

## Hasat Sonrası Benzo-Thiadiazol Karbotioik Uygulamalarının Kiraz Meyvesinde Muhafaza Performansı ve Fitokimyasal Maddeler Üzerine Etkisi

Banu Çiçek ARI<sup>1</sup>, Kenan YILDIZ<sup>2</sup>, Onur SARAÇOĞLU<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1578-8561>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3455-5146>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-8434-1782>

\*[onur.saracoglu@gop.edu.tr](mailto:onur.saracoglu@gop.edu.tr)

### ÖZET

Çalışmada, kiraz meyvelerine depolama öncesinde uygulanan BTH'nin depolama sürecindeki kalite değişimi ile toplam fenolik madde, antosiyanin ve antioksidan kapasitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada, BTH'nin iki farklı dozu (100 ve 200 ppm) uygulanmış ve 200 ppm daha etkili olacak şekilde her iki dozun da depolama sürecinde oluşan ağırlık kaybını azaltmada etkili olduğu tespit edilmiştir. Yirmi bir günlük depolama sonunda, 200 ppm BTH'nin asit içeriğinde önemli bir artışa SÇKM içeriğinde ise azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Depolamanın yedinci gününde yapılan ölçümlerde kontrol meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı, antosiyanin içeriği ile antioksidan kapasitesinde belirgin bir artış gözlenmiştir. Bu artış BTH uygulanan meyvelerde görülmemiştir. Depolamanın 14 ve 21. gününde belirlenen toplam fenolik madde miktarı ve antosiyanin içeriği ile antioksidan kapasitesi açısından kontrol ve BTH uygulamaları arasında önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır.

### Bahçe Bitkileri

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 10.09.2021

Kabul Tarihi : 05.04.2022

### Anahtar Kelimeler

Antosiyanin

Antioksidant

Benzo-Thiadiazol karbotioik

Depolama

Fenolik madde

## Effect of Post-Harvest Benzo-Thiadiazole Carbotioic Applications on Storage Performance and Phytochemicals in Sweet Cherry Fruit

### ABSTRACT

In the study, the effects of BTH applied to cherry fruits before storage on changes of the quality, total phenolic, anthocyanin and antioxidant capacity during the storage period were investigated. In the study, two different doses of BTH (100 and 200 ppm) were applied and it was determined that both doses were effective in reducing weight loss during storage, with 200 ppm being more effective. At the end of 21 days of storage, it was determined that 200 ppm BTH significantly increased acid content and decreased total soluble solid content. On the 7<sup>th</sup> day of storage, a significant increase was observed in total phenolic compounds, anthocyanin content and antioxidant capacity of control fruits. This increase was not observed in fruits treated with BTH. There were no significant differences between control and BTH applications in terms of total phenolic compounds and anthocyanin content and antioxidant capacity determined on the 14<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> days of storage.

### Horticulture

### Research Article

### Article History

Received : 10.09.2021

Accepted : 05.04.2022

### Keywords

Antioxidant

Anthocyanin

Benzo-Thiadiazole Carbotioic

Phenolic

Storage

**Atıf Şekli:** Arı BÇ, Yıldız K, Saraçoğlu O 2022. Hasat Sonrası Benzo-Thiadiazol Karbotioik Uygulamalarının Kiraz Meyvesinde Muhafaza Performansı ve Fitokimyasal Maddeler Üzerine Etkisi . KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (Ek Sayı 2): 411-420. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.983978>

**To Cite :** Arı BÇ, Yıldız K, Saraçoğlu O 2022. Effect of Post-Harvest Benzo-Thiadiazole Carbotioic Applications on Storage Performance and Phytochemicals in Sweet Cherry Fruit. KSU J. Agric Nat 25 (Suppl 2): 411-420. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.983978>

### GİRİŞ

Sağlık konusunda bilinç düzeyinin artması, bütün dünyada tüketici tercihlerini etkileyen kalite faktörlerinde önemli değişmelere yol açmıştır. Özellikle gelişmiş ülkelerde meyve kalitesi, sadece tat ve dış görünüşle değil, aynı zamanda meyvenin

içerdiği olduğu sağlık açısından ilave faydalar sağlayan bioaktif madde miktarı ile ölçülmektedir (Wang, 2006). Bu anlamda kiraz gerek tat ve çekici rengi gerekse de yüksek antioksidan içeriği ile tüketici talebinin her geçen gün artış gösterdiği bir üründür (Wani ve ark., 2014; Öztürk ve ark., 2019).

Yüksek oranda antioksidan içeriğinden dolayı, kiraz meyvesinin sağlıklı bir yaşam sürdürme ve bazı hastalıklara karşı korunmada etkili olduğunu bildiren araştırma sonuçları bulunmaktadır (Yılmaz ve ark., 2009; Yoo ve ark., 2010). Kirazın önemli bir fenolik madde kaynağı olduğu, fenolik madde içeriğinin çilek, kırmızı kuş üzümü ve kırmızı ahududu meyveleri ile benzer düzeyde, maviyemiş gibi koyu renkli meyvelerinkinden ise daha düşük düzeyde olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Jakobek ve ark., 2007; Jakobek ve ark., 2009).

Daha iyi beslenme ve sağlıkla ilgili kaygılar, biyoaktif madde içeriği yüksek yeni tür ve çeşit arayışı yanında, hâlihazırda, tat ve aroması ile tüketicilerin beğenisini kazanmış meyvelerin biyoaktif madde içeriğini artırmaya yönelik ya da hasattan sonra besin değerinin en iyi şekilde korunmasına yönelik depolama çalışmalarına olan ilgiyi artırmıştır.

Bitkilerin patojenlere karşı dayanıklılığını artırmak amacıyla yapılan bazı uygulamaların bitkide polifenol sentezini artırdığının tespit edilmesinden sonra, yüksek fenolik madde içeriğine sahip bitki elde etmek için alternatif bir yol gündeme gelmiştir. Yüksek veya düşük sıcaklık, ultraviyole veya gama ışınları gibi fiziksel uyarıcılar ile çitosan (chitosan), benzo-thiadiazole, harpin, ve 1-metilsiklopropane gibi kimyasal uyarıcıların polifenol sentezini uyardığına dair bulgular bulunmaktadır (Cantos ve ark., 2003; Obradovic ve ark., 2004; Liu ve ark., 2005; Ağlar ve ark., 2016). Bunların dışında jasmonik asit, metil jasmonat ve benzo-thiadiazole karbotik asidin (BTH) farklı meyve türlerinde toplam fenolik madde içeriğini etkilediği bildirilmiştir (Hukkanen ve ark., 2007; Belhadj ve ark., 2008; Cao ve ark., 2010; 2011; Öztürk ve ark., 2013; Saraçoğlu ve ark., 2017).

