



Araştırma Makalesi

Farklı Uygulamaların Black Diamond Erik Çeşidinde Soğukta Depolama Boyunca Üşüme Zararı, İç Kararması ve Çürüme Oranı Üzerine Etkilerinin İncelenmesi**

Derya Erbaş*, Mehmet Ali Koyuncu

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta

Geliş tarihi (Received): 31.05.2019

Kabul tarihi (Accepted): 16.09.2019

Anahtar kelimeler:

Oksalik asit, nitrik oksit, erik, üşüme zararı, soğukta depolama

Özet. Çalışmada, Black Diamond erik çeşidinde derim sonrası farklı uygulamaların depolama boyunca üşüme zararı üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla optimum derim tarihinde toplanan erikler, derimden hemen sonra salisilik asit (1.5 mM, 10 dk daldırma), putresin (2 mM, 6 dk daldırma), oksalik asit (5 mM, 3 dk daldırma) ve nitrik oksit (1 mM, 3 dk daldırma) içeren çözeltilere daldırılmıştır. Fazla suyun uzaklaştırılması için uygulamalardan sonra meyveler 30 dk oda koşullarında (21°C, %50-60 oransal nem) bekletilmiş ve suyu uzaklaştırılan meyveler hava ile ön soğutma (1°C) işlemine tabi tutulmuştur. Ön soğutma işleminden sonra erikler modifiye atmosfer poşetlerine yerleştirilmiş ve 0±0.5 °C ve %90 oransal nem koşullarında 100 gün süreyle depolanmıştır. Depolama süresince üşüme zararı indeksi, iç kararması ve çürüme oranı ile üşüme zararıyla ilintili olarak değişen meyve et rengi ve kabuk rengi incelenmiştir. Raf ömrü çalışmaları (5 gün, 20±1 °C ve % 60±5) için aynı analizler tekrarlanmıştır. Çalışmada üşüme zararı ile iç kararması bulguları paralellik göstermiştir. Genellikle muhafazanın son iki döneminde (40 gün) çürüme artmış ve depolama sonunda %8.12 (SA) ile %11.37 (K) arasında değişmiştir. Depolama boyunca üşüme zararının, iç kararmasının ve çürüme oranının geciktirilmesinde en etkili uygulamanın SA olduğu saptanmıştır.

*Sorumlu yazar

deryaerbas@isparta.edu.tr

Investigation of the Effects of Different Treatments on Chilling Injury, Internal Browning and Decay Rate of Plum cv. Black Diamond During Cold Storage

Keywords:

Oxalic acid, nitric oxide, plum, chilling injury, cold storage

Abstract. This research aimed to determine the effects of different treatments on chilling injury of plum cv. Black Diamond during storage. For this purpose fruit, harvested at optimum date, were dipped into aqueous solutions of salicylic acid (1.5 mM for 10 min), putrescine (2 mM for 6 min), oxalic acid (5 mM for 3 min) and nitric oxide (1 mM for 3 min). After dipping, plums were kept under room condition (21 °C, 50-60% relative humidity) for drying during 30 min, and then precooled by forced cold air (1°C). Fruit, packaged into modified atmosphere bags, were stored at 0±0.5 °C and 90% relative humidity for 100 days. Chilling injury index, internal browning, decay rate, and fruit skin and flesh color, which are related to chilling injury, were investigated during storage. The same analyses were repeated during the shelf life period. As a result, chilling injury incidence changed parallel with the internal browning. Decay rate, in general, increased in the last two periods (40 days) and changed between 8.12% (SA) and 11.37% (control) at the end of the storage. Salicylic acid was the best treatment for delaying chilling injury, internal browning and decay rate.

**Bu çalışma ilk yazarın Doktora tezinin bir kısmından özetlenmiştir.

ORCID ID (Yazar sırasına göre/By author order)

0000-0001-5675-3907 0000-0003-4449-6709

GİRİŞ

Son on yılda dünyada erik üretiminde kayda değer (yaklaşık 2.200.000 ton) bir artışı meydana gelmiştir. Dünya erik üretimi 2017 yılı verilerine göre 11.758.135 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu üretimin %57.87'luk (6.804.399 ton) kısmını Çin tek başına karşılarken, %3.69'sını (434.390 ton) Romanya, %3.60'ını (423.200 ton) Amerika, %2.81'ini (330.582 ton) Sırbistan ve %2.48'sini de (291.934) Türkiye karşılamaktadır (FAO, 2019). Üretim miktarındaki artışa rağmen eriğin soğukta depolanması, taşınması ve pazarlanmasında hala bazı problemler bulunmaktadır. Eriklerin soğukta depolanması esnasında en çok karşılaşılan problemlerden biri üşüme zararı olup, derim sonrası ömrü sınırlandıran en önemli faktörler arasındadır (Menniti ve ark., 2004; Erbaş ve Koyuncu, 2016).

Meyve ve sebzeleri düşük sıcaklıklarda depolamanın amacı, metabolik olayları minimuma indirerek ürünün depolanabilme ve pazarda kalabilme süresini uzatmaktır. Ancak üşüme zararına hassas bazı tür ve çeşitlerde soğukta muhafazanın dikkatli uygulanması gerekmektedir (Crisosto ve ark., 2007). Üşüme zararına duyarlılık çeşitlere göre değişkenlik göstermekte olup, erik çeşitlerinin çoğu bu fizyolojik bozukluğa karşı hassastır (Crisosto ve ark., 2004). Duyarlı erik çeşitleri uzun süre düşük sıcaklıklara maruz kaldığında üşüme zararı ortaya çıkabilmektedir. Üşüme zararına uğramış eriklerde, iç kararması, meyve etinde kırmızı renk pigmentinin birikmesi, meyve etinde saydamlaşma ve olgunlaşma bozuklukları gibi bazı fizyolojik bozukluklar meydana gelmektedir (Wang ve ark., 2016). Uzun süre soğukta muhafaza edilen eriklerde en yaygın görülen üşüme zararı belirtisi iç kararması olup, meyvelerde başlangıçta dıştan hiçbir değişiklik görülmemektedir (Taylor, 1996). Ancak üşüme zararı şiddeti arttıkça zamanla meyve kabuk renginde değişikliklerin ortaya çıktığı bilinmektedir. Üşüme zararı, hücre zarında hasara neden olmakta ve hücrenin bütünlüğünü bozmaktadır. Hücre hasarının en büyük belirtileri arasında da dokudaki renk değişimleri yer almaktadır (Garraway ve ark., 1989).

Bahçe ürünlerinde üşüme zararının engellenmesi ya da azaltılması için derim sonrası farklı sıcaklık uygulamaları (Özdemir ve ark., 2012), UV-C uygulamaları (Vicente ve ark., 2005), modifiye atmosfer paketleme (MAP) uygulamaları (Ali ve ark., 2004) ve kontrollü atmosferde depolama (Bayındır, 2011) çalışmaları yapılmıştır. Bunların yanında son zamanlarda bilinen ve ticari olarak kullanılan hormonlar dışında, bitkilerden elde edilen ve hormonal etkilerinin olduğu kanıtlanan doğal bitkisel maddelerin de (lunarik asit, brassinosteroidler, salisilik asit, jasmonik asit ve poliaminler gibi) (Davies, 1995) üşüme zararının azaltılması amacıyla yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir.

