

## Kiraz Meyvelerinde Hasat Sonrası UV-C ve Sıcak Su Uygulamalarının Depolama Performansı Üzerine Etkileri

Fırat İŞLEK<sup>1\*</sup>, Nurettin YILMAZ<sup>2</sup>, Şeyda ÇAVUŞOĞLU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van

<sup>3</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van

\*Sorumlu Yazar: [makcura@comu.edu.tr](mailto:makcura@comu.edu.tr)

**Geliş Tarihi: 14.02.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 16.03.2023 Kabul Tarihi: 28.03.2023**

### ÖZ

Kiraz meyveleri ince kabuklu ve klimakterik olmadığından, hasat sonrası kısa raf ömrüne sahiptir. Bu nedenle, kiraz meyvelerinin uygun sıcaklıklarda ve insan sağlığına zarar vermeyen uygulamalar ile depolanması önem arz etmektedir. Mevcut çalışmada, hasat sonrası UV-C, Sıcak Su ve UV-C + Sıcak Su uygulamalarının 'Regina' kiraz çeşidinin soğukta muhafazası süresince kalite parametrelerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Meyveler 0 °C'de ve %90-95 bağıl nemde 20 gün süreyle depolanmıştır. Depolama periyodu süresince her 4 günde bir meyve örneklerinde; ağırlık kaybı, meyve kabuk rengi, suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asit miktarı, toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, meyve kalitesini depolama süresince en iyi koruyan uygulamaların sırasıyla UV-C, sıcak su + UV-C ve sıcak su ve kontrol olduğu gözlemlenmiştir. Kontrol meyveleri ile UV-C, sıcak su + UV-C ve sıcak su uygulaması yapılan meyveler arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, UV-C uygulaması ile kiraz meyvelerinin 20 gün boyunca başarılı bir şekilde depolanabileceği saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Antioksidan Kapasitesi, Hasat Sonrası, Kalite, Regina

## Effects of Postharvest UV-C and Hot Water Treatments on Storage Performance of Sweet Cherry Fruit

### ABSTRACT

Since cherry fruit are thin-skinned and non-climacteric, they have a short shelf life after harvest. For this reason, it is crucial to store cherry fruits at suitable temperatures and with treatments that do not harm human health, too. In the current study, the treatment of UV-C, Hot Water, and UV-C + Hot Water was investigated on changes in the quality parameters during cold storage in the cv. of 'Regina'. The fruit was stored at 0 °C and 90-95% relative humidity for 20 days. In fruit samples every 4 days during the storage period; weight loss, fruit skin color, titratable acidity (TA), soluble solids content (SSC), total phenolic content, and antioxidant capacity were analyzed. Results suggested that the best-preserved fruit quality was observed in the fruit treated with UV-C, UV-C + Hot Water, Hot Water-treated, and control samples respectively. Significant differences ( $p < 0.05$ ) were observed between the control fruit and UV-C, Hot Water, and UV-C + Hot Water-treated fruit. As a result, it could be stated that UV-C-treated fruit enable the fruit to be stored successfully for 20 days.

**Key words:** Antioxidant capacity, Postharvest, Regina, Quality

## GİRİŞ

Kirazın (*Rosaceae Prunus avium*) anavatanı Hazar Denizi, Güney Kafkasya ve Kuzey Doğu Anadolu olarak kabul edilmektedir. Dünyada yetiştiriciliği çok geniş bir alanda yapılmakta olan sert çekirdekli bir meyve türüdür. Ancak ekonomik anlamda üretimi İran, Türkiye, İtalya ve ABD’de yapılmaktadır (Demirtaş ve Sarısu, 2011; Ünal, 2011).

Kirazın kültüre alındığı tarih tam olarak bilinmemekle birlikte milattan önce İtalya ve Yunanistan’da yetiştiriciliği yapıldığı bilinmektedir. Daha sonra Orta Avrupa, Batı Avrupa ve diğer kıtalara yayılmıştır. Amerika’da kirazın eskiye dayanan bir yetiştiriciliği olmamasına rağmen birçok yeni çeşit buralarda üretilmiş ve yetiştiriciliği hızla artmıştır (Ünal, 2011).