BTH depolama sürecinde taze meyve ve sebzelerde önemli bir sorun olan çürümelere karşı fungusitlere alternatif bir uygulama olarak gündeme gelmiştir (Buonaurio ve ark., 2002). Bu gelişme düzenleyicinin sistemik kazanılmış dayanıklılık mekanizmasını teşvik ederek meyvelerin dayanıklılığını artırdığı ileri sürülmektedir. (Benhamou ve Belanger, 1998). BTH'nin bitkide dayanıklılık mekanizmasında önemli bir yere sahip olan fenolik madde sentezinde de etkili olabileceği düşünülerek bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Nitekim bazı çilek çeşitleri ile yapılan çalışmalarda hasat sonrası BTH uygulamasının fenolik madde birikimini ve meyvelerin antioksidan aktivitesini artırdığı kaydedilmiştir (Hukkanen ve ark., 2007; Cao ve ark., 2010; 2011).

Yukarıda verilen bilgileri ışığında, bu çalışmada gerek iç pazar gerekse dış pazar için önemli bir ürünümüz olan 0900 Ziraat kiraz çeşidine ait meyvelere uygulanan BTH'nin depolama sürecinde meyve kalitesine etkisini incelemek, bunun yanında uygulamanın fenolik madde içeriği ve antioksidan

aktivite üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOD

### Örnekleme Yöntemi

Araştırmada Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde bulunan, kurulumu 2008 yılında '0900 Ziraat/Gisela 5 çeşit-anaç kombinasyonu üzerinde 2018 büyüme döneminde elde edilen meyveler kullanılmıştır. Hasat edilen meyvelerden homojen renklenmiş, yeknesak büyüklükte, herhangi bir hasar görmemiş, sağlıklı ve kusursuz olanlar seçilerek, plastik ambalajlara istiflenmiş ve meyveler derhal -5 ile +10 C' ye kadar muhafaza olanağı sunan, aynı zamanda nem kontrolü yapılabilen, 25 m<sup>3</sup> hacme sahip soğuk hava deposuna transfer edilmiştir. Soğuk hava deposunda bir gün süreyle ön soğutmaya tabi tutulmuş, bu süre sonunda laboratuvara getirilen meyveler 1000 gramlık polipropilen plastik kutulara yerleştirilmiştir. Her bir grupta 12 adet kutu olacak şekilde meyveler üç gruba ayrılmıştır. Birinci gruba 100 ppm, ikinci gruba 200 ppm BTH uygulaması daldırma yöntemi ile yapılmıştır. Üçüncü grup meyveler kontrol olarak bırakılmış ve sadece su ile muamele edilmiştir. Uygulama sonrası meyveler kurumaları için 20 dakika bekletilmiş, daha sonra meyveler 1 °C ve % 90±5 oransal nem koşullarında 21 gün boyunca depolanmıştır. Depolamanın 0, 7, 14 ve 21. gününde örnekler alınarak gerekli analizler yapılmıştır. Deneme tam şansa bağlı tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Buna göre her bir örnekleme tarihinde, her bir uygulama için, tekerrür başına 1 paket olacak şekilde 3 paket alınarak analizler yapılmıştır. Denemede her bir örnekleme dönemi için aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.

### Laboratuvar analizleri

#### Ağırlık Kaybı, Meyve Kabuk Rengi, Suda Çözünabilir Kuru Madde, Titrasyon Asitliği ve pH

Farklı örnekleme tarihlerinde ağırlık kayıpları belirlenmiştir. Kümülatif ağırlık kayıpları her bir muhafaza döneminde örnek kapları üç tekerrürlü olarak tartılarak, güncel ağırlıklar orijinal ağırlığa oranlanarak yüzde olarak ifade edilmiştir. Meyve kabuk rengi CIE L\*, a\* ve b\* cinsinden bir renk ölçer (Minolta, model CR-400, Tokyo, Japonya) kullanılarak her bir analiz döneminde, her bir tekerrürde 20 meyvenin ekvatorial kısmından bir ölçüm yapılarak belirlenmiştir. Belirlenen a ve b değerlerinden kroma değeri ( $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$ ) ve hue açısı değerleri ( $h^\circ = \tan^{-1} \times b/a$ ) hesaplanmıştır (McGuire, 1992). Her tekerrürde 10 meyve elle sıkılarak meyve suları çıkarılmış daha sonra dijital refraktometre (PAL-1, McCormick Fruit Tech. Yakima, ABD) ile SÇKM değerleri % briks olarak ölçülmüştür. Titrasyon asitliği değerini belirlemek

için elde edilen meyve püresi örneğinden alınan 10 mL'lik örnek 10 mL saf su ile seyreltikten sonra pH 8.1 değerine ulaşana kadar 0.1 mol L<sup>-1</sup>sodyum hidroksit (NaOH) ile titre edilmiş ve titrasyonda harcanan NaOH miktarı esas alınarak malik asit cinsinden (g malik asit 100 mL<sup>-1</sup>) ifade edilmiştir. Homojenizatörde püre hale getirilen meyvelere pH-metre ile doğrudan cam elektrot daldırılarak pH ölçülmüştür.

### Toplam Fenolik Madde, Toplam Antosiyanin İçeriği ve Toplam Antioksidan Kapasitesi

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu (Singleton ve Rossi,1965) yöntemine göre yapılmıştır. Bu amaçla, homojenize edilen püre aseton, su ve asetik asit (70:29.5:0.5) çözeltisi kullanılarak bir saat boyunca tüpler içerisinde ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Folin-Ciocalteu's kimyasalı ve saf su karıştırılarak 8 dakika bekletilmiştir. Sonra %7'lik sodyum karbonat ilave edilmiştir. İki saat inkübasyondan sonra mavimsi bir renk alan çözeltinin absorbansı spektrofotometrede 750 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Sonuçlar gallik asit cinsinden µg gallik asit eşdeğer/g taze meyve olarak hesaplanmıştır.

Meyvedeki toplam antosiyanin tayini, pH farkı metodu kullanılarak yapılmıştır (Giusti and Wrolstad 2005). Ekstraktlar pH 1.0. ve 4.5 çözeltiler hazırlanarak 520 ve 700 nm dalga boylarında ölçülmüştür. Toplam antosiyanin miktarı (molar extinction coefficient of 26900 siyanidin 3-glikozit) absorbanslar [(A520–A700) pH 1.0 - (A520–A700) pH 4.5] µg antosiyanin /g kuru madde olarak hesaplanmıştır.

