



Hasat Sonrası UV-C Uygulamalarının Angeleno Erik Çeşidinde Muhafaza Süresince Meyve Kalitesine Etkileri

Sevil ÜNAL¹, Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR^{2*}

^{1,2}Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 42080 Konya
¹<https://orcid.org/0000-0002-7399-4523>, ²<https://orcid.org/0000-0002-4307-964X>
✉: fkbasmaci@selcuk.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada 'Angeleno' erik çeşidinde farklı sürelerde UV-C ışık uygulamalarının soğukta muhafaza ve raf ömrü koşullarında meyve kalitesine etkileri araştırılmıştır. Sert olum hasat edilen ve bir örnek olacak şekilde seçilen meyveler UV-C ışık uygulaması yapılmak üzere 4 farklı sürede (5, 10, 20 ve 30 dakika) bu amaç için özel tasarlanmış kabin içerisinde tutulmuştur. Uygulamalar sonrasında meyveler 1 °C ve %90 oransal nem içeren soğuk hava deposunda 120 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Meyveler 15 gün arayla depodan çıkartılarak örneklerin yarısı hemen, kalan yarısı da 20 °C ve %65 oransal nem içeren raf ömrü koşullarında 3 gün bekletildikten sonra ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, meyve kabuk rengi, meyve et rengi, titre edilebilir asitlik miktarı, görsel kalite, toplam fenolik madde miktarı, toplam antioksidan aktivite miktarı, çürüme oranı, poligalakturonaz enzim aktivitesi değişimleri tespit edilmiştir. Hem soğukta depolama hem de raf ömrü süresince UV-C uygulamalarının kontrol ile karşılaştırıldığında kalite özelliklerinin korunmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak 'Angeleno' erik çeşitlerinde 10 dak ve 20 dak UV-C uygulamalarının soğukta depolama ve raf ömrü koşullarında meyvelerde kalite özelliklerini koruyarak muhafaza süresini uzatmada umut verici sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Bahçe Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 29.05.2022

Kabul Tarihi : 11.03.2023

Anahtar Kelimeler

Erik
Hasat sonrası
Kalite
Uv-c

Effects of Postharvest UV-C Treatment on Fruit Quality in Plum cv. Angeleno during Storage

ABSTRACT

In this study, the effects of UV-C light treatments at different times on fruit quality in 'Angeleno' plum were investigated under cold storage and shelf life conditions. Plum fruits harvested at the stage of hard ripening were brought to the laboratory of the Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Selcuk University, under appropriate conditions. Here, after a sample fruit was selected, it was kept in a specially designed cabinet for this purpose at 4 different times (5, 10, 20, and 30 minutes) to apply UV-C light. After the applications, the fruits were stored for 120 days in a cold store with 1°C and 90% relative humidity. Fruits are removed from the warehouse with 15-day intervals, half of the samples are immediately and the remaining half are kept in shelf life conditions at 20 °C and 65% relative humidity, after physical and biochemical (weight loss, fruit flesh firmness, fruit skin and flesh color, titratable acidity, sensory analysis, total phenolic content, total antioxidant activity, decay rate, polygalacturonase enzyme activity) changes determined. It has been determined that UV-C treatments in plums are effective in maintaining quality characteristics compared to control, both during cold storage and shelf life. As a result, it was determined that 10 min and 20 min UV-C applications in 'Angeleno' plum varieties gave promising results in extending the storage period by preserving the quality properties of the fruits under cold storage and shelf life conditions.

Horticulture

Research Article

Article History

Received : 29.05.2022

Accepted : 11.03.2023

Keywords

Plum
Postharvest
Quality
Uv-c

To Cite : Ünal, S. & Küçükbaşmacı Sabır, F., (2023). Effects of Postharvest UV-C treatment on fruit quality in plum cv. Angeleno during storage. *KSU J. Agric Nat* 26(4), 732-742. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1122965>

GİRİŞ

Erik Rosales takımının Rosaceae familyasından *Prunus* cinsine bağlı sert çekirdekli bir meyve türüdür. *Prunus* cinsine ait dünya üzerinde 2000'e yakın tür mevcut olup büyük bir kısmı kuzey yarımkürede bulunmaktadır. Eriğin anavatanı Anadolu, Hazar Denizi civarı ve Kafkasya olduğu kabul edilmekte ve Anadolu erik için de önemli bir gen kaynağını oluşturmaktadır (Özbek, 1978). 2020 yılı verilerine göre Dünya erik üretiminde Çin 6.465.219 ton üretimle lider konumdadır. Çin'i sırasıyla Romanya (757.880 ton), Sırbistan (582.547 ton), Şili (416.215 ton), İran (375.867 ton) ve Türkiye (329.056 ton) izlemektedir (Anonim, 2022).

Erik çeşide göre değişmekle birlikte 1 ila 8 hafta arasında muhafaza edilebilen ve çabuk bozulabilen klimakterik bir meyve türüdür (Perez-Gago ve ark., 2003). Yaş meyve ve sebzelerde hasat sonrası patojenlerin neden olduğu bozulmalar ekonomik anlamda kayıpların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu kayıpların önlenmesinde kullanılan kimyasal maddeler en etkili sonuçlar vermesine karşılık uygulama güvenliği açısından birçok durumda kullanımı sınırlanmaktadır. Bu nedenle son yıllarda meyve ve sebzelerde hasat sonrası hastalıkların kontrolü için çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesinde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir (Yeoshua & Mercier, 2005; Yaşar ve ark., 2020). Bu çevre dostu teknolojilerden birisi olan ultraviyole ışıklar elektromanyetik spektrumda X-ışını (200 nm) ile görünür ışık bölgesi (400 nm) arasında bulunan bir bandı ifade etmektedir (Urban ve ark., 2016).

Hasat sonrası ürün yüzeyinde bulunan mikroorganizmaları kontrol etmek amacıyla uygulanan UV ışık miktarının ürünün türü, ilk mikrobiyal yük ve çalışma parametreleri (örneğin lambda sayısı, ışığa maruz kalma süresi ve ürün miktarı) gibi çeşitli faktörlere göre değişim göstereceği belirtilmektedir (Turtoi, 2017). Patojenik bozulmalara sebep olan mikroorganizmaların birçoğu 200-310 nm dalga boyunda UV ışığını absorbe etme özelliğine sahiptir. 200-280 nm dalga boyundaki UV-C ışıkları mikroorganizmalarda tahrip edici etkiye sahipken, pürin ve pirimidin bazlarının UV-C ışığını yaklaşık 254 nm (253.7 nm) dalga boyunda maksimum olarak absorbe etmesi nedeniyle, 254 nm dalga boyunun mikroorganizmaların inaktivasyonunda en etkili dalga boyu olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle UV-C uygulamalarında ışık kaynağı olarak ışığın %90' ını 253.7 nm dalga boyunda yayan düşük basınçlı civa lambaları (LPM) kullanılmaktadır (Turtoi, 2017; Çelik, 2018). Ayrıca kısa dalga ultraviyole (UV-C, 200-280 nm) ışık uygulaması karmaşık ekipman gerektirmemesi ve kalıntı bırakmaması gibi birçok

avantaja da sahiptir (Han ve ark., 2021).

UV-C ışığı uygulaması Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresi (Food and Drug Administration, FDA) birimi tarafından yaş meyve ve sebzelerde hasat sonrası kullanımı onaylanan ve ürünlerde mikroorganizmaları kontrol altına alarak hastalıklara karşı dayanıklılığı artıran, olgunlaşmayı geciktirerek hasat sonrasında muhafaza ömrünün iyileştirilmesinde kullanılan bir yöntemdir (Şen & Karaçalı, 2005; Pinheiro ve ark., 2015).

Bu çalışmada, 'Angeleno' erik çeşidinde farklı sürelerde UV-C ışık uygulamalarının soğukta muhafaza ve raf ömrü koşullarında meyve kalitesine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOD

Çalışmada Kozagaç (Konya) yöresinde yetiştirilen, bir üretici bahçesinde çöğür anacı üzerine aşılı 4x4 m aralıklarla tesis edilmiş 15 yaşlı 'Angeleno' erik çeşidi kullanılmıştır. Sert olum döneminde (ortalama meyve eti sertliği 36.4 N ve SÇKM %16.2) hasat edilen meyveler uygun koşullarda Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait laboratuvara getirilmiştir. Burada hasarlanmış meyveler ayrılarak, büyüklük ve renk bakımından bir örnek meyveler seçilerek hasat sonrası uygulamaları yapmak üzere 6 eşit parçaya ayrılmıştır

İlk grup meyveler hiçbir uygulama yapılmadan doğrudan plastik kaselerde tartılarak açıkta kontrol grubu meyveler olarak değerlendirilmiştir. İkinci grup meyvelere yine uygulama yapılmadan plastik kaselerde Xtend® modifiye atmosfer poşetler (MAP) içerisine yerleştirilip ağızları kapatılarak depolanmıştır.