Kirazın erken dönemde olgunlaşması ekonomik açıdan önemlidir. Kiraz çeşitlerinin olgunlaşma süreleri arasındaki fark çok değildir. Kiraz meyveleri genellikle taze olarak tüketilir. Kirazın pazara sürüldüğü tarihlerde pazarda fazla meyve olamaması meyveye olan talebi artırmaktadır. Meyvenin kolayca pazarlanabilmesi, aroması ve albenisi kirazın aranan meyve olmasını sağlamıştır. Fakat diğer meyveler gibi taze tüketiminin yanı sıra işlenerek tüketimi yaygın değildir. İnsan sağlığı açısından oldukça faydası olan kiraz yüksek miktarda antioksidan içermektedir. Ayrıca idrar söktürücü ve böbrek hastalıklarına iyi geldiği bilinmektedir (Ünal, 2011).

Artan üretimler ve buna bağlı olarak ihracat, hasat sonrası kalitenin korunması, meyvelerin depolama ve raf ömrünün uzatılması için hasat sonrası teknolojilerin önemini artırmıştır. Depolama sürelerini uzatmak için meyvelere depolanmadan önce çeşitli kimyasallar uygulanmaktadır. Öte yandan, bu tür kimyasallar kalıntı sorunu, çevre ve insan sağlığı açısından risk oluşturabilmektedir.

Dolayısıyla kiraz depolama ve muhafazasında çevre dostu yeni teknolojilere olan ihtiyaç artmaktadır. Kirazların hasat sonrası kalite özelliklerinin daha uzun süre korunması için çevre dostu işlemler uygulanmakta ve bu işlemler arasında düşük sıcaklıklarda depolama, kontrollü veya modifiye atmosfer paketlerinde (MAP), sıcak su uygulamaları, yenilenebilir film kaplamalar ve ışın uygulamaları yer almaktadır. (Lurie, 1998; Chockchaisawasdee ve ark., 2016).

Bu teknolojilerden MAP’ta herhangi bir katkı maddesi bulunmamaktadır. Bu nedenle MAP, kirazda hasat sonrası biyokimyasal değişiklikleri, oksidatif süreci, hastalık etkenlerini ve nihai kalite kayıplarını önlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. (Wani ve ark., 2014; Şen ve ark., 2016)

Mevcut çalışma, ‘Regina’ çeşidi kirazın meyvelerinin depolanmasında çevre ve insan dostu uygulamalar olan MAP, UV-C ve sıcak su uygulamalarının meyve kalitesi ve depolama performansı üzerine etkileri belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada materyal olarak Mersin ili Toroslar ilçesine bağlı Atlılar köyünde bir üretici bahçesinden ticari olgunluk döneminde (meyvelerin yüzeyi parlak kırmızı renkte) hasat edilen ‘Regina’ kiraz çeşidi kullanılmıştır. Hasattan hemen sonra kiraz meyveleri 0 °C’de bir gün soğuk hava ile ön soğutmaya tabi tutulmuştur. Ardından meyveler frigorifik araç ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi (YYÜ) Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarlarına ulaştırılmıştır. Olgunlaşma düzeyleri, büyüklük ve renk özellikleri bakımından birbirine yakın olan sağlıklı meyveler seçilmiş ve 4 gruba ayrılmıştır. Birinci grup meyveler kontrol olarak belirlenmiş olup herhangi bir işleme tabi tutulmadan 500 g’lık plastik kaplara konulduktan sonra doğrudan soğuk hava deposuna konulmuştur. İkinci grup meyveler ise 20 cm mesafeden 5 dakika UV-C uygulamasına tabii tutulmuştur. Üçüncü grup meyveler 50°C’lik sıcak su havuzunda 1 dakika süreyle sıcak su uygulamasına tabii tutulmuştur. Dördüncü grup meyveler hem UV-C hem de sıcak su uygulamalarına tabi tutulmuştur. Daha sonra, uygulama yapılan tüm meyveler plastik kaplara Xtend® modifiye atmosfer paketlerine (MAP) yerleştirilmiştir. Meyveler 0 °C’de ve %90-95 bağıl nemde 20 gün süreyle depolanmıştır. Aşağıda belirtilen analizler, depolama başlangıcında ve depolama süresince 4 günde bir (depolamanın 0, 4, 8, 12, 16 ve 20. günlerinde) 3 tekerrür halinde yapılmıştır.