Meyvelerin antioksidan kapasiteleri için (Saracoglu, 2018) 7 nm ABTS (2,2'-Azino-bis 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 2,45 mM

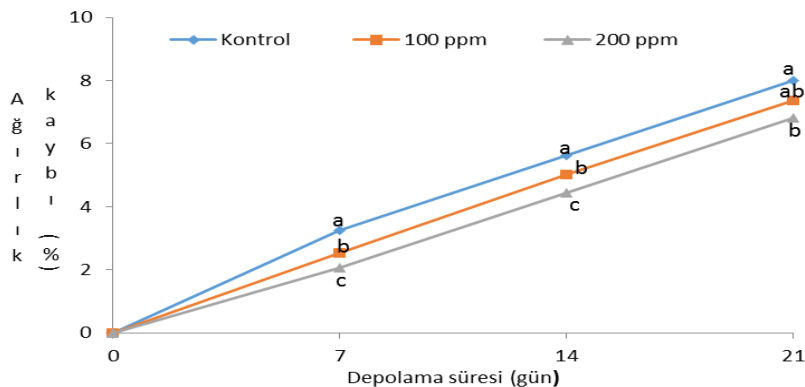
potasyum bisülfat ile karıştırılarak karanlık ortamda 12-16 saat bekletilmiştir. Daha sonra bu solüsyon 20 mM sodium asetat (pH4.5) bafırı ile spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda 0,700±0,01 absorbans olacak şekilde sadeleştirilmiştir. Nihayetinde 30 µL ekstrakt 2.97 mL hazırlanan bakır karıştırılarak absorbance 10 dakika sonra spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerleri Trolox (10–100 µmol/L) standart eğim çizelgesi ile hesaplanarak µmol Troloks eşdeğeri/g yaş ağırlık olarak sunulmuştur.

### İstatistik Analizler

Deneme tam şansa bağlı tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Buna göre her bir örnekleme tarihinde, her bir uygulama için, tekerrür başına 1 paket olacak şekilde 3 paket alınarak analizler yapılmıştır. Veriler varyans analizi ile analiz edildikten sonra uygulama ortalamaları arasındaki farkların önem düzeyi Tukey testi ile belirlenmiştir. Bütün istatistik analizler SAS paket programı kullanılarak yapılmıştır.

### BULGULAR

Kiraz meyvelerinin ağırlık kaybı bütün uygulamalarda depolanma sürecinde düzenli bir artış göstermiştir. İlk ölçümün yapıldığı 7. günde kontrol meyvelerindeki ağırlık kaybı %3.25±0.09 iken, on dördüncü günde %5.62±0.18, yirmi birinci günde ise %8.01±0.19'a kadar çıkmıştır. BTH'nın her iki dozu da ağırlık kaybını azaltmıştır. Depolamanın son günü olan 21. günde yapılan ölçümlerde 100 ppm BTH uygulanan meyvelerin ağırlık kaybı %7.37±0.15 iken, 200 ppm BTH uygulamasında bu değer %6.82±0.14 olarak ölçülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. 0900 kiraz çeşidinde, depolama sürecinde oluşan ağırlık kayıpları üzerine BTH uygulamalarının etkisi.  
Figure 1. The effect of BTH applications on weight loss during storage in 0900 cherry cultivar.

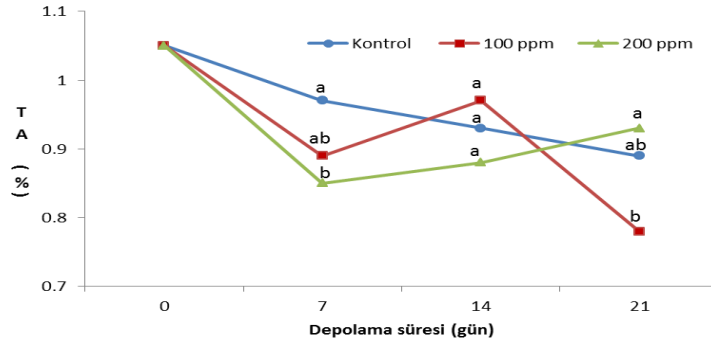
Depolama sürecinde kontrol meyvelerinin titre edilebilir asit içeriğinde düzenli bir azalma gözlenmiştir. Depo başlangıcında % 1.05±0.03 olarak

ölçülen asitlik değeri 21 günlük depolama sonunda %0.89±0.03'e düşmüştür. BTH uygulamalarında ise TA'nın değişimi depolama sürecinde dalgalı bir seyir izlemiştir. Depolamanın 7. gününde 100 ve 200 ppm

BTH uygulanan meyvelerin asit içeriğinde depolama başlangıcına kıyasla düşüş gözlenmiştir. 100 ppm BTH uygulamasında 14 günde artan asitlik 21. günde tekrar azalmıştır. 21 günlük depolama sonunda 100 ppm BTH uygulanan meyvelerin asit içeriği (%0.78±0.05) kontrol meyvelerine kıyasla daha düşük bulunurken 200 ppm uygulaması (%0.93±0.02) ile kontrol arasındaki fark önemsiz çıkmıştır (Şekil 2).

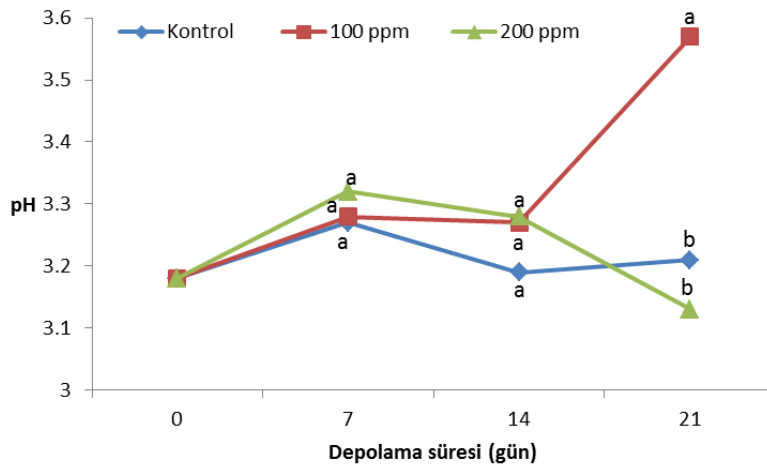
Depolama sürecinde 14. güne kadar uygulamalar arasında pH değeri açısından belirgin bir farklılık

ortaya çıkmamıştır. Depolamanın son günü olan 21. günde ise 100 ppm BTH uygulanan meyvelerin pH değerinde, diğer uygulamalara kıyasla, belirgin bir artış olduğu tespit edilmiştir. (Şekil 3). Bu dönemde yapılan ölçümlerde, kontrol ve 200 ppm uygulamasında sırasıyla 3.21±0.01 ve 3.13±0.02 olan pH değeri 100 ppm de 3.6±0.17 olarak tespit edilmiştir. Kontrol meyveleri ile BTH uygulamaları arasındaki fark, istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.