Uygulama yapılan son dört grup meyveler için UV-C ışık uygulamalarında 254 nm dalga boyundaki ışıktan yararlanılmıştır. Çalışmada 15 watt'lık 230V/50 Hz'lik 8 adet UV lamba kullanılmıştır. Meyveler seçildikten sonra UV-C ışık uygulaması için lambalara eşit uzaklıkta yerleştirilen raf üzerine sıralanmıştır. Meyvelere 4 farklı sürede (5, 10, 20 ve 30 dakika) UV-C ışık uygulaması yapılmış ve IL1700 (International Light, Inc., Newburyport, MA. 01950) model radyometre ile uygulama dozları kJ m⁻² cinsinden belirlenmiştir. 5, 10, 20 ve 30 dakika uygulamaları için UV-C dozları sırasıyla 1.8, 3.6, 7.2 ve 10.8 kJ m⁻² olarak hesaplanmıştır. UV-C uygulaması sonrası meyveler kaselerde MAP içerisine yerleştirilmiştir.

Kontrol ve uygulama yapılmış meyveler 1 °C sıcaklık ve %90 oransal nem içeren soğuk hava deposunda 120 gün süreyle muhafaza edilmiştir. 15 gün arayla depodan çıkartılan meyvelerin yarısı hemen, kalan yarısı da 3 gün süreyle 20 °C ve %65 oransal nem

içeren raf ömrü koşullarında bekletildikten sonra aşağıda belirtilen kalite parametre analizleri gerçekleştirilmiştir.

Depolama başlangıcında numaralandırılmış kaselere tartılarak ağırlıkları belirlenen meyvelerinin muhafaza süresince tekrar tartılması ile meydana gelen farklılıklar hesaplanmış ve yüzde ağırlık kaybı (%) olarak belirlenmiştir. Meyve eti sertliği 8 mm'lik uç kullanılarak dijital penetrometre ile ekvatorial bölgeden iki farklı noktadan ölçülmüş, sonuçlar Newton (N) olarak belirlenmiştir. Depolama boyunca meyve kabuğu ve etinde renk değişimleri depodan çıkartılan örneklerin karşılıklı yüzeylerinde renk ölçüm cihazı (Minolta, CR-400) kullanılarak L* a* ve b* değerleri okunarak gerçekleştirilmiştir. Renk değişimlerini belirlemede hue açısı (h°) değeri hesaplanmıştır (McGuire, 1992).

Görsel kalite yarı eğitimli panelistler tarafından meyvelerinde dış görünüm, sertlik ve renk özellikleri bakımından 1-9 skalası [1: kötü- tüketilemez, 3: Orta-tüketilebilirlik sınırı (büyük oranda bozukluklar ürünün pazarlanabilirliğini düşürmekte), 5: İyi, pazarlanabilir sınır (küçük bozukluklar ürünün pazarlanabilirliğini etkilememesi), 7: Çok iyi, 9: Mükemmel] kullanılarak değerlendirilmiştir (Bayındır, 2011).

Titre edilebilir asitlik (TEA), erik meyvelerinin katı meyve sıkacağı ile sıkılması sonucu elde edilen meyve suyunun 0.1 N NaOH ile pH' sı 8.1 oluncaya kadar titre edilmesi bulunmuş ve sonuçlar malik asit cinsinden % olarak ifade edilmiştir.

Blender ile püre haline getirilen meyveler 25 ml metanol ile homojenize edilerek 16 saat 4 °C'de bekletilerek santrifüj edilmiştir. Elde edilen bu çözelti toplam fenol ve toplam antioksidan analizinde kullanılmıştır (Thaipong ve ark., 2006).

Toplam fenolik madde miktarı, Folin-Ciocalteu ayracı kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir. Ekstrakte edilmiş örnek üzerine Folin-Ciocalteu ayracı eklenerek çalkalanmış ve 3 dakika süreyle oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu süre sonunda doymuş sodyum karbonat ilave edilerek 25 °C'de 2 saat inkübe edilen çözeltide 760 nm dalga boyunda okuma gerçekleştirilmiş ve sonuçlar mg 100g⁻¹ olarak verilmiştir (Singleton ve ark., 1999).

Toplam antioksidan aktivite miktarı Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) metodu kullanılarak belirlenmiştir. 150 µL örnek ekstraktı üzerine 2850 µL FRAP çalışma solüsyonu ilave edilerek 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Bu süre sonunda spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır sonuçlar µmol g⁻¹ taze ağırlık olarak ifade edilmiştir (Benzie & Strain, 1996).

Poligalakturonaz enzim aktivitesi Miller (1959) ile Pathak ve Sanwal (1998) tarafından geliştirilen DNS yönteminde bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir.

20 µl örnek üzerine 100 µl pektin çözeltisi eklenerek 30 °C'de 10 dakika bekletilmiş ve bu süre sonunda 120 µl DNS eklenmiştir. 4 dakika 96 °C'lik su banyosunda bekletilmiştir ve daha sonra 3 dakika buz içerisinde soğutulmuştur. Spektrofotometrede 530 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Canan, 2012).

Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 18 adet meyve olacak şekilde yapılmıştır. Denemeden elde edilen veriler JMP (5.0) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup, ortalamaları arasındaki farklılıklar Student's t-test çoklu karşılaştırma testine (p<0.05) göre gruplandırılmıştır (Kalaycı, 2005).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ağırlık Kaybı

Muhafazanın 15. gününden itibaren açıkta muhafaza edilen kontrol grubu meyvelerde ağırlık kaybında önemli oranda artış görülmüş ve muhafaza süresi sonunda en yüksek ağırlık kaybı bu gruptaki meyvelerde (%4.39) meydana gelmiştir (Çizelge 1). 120 gün süreyle muhafaza edilen eriklerde ağırlık kaybındaki artışı yavaşlatmada MAP ve 10 dak UV-C uygulamalarının diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu belirlenirken, muhafazanın 120. gününde en az kayıp MAP'da muhafaza edilen meyvelerde (%1.21) saptanmıştır. Raf ömrü koşullarında 120+3 günlük süre sonunda en düşük ağırlık kaybı %1.75 ile 10 dak UV-C uygulanmış meyvelerde belirlenmiştir. Bu uygulamayı aralarında istatistiksel olarak farklılık kaydedilmeyen sırasıyla 5 dak UV-C (%1.81) ve MAP (%1.82) uygulamaları takip etmiştir. En yüksek ağırlık kaybı 30 dak UV-C (%2.12) uygulanmış meyvelerde tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Her iki depolama koşulunda da muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte ağırlık kaybında artış meydana gelmiş, bu artış özellikle açıkta muhafaza edilen kontrol grubu meyvelerde çok daha yüksek oranda gerçekleşmiştir. Hasat sonrası UV-C uygulamasının solunum hızı ve transpirasyonu sınırlandırarak su kaybını azalttığı ve ağırlık kaybındaki artışı yavaşlattığı vurgulanmaktadır. Ayrıca meydana gelen ağırlık kaybı ile hücre zarının yapısındaki bozulmalar arasındaki pozitif bir etkileşim olduğu ve UV-C ışık uygulamalarının hücre zarında meydana gelen bu bozulmaları geciktirerek ağırlık kaybını azalttığı belirtilmektedir (Abdipour ve ark., 2020). Elde edilen sonuçlara benzer şekilde '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde UV-C ve MAP (Koçak & Bal, 2017), 'Starks Gold' kiraz çeşidinde UV-C ve sıcak su (Durmaz, 2019), 'Takdaneh Mashhad' kiraz çeşidinde UV ve kitosan uygulamalarının (Abdipour ve ark., 2020) tek başına veya birlikte kullanımlarının meyvelerde ağırlık kaybını azaltmada etkili olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 1. Soğukta muhafaza süresince farklı sürelerde UV-C uygulamalarının 'Angeleno' erik çeşidinde ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, meyve kabuk rengi, meyve eti rengi ve görsel kalite üzerine etkileri
Table 1. The effects of UV-C treatments at different times on weight loss, fruit flesh firmness, fruit skin color, fruit flesh color and visual quality of plums cv. 'Angeleno' during cold storage