### Ağırlık kaybı

Depolama süresince meydana gelen ağırlık kayıplarını belirlemek için hasat dönemini takip eden 4 günlük analiz periyodunda hassas terazi ile ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Ağırlık kaybı % olarak hesaplanmıştır.

### Meyve suyunda pH, suda çözünür kuru madde ve titre edilebilir asitlik

pH değeri, katı meyve sıkacağı ile elde edilen elde edilen meyve suyuna pH metre (Mettler Toledo ) probu direk daldırılarak okumalar gerçekleştirilmiştir. Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) dijital el refraktometresi ile tespit edilmiş ve sonuçlar °brix olarak ifade edilmiştir (Atago, Tokyo, Japonya).

Titre edilebilir asitlik miktarı (TEA) ise Cemeroğlu (2007)'na göre pH 8.1 olana kadar 0.1 N NaOH çözeltisi meyve suyuna ilave edilmiştir ve sonuçlar malik asit (%) eşdeğeriyle hesaplanmıştır.

### Meyve kabuk renginin belirlenmesi

Analiz günlerinde kirazların meyve kabuk renginde meydana gelen değişimleri Minolta CR-440 marka renk ölçer cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar L\* ve a\* değerleri olarak bildirilmiştir.

### Toplam fenol ve antioksidan kapasitesi

Hasatta ve hasadı takip eden analiz günlerinde meyvelerin toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitesi için 1 g meyve örneği alınıp üzerine Metanol-su (80:20) eklenip yaklaşık 1 dakika homojenize edildikten sonra 10 dakika 12000 devirde santrifüjlenmiştir. Daha sonra örneklerin supernatant kısmı 0.45 µm membran filtreden geçirilip toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitesi için kullanılmıştır.

Toplam fenol madde içeriği, örneklerin supernatant kısmından spektrofotometre ile belirlenmiştir (Thermo Scientific Genesis 10S UV-VIS). Örneklerin absorbanansı 725 nm'de okunmuş ve Galik asit eşdeğeri (GAE) mg100 g<sup>-1</sup> taze ağırlık (TA) olarak ifade edilmiştir (Çakır ve Şahiner Öylek, 2017).

Toplam antioksidan kapasite ise Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) yöntemi ile belirlenmiş ve örnekler 593 nm dalga boyunda okunarak sonuçlar µmol trolox eşdeğeri (TE) g<sup>-1</sup> taze ağırlık (TA) olarak ifade edilmiştir (Çakır ve Şahiner Öylek, 2017).

### Verilerin değerlendirilmesi

Çalışmada, uygulamalar ve depolama süreleri faktör olarak değerlendirilmiştir. Uygulamalar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizini takiben farklı grupları belirlemek için anlamlı bulunan ortalamalar "Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi" ne göre gruplandırılmıştır. Hesaplamalarda istatistik anlamlılık düzeyi %5 olarak alınmış ve hesaplamalar için 'SPSS versiyon 20.0' istatistik paket programı kullanılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Ağırlık kaybı