Şekil 2. BTH uygulamalarının depolama sürecinde,0900 Ziraat çeşidine ait meyvelerin titre edilebilir asit içeriğindeki değişim üzerine etkisi.

Figure 2. The effect of BTH applications on the change in titratable acid content of 0900 Ziraat fruits during the storage period.



Şekil 3. Farklı dozlarda BTH uygulanmış 0900 Ziraat meyvelerinin depolama sürecindeki pH değişimi.

Figure 3. The pH change of 0900 Ziraat fruits applied at different doses during the storage period.

Hiçbir uygulama yapılmadan depolanan kontrol meyvelerinin SÇKM değerleri depolama sürecinin 7 ve 14. gününde bir miktar artmış, 21. günde ise tekrar azalarak başlangıçtaki seviyesine düşmüştür. BTH uygulamalarında ise dalgalı bir seyir izlemiştir. 14. günde 100 ppm BTH uygulanmış meyvelerin SÇKM içeriği ile kontrol meyvelerinin SÇKM içeriği benzer seviyede iken 200 ppm BTH uygulamasının SÇKM değerinde belirgin bir azalmaya neden olduğu görülmüştür. 21. günde ise SÇKM içeriği üzerine 200 ppm BTH uygulamasının etkisi önemsiz bulunurken, 100 ppm BTH uygulamasından kaynaklanan önemli

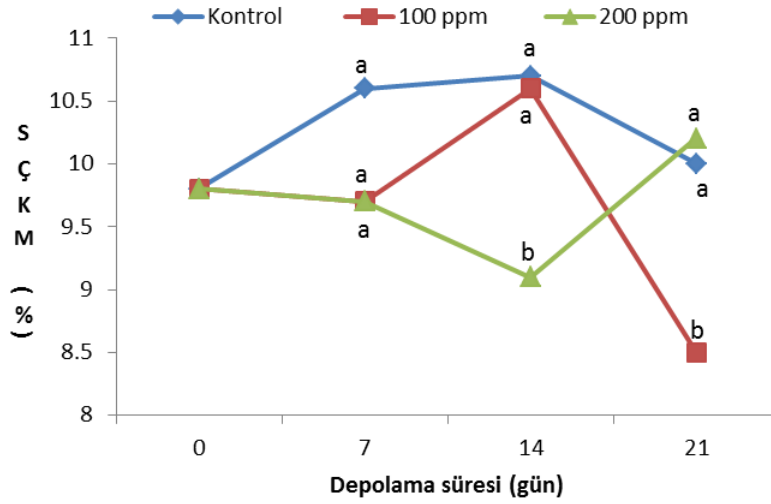
bir azalma tespit edilmiştir. 21 günlük depolama sonunda kontrol ve 200 ppm BTH uygulanan meyvelerin SÇKM içeriği sırasıyla %9.97±0.63 ve %10.2±0.65 iken 100 ppm BTH uygulanmış meyvelerde bu değer %8.5±0.68'e düşmüştür (Şekil 4).

Depolama öncesi 2.66±0.49 µg siy-3-gli gta<sup>-1</sup> olarak ölçülen toplam monomerik antosiyanin miktarı, depolamanın 7. gününde kontrol meyvelerinde 7.71±0.44 µg siy-3-gli gta<sup>-1</sup> kadar çıkarken, 100 ve 200 ppm BTH uygulanan meyvelerde sırasıyla 2.58±0.46 ve 3.82±0.64 µg siy-3-gli gta<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Daha sonraki günlerde ölçülen antosiyanin miktarı

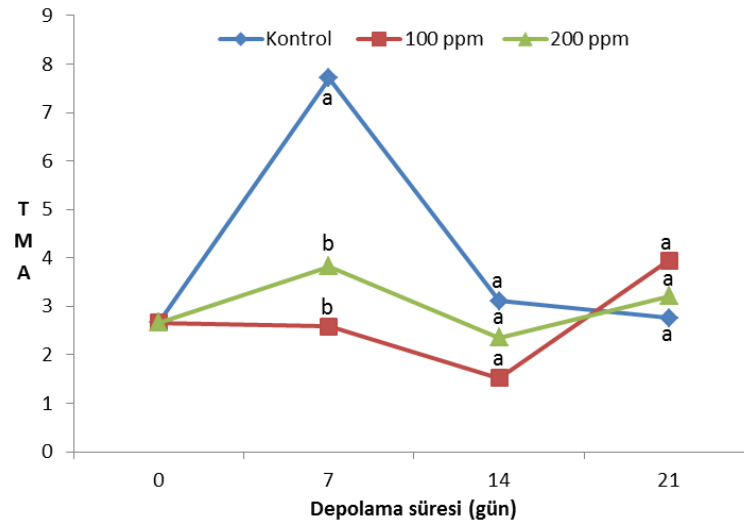


açısından kontrol ile BTH uygulamaları arasında belirgin bir farklılığın ortaya çıkmadığı belirlenmiştir. Depolamanın son günü olan 21. günde kontrolde

$2.76 \pm 0.68 \mu\text{g syi-3-gli gta}^{-1}$ , 100 ve 200 ppm BTH uygulamalarında sırasıyla  $2.95 \pm 1.71$  ve  $3.21 \pm 0.47 \mu\text{g syi-3-gli gta}^{-1}$  antosiyanin bulunmuştur.



Şekil 4. Farklı dozlarda BTH uygulanmış 0900 Ziraat meyvelerinin depolama sürecindeki SÇKM değişimi.  
Figure 4. The change in SSC of 0900 Ziraat fruits applied at different doses during the storage period.



Şekil 5. Farklı dozlarda BTH uygulanmış 0900 Ziraat meyvelerinin depolama sürecindeki toplam antosiyanin ( $\mu\text{g syi-3-gli gta}^{-1}$ ) içeriğindeki değişimler.  
Figure 5. Changes in the total anthocyanin ( $\mu\text{g cy-3-glu/g ta}$ ) content of 0900 Ziraat fruits applied at different doses during the storage period.