Uygulama Treatments	Muhafaza süresi (gün) Storage (days)									
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	
Ağırlık kaybı (%)^x Weight loss										
Kontrol	0.00±0.00y	0.59±0.05 o-u	0.97±0.03 i-m	1.24±0.07 fgh	1.54±0.08 e	2.06±0.10 d	2.73±0.20c	3.41±0.43 b	4.39±0.27 a	
MAP		0.19±0.01 xy	0.29±0.02 vwx	0.41±0.03 t-x	0.53±0.06 q-v	0.74±0.08 l-s	0.85±0.03 k-o	0.99±0.04 h-l	1.21±0.06 f-i	
5 dak UV-C		0.15±0.02 xy	0.31±0.01 vwx	0.51±0.15 r-w	0.76±0.10 k-r	0.83±0.18 k-p	0.88±0.05 j-n	1.24±0.16 fgh	1.56±0.17 e	
10 dak UV-C		0.16±0.02 xy	0.38±0.13 u-x	0.40±0.05 u-x	0.50±0.04 s-w	0.67±0.09 n-s	0.83±0.02 k-p	1.02±0.09 h-k	1.34±0.05 efg	
20 dak UV-C		0.25±0.14 wxy	0.31±0.02 vwx	0.41±0.04 t-x	0.59±0.07 o-u	0.72±0.04 m-s	0.78±0.05 k-q	1.00±0.08 h-k	1.88±1.49 d	
30 dak UV-C		0.25±0.02 xy	0.57±0.04 p-u	0.62±0.05 o-u	0.66±0.03 n-t	0.81±0.08 k-p	0.96±0.07 i-m	1.12±0.04 g-j	1.41±0.06 ef	
Meyve eti sertliği (N)^x Fruit flesh firmness										
Kontrol	38.10±1.86a	37.20±0.73 abc	35.42±3.37 b-e	34.46±1.89 d-h	28.69±1.99 lm	20.51±1.21vwx	18.94±3.18 xyz	18.25±0.11 yz	17.31±0.67 z	
MAP		37.05±0.67 abc	35.25±0.65 c-f	34.79±0.89 d-g	32.63±1.30 hij	25.76±0.52 pq	21.34±0.35 t-w	21.88±1.38 s-w	20.19±0.43wxy	
5 dak UV-C		37.70±1.10 a	38.14±0.34 a	37.43±1.68 ab	31.78±0.34 jk	27.17±0.25 mp	25.47±1.29 pq	25.23±2.27 pqr	22.63±1.43 stu	
10 dak UV-C		37.22±1.34 abc	33.12±1.47 gr-j	32.04±0.76 ijk	30.43±0.19 kl	28.27±0.72 mn	28.81±0.17 lm	26.79±0.92 mp	23.19±0.80 rst	
20 dak UV-C		34.44±0.38 d-h	33.34±0.34 e-j	33.26±1.08 f-j	33.87±0.87 d-j	27.89±0.16mno	25.89±0.91opq	22.45±1.05stuv	20.80±0.53 u-x	
30 dak UV-C		37.70±0.27 a	33.94±0.65 d-i	35.47±0.80 bcd	32.88±0.98 g-j	25.82±2.71opq	26.53±0.46nop	23.95±0.70 qrs	20.62±0.18 u-x	
Meyve kabuk rengi (h°)^x Skin color										
Kontrol	333.99±1.9j-q	341.39±4.5 a-j	343.24±3.8 a-f	344.42±5.3 a-d	347.30±1.9 a	341.06±1.2 a-k	33.08±4.3 d-n	323.61±8.5 st	322.54±6.2 t	
MAP		331.92±3.5 mr	329.31±8.4 o-t	328.50±8.5 q-t	337.09±3.0 d-n	325.46±3.8 rst	334.42±4.3 i-q	325.63±6.7 rst	323.52±6.3 st	
5 dak UV-C		342.18±1.9 a-h	336.61±3.0 f-o	332.78±5.8 l-r	341.05±1.9 a-k	347.16±4.5 a	339.02±4.3 cm	339.65±2.1 b-l	339.95±5.3 a-l	
10 dak UV-C		335.61±4.0 gr-q	336.81±6.3 e-o	335.21±3.3 h-q	337.17±2.8 d-n	342.82±6.4 a-g	341.97±7.4 a-i	346.59±2.0 ab	344.80±4.5 abc	
20 dak UV-C		331.65±2.4 mr	333.71±9.5 k-q	335.91±4.9 f-q	332.69±6.4 l-r	339.79±1.4 a-l	336.46±3.9 f-o	331.59±1.6 mr	336.01±0.8 f-q	
30 dak UV-C		336.16±3.0 fp	328.61±3.5 p-t	330.79±4.9 n-s	333.90±4.8 j-q	336.50±1.4 fo	344.26±4.0 a-e	336.94±8.6 d-n	334.44±4.6 i-q	
Meyve eti rengi (h°)^x Fruit flesh color										
Kontrol	99.48±1.97a	97.15±0.88 abc	90.53±1.75 f-i	90.02±0.63 ghi	86.12±1.71klm	77.84±0.61 o	70.31±1.40 q	59.65±2.00 t	49.01±0.79 w	
MAP		96.30±0.18 bcd	92.42±2.73 efg	91.25±1.15 fgh	85.22±1.01 lm	77.92±0.54 o	75.77±0.32 op	67.00±0.70 rs	54.62±0.67 u	
5 dak UV-C		98.33±0.53 ab	92.88±0.32 ef	87.49±2.25 jkl	81.42±3.70 n	74.64±2.31 p	61.20±1.89 t	55.44±1.13 u	51.20±1.76 vw	
10 dak UV-C		96.89±2.65 bcd	92.75±0.59 ef	87.49±0.79 jkl	77.91±1.17 o	67.83±2.15 r	65.34±0.89 s	54.25±1.09 u	51.49±0.12 v-v	
20 dak UV-C		95.50±0.69 cd	89.81±1.25 hij	88.18±1.27 ijk	77.79±1.40 o	64.99±0.43 s	65.02±0.87 s	54.80±2.25 u	50.83±1.00 vw	
30 dak UV-C		94.57±1.69 de	92.76±0.74 ef	92.33±0.87 efg	84.04±2.66 m	68.14±0.82 qr	59.91±0.86 t	51.51±1.89 v	49.35±0.63 vw	
Görsel kalite^x Visual quality										
Kontrol	9.00±0.00a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.10±0.16f	7.33±0.00 e	5.00±0.00 j	3.22±0.19 k	
MAP		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	8.11±0.19c	6.67±0.33 h	
5 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.00±0.00 fg	5.00±0.00 j	
10 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.67±0.00 d	6.00±0.00 i	
20 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	8.33±0.00 b	6.89±0.19 g	
30 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	8.22±0.19 bc	6.56±0.19 h	

^x Her bir kalite özelliğindeki harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonunu arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar p<0.05 düzeyinde önemsizdir.

Meyve Eti Sertliği

Soğukta muhafaza edilen meyvelerde muhafaza süresinin uzaması ile birlikte meyve eti sertliğinde azalma meydana geldiği tespit edilirken, sertlik değerinin korunmasında 10 dak UV-C uygulaması (23.19 N) en etkili uygulama olarak belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 5 dak (22.63 N), 20 dak (20.80 N), 30 dak (20.62 N) UV-C uygulamaları ile MAP (20.19 N) takip etmiştir. En düşük meyve eti sertlik değeri ise kontrol (17.31 N) meyvelerinde tespit edilmiştir (Çizelge 1). 120 günlük soğukta depolama süresi sonunda 10 dak UV-C uygulanmış meyvelerde başlangıç değerine göre yaklaşık %39.13 oranında bir sertlik kaybı meydana gelirken, kontrol meyvelerinde bu oran %54.56 olarak belirlenmiştir. 120+3 günlük süre sonunda en düşük meyve eti sertlik değeri kontrol grubu meyvelerde (13.99 N) ölçülmüştür. En yüksek değer 20 dak UV-C uygulamasında (21.07 N) ölçülürken, bunu sırasıyla 10 dak UV-C (20.15 N), 5 dak UV-C (18.85 N), MAP (18.27 N) ve 30 dak UV-C (15.00 N) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 2). 120+3 günlük muhafaza süresi sonunda başlangıç değerine göre sertlik kaybı kontrol grubu meyvelerde %61.60 oranında belirlenirken, 20 dak UV-C