Depolama süresince kiraz meyvelerinde meydana gelen ağırlık kayıpları Çizelge 1'de verilmiştir. Ağırlık kaybı istatistiki olarak uygulamalar arası fark depolamanın 12. gününde, 16. gününde ve 20. gününde önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Kiraz meyvelerinin depolama süresine paralel olarak ağırlık kaybı artış göstermiş olup, depolama sonunda en fazla ağırlık kaybı kontrol grubu (%3.50) meyvelerinde tespit edilmiştir. En az ağırlık kaybı ise UV-C + sıcak su (%1.70) uygulaması yapılan meyvelerde bulunmuştur. Hasat sonrası kirazlara UV-C, sıcak su ve UV-C + sıcak su uygulamaları sonucunda ağırlık kaybı kontrol grubuna kıyasla daha az olmuştur. Nitekim, kiraz meyveleri ince bir kütükula tabakasına sahip olduklarından su kaybı fazla olmaktadır (Mitcham ve ark., 1997). Hasat sonrası kirazların MAP ambalaj ile depolanması su kaybını engellediğinden ağırlık kaybını düşük seviyede tutmaktadır (Singh ve ark., 2012; Sabir ve ark., 2016; Garcia ve ark., 2017). Çalışmamıza benzer olarak yapılan bir çalışmada Starks Gold kiraz çeşidinde hasat sonrası MAP, ultrason ve UV-C uygulanan meyvelerde ağırlık kaybı kontrol grubu meyvelerine göre daha az olmuştur (Coşar ve Canan, 2019). Koçak ve Bal (2017), hasat sonrası MAP ve UV-C uygulamalarının kirazda ağırlık kaybını azalttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Depolama süresince meyvelerde meydana gelen ağırlık kayıpları (%).

Depolama süresi (Gün)	Kontrol	UV-C	Sıcak su	UV-C+Sıcak su
0	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
4	0.59 ± 0.02	0.52 ± 0.03	0.53 ± 0.02	0.52 ± 0.01
8	1.08 ± 0.05	0.81 ± 0.06	0.96 ± 0.13	0.75 ± 0.10
12	1.55 ± 0.15 a	1.01 ± 0.04 b	1.15 ± 0.06 b	0.93 ± 0.04 b
16	2.71 ± 0.12 a	1.47 ± 0.06 c	1.82 ± 0.06 b	1.45 ± 0.03 c
20	3.50 ± 0.10 a	1.84 ± 0.08 c	2.37 ± 0.07 b	1.70 ± 0.08 c

Farklı küçük harfler aynı depolama süresi için 'uygulamalar arası' farkı gösterir. (p<0.05)

### Meyve suyunda pH, ŞÇKM, TEA

Depolama süresince kiraz meyvelerinde pH, ŞÇKM ve TEA değerlerindeki değişimler Çizelge 2'de verilmiştir. İstatistiki olarak uygulamalar arası fark pH'da depolamanın 12. gününde, ŞÇKM'de depolamanın 12. gününde, 16. gününde ve 20. gününde, TEA'da ise depolamanın 12. gününde ve 20. gününde önemli olduğu

gözlemlenmiştir (Çizelge 2). Depolama süresince yaşlanmaya bağlı olarak pH ve SÇKM değerinde bir artış meydana gelirken, TEA değerinde ise azalışın olduğu tespit edilmiştir. Depolama sonunda en yüksek pH değeri kontrol grubu meyvelerde (4.82), en düşük pH değeri ise UV-C + sıcak su uygulanan meyvelerde (4.42) tespit edilmiştir. En yüksek SÇKM değeri kontrol grubu meyvelerde (23.00), en düşük SÇKM değeri ise UV-C uygulanan meyvelerde (19.44) belirlenmiştir. En yüksek TEA değeri ise UV-C + sıcak su uygulanan meyvelerde (0.52), en düşük TEA değeri kontrol grubu meyvelerde (0.45) gözlemlenmiştir. Mevcut çalışmada, pH ile SÇKM arasında pozitif korelasyon gözlemlenirken, pH ile TEA arasında negatif bir korelasyonun olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4). SÇKM ve pH değeri, ağırlık kaybı ve yaşlanmaya paralel olarak tüm gruplarda artış göstermiş olup, bu artış uygulama yapılmayan kontrol grubunda daha fazla olduğu belirlenmiştir. El Ghaouth ve ark. (1991), depolama süresince pH değerinin meyvede meydana gelen yaşlanmadan dolayı artış gösterdiğini rapor etmişlerdir. Çakır ve ark. (2021), SÇKM ile TEA arasında negatif bir korelasyonun olduğunu bildirmişlerdir. Şen ve Kuzucu (2017), benzer olarak depolama sonunda depolama başlangıcına göre pH ve SÇKM değerinde artış olduğunu, TEA değerinde ise azalış olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 2. Depolama süresince pH, SÇKM ve TEA değerlerinde meydana gelen değişimler.