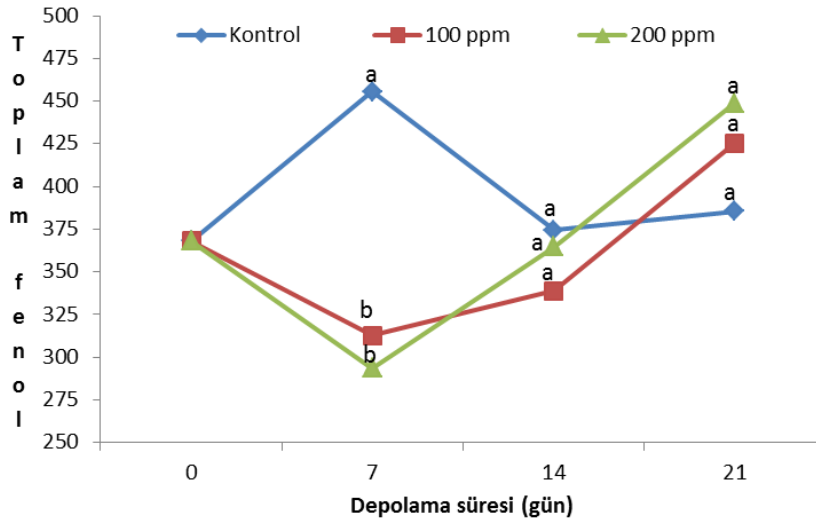
Toplam fenolik madde içeriğinde, antosiyanin içeriğindeki değişime benzer bir seyir gözlenmiştir. Depolamanın 7. günde kontrol meyvelerinin fenolik madde içeriği artarken, BTH uygulanan meyvelerin fenolik madde içeriğinde azalma görülmüştür. Bu değişim sonucunda 7. günde kontrol meyvelerinde ölçülen toplam fenolik madde miktarı BTH uygulamasında ölçülenden önemli derecede daha yüksek çıkmıştır. Meyvelerin toplam fenolik madde içeriği depo başlangıcında  $368.15 \pm 7.4 \mu\text{g GAE/g ta}$  iken bir haftalık depolama sonunda yapılan ölçümlerde kontrol meyvelerinde  $455.41 \pm 48.9 \mu\text{g GAE/g ta}$ , 100 ve 200 ppm BTH uygulanmış meyvelerde sırasıyla  $312.57 \pm 5.9$  ve  $293.67 \pm 16.4 \mu\text{g}$

GAE/g ta olarak ölçülmüştür. Hem 14. hem de 21. günde yapılan ölçümlerde kontrol ve BTH uygulamalarında toplam fenolik madde içeriği benzer seviyelerde bulunmuş ve aradaki farklar istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

TEAC cinsinden ölçülen antioksidan kapasiteleri incelenmiş ve sonuçlar Şekil 7'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi bir hafta depolama sonunda kontrol meyvelerinin antioksidan kapasitesinde belirgin bir artış görülmüştür. Depolama başlangıcında  $0.78 \pm 0.09 \mu\text{mol TE/g ta}$  olarak belirlenen antioksidan kapasitesi 7 günlük depolama sonunda  $1.5 \pm 0.04 \mu\text{mol TE/g ta}$  değerine ulaşmıştır. 14. günde ise tekrar azalarak BTH uygulanan meyvelerle benzer

seviyelere ( $0.77 \pm 0.11$ ) inmiştir. 21 gün depoda bekletilen meyvelerin antosiyanin kapasiteleri kontrol, 100 ve 200 ppm BTH uygulamalarında sırasıyla  $0.86 \pm 0.11$ ,  $1.02 \pm 0.13$  ve  $0.96 \pm 0.07$   $\mu\text{mol TE/g}$

ta olarak ölçülmüştür (Şekil 7). 21 günde belirlenen bu değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

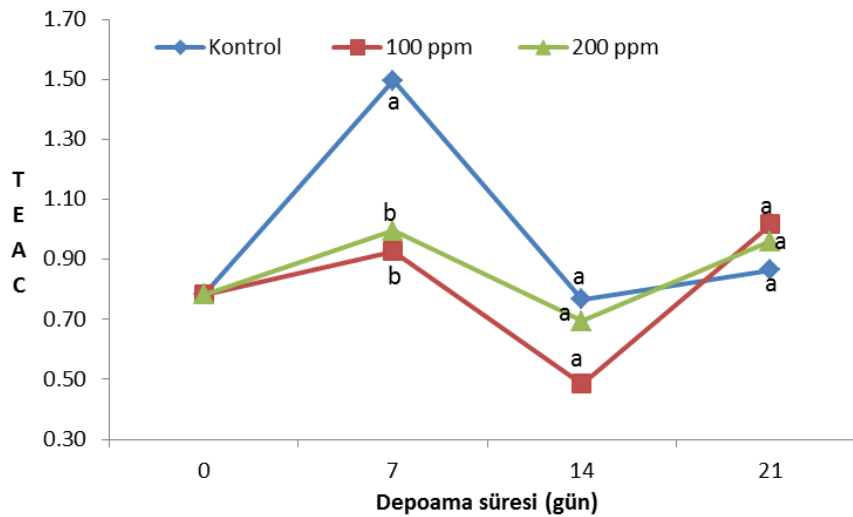


Şekil 6. Farklı dozlarda BTH uygulanmış 0900 Ziraat meyvelerinin depolama sürecindeki toplam fenolik madde ( $\mu\text{g GAE/g ta}$ ) içeriğindeki değişimler.

Figure 6. Changes in total phenol ( $\mu\text{g GAE/g ta}$ ) content of 0900 Ziraat fruits applied at different doses during storage.

Yapılan ölçümlerde renk parametrelerinde depolama sürecinde bazı önemli değişimler gözlenmekle birlikte hem L hem hue açısı değeri hem de kroma değerinde uygulamalardan kaynaklanan önemli bir farklılık tespit edilememiştir. L değeri kontrol meyvelerinde 14. güne kadar yükseliş göstermiş 21. günde ise tekrar azalmıştır. Her iki BTH uygulamasında da 14

ve 21. günde belirlenen L değeri depolama başlangıcında belirlenen L değerine göre önemli derecede yüksek bulunmuştur. Depolamanın sonunda kontrol, 100 ve 200 ppm BTH uygulamalarında sırasıyla  $25.2 \pm 0.8$ ,  $25.8 \pm 1.0$  ve  $24.8 \pm 0.7$  olacak şekilde birbirine oldukça yakın değerler elde edilmiştir.