Bahsedilen maddeler arasında yer alan ve bu çalışmada da derim sonrası daldırma şeklinde kullanılan salisilik asitin (SA), erik (Luo ve ark., 2011), şeftali (Wang ve ark., 2006; Awad ve ark., 2013) ve nar (Sayyari ve ark., 2009) meyvelerinde üşüme zararı ve çürüme oranını azalttığı belirlenmiştir. Benzer şekilde oksalik asitin (OA) şeftalilerde (Jin ve ark., 2014), nitrik oksit (NO) eriklerde üşüme zararını önemli ölçüde ortadan kaldırdığı (Zhang ve ark., 2007) bildirilmiştir. Poliaminlerden biri olan putresinin (PUT) ise narlarda lipit peroksidasyonunu sınırlandırarak iç kahverengileşmesi ve üşüme zararı belirtilerini azalttığı rapor edilmiştir (Barman ve ark., 2011).

Bu bilgiler doğrultusunda çalışmada, Black Diamond erik çeşidinde derim sonrası SA, PUT, NO ve OA uygulamalarının soğukta depolama sırasında üşüme zararı ve bu fizyolojik bozuklukla ilişkili olduğu bilinen meyve et ve kabuk rengi değişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada Japon grubu (*Prunus salicina* Lindl.) erik çeşitlerinden biri olan Black Diamond (9 yaşlı ve *Prunus ceracifera* L. anacına aşılı) çeşidi kullanılmıştır. Meyveler Isparta ili Gelendost ilçesinde, ticari olarak üretim yapılan kapama erik bahçesinden temin edilmiştir. Meyve eti sertliği, suda çözünür kuru madde miktarı ve meyve kabuk rengine göre belirlenen optimum derim döneminde (10 Ağustos 2015) derilen erikler, hemen laboratuvara getirilmiş ve 5 farklı uygulamaya tabi tutulmuştur. 1. uygulama kontrol (saf suya 5 dk daldırma), 2. uygulama PUT (2 mM, 6 dk daldırma), 3. uygulama SA (1.5 mM, 10 dk daldırma), 4. uygulama OA (5 mM, 3 dk daldırma) ve 5. uygulama NO (1 mM, 3 dk daldırma) uygulamasıdır. Çalışmada bütün uygulama çözeltilerine yayıcı yapıştırıcı olarak Tween 20 (%0.01) eklenmiştir. Uygulamaların doz ve sürelerini belirlerken PUT için Luo ve ark. (2011), SA için Khan ve ark. (2007), OA için Wu ve ark. (2011) ve NO için Zhang ve ark. (2007)'nin çalışmalarından faydalanılmıştır. Fazla suyun uzaklaştırılması için uygulamalardan sonra meyveler 30 dk oda koşullarında (21°C, %50-60 oransal nem) bekletilmiş ve suyu uzaklaştırılan meyveler hava ile ön soğutma işlemine (1°C'de %80-90 oransal nem, yaklaşık 6 saat) tabi tutulmuştur. Daha 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 20'şer gün aralıklarla üşüme zararı indeksi, iç kararması ve çürüme oranı ile üşüme zararıyla ilintili

olarak değişen meyve et rengi ve kabuk rengi incelenmiştir. Raf ömrü çalışmaları (5 gün, 20±1°C ve % 60±5) (Singh ve ark., 2009) için aynı analizler tekrarlanmıştır.

Meyve kabuk ve Et Rengi

Depolama süresince meyvelerin ekvator bölgesinden meyve kabuğunda ve meyveyi ortadan ayırarak meyve etinde (tekerrürde 10 adet meyve) meydana gelen renk değişimleri, renk cihazı (CR 300 Minolta) kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçların değerlendirilmesinde Commission Internationale l'Eclairage (CIE) L* ile a* ve b* değerlerine göre hesaplanan hue açısı (h°) ve kroma (C*) değerleri kullanılmıştır (Crisosto ve ark., 2004). Renk cihazı ölçümlerden önce Minolta kalibrasyon plakası (CR-200/CR-300, 2° observer) ile kalibre edilmiştir. Renk ölçümlerinin değerlendirmesinde L* değeri parlaklığı, C* değeri meyve kabuğunun canlılığını ifade etmektedir. Hue açısı, a* ve b* değerlerinin kesiştiği noktadan geçen doğrunun x eksenine yaptığı açıyı ifade etmektedir. Açı 0° olduğunda kırmızı, 90° olduğunda sarı, 180° olduğunda yeşil ve 270° olduğunda mavi renge karşılık geldiği bilinmektedir. Kroma (C*) değeri ve hue açısı (h°) hesaplamaları aşağıdaki formüllere (1) göre yapılmıştır.

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

İç Kararması Şiddeti, Çürüme Oranı ve Üşüme Zararı

Çalışmada iç kararması şiddeti, çürüme oranı ve üşüme zararı belirlenmiştir. Üşüme zararının ve iç kararma şiddetinin belirlenmesi için her tekerrürde 10 adet meyve kesilmiş ve meyvelerin iki yarısında da belirtiler (iç kararması, et kararması ve saydamlaşma) incelenmiştir. Üşüme zararı ve iç kararması şiddetinin belirlenmesinde 0-4 skalası (0-yok, 1-çok az, 2-az, 3-orta, 4-şiddetli) kullanılmıştır. Üşüme zararı indeksi aşağıdaki formüle (2) göre hesaplanmıştır (Yu ve ark., 2016).

$$\text{Üşüme zararı indeksi} = [(\text{Üşüme zararı puanı}) \times (\text{Bu üşüme zararı puanını alan meyve sayısı})] / (4 \times \text{her tekerrürdeki toplam meyve sayısı}) \quad (2)$$

Çürüme oranı da her dönem soğuk odalardan ve raf ömrü süreci sonunda oda koşullarından çıkartılan bütün meyveler dikkate alınarak belirlenmiştir. Meyvenin yüzeyindeki misel gelişim belirtileri çürümüş meyve olarak kabul edilmiştir. Çürüme oranı aşağıdaki formüle (3) göre % hesaplanmıştır (Çalhan, 2018).

$$\text{Çürüme oranı} = (\text{Çürüyen meyve sayısı} / \text{Toplam meyve sayısı}) \times 100 \quad (3)$$

İstatistik Analiz

Deneme faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme deseni göre 3 tekerrürlü (her tekerrür için 10 adet meyve) olarak kurulmuştur. Her tekerrür için ayrı birer MAP kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar JMP istatistik paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalara ilişkin farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır (p<0.05).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Meyve Kabuk Rengi