Depolama süresi (Gün)	Kontrol	UV-C	Sıcak su	UV-C+Sıcak su	
pH	0	4.06 ± 0.06	4.09 ± 0.07	4.07 ± 0.06	4.09 ± 0.03
	4	4.27 ± 0.06	4.09 ± 0.05	4.21 ± 0.06	4.13 ± 0.01
	8	4.39 ± 0.04	4.23 ± 0.06	4.22 ± 0.08	4.29 ± 0.04
	12	4.51 ± 0.04 a	4.36 ± 0.06 ab	4.31 ± 0.02 b	4.30 ± 0.05 b
	16	4.73 ± 0.06	4.38 ± 0.18	4.50 ± 0.03	4.32 ± 0.07
	20	4.82 ± 0.07	4.43 ± 0.20	4.55 ± 0.08	4.42 ± 0.07
SÇKM	0	18.57 ± 0.89	18.40 ± 0.20	18.53 ± 0.97	18.27 ± 0.04
	4	18.87 ± 0.53	18.65 ± 0.45	18.59 ± 0.47	18.68 ± 0.67
	8	19.20 ± 0.25	18.78 ± 0.47	18.71 ± 0.19	18.84 ± 0.08
	12	19.89 ± 0.19 a	19.14 ± 0.29 ab	19.09 ± 0.11 ab	18.92 ± 0.18 b
	16	21.95 ± 0.35 a	19.16 ± 0.15 b	19.52 ± 0.52 b	19.12 ± 0.72 b
	20	23.00 ± 0.40 a	19.44 ± 0.24 b	20.15 ± 0.35 b	19.46 ± 0.29 b
TEA	0	0.81 ± 0.07	0.79 ± 0.03	0.72 ± 0.02	0.79 ± 0.04
	4	0.76 ± 0.02	0.74 ± 0.01	0.68 ± 0.06	0.75 ± 0.03
	8	0.68 ± 0.01	0.70 ± 0.03	0.65 ± 0.01	0.71 ± 0.03
	12	0.52 ± 0.00 b	0.55 ± 0.03 ab	0.58 ± 0.01 a	0.57 ± 0.00 ab
	16	0.48 ± 0.03	0.53 ± 0.01	0.51 ± 0.01	0.55 ± 0.03
	20	0.45 ± 0.02 b	0.51 ± 0.02 ab	0.48 ± 0.01 ab	0.52 ± 0.01 a

Farklı küçük harfler aynı depolama süresi için 'uygulamalar arası' farkı gösterir. (p<0.05)

### Meyve kabuk rengi

Depolama süresince meyve kabuk renginde meydana gelen değişimler Çizelge 3'te verilmiştir. L\* değeri bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak depolamanın 4. Gününde gözlemlenirken, a\* değeri ise depolamanın 20. gününde önemli gözlemlenmiştir.

Çizelge 3. Depolama süresince meyve kabuk renginde meydana gelen değişimler.

Depolama süresi (Gün)	Kontrol	UV-C	Sıcak su	UV-C+Sıcak su	
L*	0	24.17 ± 0.43	25.18 ± 0.09	24.27 ± 0.10	24.85 ± 0.48
	4	26.25 ± 0.10 a	25.63 ± 0.37 ab	25.03 ± 0.10 bc	24.36 ± 0.08 c
	8	26.33 ± 0.22	25.00 ± 0.57	25.74 ± 0.84	24.99 ± 0.86
	12	28.57 ± 1.35	25.33 ± 0.11	25.95 ± 0.88	25.39 ± 0.45
	16	27.95 ± 0.27	26.20 ± 0.53	26.83 ± 0.79	26.69 ± 0.23
	20	27.15 ± 0.55	26.81 ± 0.21	26.81 ± 0.37	27.04 ± 0.58
a*	0	23.91 ± 0.39	23.26 ± 1.02	22.88 ± 0.36	23.23 ± 0.54
	4	24.56 ± 0.80	23.48 ± 0.74	23.04 ± 0.27	23.41 ± 0.63
	8	26.03 ± 0.27	24.73 ± 0.58	25.04 ± 0.83	24.69 ± 0.49
	12	29.01 ± 0.43	25.40 ± 1.58	26.98 ± 1.32	26.48 ± 0.23
	16	30.44 ± 0.67	26.29 ± 0.73	29.00 ± 0.58	26.97 ± 2.19
	20	33.62 ± 1.15 a	27.55 ± 0.94 b	30.45 ± 1.34 ab	28.63 ± 0.58 b