uygulanmış meyvelerde bu oran %42.16 olarak gerçekleşmiştir. Soğukta depolama süresince meyve eti sertliğinde meydana gelen azalma su kaybına bağlı olarak ortaya çıkan ağırlık kaybı ve metabolik değişikliklerle yakından ilişkilidir (García ve ark., 1998). Nitekim Abdipour ve ark. (2020) UV-C uygulamasının etilen sentezini engellediği, solunum oranının azalttığını ve sonucunda yumuşamaya neden olan enzimlerin aktivitelerini yavaşlattığını belirtmişlerdir. Erik meyvesinin klimakterik özellik göstermesinden dolayı UV-C uygulamaları ile metabolik aktivitenin yavaşlatılarak meyve eti sertliğinin daha iyi korunduğu düşünülmektedir. UV-C uygulamalarının kontrol ile karşılaştırıldığında meyve eti sertlik değerindeki azalmayı yavaşlattığı, bu etkinin 10 dak UV-C uygulamasında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucu elde edilen bulgulara benzer şekilde çilek (Sabır ve ark., 2018), erik (Bal & Çelik, 2008), şeftali (Gonzalez-Aguilar ve ark., 2004) ve mango (Promyou & Supapvanich, 2016) meyve türlerinde de hasat sonrası UV-C uygulamasının sertliğin korunmasında etkili olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 2.Raf ömrü koşullarında farklı sürelerde UV-C uygulamalarının ‘Angeleno’ erik çeşidinde ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, meyve kabuk rengi, meyve eti rengi ve görsel kalite üzerine etkileri.

Table 2. Effects of UV-C treatments at different times on weight loss, fruit flesh firmness, fruit skin color, fruit flesh color and visual quality of plums cv. 'Angeleno' under shelf life conditions.

Uygulama Treatments	Raf ömrü süresi (gün) Shelf life (days)								
	0+3	15+3	30+3	45+3	60+3	75+3	90+3	105+3	120+3
Ağırlık Kaybı (%)^x Weight loss									
Kontrol	0.77±0.08xy	1.01±0.04 p-s	1.15±0.02 no	1.15±0.04 no	1.28±0.20 m	1.48±0.05 jk	1.69±0.06fgh	1.88±0.14 cd	2.08±0.06 ab
MAP		0.75±0.03 y	0.83±0.03 v-y	0.97±0.10 q-t	1.08±0.08 n-r	1.48±0.03 jk	1.62±0.05ghi	1.66±0.04 f-i	1.82±0.09 de
5 dak UV-C		0.92±0.06 s-v	0.96±0.04 u	1.09±0.08 n-q	1.11±0.06 nop	1.15±0.05 n	1.43±0.09 kl	1.72±0.05 efg	1.81±0.02 de
10 dak UV-C		0.80±0.03wxy	0.82±0.04 v-y	0.88±0.05 t-x	1.10±0.02 nop	1.57±0.02 hij	1.66±0.03 f-i	1.67±0.05 f-i	1.75±0.01 ef
20 dak UV-C		0.82±0.04 v-y	0.84±0.02 v-y	1.05±0.11 n-r	1.27±0.08 m	1.49±0.07 jk	1.61±0.09ghi	1.87±0.13 cd	1.98±0.09 bc
30 dak UV-C		0.85±0.08uy	0.91±0.04 sw	1.04±0.03 o-r	1.35±0.05 lm	1.40±0.04 kl	1.57±0.06 ij	2.06±0.03 ab	2.12±0.09 a
Meyve eti sertliği (N) Fruit flesh firmness									
Kontrol	36.43±1.31a	31.65±0.73 ef	30.88±0.91 ef	28.87±0.97 gh	22.61±0.76o-t	19.82±0.43wz	18.62±0.51yzA	17.10±0.93A	13.99±1.33B
MAP		33.92±1.3bcd	32.31±1.83 de	25.86±0.75 j-m	21.45±0.91rw	23.49±0.49nq	21.80±0.58 q-v	20.53±0.39 u-x	18.27±0.32zA
5 dak UV-C		34.81±1.43ab	34.36±1.21 bc	30.01±1.78 fg	25.86±0.68 j-m	24.69±0.64lmn	22.40±0.89 o-t	20.92±1.77 t-w	18.85±0.84x4A
10 dak UV-C		35.27±0.81ab	35.08±1.66 ab	30.40±0.26 fg	27.96±0.84 hi	26.87±1.04 ij	26.01±0.34 jkl	23.19±0.90 n-r	20.15±0.45v-y
20 dak UV-C		32.59±1.44cde	31.17±0.76 ef	30.38±1.43 fg	26.59±1.62 ijk	23.81±0.15 nop	24.15±2.22 mno	22.20±1.37 p-u	21.07±0.81sw
30 dak UV-C		35.04±0.46ab	34.23±1.53 bc	31.54±0.54 ef	26.87±0.86 ij	24.91±0.80 kn	22.76±2.38 o-s	18.54±0.60 yzA	15.00±1.12 B
Meyve kabuk rengi (h°) Skin color									
Kontrol	344.46±4.9 abc	344.65±3.9 ab	329.70±2.6 h-r	335.34±7.5 b-k	341.71±4.3 a-e	337.05±5.0 a-i	343.95±2.1 a-d	321.28±2.7 qrs	321.32±7.7qrs
MAP		325.11±7.0 o-r	325.42±2.3 n-r	330.64±3.3 g-q	331.93±5.5 f-p	327.30±3.0 j-l	326.92±7.0 k-r	320.80±6.7 rs	303.16±4.6 t
5 dak UV-C		336.30±6.2 b-j	329.08±4.7 i-r	334.74±4.0 d-n	338.73±7.5 a-h	333.76±7.8 e-p	340.21±4.4 a-f	341.82±1.1 a-e	334.37±7.2 eo
10 dak UV-C		340.93±3.9 a-f	325.91±2.0 l-r	339.92±5.8 a-g	331.97±4.6 f-p	343.85±1.5 a-d	345.95±5.2 a	333.13± 19.7e-p	327.19±3.1 j-r
20 dak UV-C		338.48±4.6 a-h	324.45±2.2 p-s	327.53±7.9 j-l	329.00±4.7 i-r	344.38±4.5 abc	340.20±1.5 a-f	331.83±1.9 f-p	315.40±8.3 s
30 dak UV-C		327.49±2.6 j-l	325.56±3.5 m-r	335.48±10.3 b-k	321.32±10.3qrs	332.95±5.1 e-p	334.85±2.8 d-m	335.11±1.3 c-l	325.80±3.4 l-r
Meyve eti rengi (h°) Fruit flesh color									
Kontrol	99.34±0.37 a	91.57±0.27 bc	92.33±0.15 b	88.92±0.79 c-g	84.67±5.58 hij	79.17±0.66 kl	69.60±4.11 no	53.24±0.72 r	34.71±3.73 v
MAP		91.00±0.52 b-e	90.09±0.99 b-f	88.55±0.55 c-g	88.25±0.25 d-g	80.61±1.68 kl	71.95±2.54 mn	64.44±0.27 pq	48.31±0.62 st
5 dak UV-C		91.03±0.96 b-e	85.95±0.47 g-h	86.71±2.03 g-h	82.06±1.25 ijk	80.07±1.05 kl	72.13±0.82 mn	53.88±1.36 r	37.45±2.57 uv
10 dak UV-C		91.14±0.34 b-e	91.33±0.80 bcd	86.09±0.26 g-h	79.92±0.63 kl	78.35±1.22 l	69.62±1.95 no	50.91±0.48 rs	40.51±0.39 u
20 dak UV-C		90.90±0.30 b-e	88.14±1.87 efg	84.88±0.90 h-i	74.70±2.10 m	67.25±2.04 op	62.38±3.61 q	49.73±0.45 st	34.50±3.23 v
30 dak UV-C		91.29±0.28 bcd	90.86±1.64 b-e	87.43±2.70 fgh	81.69±1.47 jk	67.80±2.97 o	53.56±1.85 r	47.08±3.33 t	31.22±4.98 w
Görsel kalite Visual quality									
Kontrol	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.00±0.00 c	5.00±0.00 e	3.00±0.00 h	1.00±0.00 i
MAP		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.00±0.00 c	5.00±0.00 e	3.00±0.00 h
5 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.33±0.00 b	5.00±0.00 e	3.00±0.00 h
10 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.33±0.00 b	5.27±0.23 d	4.67±0.33 f
20 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.00±0.00 c	4.89±0.19 e
30 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.00±0.00 c	4.00±0.67 g

^x Her bir kalite özelliğindeki harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar p<0.05 düzeyinde önemsizdir.