Derim sonrası farklı uygulamaların soğukta muhafaza ve raf ömrü sırasında, Black Diamond çeşidinde meyve kabuk rengi L*, C* ve h° değerleri üzerine etkisi Çizelge 1'de sunulmuştur. Soğukta muhafaza boyunca L* değeri düzenli olarak azalmıştır. Başlangıçta 38.68 olan L* değeri, genel uygulama ortalamaları incelendiğinde depolama sonunda, SA'da 33.02, OA'da 32.84, PUT'ta 32.66, NO'da 31.41 ve K'da 30.80 olarak belirlenmiştir. Raf ömrü koşullarında meyve kabuk rengi L* değeri değişimleri soğukta muhafazaya benzer şekilde seyretmiş ve genellikle uzayan muhafaza süresine paralel olarak azalma eğilimi göstermiştir. Raf ömrü başlangıcında 34.04 (SA)-36.22 (NO) arasında değişen L* değeri, 100+5 gün sonra 23.80 (K)-26.52 (OA) arasında ölçülmüştür. Cismin sahip olduğu renk ne olursa olsun L* değeri, rengin parlaklığını ya da koyuluğunu ifade etmektedir. L* parametresinin 0-100 arasında değerler almaktadır. Bu değerler yükseldikçe rengin açıldığı ve düştükçe rengin koyulaştığını ifade edilmektedir (parlaklığın azaldığı) (Çalhan, 2018). Çalışmada uygulamalar arasında meyve kabuk rengi L* değerleri 20 ile 40 arasında yer almıştır. Muhafaza süresi uzadıkça K dahil bütün uygulamalarda L* değeri azalmıştır. Bu durum kabuk renginde bütün uygulamalarda başlangıca göre depolama sonunda parlaklığın azaldığını göstermektedir. Nitekim Öztürk ve ark. (2012) Black Amber erik çeşidinde bizim bulgularımızla uyumlu olarak, kabuk rengi L* değerinin depolama boyunca azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda, L* değerinin korunması bakımından SA, PUT ve OA dikkat çeken uygulamalar olmuş ve özellikle OA ön plana çıkmıştır.

Muhafaza süresinin artmasıyla birlikte C* değerleri de azalmıştır. Başlangıçta 21.59 olan C* değeri, 100 gün sonunda 8.96 'ya (K) kadar düşmüştür. En fazla azalış K grubunda meydana gelirken, en az azalış (15.18) SA uygulamasında olmuştur. Derimden hemen sonra uygulama yapılarak +5 gün raf ömrü koşullarında bekletilen eriklerde C* değeri 15.81 (SA)-17.50 (PUT) arasında bulunmuştur. 100+5 günlük raf ömrü sonunda ise bu değerler 3.25 (K)-4.88 (SA) arasında ölçülmüştür. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek (10.29) C* değeri PUT uygulamasından elde edilirken, en düşük değer (8.90) K uygulamasında saptanmıştır. SA ve PUT uygulamaları meyve kabuk rengi C* değerinin korunması bakımından diğer uygulamalara kıyasla nispeten daha etkili olmuştur. Herhangi bir renge karşılık gelmeyen C* değeri, hangi renk ölçüldüyse o rengin canlılığını ya da donukluğunu ifade etmektedir. C* değeri arttıkça renklerin daha canlı ve net görüldüğü bildirilmektedir (Erbaş ve Koyuncu, 2016). Çalışmada, soğukta muhafaza ve raf ömrü koşullarında elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, C* 5-25 arasında değişen değerler almıştır. Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte C* değerindeki azalış, oda koşullarında soğukta muhafazaya oranla daha belirgin olmuştur. Nitekim Black Amber erik çeşidinde depolama boyunca C* değerinin azaldığı bulgusu bizim sonuçlarımızı desteklemektedir (Avci, 2016).

Meyve kabuk rengi h° değeri L* ve C* değerlerinde olduğu gibi başlangıca göre muhafaza sonunda azalmıştır. Başlangıçta 32.17 olarak ölçülen değer, 100 gün sonundaki ortalamalar dikkate alındığında 29.79 (PUT) ile 27.34 (K) arasında ölçülmüştür. Raf ömrü koşullarında da soğukta muhafazaya benzer sonuçlar elde edilmiş ve meyve kabuk rengi h° değerleri uzayan muhafaza süresiyle doğru orantılı olarak azalmıştır. Ancak oda koşullarında uygulamaların meyve kabuk rengi h° değerine etkisi istatistik olarak önemsiz olmuştur. Azalışlar, genel uygulama ortalamaları değerlendirildiğinde, en az PUT (25.29°) uygulamasında olurken, bunu sırasıyla OA (26.46°), NO (26.48°), SA (27.71°) ve K (25.29°) takip etmiştir. Bütün uygulamalar kabuk rengi h° değerinin korunması açısından K uygulamasına göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Muhafaza boyunca h° değerinde benzer şekilde azalmalar Black Diamond, Black Amber ve Angeleno gibi kırmızı-mor renkli erik çeşitleri ile yürütülen çalışmada da tespit edilmiştir (Diaz-Mula ve ark., 2009).

Meyve zemin renginin değişmesi bazı erik çeşitlerinde güvenilir bir olgunlaşma indeksi olarak kullanılmakta olup, pazar değeri açısından da önemli bir parametredir (Daza ve ark., 2008). Meyve rengi eriklerde genellikle olgunlaşma ile birlikte çeşit rengine bağlı olarak yeşilden kırmızı-mor renge ya da sarı renge dönmektedir. Çalışmada kullanılan kırmızı-mor kabuk rengine sahip çeşitte soğukta muhafaza süresinin uzamasıyla olgunlaşma ilerlemiş ve C* ve h° değerlerinin azalışından da anlaşılacağı gibi mor renkte koyulaşma artmış ancak canlılık azalmıştır. C* ve h° değerlerinin raf ömrü koşullarında daha düşük olmasının nedeni ise olgunlaşmanın daha fazla olması şeklinde açıklanabilir.

Çalışmada genel olarak meyve kabuk renginin korunması açısından PUT ve SA uygulamaları etkili olmuş, bu iki uygulamayı OA takip etmiştir. SA ve PUT uygulamalarının olgunlaşmayı yavaşlattığını ve buna bağlı olarak değişen meyve kabuk renginin daha iyi korunduğunu söyleyebiliriz. Nitekim Karaçalı (2009) meyvelerde olgunlaşma ile renklenme arasında sıkı bir ilişki olduğunu rapor etmiştir. Mangoda (Malik ve Singh, 2005) PUT uygulaması, erik (Majeed ve Jawandha, 2016), kayısı (Erbaş ve ark., 2015), hıyar (Altıkardeş ve ark., 2018) ve dereotuna (Koyuncu ve ark., 2018) SA uygulanarak yürütülen çalışmalarda da rengin korunması açısından benzer sonuçlar rapor edilmiştir. Denemede elde edilen C* ve h° değerleri, meyve kabuk renginde parlaklığı ifade eden L* değerleriyle de desteklenmektedir.