Farklı küçük harfler aynı depolama süresi için 'uygulamalar arası' farkı gösterir. (p<0.05)

Depolama süresince  $L^*$  ve  $a^*$  değerleri depolama süresince artış göstermiş, fakat en fazla artışın kontrol grubu meyvelerinde meydana geldiği gözlemlenmiştir.  $L^*$  değeri 0-100 skalası ile ifade edilmekte olup '0'siyahlığı, '100' beyazlığı temsil etmektedir.  $L^*$  değeri meyve etinde parlaklık değerini göstermektedir.  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri, + 60 ile - 60 skalası ile ifade edilmektedir.  $a^*$  skalasında pozitif değer (+) artışı kırmızı renkte, negatif değer (-) artışı yeşil renkte artışın olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle, yeşilden kırmızıya renk değişimlerini belirtmektedir.

Nikpeyma ve ark. (2019), kirazların MAP ile depolanması renk değişimlerini kontrol altında tuttuğu belirtmişlerdir. Şen ve Kuzucu (2017), 2.5 dakika UV-C uygulamasının regina kiraz çeşidinde  $L^*$  parlaklık değerini kontrol grubuna kıyasla koruduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamız bu yönüyle önceki çalışmalarını destekler niteliktedir.

### Toplam fenol ve antioksidan kapasitesi

Antioksidanlar ile ilişkili olan fenolik bileşikler, sekonder metabolitler olarak koruyucu rolleri olan maddelerdir ve sentezleri çevresel stres faktörlerine ve sinyallere bağlı olarak değişebilir. (Yılmaz ve Çavuşoğlu, 2018). Hasat öncesi ve sonrası uygulamalar, fenolik bileşiklerin miktarında artış veya azalma yapabilir. Sıcaklık, toprak, ışık, sulama, gübre uygulamaları ve hasat dönemi gibi faktörler fenolik bileşiklerin içeriğinde önemli değişikliklere neden olabilir. Meyve ve sebzelerin işlenmesi, depolama koşulları ve uyarıcı uygulamalar fenolik bileşiklerin düzenlenmesinde önemli rol oynar. Bu uygulamalar, reaktif oksijen türleri tarafından oluşan oksidatif stresi artırarak antioksidan enzim aktivitelerini (CAT, POD, SOD ve APX) tetikleyebilir ve antioksidan sekonder metabolitlerin sentezini artırabilir (Laura ve ark., 2019).

Çizelge 4. Depolama süresince Toplam Fenol ve Antioksidan Kapasitesinde meydana gelen değişimler.

Depolama süresi (Gün)	Kontrol	UV-C	Sıcak su	UV-C+Sıcak su
0	88.85 ± 3.3	88.85 ± 3.3	88.85 ± 3.3	88.85 ± 3.3
4	91.69 ± 2.45	94.58 ± 2.16	91.72 ± 1.39	92.33 ± 1.09
8	94.37 ± 0.41	97.92 ± 1.54	96.62 ± 0.96	96.8 ± 1.64
12	93.94 ± 0.47 b	97.12 ± 0.37 ab	96.35 ± 1.79 ab	98.82 ± 0.41 a
16	91.91 ± 0.45 c	104.37 ± 0.74 a	93.97 ± 0.2 bc	96.88 ± 2.26 b
20	89.03 ± 0.6 c	96.94 ± 0.83 a	92.37 ± 0.07 b	94.39 ± 0.77 b
0	38.17 ± 1.38	38.17 ± 1.38	38.17 ± 1.38	38.17 ± 1.38
4	40.67 ± 0.56 b	42.99 ± 0.35 b	39.76 ± 0.3 b	43.45 ± 0.02 a
8	43.14 ± 0.28 b	46.99 ± 0.26 a	43.34 ± 0.98 b	45.69 ± 0.54 a
12	41.65 ± 0.39 c	43.61 ± 0.65 b	42.52 ± 0.11 bc	47.14 ± 0.39 a
16	40.80 ± 0.46 c	47.86 ± 0.54 a	40.84 ± 0.39 c	45.68 ± 0.55 b
20	37.97 ± 0.29 c	45.25 ± 0.39 a	39.33 ± 0.45 c	42.88 ± 0.46 b