Meyve Kabuk Rengi

Muhafaza başlangıcında 333.99° olarak belirlenen hue açı değerinde ilk 90 gün uygulamalara göre değişmekle birlikte genel olarak başlangıç değerine göre bir artış meydana gelmiştir (Çizelge 1). 120 günlük muhafaza süresi sonunda hem açıkta hem MAP içerisinde muhafaza edilen meyvelerde başlangıç değerine göre azalma, UV-C uygulamalarında ise artış kaydedilmiştir. Muhafaza süresi sonunda hue açı değeri 344.80° (10 dak UV-C) ile 322.54° (kontrol) arasında değişim göstermiştir. 3 gün 20 °C’de raf ömrü koşullarında muhafaza edilen meyvelerde başlangıçta 344.46° olarak ölçülen hue açı değeri, 120+3 günlük muhafaza süresi sonunda en düşük MAP’da depolanan meyvelerde (303.16°) ölçülmüştür. Hue açı değerini korumada en etkili uygulama 5 dak UV-C uygulaması (334.37°) olarak belirlenirken, bunu sırasıyla 10 dak UV-C (327.19°) ile 30 dak UV-C (325.80°), kontrol (321.32°) ve 20 dak UV-C (315.40°) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 2). Erik meyvelerinde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte parlaklığın ve meyve kabuğundaki renk koyulaşmasına bağlı olarak hue açı değerinin azaldığı belirlenmiştir. Genel olarak UV-C

ışık uygulamasının meyvelerde renk kalite parametrelerinin korunmasında etkili olduğu bu etkinin çoğunlukla düşük dozlarda veya UV-C ışık uygulanmayıp MAP’da muhafaza edilen meyvelerde daha belirgin ortaya çıktığı saptanmıştır. Sabır ve ark. (2018), çilekte 15 dak UV-C uygulamasının kontrol ve 30 dak UV-C uygulamalarına göre renk özelliklerini korumada etkili olduğunu ancak bu etkinin istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir. Pan ve ark. (2004) ise çilekte hue açı değerinde meydana gelen azalmayı geciktirmede UV-C ışık uygulamasının tek başına etkili olmadığı sıcak uygulaması ile birlikte etkinin arttığını belirtmişlerdir.

Meyve Et Rengi

Soğukta muhafaza edilen meyvelerde muhafaza süresinin uzamasına bağlı olarak meyve eti hue açı değerinde meydana gelen değişimleri geciktirmede hasat sonrası uygulamaların daha etkili olduğu saptanmıştır. 120 günlük muhafaza süresi sonunda en düşük hue açı değeri kontrol grubunda (49.01°) ölçülmüştür. En yüksek değer MAP’da depolanan

meyvelerde (54.62°) belirlenirken, bunu sırasıyla 10 dak UV-C (51.49°), 5 dak UV-C (51.20°), 20 dak UV-C (50.83°) ve 30 dak UV-C (49.35°) uygulamaları takip etmiştir. 20 dak UV-C ile 30 dak UV-C arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (Çizelge 1). 120+2 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek hue açısı değeri soğukta depolamaya benzer şekilde MAP' da depolanan meyvelerde (48.31°) meydana gelirken, bu uygulamayı sırasıyla 10 dak UV-C (40.51°), 5 dak UV-C (37.45°), kontrol (34.71°) ve 20 dak UV-C (34.50°) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer 30 dak UV-C uygulaması yapılan meyvelerde (31.22°) tespit edilmiştir (Çizelge 2). Eriklerde uzun süre düşük sıcaklıkta depolama sonrası üşüme zararı meydana gelebilmekte ve bunun sonucunda da meyve etinde kararma ve jelleşmenin ortaya çıktığı belirtilmektedir (Manganaris ve ark., 2008; Sabır, 2017). Elde ettiğimiz bulgulara göre açıkta muhafaza edilen eriklerde özellikle depolamanın sonlarına doğru meyve eti hue açısı değerinde azalma kaydedilirken, bu meyvelerde meyve etinin muhafaza başlangıcındaki parlaklığını yitirdiği ve renginin koyulaştığı tespit edilmiştir. MAP içerisinde UV-C uygulanmış ve uygulanmamış meyvelerin hue açısı değerindeki bu değişim daha yavaş gerçekleşmiştir. Genel olarak bütün renk özelliklerinin korunmasında UV-C uygulamalarının daha etkili olduğu, bu etkinin 10 dak UV-C uygulamasında daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç Sari ve ark. (2016) tarafından ananas meyvelerinde UV-C uygulamasının iç kahverengileşmesini engellediğini belirten bulgular ile desteklenmektedir.

Görsel Kalite

Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte tüm uygulamalarda görünüm değerlerinde azalma kaydedilirken, hasat sonrası yapılan uygulamalar bu azalışı geciktirmede etkili olmuştur. Meyvelerde belirlenen bu azalış panelistler tarafından erik meyvesinde renginde koyulaşma, kararma, buruşma ve yumuşama olarak ifade edilmiştir. Muhafazanın başlangıcında 9.00 olarak puan verilen kontrol ve uygulama yapılan tüm meyvelerde 60. güne kadar bir değişim görülmemiş, muhafaza süresinin 75 ve 90. gününde sadece kontrol grubu meyvelerde azalma kaydedilmiştir. Muhafazanın 105 ve 120. gününde en yüksek görünüm değeri 20 dak UV-C uygulamasında belirlenmiştir (sırasıyla 8.33 ve 6.89). Muhafaza süresinin sonunda kontrol grubu meyveler pazarlanabilir sınır değerinin altında puan alırken, diğer tüm uygulamalar 5 puanın üzerinde değerlendirilmiştir (Çizelge 1). 20 °C'de muhafaza edilen meyvelerde 60+3. güne kadar tüm gruplar 9.00 olarak değerlendirilmiştir. 75+3. günden itibaren kontrol meyvelerinde (7.00) azalma başlarken, uygulama yapılanlarda bu azalış 90+3. günden itibaren gerçekleşmiştir. 105+3. günde kontrol grubu

(3.00) hariç tüm uygulama yapılmış meyveler pazarlanabilir sınır değeri olan 5 puanın üzerinde puan alırken, 120+3. günde uygulama yapılan meyvelerin de sınır değerinin altında puan aldığı saptanmıştır. 120+3. günde en yüksek görünüm değerlendirme puanı 20 dak UV-C (4.89) uygulamasında belirlenirken, bu uygulamayı sırasıyla 10 dak UV-C (4.67), 30 dak (4.00), MAP (3.00) ve 5 dak UV-C (3.00) uygulamaları takip etmiştir. En düşük görünüm puanı kontrol grubu meyvelerde (1.00) belirlenmiştir (Çizelge 2). Muhafaza süresince daha düşük ağırlık kaybı ve daha yüksek sertlik değerinin belirlendiği uygulamalara panelistler tarafından da daha yüksek puan verildiği tespit edilmiştir. Genel olarak 10 ve 20 dak UV-C uygulanan meyveler panelistler tarafından daha yüksek puan almıştır. Elde ettiğimiz bu bulgular üzüm (Sabır ve ark., 2020) ve kiraz (Abdipour ve ark., 2020) türlerinde UV-C uygulamalarının tek başına veya farklı hasat sonrası uygulamalarla birlikte kullanıldığında görsel kaliteyi korumada etkili olduğunu belirten çalışmalarla da benzerlik göstermektedir.