Meyve Et Rengi

Et rengi L* değeri soğukta muhafaza süresince azalmıştır. 100 günlük muhafazanın sonunda genel uygulama ortalamaları incelendiğinde, en yüksek değeri (42.65) SA uygulaması vermiş, en düşük değer (39.90) ise K uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2). Genellikle et rengi L* değerindeki düşüşler 60 günlük muhafazadan sonra ilk dönemlere göre daha hızlı olmuştur. Raf ömrü koşullarında muhafaza sırasında da L* değeri açısından benzer bulgular elde edilmiş ve genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında SA uygulaması L* değerinin korunması bakımından daha etkili olmuştur. Depolama boyunca L* değerinde en az değişim gösteren uygulamalar SA ve OA olmuş, en fazla değişim ise K grubunda tespit edilmiştir. Meyve etindeki parlaklığın azalmasını meyve etindeki karama şiddetinin artarak parlaklığını kaybetmesi şeklinde yorumlanabilir. Çalışmada elde edilen iç karaması bulgularıyla da bu durumun açıklanabileceği düşünülmektedir.

C* değerleri hem soğukta muhafaza hem de raf ömrü koşullarında, depolama periyodunun uzamasına paralel olarak azalma eğilimi göstermiştir. Soğukta muhafazada genel uygulama ortalamalarına göre en düşük C* değeri (25.99) K grubunda saptanırken, bunu sırasıyla NO (27.85), PUT (28.34), OA (28.54) ve SA (28.80) uygulamaları

takip etmiştir. Raf ömrü koşullarında ise bütün uygulamalar kontrole göre C* değerinin korunmasında nispeten etkili olmuş ancak soğukta muhafazadaki kadar belirgin farklar ortaya çıkmamıştır.

Soğukta muhafaza boyunca meyve eti h° değeri, 0. günde 36.05° olarak ölçülmüş ve 100 günlük periyod sonunda bu değer ortalama 28.70°'e (K) kadar düşmüştür. Soğukta muhafazada bütün uygulama gruplarının h° değerleri, genel uygulama ortalamalarına göre, K grubundan yüksek çıkmasına rağmen uygulamaların meyve eti h° değeri üzerine etkisi istatistik olarak önemsiz olmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 1. Black Diamond erik çeşidinde soğukta depolama ve raf ömrü boyunca farklı uygulamaların meyve kabuk rengi L*, C* ve h° değeri üzerine etkileri.

Table 1. The effect of different treatments on fruit skin color (L*, C* and h°) of plum cv. Black Diamond during cold storage and shelf life.

		Muhafaza süresi (gün)							
Yıl	Renk	U	0	20	40	60	80	100	ort
Soğukta muhafaza	L*	K	38.68	32.24	32.84	29.44	26.44	25.19	30.80 ^b
		SA	38.68	36.62	34.09	31.99	29.62	27.12	33.02 ^a
		PUT	38.68	36.35	34.84	32.20	27.16	26.71	32.66 ^{ab}
		OA	38.68	36.96	34.61	32.93	29.35	24.50	32.84 ^a
		NO	38.68	35.80	31.67	31.10	26.18	25.06	31.41 ^{ab}
		ort	38.68 ^a	35.59 ^b	33.61 ^{bc}	31.53 ^c	27.75 ^d	25.72 ^d	
	C*	K	21.59	19.43	17.88	15.74	14.58	8.96	16.36 ^b
		SA	21.59	22.29	20.26	18.63	16.08	15.18	19.00 ^a
		PUT	21.59	21.60	20.10	19.30	16.87	13.43	18.82 ^a
		OA	21.59	20.76	19.68	17.36	15.29	13.30	18.00 ^a
		NO	21.59	20.89	18.95	17.72	15.47	13.85	18.08 ^a
		ort	21.59 ^a	20.99 ^{ab}	19.37 ^{bc}	17.75 ^c	15.66 ^d	12.94 ^e	
	h°	K	32.17	27.62	30.17	24.74	25.90	23.43	27.34 ^b
		SA	32.17	31.70	31.00	29.67	25.91	23.38	28.97 ^{ab}
		PUT	32.17	30.33	30.21	30.06	27.93	28.02	29.79 ^a
OA		32.17	30.96	28.01	28.41	27.78	27.39	29.12 ^{ab}	
NO		32.17	28.48	27.68	30.10	27.49	24.82	28.46 ^{ab}	
ort		32.17 ^a	29.82 ^{ab}	29.41 ^{ab}	28.59 ^{bc}	27.00 ^{bc}	25.41 ^c		
Raf ömrü	L*	K	34.60	31.18	30.77	28.43	26.49	23.80	29.21 ^b
		SA	34.04	33.92	33.57	31.91	27.90	25.97	31.22 ^a
		PUT	36.05	32.03	32.70	32.50	28.39	26.15	31.30 ^a
		OA	35.42	34.04	34.51	32.27	24.80	26.52	31.26 ^a
		NO	36.22	33.65	31.95	30.97	24.57	24.74	30.35 ^{ab}
		ort	35.27 ^a	32.96 ^b	32.70 ^b	31.21 ^b	26.43 ^c	25.43 ^c	
	C*	K	15.98	10.54	10.24	8.15	5.26	3.25	8.90 ^b
		SA	15.81	12.87	11.13	10.06	6.36	4.88	10.19 ^{ab}
		PUT	17.50	11.35	11.57	10.18	7.26	3.87	10.29 ^a
		OA	16.49	11.69	10.85	10.29	7.68	3.58	10.10 ^{ab}
		NO	17.00	11.42	9.11	8.90	6.65	4.36	9.57 ^{ab}
		ort	16.56 ^a	11.57 ^b	10.58 ^{bc}	9.51 ^c	6.64 ^d	3.99 ^e	
	h°	K	31.86	26.36	25.75	22.94	23.80	21.02	25.29 ^{ÖD}
		SA	31.33	31.13	29.43	26.61	24.19	23.60	27.71
		PUT	33.22	29.46	29.88	26.78	25.43	21.91	27.78
OA		30.75	26.48	25.48	27.35	25.25	23.43	26.46	
NO		30.01	27.35	27.08	28.54	24.15	21.72	26.48	
ort		31.43 ^a	28.16 ^{ab}	27.52 ^{ab}	26.44 ^{bc}	24.56 ^{bc}	22.34 ^c		

Küçük harfler muhafaza süreleri, küçük italik harfler ise uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0.05). ÖD: Önemli değil. K: Kontrol, SA: Salisilik asit, PUT: Putresin, OA: Oksalik asit, NO: Nitrik oksit, ort: Ortalamalar.

Genel olarak soğukta muhafaza ve raf ömrü sürecinde tüm uygulamalarda, meyve etine ait incelenen renk parametrelerinde (L*, C* ve h°) azalma saptanmıştır. Soğukta muhafazada ölçülen değerler raf ömrü koşullarında ölçülen değerlerden daha yüksek çıkmıştır. Avcı (2016)'da Black Amber erik çeşidinde raf ömrü koşullarında benzer renk değişimleri saptamıştır. Hue açısı değerleri incelendiğinde K grubu örneklerinin uygulama meyvelerine göre daha düşük değerler aldığı gözlemlenmiştir. Buna neden olarak raf ömrü koşullarında artan sıcaklık

bağlantılı şekilde artan olgunlaşmayı gösterebiliriz. Çünkü olgunlaşma ile birlikte renk pigmentlerinin sentezini hızlandırarak meyve tür ve çeşidine özgü rengin daha da koyulaşmasına neden olmaktadır. Ayrıca K grubundaki rengin koyulaşmasını ve canlılığının azalmasını meyve etindeki kararmalara dayandırabiliriz. Nitekim raf ömrünün 60+5. gününden sonra belirginleşmeye başlayan iç kararması bu durumu açıklamaktadır.

