Enol. Vitic., 28(1): 49-55.
- Karaçalı İ. 2009. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 494-486, Bornova İzmir.
- Kramer GF, Wang CY, Conway WS. 1991. Inhibition of softening by polyamine application in "Golden Delicious" and "McIntosh" Apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 116: 813-817.
- Yao LH, Jiang YM, Shi J, Tomas Barberan FA, Datta N, Singanusong R, Chen SS. 2004. Flavonoids in food and their health benefits. Plant Foods for Human Nutrition, 59: 113-122.
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry, 64: 555-559.
- Veltman RH, Kho RMA, Van-Schaik CR, Sanders MG, Oosterhaven J. 2000. Ascorbic acid and tissue browning in pears under controlled atmosphere conditions. Postharvest Biol. Technology, 19: 129-137
- Verma S, Mishra SN. 2005. Putrescine alleviation of growth in salt stressed *Brassica juncea* by inducing antioxidative defense system. Journal of Plant Physiology, 162: 669-677.