Titre Edilebilir Asitlik Miktarı (TEA)

Meyvelerde 120 günlük muhafaza süresi sonunda hasat sonrası uygulamaların TEA değerini korumada etkili olduğu ve bu etkinin uygulanan UV-C sürelerine göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Muhafaza süresi sonunda en yüksek TEA değeri 10 dak UV-C (%0.694) uygulanmış meyvelerde gerçekleşirken, bunu sırasıyla 5 dak UV-C (%0.690) ve aralarında istatistiksel fark olmayan MAP (%0.664) ve 20 dak UV-C (%0.649) uygulamaları izlemiştir. En düşük TEA değeri 30 dak UV-C uygulanmış meyvelerde (%0.607) belirlenmiştir (Çizelge 3). 0+3. günde %1.489 olan TEA değerinde ilerleyen süre ile birlikte genel olarak azalma meydana gelmiştir. 120+3. günde TEA değerini korumada 20 dak UV-C uygulaması (%0.632) en etkili uygulama olarak belirlenirken, bu uygulamayı aralarında istatistiksel olarak farklılık kaydedilmeyen sırasıyla 5 dak UV-C (%0.586), 10 dak UV-C (%0.578) ve MAP uygulamaları takip etmiştir (%0.577). En düşük TEA değeri 30 dak UV-C uygulanmış meyvelerde belirlenirken (%0.528), kontrol grubu meyveler istatistiksel olarak aynı grupta (%0.532) yer almıştır (Çizelge 4). Ürünlerde hasattan sonra TEA değişiminin birçok faktöre bağlı olduğu bilinmektedir. Depolama süresince TEA miktarında oluşan değişimlerin solunumla bağlantılı olabileceği ve solunumda organik asitlerin tüketilerek azalan TEA değerinin bununla ilişkili olabileceği belirtilmektedir (Rivera-Pastrana ve ark., 2007). Nitekim hem soğukta depolama hem de raf ömrü koşullarında muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte TEA değerinde doğrusal bir azalmanın meydana geldiği saptanmıştır. Muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte azalan TEA değerindeki en fazla kayıp kontrol grubu meyvelerde gerçekleşmiştir. Genel olarak UV-C

uygulamalarının TEA değerini korumada etkili olduğu belirlenirken, uygulama süreleri arasında önemli farklılıklar olmadığı saptanmıştır. Elde edilen bulgular kiraz (Şen & Kuzucu, 2016; Koçak & Bal,

2017; Abdipour ve ark., 2020), çilek (Sabır ve ark., 2018), erik (Bal & Çelik, 2008) ve maviyemiş (Xu & Liu, 2017) meyvelerinde muhafaza süresince azalan

Çizelge 3. Soğukta muhafaza süresince farklı sürelerde UV-C uygulamalarının 'Angeleno' erik çeşidinde TEA, TFM, TAA ve PG aktivitesi üzerine etkileri

Table 3. Effects of UV-C treatments at different times on TEA, TFM, TAA and PG activities in plums cv. 'Angeleno' during cold storage.

Uygulama Treatments	Muhafaza süresi (gün) Storage (days)								
	0	15	30	45	60	75	90	105	120
TEA (%)*									
Kontrol	1.533±0.03 a	1.392±0.09de	1.204±0.02 hij	1.093±0.10kl	1.033±0.03lmn	0.964±0.08nop	0.879±0.04qrs	0.665±0.03vwx	0.630±0.01 wx
MAP		1.507±0.01 a	1.491±0.13 ab	1.316±0.05 ef	1.316±0.02 ef	1.060±0.04klm	0.939±0.06opq	0.859±0.01qrs	0.664±0.04 vwx
5 dak UV-C		1.501±0.05 ab	1.422±0.02 bcd	1.255±0.02 f i	1.216±0.06 hi	1.005±0.05mno	0.970±0.03nop	0.843±0.03 rs	0.690±0.02 uvw
10 dak UV-C		1.507±0.08 a	1.393±0.01 de	1.301±0.06 fg	1.187±0.07 ij	0.962±0.05nop	0.869±0.03qrs	0.808±0.02 st	0.694±0.01 uvw
20 dak UV-C		1.508±0.04 a	1.324±0.01 ef	1.231±0.01ghi	1.135±0.03 jk	0.963±0.04nop	0.893±0.09pqr	0.746±0.01 tu	0.649±0.05 vwx
30 dak UV-C		1.487±0.04abc	1.425±0.01 bcd	1.410±0.03 cd	1.274±0.08fgh	1.027±0.06imn	0.868±0.11qrs	0.729±0.03 tuv	0.607±0.02 x
TFM (mg 100 g⁻¹)*									
Kontrol	196.4±10.5 or	197.6±4.1 n-r	192.05±6.45 qr	267.9±94.7a-d	271.2±25.5abc	274.8±64.6 ab	241.7±7.7 b-l	242.3±9.0 b-l	286.4±9.7a
MAP		182.5±18.8 r	195.6±10.9 pqr	195.1±10.5pqr	287.6±32.7 a	237.1±10.3 cm	201.7±6.2 m-r	214.8±12.6 l-r	262.0±6.9 a-g
5 dak UV-C		203.5±15.8m-r	215.1±9.4 k-r	224.1±17.2 i-q	212.8±64.8 l-r	233.8±9.6 d-n	206.9±15.3 l-r	230.1±8.8 e-p	257.9±18.1 a-i
10 dak UV-C		197.4±17.0 n-r	183.5±5.5 r	191.8±9.2 qr	227.9±6.2 f-q	252.0±8.2 a-j	253.0±24.0 a-j	224.3±14.5 h-q	233.0±15.3d-o
20 dak UV-C		193.8±10.6pqr	181.0±6.4r	265.3±35.1 a-e	268.2±22.8a-d	251.7±13.0 ak	233.8±22.0 dn	226.1±10.9 g-q	268.7±5.8 a-d
30 dak UV-C		209.4±17.0 l-r	237.9±20.3 c-m	261.0±12.6 ab	252.3±10.5 a-j	263.3±0.4 a-f	252.0±17.3 a-j	220.5±8.8 j-q	260.2±6.6 a-i
TAA (µmol g⁻¹)*									
Kontrol	38.42±0.92	37.91±1.58	35.19±0.32	35.73±0.20	33.94±2.18	35.71±0.54	34.79±0.79	33.77±0.58	33.21±1.14
MAP		34.69±3.83	35.46±4.06	34.51±1.28	35.94±0.83	36.01±1.05	35.63±5.08	35.29±1.10	31.67±1.62
5 dak UV-C		37.69±3.77	37.04±4.07	39.58±4.15	39.10±4.09	36.71±1.56	37.42±3.57	33.88±2.68	32.72±1.18
10 dak UV-C		37.83±3.14	36.95±3.04	36.81±5.89	37.71±4.15	34.40±1.69	34.70±0.77	35.39±0.38	34.15±1.94
20 dak UV-C		38.58±5.15	34.74±1.10	34.61±0.58	34.16±0.92	34.96±2.22	31.78±0.43	33.68±3.57	33.21±1.08
30 dak UV-C		39.35±1.26	36.63±5.97	36.00±4.85	34.28±0.60	34.84±0.24	33.31±1.41	33.66±1.47	32.87±1.82
PG aktivitesi (mmol kg⁻¹ s⁻¹)*									
<i>PG activities</i>									
Kontrol	0.87±0.06	0.90±0.06	0.74±0.18	0.78±0.09	0.91±0.08	0.90±0.08	0.93±0.05	0.94±0.03	0.97±0.03
MAP		0.82±0.01	0.75±0.04	0.71±0.01	0.75±0.02	0.83±0.05	0.84±0.06	0.83±0.01	0.89±0.16
5 dak UV-C		0.88±0.04	0.79±0.03	0.82±0.03	0.82±0.03	0.85±0.03	0.84±0.03	0.87±0.01	0.88±0.01
10 dak UV-C		0.82±0.03	0.82±0.01	0.77±0.01	0.81±0.04	0.82±0.01	0.85±0.00	0.89±0.00	0.87±0.08
20 dak UV-C		0.91±0.03	0.82±0.04	0.83±0.04	0.79±0.06	0.88±0.14	0.85±0.08	0.92±0.02	0.89±0.04
30 dak UV-C		0.79±0.04	0.86±0.04	0.82±0.02	0.87±0.09	0.81±0.09	0.89±0.15	0.91±0.05	0.91±0.02

* Her bir kalite özelliğindeki harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar p<0.05 düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 4. Raf ömrü koşullarında farklı sürelerde UV-C uygulamalarının 'Angeleno' erik çeşidinde TEA, TFM, TAA ve PG üzerine etkileri

Table 4. Effects of UV-C treatments at different times on TEA, TFM, TAA and PG activities in plums cv. 'Angeleno' under shelf life conditions.