Farklı küçük harfler aynı depolama süresi için 'uygulamalar arası' farkı gösterir. ( $p < 0.05$ )

Yapılan çalışmalarda, hasat sonrası domates (Esua ve ark., 2019) ve kiraz meyvelerine (Zhang ve ark., 2021) uygulanan UV-C uygulamasının meyve kalitesinde önemli bir etki yaparak meyvelerin antioksidan kapasitesinde ve fenolik içeriğinde artışa neden olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, yapılan farklı çalışmalarda hasat sonrası sıcak su uygulamasının domates ve mango meyvelerinin antioksidan kapasitesini ve fenolik içeriğini artırdığını bildirmişlerdir (Yıldız ve Aadil, 2021). Nitekim mevcut çalışmada, hem UV-C uygulaması ve sıcak su uygulaması hem de bu uygulamalarının kombinasyonu kiraz meyvelerinde toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasitesinin artmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan kapasitesi arasında pozitif bir korelasyon olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 5. İncelenen parametreler bakımından korelasyonu ifade eder.

	Ağırlık	pH	SÇKM	TEA	$L^*$	$a^*$	TF	AK
Ağırlık	1							
pH	0.907**	1						
SÇKM	0.830**	0.795**	1					
TEA	-0.868**	-0.792**	-0.682**	1				
$L^*$	0.709**	0.661**	0.539**	-0.648**	1			
$a^*$	0.924**	0.853**	0.793**	-0.820**	0.689**	1		
TF	0.135	0.126	-0.210	-0.282	0.097	0.019	1	
AK	0.056	0.025	-0.223	-0.197	0.006	-0.037	0.886**	1