Çizelge 2. Black Diamond erik çeşidinde soğukta depolama ve raf ömrü boyunca farklı uygulamaların meyve et rengi L*, C* ve h° değeri üzerine etkileri.

Table 2. The effect of different treatments on fruit flesh color (L*, C* and h°) of plum cv. Black Diamond during cold storage and shelf life.

Yıl	Renk	U	Muhafaza süresi (gün)						ort
			0	20	40	60	80	100	
Soğukta Muhafaza	L*	K	50.83	47.26	44.61	38.93	30.26	27.48	39.90c
		SA	50.83	49.34	47.81	40.47	34.44	33.00	42.65a
		PUT	50.83	49.18	48.39	40.83	32.65	31.26	42.19ab
		OA	50.83	49.49	47.86	39.37	32.74	31.95	42.04ab
		NO	50.83	48.35	45.28	37.09	31.42	29.05	40.34bc
		ort	50.83a	48.72ab	46.79b	39.34c	32.30d	30.55d	
	C*	K	33.91	28.93	25.97	23.44	22.95	20.73	25.99b
		SA	33.91	31.46	28.91	27.45	26.76	24.28	28.80a
		PUT	33.91	31.98	28.51	27.40	25.12	23.09	28.34a
		OA	33.91	30.96	28.95	29.06	26.54	21.83	28.54a
		NO	33.91	31.21	28.18	25.18	25.61	23.00	27.85ab
		ort	33.91a	30.91b	28.10c	26.50cd	25.40d	22.59e	
	h°	K	36.05	32.41	31.36	30.28	28.91	28.70	31.28 ^{ÖD}
		SA	36.05	33.67	32.94	31.92	31.56	31.99	33.02
		PUT	36.05	31.83	33.68	30.62	31.54	30.62	32.39
OA		36.05	32.85	32.06	29.45	31.02	30.33	31.96	
NO		36.05	32.87	28.97	31.92	29.51	29.38	31.45	
ort		36.05a	32.73b	31.80b	30.84b	30.51b	30.20b		
Raf Ömrü	L*	K	44.84	41.74	42.69	41.60	29.22	23.26	37.22b
		SA	46.22	45.29	44.48	43.49	32.33	29.96	40.29a
		PUT	44.91	43.69	43.54	42.93	32.93	28.61	39.43ab
		OA	45.55	45.64	45.18	42.55	31.43	26.47	39.47ab
		NO	45.24	44.07	44.63	46.45	28.81	26.08	39.21ab
		ort	45.35a	44.09a	44.10a	43.40a	30.94b	26.88b	
	C*	K	25.95	22.39	19.90	18.03	16.69	13.12	19.35b
		SA	25.66	24.02	23.27	21.46	17.62	15.33	21.23a
		PUT	26.85	22.87	21.46	19.48	17.43	16.00	20.68ab
		OA	25.97	23.97	22.19	19.25	17.02	15.90	20.72ab
		NO	25.88	22.98	21.15	19.79	18.44	14.68	20.49ab
		ort	26.06a	23.25b	21.59bc	19.60cd	17.44de	15.01e	
	h°	K	34.39	30.92	29.39	27.82	27.97	26.75	29.54 ^{ÖD}
		SA	35.38	33.64	32.18	32.22	31.33	27.47	32.04
		PUT	34.24	32.95	31.46	30.67	28.40	27.94	30.94
OA		35.18	33.18	30.74	30.18	28.70	28.11	31.02	
NO		34.37	31.92	29.91	29.80	27.68	27.51	30.20	
ort		34.71a	32.52ab	30.74a-c	30.14bc	28.82bc	27.56c		

Küçük harfler muhafaza süreleri, küçük italik harfler ise uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0.05). ÖD: Önemli değil. K: Kontrol, SA: Salisilik asit, PUT: Putresin, OA: Oksalik asit, NO: Nitrik oksit, ort: Ortalamalar.

Azaldığında renkteki koyulaşmayı ifade eden h° değeri ile renkteki canlılığı ifade eden C* değeri açısından etkili uygulamanın SA olduğu, bunu OA ve PUT uygulamalarının takip ettiği saptanmıştır. Meyve kabuk renginde anlatıldığı gibi, uygulamaların bu etkileri olgunlaşmayı etkileyerek yaptığı düşünülmektedir. Nitekim Diaz-Mula ve ark. (2011) eriklerde renk değişimi ile olgunlaşma arasında pozitif ilişki olduğunu vurgulamışlardır. Tareen ve ark. (2012) şeftaliye SA uygulayarak yürüttükleri araştırmalarında, SA'nın etilene etki ederek renk değişimini

geciktirdiğini, Valero ve ark. (2011)'de kirazlarda hem OA hem de SA uygulamasının renk değişimini geciktirmede kullanılabilirliğini belirtmişlerdir. OA ve SA'nın renk değişimi üzerine etkileriyle ilgili benzer bulgular Kant (2013)'in çalışmasında da rapor edilmiştir.

İç Kararması Şiddeti, Çürüme Oranı ve Üşüme Zararı

Çalışmada üşüme zararı ve iç kararması belirtileri 60. günde başlamış ve muhafaza sonuna (100. güne) kadar sürekli bir artış olmuştur (Şekil 1). İç kararması bakımından genel uygulama ortalamaları değerlendirildiğinde, en yüksek (0.86 puan) iç kararması K uygulamasında saptanmış ve bunu 0.50 puan alan NO uygulaması takip etmiştir. Üşüme zararı bakımından incelendiğinde de en yüksek değer (0.17) K uygulamasında, en düşük (0.12) değer ise SA uygulamasında belirlenmiştir. Diğer uygulamalar NO ve K uygulamasına göre soğukta muhafaza sırasında iç kararması ve üşüme zararının azaltılması bakımından nispeten daha etkili bulunmuştur (Şekil 2).