Şekil 7. Farklı dozlarda BTH uygulanmış 0900 Ziraat meyvelerinin depolama sürecindeki antioksidan kapasiteleri (TEAC:  $\mu\text{mol TE/g ta}$ ).

Figure 7. Antioxidant capacities (TEAC:  $\mu\text{mol TE/g ta}$ ) of 0900 Ziraat fruits applied at different doses during storage.

Hem kontrol hem de BTH uygulanmış meyvelerin kroma değerlerinde depolama süreci uzadıkça azalma eğilimi göstermiştir (Çizelge 1). Kontrol meyvelerinde

depolama başlangıcında  $33.9 \pm 0.2$  olarak tespit edilen kroma değeri 21 günlük depolama sonunda  $26.6 \pm 0.6$ 'ya düşmüştür. 100 ppm BTH uygulandıktan

sonra depolanan meyvelerin kabuk rengine ait kroma değerinde de depolama sürecinde azalma yönünde bir eğilim belirlenmekle birlikte bu değişim istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. 200 ppm uygulamasında 14. güne kadar azalan kroma değerinde 21. günde bir miktar artış gözlenmiş görülmüştür.

Hue değerlerinde de depolama süresine bağlı olarak her üç uygulamada da azalma eğilimi görülmüştür.

Çizelge 1. BTH uygulamalarına bağlı olarak depolama sürecinde 0900 Ziraat meyvelerinin kabuk rengine ait L, kroma ve hue değerlerindeki değişimler

Table 1. Changes in the L, chroma and hue values of the skin color of 0900 Ziraat fruits during the storage process depending on BTH applications

Renk parametreleri	Uygulama	Depolama süresi			
		0	7	14	21
L	Kontrol	21.1±1.1 b	23.5±0.3 b	29.0±1.7 a	25.2±0.8 ab
	100 ppm BTH	21.1±1.1 b	23.1±1.1 ab	25.6±0.6 a	25.8±1.0 a
	200 ppm BTH	21.1±1.1 b	23.8±0.8 ab	27.2±0.4 a	24.8±0.7 a
Kroma	Kontrol	33.9±0.2 a	30.2±1.1 ab	26.3±1.1 c	26.6±0.6 bc
	100 ppm BTH	33.9±0.2 a	34.0±1.6 a	30.1±1.1 a	28.9±2.0 a
	200 ppm BTH	33.9±0.2 a	33.2±0.4 a	25.2±2.3 b	28.5±1.2 ab
Hue	Kontrol	14.7±0.5 a	13.3±0.3 ab	12.3±0.2 b	12.5± 0.5 b
	100 ppm BTH	14.7±0.5 a	14.7±0.3 a	13.4±0.6 a	13.7±1.6 a
	200 ppm BTH	14.7±0.5 a	14.9±0.9 a	14.4±1.7 a	13.1±0.9 a

\*Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar Tukey çoklu karşılaştırma testine göre önemli değildir(p<0.05).

\*The difference between the means indicated with the same letter on the same row is not significant according to the Tukey test (p<0.05).

## TARTIŞMA

Meyve kabuğunun difüzyona karşı direncinin düşük olması nedeni ile kirazda ağırlık kaybının diğer ürünlerden daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Crisosto, 1992). Benzer durum bu çalışmada da gözlenmiş olup, herhangi bir uygulama yapılmadan 1 C° sıcaklık % 90 oransal nem koşullarında depolanan kontrol meyvelerinde 21. günün sonunda % 8 civarında ağırlık kayıpları ortaya çıkmıştır. Kiraz üzerine yapılan önceki çalışmalarda, depo koşullarına ve uygulanan tekniklere bağlı olarak farklı oranlarda ağırlık kayıpları rapor edilmekle birlikte genel olarak yapılan çalışmada elde edilen sonuca benzer düzeylerde ağırlık kayıplarının olduğu belirlenmiştir (Çavuşoğlu ve ark., 2018; Koyuncu ve ark., 2018). Yaşar (2017) 0900 Ziraat çeşidinde salisilik asit uygulamasının ağırlık kaybını azalttığını bildirmiştir. Benzer şekilde, bu çalışmada da bir salisilik asit analogu olduğu bildirilen BTH uygulaması ile ağırlık kaybının azaltılabileceği belirlenmiştir.

Meyvelerin asit içeriği, pH değeri ve toplam suda çözünür (SÇKM) kuru madde içerikleri birer olgunluk parametresi olması yanında tat ve aromayı belirleyen özellikler olduğundan depolama sürecinde bu özelliklerin değişimi her zaman bilinmek istenir. Yapılan BTH uygulamaları, asit içeriğinde ölçüm tarihine bağlı olarak bazı önemli farklılıklar ortaya çıkarmasına rağmen, çalışmadan elde edilen

Bu azalma kontrol meyvelerinde önemli bulunurken 100 ve 200 ppm BTH uygulamalarındaki değişimler önemsiz çıkmıştır (Çizelge 1). Depolama başlangıcında 14.7±0.5 olarak ölçülen hue değeri 21 günlük depolama sonunda kontrol meyvelerinde 12.5± 0.5'e, 100 ppm BTH uygulanan meyvelerde 13.7±1.6 ve 200 ppm BTH uygulanan meyvelerde ise 13.1±0.9 olarak tespit edilmiştir.

bulgularla BTH'nın kiraz meyvelerinin depolama sürecindeki titrasyon asitliği ve SÇKM içeriği üzerine kararlı bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur. Huan ve ark (2021), erik meyveleri üzerine yaptıkları çalışmada muhafaza süresi boyunca titrasyon asitliği ve SÇKM değerlerinde net bir trend tespit edilemediğini ifade etmiş, benzer sonuçlar Li ve ark (2015) tarafından kavun üzerine yapılan çalışmada da belirlenmiştir.