Uygulama Treatments	Raf ömrü süresi (gün) Shelf life (days)								
	0+3	15+3	30+3	45+3	60+3	75+3	90+3	105+3	120+3
TEA (%)*									
Kontrol	1.489±0.03 bc	1.323±0.02 fgh	1.269±0.03 h-i	1.229±0.08 i	1.065±0.01 j	0.841±0.05mno	0.855±0.12 l-o	0.677±0.06 rs	0.532±0.06 u
MAP		1.513±0.08 ab	1.465±0.01 bcd	1.424±0.13 cde	1.107±0.06 j	0.945±0.01 k	0.809±0.05nop	0.782±0.02 opq	0.577±0.04 tu
5 dak UV-C		1.556±0.05 b-e	1.491±0.03 bc	1.312±0.07 f i	1.225±0.03 i	0.935±0.03 k-l	0.924±0.05klm	0.733±0.02 pqr	0.586±0.04 tu
10 dak UV-C		1.596±0.02 a	1.451±0.05 b-e	1.258±0.05 h-i	1.080±0.04 j	0.894±0.03 k-n	0.782±0.02opq	0.680±0.05 rs	0.578±0.02 tu
20 dak UV-C		1.371±0.06 efg	1.290±0.12 ghi	1.246±0.07 h-i	1.043±0.09 j	0.881±0.02 k-n	0.902±0.01klm	0.746±0.07 pqr	0.632±0.04 st
30 dak UV-C		1.461±0.02 bcd	1.392±0.05 def	1.264±0.10 h-i	1.111±0.02 j	0.933±0.09 k-l	0.750±0.04pqr	0.706±0.01 qrs	0.528±0.02 u
TFM (mg 100 g⁻¹)*									
Kontrol	201.7±11.2 n-u	228.7±14. h-n	207.4±5.2 l-s	294.3±15.2 bc	196.6±3.8 o-u	278.2±9.4 e-f	286.9±33.9 bcd	260.2±27.6 d-g	332.0±10.9 a
MAP		180.2±8.9 s-v	185.1±13.1 q-u	212.0±1.7 k-q	235.6±12.3 g-l	237.69±9.33 g-k	287.6±3.1bcd	245.9±18.11 g-j	314.1±2.7 ab
5 dak UV-C		198.4±7.05 o-u	211.0±45.4 k-r	217.6±57.3 j-p	153.3±21.1 v	203.85±37.27 nt	248.9±29.0 ghi	235.3±39.1 g-l	303.3±18.0abc
10 dak UV-C		183.0±16.0 q-u	173.3±8.9 uv	182.8±2.9 r-u	177.6±7.5 tuv	181.79±15.85 sv	250.0±6.3 f-i	256.4±21.6 e-h	283.8±5.3 cde
20 dak UV-C		192.3±4.8 o-u	191.0±2.7 p-u	196.1±10.0 o-u	196.6±11.7 ou	196.92±6.92 o-u	221.0±21.1 i-o	259.2±13.1 d-g	305.6±5.2 abc
30 dak UV-C		198.9±8.3 o-u	200.0±14.6 n-u	199.7±4.51 n-u	205.6±0.8 m-t	207.44±4.24 l-s	234.1±26.6 g-m	247.4±8.7 ghi	303.5±4.9 abc
TAA (µmol g⁻¹)*									
Kontrol	38.15±1.75	36.91±0.75	35.60±1.69	33.66±1.87	31.87±2.00	32.23±1.31	32.11±2.41	31.56±2.60	30.92±0.50
MAP		36.60±1.27	35.76±0.97	36.45±0.82	35.19±0.21	35.23±0.17	34.77±0.67	32.53±0.09	32.51±0.90
5 dak UV-C		37.18±0.25	35.61±1.51	35.40±0.38	34.41±1.52	34.95±1.03	32.66±0.20	33.62±1.04	33.06±2.18
10 dak UV-C		37.77±0.72	36.69±1.61	37.00±0.43	35.94±1.29	34.92±0.36	35.32±0.85	34.24±1.04	33.76±1.10
20 dak UV-C		37.09±2.02	36.19±0.98	34.81±1.33	34.21±1.64	33.73±1.47	34.36±0.20	33.63±1.10	33.42±0.66
30 dak UV-C		37.36±0.78	35.99±0.89	34.60±1.42	35.00±1.37	34.64±1.53	34.52±1.21	33.50±0.35	33.20±1.45
PG aktivitesi (mmol kg⁻¹ s⁻¹)*									
<i>PG activities</i>									
Kontrol	0.84±0.03 i-p	0.85±0.03 h-p	0.88±0.07 f-o	0.83±0.03 j-p	1.03±0.13 a-d	1.05±0.16 ab	1.04±0.07 abc	0.99±0.03 b-f	1.12±0.08 a
MAP		0.87±0.02 g-p	0.78±0.04 op	0.85±0.16 h-p	0.96±0.09 b-g	0.86±0.02 g-p	0.81±0.05 m-p	0.94±0.07 c-j	0.990±0.04b-f
5 dak UV-C		0.76±0.02 p	0.77±0.03 p	0.77±0.07 p	0.95±0.05 b-h	0.93±0.02c-j	0.90±0.15 e-m	0.89±0.11 e-n	0.90±0.06 e-n
10 dak UV-C		0.80±0.03 nop	0.92±0.03 e-m	0.82±0.07 k-p	0.82±0.03 l-p	0.87±0.01 g-p	0.90±0.04 e-n	0.87±0.05 g-j	0.94±0.03 b-j
20 dak UV-C		0.84±0.02 i-p	0.92±0.05 d-k	0.83±0.02 j-p	0.90±0.03 e-n	0.81±0.04 e-m	0.88±0.06 f-o	0.93±0.09 c-p	1.00±0.08 b-e
30 dak UV-C		0.79±0.02 op	0.92±0.01 e-l	0.77±0.04 p	0.95±0.07 b-i	0.91±0.17 e-m	0.95±0.07 b-i	0.95±0.03 b-h	0.98±0.01 b-f

* Her bir kalite özelliğindeki harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar p<0.05 düzeyinde önemsizdir.

TEA değerinin korunmasında UV-C uygulamalarının etkili olduğunu belirten çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFM)

Soğukta depolanan erik meyvelerinde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte TFM miktarında artış kaydedilmiştir. Muhafaza başlangıcında 196.4 mg 100 g⁻¹ olarak belirlenen TFM miktarı, 120 günlük muhafaza süresi sonunda 286.4 mg 100 g⁻¹ (kontrol) ile 233.0 mg 100 g⁻¹ (10 dak UV-C) arasında değişim göstermiştir. Tüm muhafaza süresi değerlendirildiğinde UV-C uygulamalarının TFM miktarındaki artışı yavaşlatmada daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Raf ömrü başlangıcında 201.7 mg 100 g⁻¹ olarak ölçülen değer, 120+3 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek kontrol grubu meyvelerde (332.0 mg 100 g⁻¹) tespit edilmiştir. Bu uygulamayı sırasıyla MAP (314.1 mg 100 g⁻¹), 20 dak UV-C (305.6 mg 100 g⁻¹), 30 dak UV-C (303.5 mg 100 g⁻¹) ve 5 dak UV-C (303.3 mg 100 g⁻¹) uygulamaları takip etmiştir. En düşük TFM miktarı 10 dak UV-C uygulamasında (283.3 mg 100 g⁻¹) belirlenmiştir (Çizelge 4). Fenolik maddelerin sentezi çeşitli stres koşulları ile çevresel faktörler tarafından düzenlenmekte olup miktarı çeşit, yetiştirme koşulları, olgunluk aşaması, hasat ve depolama koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Hasat sonrası işleme, mekaniksel zararlanma, sıcaklık, modifiye atmosfer ve UV ışık uygulamalarının meyve ve sebzelerdeki fenolik bileşiklerin içeriğini düzenlemede kullanıldığı bilinmektedir. Bu teknolojiler meyve ve sebzelerde ROS (Reaktif Oksijen Türleri) oluşumunu teşvik ederek oksidatif strese neden olmaktadır (Laura ve ark., 2019). Soğukta muhafaza süresince fenolik madde miktarındaki değişim uygulamalara göre farklılık göstermiştir. Depolama süresince meydana gelen artış en fazla kontrol meyvelerinde tespit edilirken, 30 dak UV-C uygulanmış meyvelerde de diğer UV-C uygulamalarına göre daha yüksek fenolik madde miktarı tespit edilmiştir. Kontrol ve 30 dak UV-C uygulanmış meyvelerde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte hem meyve kabuğu hem de meyve etinde meydana gelen kararmalarla fenolik bileşiklerin artışının ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim ürünlerde kararmaya sebep olan polifenol oksidaz (PPO) enziminin fenolik maddelerin artışı ile meydana geldiği belirtilmektedir (Lu ve ark., 2011). Elde edilen bu sonuca benzer bulgular Sabır ve ark. (2018) tarafından çilekte yapılan bir çalışmada da belirtilmiştir.