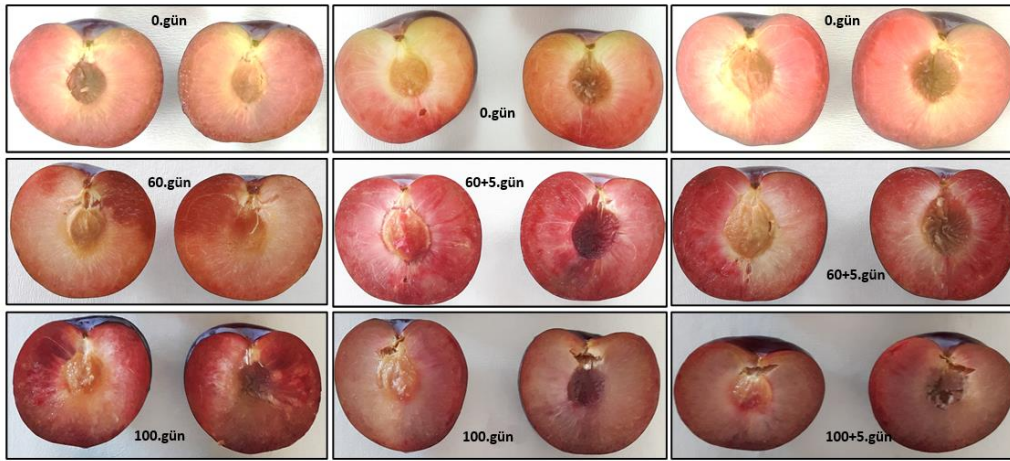
Raf ömrü koşullarında iç kararması K grubu hariç diğer uygulamalarda, 60+5. gününde ortaya çıkmıştır. Bu dönemden sonra iç kararması şiddeti artmaya başlamış ve muhafaza sonunda 3.61 (K) ile 2.28 (SA) arasında olmuştur. Raf ömrü koşullarında bütün uygulamalar K grubuna göre iç kararmasının geciktirilmesi bakımından etkili olmuştur. Üşüme zararı belirtileri de iç kararmasına paralel olarak 60+5. günde ortaya çıkmış, muhafaza sonunda doğru artmıştır. Raf ömrü koşullarında genel ortalamalar incelendiğinde bütün uygulamalar K grubuna göre üşüme zararının azaltılmasında etkili bulunmuştur (Şekil 2).

Çalışmada, üşüme zararının ve iç kararma şiddetinin azaltılması bakımından SA ve OA uygulamaları ön plana çıkmış bu uygulamaları PUT takip etmiştir. SA'nın üşüme zararına toleransı, antioksidan maddelerle ilişkili bazı enzimlerin (CAT, SOD, glutatyon transferaz gibi) çalışmalarını düzenleyerek arttırdığı rapor edilmiştir (Horvath ve ark., 2007). Ayrıca SA'nın membran bozulmasını ve üşüme zararının yan etkisi olarak bilinen lipit peroksidasyonu baskılayarak üşüme zararı belirtilerini geciktirebileceği bildirilmiştir (Asghari ve Aghdam, 2010). Benzer şekilde Luo ve ark. (2011) Qingnai erik çeşidinde SA uygulamasının, üşüme zararına sebep olan PPO (polifenol oksidaz) ve PODs (peroksidaz) aktiviteleri yavaşlatarak, uzun süre soğukta muhafaza sonucunda ortaya çıkan üşüme zararını azalttığını, Lu ve ark. (2011) ise SA uygulamasının ananasta, PPO ve PAL enzimlerinin aktivitelerini yavaşlatarak kararmaları engellediğini bildirilmişlerdir. SA uygulanan narlarda ise membran bütünlüğünün korunarak üşüme zararının azalttığı ifade edilmiştir (Sayyari ve ark., 2009). Dışarıdan uygulanan OA'nın ilginç bir şekilde bitkilerde ya da meyvelerde membran bütünlüğünü koruyucu bir rolü olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda da etkili olan uygulamaların üşüme zararının azaltılmasındaki etkisini bu yolla yaptığı düşünülmektedir. Liçi (Zheng ve Tian, 2006) ve şeftali (Zheng ve ark., 2007) meyvelerinin raf ömrü süresince OA uygulamasının membran bütünlüğünü koruduğu, mangoda (Xue ve ark., 2012) ise soğukta muhafaza boyunca OA uygulamasının lipit peroksidasyonu ve AOS seviyesini azaltarak, antioksidan kapasitesini geliştirdiği rapor edilmiştir. Li ve ark. (2014) ise mangoda, depolama öncesi uygulanan OA'nın meyvedeki ATP (adenozin 3-trifosfat) seviyesini yüksek tutarak membran bütünlüğünü koruduğu ve dolaylı yoldan üşüme zararına toleransını arttırabileceğini vurgulamışlardır.

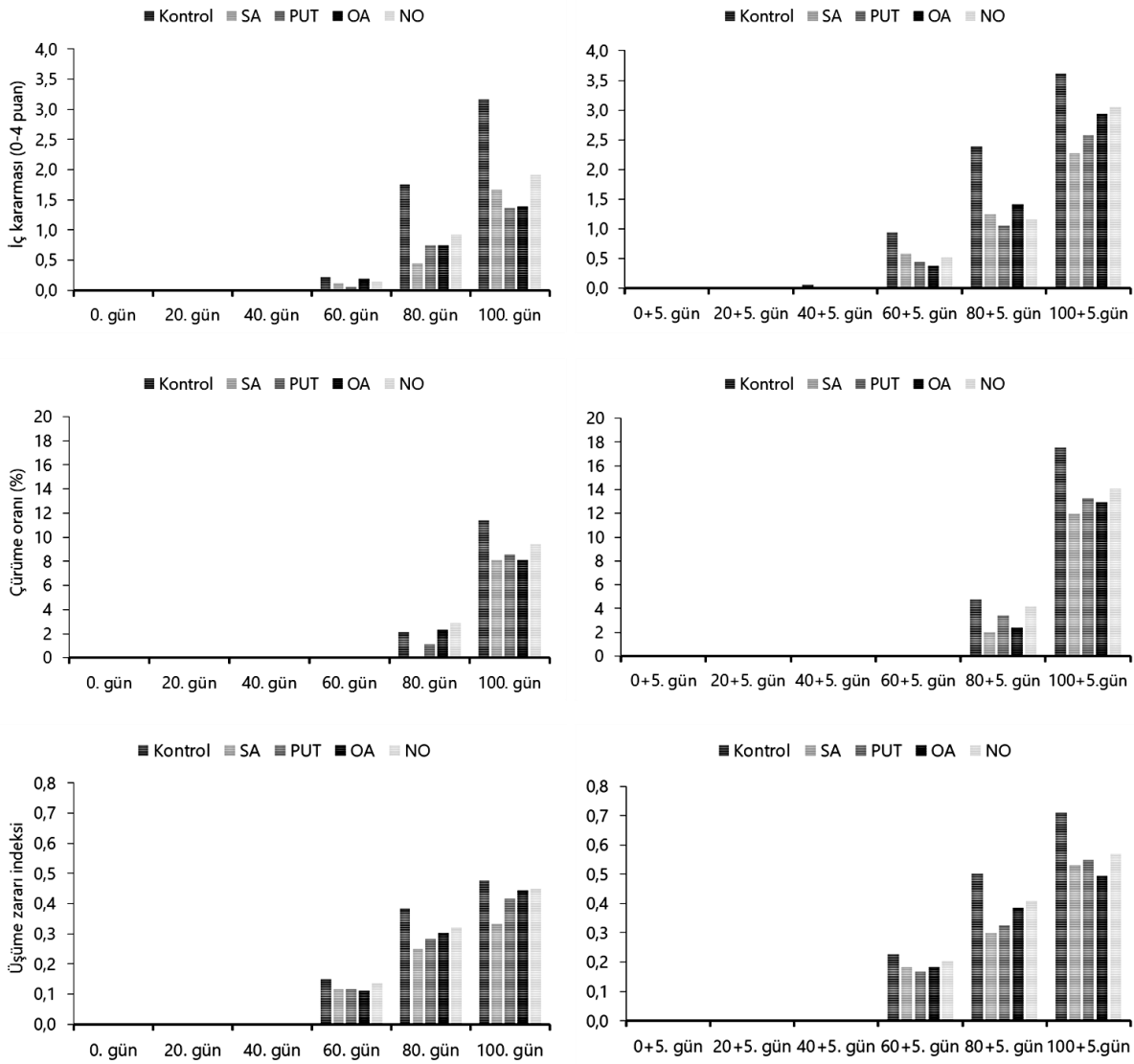
Üşüme zararı, hücre zarında hasara neden olmakta ve hücrenin bütünlüğünü bozmaktadır. Hücre hasarının en bilinen belirtileri arasında dokudaki renk değişimleri yer almaktadır (Garraway ve ark., 1989). PUT'un ise dışarıdan uygulanarak ürünlerin düşük sıcaklıklarda muhafazası boyunca hücrelerde elektrolit sızıntı ve et kahverengileşmesi ile yakından ilişkili olan membran geçirgenliğini koruduğu belirtilmiştir (Barman ve ark., 2011). Mevcut çalışmada da PUT'un üşüme zararı üzerine etkisinin bu şekilde olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca PUT uygulamalarının lipit peroksidasyonu üzerine olan olumlu etkisinden dolayı da üşüme zararını ve iç kararmasına etki edebileceği ifade edilebilir.