Çilekte yapılan bir çalışmada, 0.2 g/L BTH çözeltisine batırıldıktan sonra depolanan meyvelerin antosiyanin içeriğinde depolamanın ikinci gününde belirgin bir artışın olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada, antosiyanin sentezinde görev alan bazı enzim aktiviteleri de incelenmiş ve depolamanın erken dönemlerinde (0-6 gün) BTH bu enzimlerin aktivitesini teşvik ettiği belirlenmiştir. Araştırmacılar BTH'nın antosiyanin içeriğini artırıcı yöndeki etkisinin bu enzimlerin aktivitesindeki artıştan kaynaklanabileceği ileri sürmüşlerdir (Cao ve ark., 2010). Kiraz meyveleri ile yapılan bu çalışmada ise 100 ve 200 ppm BTH kullanılmış ve depolamanın 7, 14 ve 21. gününde yapılan ölçümlerde antosiyanin içeriğinde BTH uygulamasından kaynaklanan önemli bir artış belirlenememiş tam tersine 7 günde kontrole kıyasla azalma olduğu saptanmıştır. Bu durum çilek ve kiraz meyvelerinin BTH uygulamalarına tepkilerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği

gibi ölçüm tarihlerinin farklı olmasından da kaynaklanmış olabilir. Çilekte yapılan çalışmada depolamanın 2 gününden başlanarak 2 gün aralıklarla 10 gün boyunca ölçümler yapılmasına karşın bu çalışmada ilk örnekler depolamanın 7. gününde alınmış ve ölçümler 1 hafta aralıklarla yapılmıştır.

Hormon benzeri etkileri olan salisilik asidin bir analogu olan BTH'nın, bitkilerde sistemik kazanılmış dayanıklılık (SAR) yolunu başlatarak viral, bakteriyel ve fungal hastalıklara karşı bitki direncini artırdığı belirlenmiştir (Benhamou ve Belanger, 1998). Savunma sisteminin başlatılması bazı sinyal molekülleri ve bileşiklerin teşvik edilmesi ile ilişkili olup bunlardan birisi de fenolik maddelerdir. Hukkanen ve ark (2007), çilekte BTH uygulamasının, serbest ve hücre duvar materyallerine bağlı fenolik madde birikimini artırarak külemeye karşı meyvelerin direncini artırdığını tespit etmiştir. Bu çalışmada ise depolama öncesi uygulanan BTH'nın 21. günlük depolama sürecinde kiraz meyvelerinin toplam fenolik madde içeriğinde beklediği şekilde bir artışa neden olmamıştır. Literatür bulgularının aksine depolamanın 7. gününde kontrol meyvelerinin toplam fenolik madde içeriği BTH uygulanan meyvelerin toplam fenolik madde içeriğinden daha yüksek bulunmuştur. Bu farklı sonuç uygulama zamanında meyvenin olgunluk safhasının yada uygulamadan sonraki örnekleme sürelerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Meyvelerde BTH uygulamalarının meyve kalitesi üzerine etkileri ile ilgili sınırlı sayıda çalışma vardır. Çilekte yapılan birkaç çalışmada hasattan sonra uygulanan BTH uygulamasının meyvelerin toplam fenolik madde ve antosiyanin sentezini teşvik ettiği buna bağlı olarak da antioksidan kapasitelerinde artışa neden olduğu bildirilmiştir (Hukkanen ve ark., 2007; Coa ve ark., 2010; 2011). Bu çalışmada ise hem toplam fenolik madde miktarı hem antosiyanin içeriğinde hem de meyvelerin antioksidan kapasitesinde BTH uygulamasından kaynaklanan önemli bir artış görülmemiştir. Çalışma ile benzer şekilde bazı meyve ve sebzelerde fitokimyasal maddelerde net bir değişim gözlenememiş olup muhafaza süresince değişkenlikler meydana gelmiştir (Hafez, 2010; Lin ve ark., 2011). Bazı araştırmacılar elde edilen sonuçların farklı türlerde meyve kabuk farklılıklarından kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir (Huan ve ark., 2021).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

İnsan sağlığı açısından biyoaktif maddelerin öneminin anlaşılmasında sonra, biyoaktif madde içeriği açısından zengin, antioksidan kapasitesi yüksek ürünlere ve ürünlerin biyoaktif madde içeriğini artırmaya yönelik çalışmalara olan ilgiyi

artırmıştır. Bu amaçla bitki fizyolojisine yön veren gelişimi düzenleyici kullanımı ilk akla gelen yöntemlerden biri olmaktadır. Son yıllarda, BTH ile yapılan bazı çalışmalarda, bu gelişme düzenleyicinin fenolik madde sentezini teşvik ederek bitkide savunma sistemini başlattığı ileri sürülmüştür. Bu bilgiler ışığında, bu çalışmada gerek tat ve aroması gerekse içerdiği besin değeri ile sevilen kiraz meyvesinde BTH uygulaması ile antosiyanin ve fenolik madde içeriğinin artırılıp artırılamayacağını belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 100 ve 200 ppm olarak iki doz uygulanmış ve depolama boyunca hem biyoaktif madde içeriğinde hem de antioksidan kapasitesinde uygulamadan kaynaklanan herhangi bir iyileşme tespit edilememiştir. Bu çalışmada uygulamalar tek zamanda yapılmış olup, uygun olgunluk aşaması yakalanamamış olabilir. Farklı olgunluk aşamaları ve farklı dozlar kullanılması ile ayrıntılı çalışmalar yapılarak daha faydalı sonuçlara ulaşılabilir.

BTH uygulamalarının biyoaktif madde içeriğinde iyileştirici yönde bir etkisi tespit edilmemesine rağmen depolama sürecinde oluşan ağırlık kaybında azalmaya neden oldukları görülmüştür. Bu sonuç söz konusu gelişme düzenleyicinin kiraz meyvesinde depo performansını artırmaya yönelik olarak kullanılabilir alternatif bir yöntem olabileceğini ortaya koymuştur.

## TEŞEKKÜR

Bu makale, Banu Çiçek ARI tarafından hazırlanan ve Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde kabul edilen Yüksek Lisans Tezi'nden özetlenerek sunulmuştur. Yazarlar, bu çalışma süresince laboratuvar analizlerinde katkılarından dolayı Arş. Gör. Osman Nuri ÖCALAN'a teşekkür ederiz

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## KAYNAKLAR

- Ağlar E, Saraçoğlu O, Yıldız K, Şirin H 2016. The Efficacy of Harpin (Messenger Gold) on Fruit Set and Fruit Quality on '0900 Ziraat' Sweet Cherry. International Journal of Agricultural and Natural Sciences 9(1): 51-53.
- Belhadj A, Telef N, Saigne C, Cluzet S, Barriou F, Hamdi S, Merillon JM 2008. Effect of methyl jasmonate in combination with carbohydrates on gene expression of PR proteins, stilbene and anthocyanin accumulation in grape vine cell