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Kiraz çeşitlerinde hasat genellikle tek seferde yapıldığından ve hasat sonrası meyvelerin deformasyonu hızlı olduğundan dolayı, bu durum ciddi ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Bu nedenle, hasat sonrası meyvenin kalite kaybına uğramadan uygun tekniklerle ve koşullarda depolanabilmesi önem arz etmektedir. Kiraz meyveleri antioksidanlar gibi zengin biyoaktif bileşikler içerdiğinden ve aroması sebebiyle tüketiciler tarafından en çok tercih edilen meyveler arasında yer almaktadır. Öte yandan, diğer meyveler gibi taze tüketiminin yanı sıra işlenerek tüketimi yaygın değildir. Bu durum, hasat sonrası kalitesini korumasını önemli kılmaktadır. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, uygulamaların kaliteyi önemli ölçüde koruduğu gözlemlenmiştir. Son yıllarda, artan tüketici bilincine bağlı olarak, doğal ve çevre dostu uygulamalar önem kazanmaktadır. Kiraz meyvelerinin depolanmasında UV-C ve sıcak uygulamalarının meyvelerin depolama performansı üzerine olumlu sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Meyve kalitesinin korunması açısından en etkili uygulamanın UV-C uygulaması olduğu ve bu uygulamalarla meyvelerin 20 gün depolanabileceği kanaatine varılmıştır.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:** Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Coşar, İ. ve Canan, İ. 2019. Starks Gold kiraz (*Prunus Avium* L.) çeşidinin hasat sonrası kalitesi üzerine UV-C, ultrason ve modifiye atmosfer paket uygulamalarının etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5 (1): 63-75.
- Çakır, A., İşlek, F., Doğan, E. ve Bazancir, G. 2021. Malatya Ekolojisinde Farklı Rakımlarda Yetişen Bazı Üzüm Çeşitlerinin Kalite ve Biyokimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 31 (4), 928-939.
- Çakır, A. ve Şahiner Öylek, H. 2017. The Effect of Different American Vine Rootstocks on The Phytochemical Characteristics In Dried Banazı Black Grape (*Vitis Vinifera* L.). *Applied Ecology and Environmental Research*, 15 (4): 1901-1915.
- Demirtaş, İ. ve Sarısu, H.C. 2011. *Kiraz Yetiştiriciliği*. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 11 Eğirdir/Isparta.
- El Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R. ve Boulet, M. 1991. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *Journal of Food Science*, 56 (6): 1618- 1620.
- Esua, O. J., Chin, N. L., Yusof, Y. A. ve Sukor, R. 2019. Effects of simultaneous UV-C radiation and ultrasonic energy postharvest treatment on bioactive compounds and antioxidant activity of tomatoes during storage. *Food chemistry*, 270: 113-122.
- Garcia, M. I. T., Velardo-Micharet, B., Ayuso, M.C., Bernalte, M. J. ve Gonzalez-Gomez, D. 2017. Effect of modified atmosphere on postharvest quality of 'Sweetheart' cherries. Proceedings of the VII International Cherry Symposium: Plasencia, Spain.
- Laura, A., Moreno-Escamilla, J. O., Rodrigo-García, J. ve Alvarez-Parrilla, E. 2019. Phenolic compounds, Chapter 12. *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables* (Editör: Yahia, E. M., Carrillo-Lopez, A.). Woodhead Publishing.
- Loayza, F. E., Brecht, J. K., Simonne, A. H., Plotto, A., Baldwin, E. A., Bai, J. ve Lon-Kan, E. 2020. Enhancement of the antioxidant capacity of ripe tomatoes by the application of a hot water treatment at the mature-green stage. *Postharvest Biology and Technology*, 161: 111054.
- Mitcham, E., Clayton, M., Bassi, B. ve Southwick, S. 1997. Evaluation of four cherry firmness measuring devices. In 13th Annual Postharvest Conference. Davis, California, EEUU 34-43.
- Nikpeyma, Y., Koçer, F. ve Hüyükü, Ç. 2019. Farklı Rakımlardan Toplanan Kirazların Modifiye Atmosfer Ambalajları ile Muhafaza Süresine Etkisi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 8 (2): 17-22.
- Sabır, F. K., Arıkan, Ş. ve İpek, M. 2016. 0900 Ziraat Kiraz Çeşidinde Hasat Sonrası Farklı Uygulamaların Muhafaza Süresi ve Kaliteye Etkileri, VI. Bahçe Bitkileri Kongresi, 1106-1111.
- Singh, P., Wani, A.A. ve Goyal, G. K. 2012. Shelf-life extension of fresh ready-to-bake pizza by the application of modified atmosphere packaging. *Food and Bioprocess Technology*, 5 (3): 1028-1037.
- Şen, S. ve Kuzucu, F.C. 2017. "Regina" Kiraz Çeşidinde Hasat Sonrası Farklı UV-C Dozlarının Muhafaza Süresi ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri, *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg.* (COMU J. Agric. Fac.) 4 (2): 109–116.

- Ünal, A. 2011. *Sert Çekirdekli Meyve Türleri ve Zeytin Yetiştiriciliği*, Bahçe Tarımı-II. Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, Ders Kitabı, Ünite 2 Yayın No: 1355.
- Yildiz, G. ve Aadil, R. M. 2021. Comparative analysis of antibrowning agents, hot water and high-intensity ultrasound treatments to maintain the quality of fresh-cut mangoes. *Journal of Food Science and Technology*, 1-10.
- Yılmaz, N. ve Çavuşoğlu, Ş. 2018. Modifiye Atmosfer Koşullarında Depolanan Patlıcanlarda (*Solanum Melongena*) Metil Jasmonat Uygulamalarının Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. *Ejona International Journal*, 2(3): 192-212.
- Zhang, Q., Yang, W., Liu, J., Liu, H., Lv, Z., Zhang, C., ... ve Jiao, Z. 2021. Postharvest UV-C irradiation increased the flavonoids and anthocyanins accumulation, phenylpropanoid pathway gene expression, and antioxidant activity in sweet cherries (*Prunus avium* L.). *Postharvest Biology and Technology*, 175: 111490.