Çürümeler muhafazanın genellikle 80. gününden itibaren ortaya çıkmaya başlamış, 100. günde ise bütün uygulamalarda artmıştır. Muhafaza sonunda %11.37 olarak hesaplanan çürüme oranı ile K grubu en yüksek çürüme görülen uygulama olmuştur. Raf ömrü koşullarında ise çürümeler 80+5 gün sonra başlamış ve muhafazanın 100+5. gününde ise daha da artmıştır. Raf ömrü koşullarındaki çürüme oranları soğukta muhafazaya oranla fazla olmuştur. K grubuna göre diğer uygulamalar çürüme oranları azaltmıştır.

Çürümeler hem soğukta muhafaza hem de raf ömrü koşullarının ilk dönemlerinde ortaya çıkmamıştır. Depolamanın son iki döneminde, uzayan muhafaza süresine paralel olarak olgunluk ilerlemiş ve dokulardaki direnç azalmıştır. Dolayısı ile farklı etmenlere bağlı olarak muhafaza sonlarında çürümelerin meydana geldiği düşünülmektedir. Burada da SA'nın en etkili uygulama olduğu saptanmıştır. Nitekim Arıcı ve Yardımcı (2001) SA'nın hastalık ve zararlılara karşı ürünlerin savunma mekanizmasını geliştirdiğini, Amborabe ve ark. (2002) SA'nın fungusların gelişimine karşı direk olarak antifungal etki gösterebildiğini rapor etmişlerdir.



Şekil 1. Black Diamond erik çeşidinde depolamanın farklı günlerine ait görüntüler.
 Figure 1. The images of different storage days in plum cv. Black Diamond.



Şekil 2. Black Diamond erik çeşidinde soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince farklı uygulamaların iç karaması, çürüme oranı ve üşüme zararı indeksi üzerine etkileri.
 Figure 2. The effect of different treatments on internal browning, decay rate and chilling injury of plum cv. Black Diamond during cold storage and shelf life.

Çizelge 3. Black Diamond erik çeşidinde uygulamalar, depolama süresi ve bunların interaksiyonlarının bağımlı değişkenleri için ANOVA tablosu.

Table 3. ANOVA for dependent variables for treatments, storage time and their interactions for plum cv. Black Diamond.

Parametreler	Soğukta muhafaza			Raf ömrü		
	Dönem (D)	Uygulama (U)	D x U	D	U	D x U
İç kararması	**	**	**	**	**	**
Üşüme zararı indeksi	**	**	ÖD	**	**	**
Çürüme oranı	**	*	ÖD	**	**	ÖD
L*	**	**	ÖD	**	*	ÖD
Meyve kabuk rengi	C*	**	ÖD	**	*	ÖD
h°	**	*	ÖD	**	ÖD	ÖD
L*	**	*	ÖD	**	*	ÖD
Meyve et rengi	C*	**	ÖD	**	*	ÖD
h°	**	ÖD	ÖD	**	ÖD	ÖD

ÖD: Önemli değil, *: p<0.05, **: p<0.01.

SONUÇ

Eriklerde üşüme zararının en büyük belirtisi olarak bilinen iç kararması, Black Diamond çeşidinde soğukta muhafazada 60. günde, raf ömrü koşullarında ise 60+5. günde ortaya çıkmıştır. Üşüme zararı bulguları iç kararması bulguları ile paralellik göstermiş ve iç kararmasının ortaya çıktığı dönemlerde üşüme zararı bulguları da başlamıştır. Eriklerde az da olsa çürüme olmuş ve genellikle muhafazanın son iki döneminde ortaya çıkmıştır. Üşüme zararının, iç kararmasının ve çürüme oranının azaltılmasında en etkili uygulamanın SA olduğu saptanmıştır. PUT ile OA uygulamalarının ise genellikle benzer etkiler gösterdiği ve istatistik olarak çoğunlukla aynı grupta yer aldıkları görülmüştür. Sonuç olarak, deneme kullanılan bazı parametreler (özellikle üşüme zararı, iç kararması ve çürüme) incelendiğinde derim sonrası SA, PUT, OA ve NO uygulaması eriklerde K grubuna oranla kalite kayıplarının azaltılması bakımından muhafaza boyunca olumlu sonuçlar vermiştir.

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

- Ali, Z. M., Chin, L. H., Marimuthu, M., & Lazan, H. (2004). Low temperature storage and modified atmosphere packaging of carambola fruit and their effects on ripening related texture changes, wall modification and chilling injury symptoms. *Postharvest Biology and Technology*, 33(2), 181-192.
- Altıkardeş, E., Koyuncu, M. A., & Erbaş, D. (2018). Hıyarlarda salisilik asit uygulaması ile depolama Süresinin uzatılması ve kalite kayıplarının azaltılması. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(2), 143-150.
- Amborabe, B. E., Lessard, P. F., Chollet, J. F., & Roblin, G. (2002). Antifungal effects of salicylic acid and other benzoic acid derivatives towards eutypa lata, structure-activity relationship. *Plant Physiology and Biochemistry*, 40(12), 1051-1060.
- Ancı, Ş. A., & Yardımcı, N. (2001). Bitkilerde uyarılmış dayanıklılık. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1), 83-86.
- 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.
- Avcı, V. (2016). *Japon grubu (Prunus salicina L.) Black Amber erik çeşidinin muhafaza performansının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Awad, R. M. (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.
- Barman, K., Asrey, R., & Pal, R. K. (2011). Putrescine and carnauba wax pretreatments alleviate chilling injury, enhance shelf life and preserve pomegranate fruit quality during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 130(4), 795-800.
- Bayındır, D. (2011). *Angeleno erik çeşidinin normal, modifiye ve kontrollü atmosfer koşullarında depolanması*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