- cultures. *Plant Physiol. Biochem.* 46: 493-499
- Benhamou N, Belanger RR 1998. Benzothiazole-mediated induced resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in tomato. *Plant Physiology* 118: 1203-1212.
- Buonaurio R, Scarponi L, Ferrara M, Sidoti P, Bertona A 2002. Induction of systemic acquired resistance in pepper plants by acibenzolar-S-methyl against bacterial spot disease. *European Journal of Plant Pathology* 108(1): 41-49.
- Cao SF, Hu ZC, Zheng YH, Lu BH 2010. Effect of BTH on anthocyanin content and activities of related enzymes in strawberry after harvest. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58: 5801-5805.
- Cao SF, Hu ZC, Zheng YH, Lu BH 2011. Effect of BTH on antioxidant enzymes, radical-scavenging activity and decay in strawberry fruit. *Food Chemistry* 125: 145-149.
- Cantos E, Espin JC, Fernandez MJ, Oliva J, Tomas-Barberan A 2003. Postharvest UV-C-Irradiated grapes as a potential source for producing stilbene-enriched red wines. *J. Agric. Food Chem.* 51: 1208-1214.
- Çavuşoğlu Ş, Tekin O, Bahar A, Ercişli S, Özrenk K, Durmaz N 2018. Effects of post-harvest UV-C and hot water treatments on quality attributes of '0900 Ziraat' cherries throughout the cold storage in modified atmosphere packages. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 5(4): 634-642.
- Crisosto CH 1992. Sweet cherry harvest, post-harvest handling and storage. *WSU Tree Fruit Postharvest Journal* 3: 3-6.
- Giusti MM, Wrolstad RE 2005. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy. Unit F1.2, p. 19-31. In: Wrolstad, R.E. and S.J. Schwartz (eds.). *Handbook of food analytical chemistry*. Wiley, New York.
- Hafez Y 2010. Control of *Botrytis cinerea* by the resistance inducers benzothiadiazole (BTH) and hydrogen peroxide on white pepper fruits under postharvest storage. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 45(1): 13-29.
- Huan C, Xu Q, Shuling S, Dong J, Zheng X 2021. Effect of benzothiadiazole treatment on quality and anthocyanin biosynthesis in plum fruit during storage at ambient temperature. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 101(8): 3176-3185.
- Hukkanen AT, Kokko HI, Buchala AJ, McDougall GJ, Stewart D, Karenlampi SO, Karjalainen RO 2007. Benzothiadiazole induces the accumulation of phenolics and improves resistance to powdery mildew in strawberries. *J. Agric. Food Chem.* 55: 1862-1870.
- Jakobek L, Seruga M, Medvidovic-Kosanovic M, Novak I 2007. Anthocyanin content and antioxidant activity of various red fruit juices. *Dtsch. Lebensm.-Rundsch.* 103: 59-64.
- Jakobek L, Seruga M, Voc'á S, Sindrak Z, Dobricevic N 2009. Flavonol and phenolic acid composition of sweet cherries (cv. Lapins) produced on six different vegetative root stocks. *Scientia Horticulturae* 123: 23-28.
- Koyuncu MA, Erbaş D, Onursal CE, Özüsoy F 2018. Hasat öncesi farklı dozlarda Putresin uygulamasının 0900 Ziraat kiraz çeşidinin soğukta muhafaza ve kalitesi üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55: 271-279.
- Li X, Bi Y, Wang J, Dong B, Li H, Gong D, Zhao Y, Tang Y, Yu X, Shang Q 2015. BTH treatment caused physiological, biochemical and proteomic changes of muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit during ripening. *Journal of proteomics* 120: 179-193.
- Liu HX, Jiang WB, Bi Y, Luo YB 2005. Postharvest BTH treatment induces resistance of peach (*Prunus persica* L. cv. Jiubao) fruit to infection by *Penicillium expansum* and enhances activity of fruit defense mechanisms. *Postharvest Biol. Technol.* 35: 263-269.
- Lin J, Gong D, Zhu S, Zhang L, Zhang L 2011. Expression of PPO and POD genes and contents of polyphenolic compounds in harvested mango fruits in relation to Benzothiadiazole-induced defense against anthracnose. *Scientia Horticulturae* 130(1): 85-89.
- McGuire RG. 1992. Reporting of objective color measurements. *Hort Science* 27: 1254 - 1255.
- Obradovic A, Jones JB, Momol MT, Balogh B, Olson SM 2004. Management of tomato bacterial spot in the field by foliar applications of bacteriophages and SAR inducers. *Plant Dis* 88: 736-740.
- Öztürk B, Küçüker E, Saraçoğlu O, Yıldız K, Özkan Y 2013. Effect of plant growth regulators on fruit quality and biochemical content of '0900 Ziraat' sweet cherry cultivar. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 10(3): 82-89.
- Öztürk B, Ağlar E, Karakaya O, Saracoğlu O, Sefa G 2019. Effects of preharvest GA3, CaCl2 and modified atmosphere packaging treatments on specific phenolic compounds of sweet cherry. *Turkish Journal of Food and Agriculture Sciences* 1(2): 44-56.
- Saracoglu O, Ozturk B, Yildiz K, Kucuker E 2017. Pre-harvest methyl jasmonate treatments delayed ripening and improved quality of sweet cherry fruits. *Scientia Horticulturae* 226: 19-23.
- Saracoglu O 2018. Phytochemical accumulation of anthocyanin rich mulberry (*Morus laevigata*) during ripening. *Journal of Food Measurement and Characterization* 12(3): 2158-2163.
- Singleton VL, Rossi JL 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16 (3): 144-158.
- Yaşar A 2017. Kirazda hasat sonrası salisilik asit

- uygulaması ve modifiye atmosfer paketlemenin muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 54 sy.
- Wang SY 2006. Effect of pre-harvest conditions on antioxidant capacity in fruits. *Acta Horticulturae* 712: 299–306
- Wani AA, Singh P, Gul K, Wani MH Langowski HC 2014. Sweet cherry (*Prunus avium*): Critical factors affecting the composition and shelf life. *Food Packaging and Shelf Life* 1: 86-99.
- Yılmaz KU, Ercisli S, Zengin, Y, Sengul M, Kafkas EY 2009. Preliminary characterization of Cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes for their physico-chemical properties. *Food Chemistry* 114: 408–412.
- Yoo KM, Al-Farsi M, Lee H, Yoon H, Lee CY 2010. Anti proliferative effects of cherry juice and wine in Chinese ham ster lung fibroblast cells and their phenolic constituents and antioxidants activities. *Food Chemistry* 123: 734-740.ws. Armonk, NY.