- Crisosto, C. H., Crisosto, G. M., Echeverria, G., & Puy, J. (2007). Segregation of plum and pluot cultivars according to their organoleptic characteristics. *Postharvest Biology and Technology*, 44(3), 271-276.
- Crisosto, C. H., Garner, D., Crisosto, G. M., & Bowerman, E., (2004). Increasing 'Blackamber' plum (*Prunus salicina* Lindell) consumer acceptance. *Postharvest Biology and Technology*, 34(3), 237-244.
- Çalhan, Ö. (2018). *Eşme ayva (Cydonia oblonga Mill.) çeşidinin derim sonrası fizyolojisi üzerine araştırmalar*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Davies, P. J. (1995). *Plant Hormones*. Kluwer Academic Publishers, Springer, Dordrecht.
- Daza, A., Garcia-Galavis, P. A., Grande, M. J., & Santamaria, C. (2008). Fruit quality parameters of 'Pioneer' japanese plums produced on eight different rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 118(3), 206-211.
- Diaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., 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.
- Diaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Guillen, F., Valverde, J. M., Valero, D., & Serrano, M. (2011). Modified atmosphere packaging of yellow and purple plum cultivars. 2. Effect on bioactive compounds and antioxidant activity. *Postharvest Biology and Technology*, 61(2-3), 110-116.
- Erbaş, D., & Koyuncu, M. A. (2016). 1-metilsiklopropen uygulamasının Angeleno erik çeşidinin depolanma süresi ve kalitesi üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 43-50.
- Erbaş, D., Onursal, C. E., & Koyuncu, M. A. (2015). Derim sonrası salisilik asit uygulamasının Aprikoz kayısı çeşidinin soğukta depolanması üzerine etkileri. *Meyve Bilimi*, 2(2), 50-57.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2019). FaoStat. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Erişim Tarihi: 30 Mayıs 2019.
- Garraway, M. O., Akhtar, M., & Wokoma, E. C. W. (1989). Effect of high temperature stress on peroxidase activity and electrolyte leakage in maize in relation to sporulation of bipolaris maydis race t. *Phytopathology*, 79(7), 800-805.
- Horvath, E., Szalai, G., & Janda, T. (2007). Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. *Journal of Plant Growth Regulation*, 26(3), 290-300.
- 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.
- Kant, K., Arora, A., Singh, V. P., & Kumar, R. (2013). Effect of exogenous application of salicylic acid and oxalic acid on post harvest shelf-life of tomato (*Solanum lycopersicon* L.). *Indian Journal of Plant Physiology*, 18(1), 15-21.
- Karaçalı, İ. (2009). Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama. Ege Üniversitesi Yayın No: 494, İzmir.
- Khan, A. S., Singh, Z., & Abbasi, N. A. (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.
- Koyuncu, M. A., Güneşli, A., Erbaş, D., Onursal, C. E., & Seçmen, T. (2018). Combined effects of MAP and postharvest salicylic acid treatment on quality attributes of dill (*Anethum graveolens* L.) bunches during storage. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(3), 340-348.
- Li, P., Zheng, X., Liu, Y., & Zhu, Y. (2014). Pre-storage application of oxalic acid alleviates chilling injury in mango fruit by modulating proline metabolism and energy status under chilling stress. *Food Chemistry*, 142, 72-78.
- Lu, X., Sun, D., Li, Y., Shi, W., & Sun, G. (2011). Pre-and post-harvest salicylic acid treatments alleviate internal browning and maintain quality of winter pineapple fruit. *Scientia Horticulturae*, 130(1), 97-101.
- 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.
- Majeed, R., & Jawandha, S. K. (2016). Enzymatic changes in plum (*Prunus salicina* Lindl.) subjected to some chemical treatments and cold storage. *Journal of Food Science and Technology*, 53(5), 2372-2379.
- Malik, A. U., & Singh, Z. (2005). Pre-storage application of polyamines improves shelf-life and fruit quality of mango. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 80(3), 363-369.
- Menniti, A. M., Gregori, R., & Donati, I. (2004). 1-methylcyclopropene retards postharvest softening of plums. *Postharvest Biology and Technology*, 31(3), 269-275.
- Özdemir, A. E., Toplu, C., Yıldız, E., & Akyol, H. (2012). Sıcak Su Uygulamalarının Jiro Trabzon Hurmalarında Üşüme Zararı ve Soğukta Muhafazaya Etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 67-78.

- Öztürk, B., Küçüker, E., Karaman, S., & Özkan, Y. (2012). The effects of cold storage and aminoethoxyvinylglycine (AVG) on bioactive compounds of plum fruit (*Prunus salicina* Lindell cv. 'Black Amber'). *Postharvest Biology and Technology*, 72, 35-41.
- Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M., & Valero, D. (2009). Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 53(3), 152-154.
- Singh, S. P., Singh, Z., & Swinny, E. E., (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.
- Tareen, M. J., Abbasi, N. A., & Hafiz, I. A. (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.
- Taylor, M. A. (1996). Internal disorders in South African plums. *Deciduous Fruit Grower*, 46, 328-335.
- Valero, D., Diaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Castillo, S., Guillén, F., Martínez-Romero, D., & Serrano, M. (2011). Postharvest treatments with salicylic acid, acetylsalicylic acid or oxalic acid delayed ripening and enhanced bioactive compounds and antioxidant capacity in sweet cherry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(10), 5483-5489.
- Vicente, A. R., Pineola, C., Lemonie, L., Civello, P. M., Martinez, G. A., & Chaves, A. R. (2005). UV-C treatments reduce decay, keep quality and alleviate chilling injury in pepper. *Postharvest Biology and Technology*, 35, 69-78.
- Wang, I., Chen, S., Kong, W., Li, S., & Archbuld, D. (2006). Salicylic Acid pretreatment alleviates chilling injury and affect the antioxidant system and heat shock proteins of peach during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 41(2006), 244-251.
- Wang, J., Pan, H., Wang, R., Hong, K., & Cao, J. (2016). Patterns of Flesh reddening, translucency, ethylene production and storability of 'Friar' plum fruit harvested at three maturity stages as affected by the storage temperature. *Postharvest Biology and Technology*, 121, 9-18.
- 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.
- Xue, X. J., Li, P. Y., Song, X. Q., Shen, M., & Zheng, X. L. (2012). Mechanisms of Oxalic acid alleviating chilling injury in harvested mango fruit under low temperature stress. *Acta Horticulturae Sinica*, 39(11), 2251-2257.
- Yu, L., Liu, H., Shao, X., Yu, F., Wei, Y., Ni, Z., Xu, F., & Wang, H. (2016). Effects of hot air and methyl jasmonate treatment on the metabolism of soluble sugars in peach fruit during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 113, 8-16.
- Zhang, D. D., Cheng, G. P., Li, J., Yi, C., Yang, E., & Qu, H. X., (2007). Effect of nitric oxide on disorder development and quality maintenance of plum stored at low temperature. *Acta Horticulture*, 804, 549-554.
- Zheng, X., & Tian, S. (2006). Effect of oxalic acid on control of postharvest browning of litchi fruit. *Food Chemistry*, 96(4), 519-523.
- Zheng, X., Tian, S., Meng, X., & Li, B. (2007). Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalic acid treatment during storage at room temperature. *Food Chemistry*, 104(1), 156-162.