Toplam Antioksidan Aktivite Miktarı (TAA)

Muhafazanın başlangıcında 38.42 µmol g⁻¹ olarak ölçülen değer, muhafaza süresinin ilerlemesi ile

birlikte azalarak 120 günlük muhafaza süresi sonunda 31.67 µmol g⁻¹ (MAP) ile 34.15 µmol g⁻¹ (10 dak UV-C) arasında değişim göstermiştir. Muhafaza süresince meydana gelen bu değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3). Raf ömrü koşullarında muhafaza süresince azalan TAA miktarına uygulama x muhafaza süresi interaksyonunu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Muhafaza başlangıcında 38.15 µmol g⁻¹ olarak belirlenen TAA miktarı, 120+3 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek değer ise 10 dak UV-C (33.76 µmol g⁻¹) uygulamasında, düşük değer ise kontrol meyvelerinde (30.92 µmol g⁻¹) tespit edilmiştir (Çizelge 4). Bahçe ürünleri besinsel içeriklerinin yüksek olması nedeniyle özellikle son yıllarda tüketiciler tarafından ilginin arttığı ürün gruplarından birisidir. Yaş meyve ve sebzelerde besinsel içeriklerinin korunmasında hasat öncesi ve hasat sonrası koşulların önemli olduğu vurgulanmaktadır. Muhafaza süresince azalan TAA'da meydana gelen değişimi yavaşlatmada UV-C uygulamalarının etkili olduğu tespit edilirken, depolama koşullarına göre değişimle birlikte 10 dak UV-C uygulamasının daha iyi sonuçlar verdiği saptanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara benzer şekilde çileklerde 5 ve 10 dak UV-C (Erkan ve ark., 2008) ve 15 ve 30 dak UV-C uygulamalarının (Sabır ve ark., 2018) muhafaza süresince kontrol ile karşılaştırıldığında daha yüksek oranda antioksidan aktivite tespit edildiğini vurgulamışlardır.

Poligalakturonaz Enzim Aktivitesi (PG aktivitesi)

Soğukta depolama süresinde muhafaza süresinin uzaması ile birlikte PG aktivitesi miktarında artışın geciktirilmesinde hasat sonrası yapılan UV-C uygulamalarının etkili olduğu ancak bu etkinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Muhafaza başlangıcında 0.87 mmol kg⁻¹ s⁻¹ olarak ölçülen değer meyve eti sertliğinde meydana gelen yumuşama ile bağlantılı olarak artarak 120 günlük muhafaza süresi sonunda 0.97 mmol kg⁻¹ s⁻¹ (kontrol) ile 0.87 mmol kg⁻¹ s⁻¹ (10 dak UV-C) arasında değişim göstermiştir. 120+3 gün raf ömrü koşullarında muhafaza edilen meyvelerde en yüksek PG aktivitesi kontrol grubu meyvelerde (1.12 mmol kg⁻¹ s⁻¹) ölçülürken, bu uygulamayı sırasıyla 20 dak UV-C (1.00 mmol kg⁻¹ s⁻¹), MAP (0.99 mmol kg⁻¹ s⁻¹), 30 dak UV-C (0.98 mmol kg⁻¹ s⁻¹) ve 10 dak UV-C (0.94 mmol kg⁻¹ s⁻¹) uygulamaları takip etmiştir. En düşük PG aktivitesi 5 dak UV-C (0.90 mmol kg⁻¹ s⁻¹) uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Bahçe ürünlerinde olgunlaşma ile birlikte meydana gelen yumuşama pektin metil esteraz (PME), poligalakturonaz (PG) ve metil esteraz (ME) gibi enzimlerin aktivitesine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu enzimler hücrelerde dayanıklılığı sağlayan pektin maddelerinin yıkımına neden olarak hücre duvarlarının çözünürlüğünü

arttırmakta ve sertlik kaybına neden olmaktadır (Barreit & Gonzalez, 1994; Atkinson ve ark., 2012). Bu enzimlerin aktivitesini yavaşlatan uygulamalar yumuşamanın geciktirilmesinde da etkili olmaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

'Angelino' erik çeşidinde hasat sonrası yapılan 10 dak UV-C ve 20 dak UV-C uygulamalarının soğukta ve raf ömrü koşullarında kalite özelliklerinin korunmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Ağırlık kaybının azaltılması, meyve kabuk hue açısı değeri, meyve eti sertliği ve toplam antioksidan aktivitesindeki azalışın geciktirilmesine etkili olmuştur. Ayrıca görsel kalite ve titre edilebilir asitlik değerlerinde meydana gelen değişimlerin yavaşlatılmasında da etkili olduğu tespit edilmiştir. Hem soğukta hem de raf ömrü koşullarında meyvelerde fiziksel ve biyokimyasal özelliklerdeki değişimleri yavaşlatmış ve depolama ömrünü uzatmada yardımcı olmuştur. Eriklerde 10 ve 20 dak UV-C uygulamalarının uygulama kolaylığı ve maliyetinin düşük olması açısından ticari olarak tavsiye edilebilir olduğu belirlenmiştir. Hem soğukta hem de raf ömrü koşullarında kontrol grubu ile uygulama yapılmış meyvelerde fizyolojik bozulmalar ve görsel kalitede bozulmalar meydana gelmesine rağmen herhangi bir patolojik bulgu tespit edilmemiştir. Ticari olarak daha kısa süre uygulama açısından 10 dak UV-C uygulamasının daha uygun olduğu saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre UV-C uygulamasının muhafaza ve raf ömrünün uzatılması ve kalite özelliklerinin korunmasında ticari olarak kullanılabilirliği tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Dr. Sevil ÜNAL'ın "Hasat Sonrası UV-C Uygulamalarının Bazı Sert Çekirdekli Meyve Türlerinde Muhafaza Süresince Meyve Kalitesine Etkileri" isimli doktora tezinden hazırlanmış ve Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 17201107 proje numarası ile desteklenmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Abdipour, M., Malekhossini, P.S., Hosseinfarahi, M., & Radi, M. (2020). Integration of uv irradiation and chitosan coating: a powerful treatment for maintaining the postharvest quality of sweet cherry fruit. *Scientia Horticulturae*, 264, 109197.

- <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109197>
- Anonim, (2022). Dünya bitkisel üretim verileri, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, (Alınma Tarihi: 25.04.2022).
- Atkinson, R.G., Sutherland, P.W., Johnston, S.L., Gunaseelan, K., Hallett, I.C., Mitra, D., Brummell, D.A., Schröder, R., Johnston, J.W., & Schaffer, R.J. (2012). Down-regulation of polygalacturonase1 alters firmness, tensile strength and water loss in apple (*Malus x domestica*) fruit. *BMC Plant Biology*, 12 (1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-12-129>
- Bal, E. & Çelik, S. (2008). Hasat sonrası uv-c uygulamalarının giant erik çeşidinin meyve kalitesi ve soğukta muhafazası üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14 (2), 101-107. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000506
- Barreit, D.M. & Gonzalez, C. (1994). Activity of softening enzymes during cherry maturation. *Journal of Food Science*, 59 (3), 574-577. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb05565.x>
- Bayındır, D. (2011). *Angelino Erik Çeşidinin Normal, Modifiye Ve Kontrollü Atmosfer Koşullarında Depolanması (Tez no 295238)*. [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Benzie, I.F. & Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239 (1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>.
- Canan, İ. (2012). *Anamur Yöresinde Yetişen Muzların Muhafazasında Değişik Derim Sonrası Uygulamaların Raf Ömrü, Meyve Kalitesi ve Fizyolojisi Üzerine Etkileri (Tez no 318689)*. [Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çelik, G. (2018). *UV-C Işık Uygulamasının Taze Ahududu ve Böğürtlen Meyvelerinin Dekontaminasyonu ve Kalitesi Üzerine Etkisi (Tez no 541337)*. [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Durmaz, N. (2019). *Starks Gold Kiraz Çeşidinde Sıcak Su, Sıcak Su+UV-C ve UV-C Uygulamalarının Modifiye Atmosfer Koşullarında Muhafazaya Etkileri (Tez no 607394)*. [Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Erkan, M., Wang, S.Y., & Wang, C.Y. (2008). Effect of uv treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 48 (2), 163-171.

- <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.09.028>
García, M.A., Martino, M.N., & Zaritzky, N.E. (1998). Plasticized starch-based coatings to improve strawberry (*fragaria*× *ananassa*) quality and stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46 (9), 3758-3767. <https://doi.org/10.1021/jf980014c>
- Gonzalez-Aguilar, G., Wang, C.Y., & Buta, G. (2004). Uv-c irradiation reduces breakdown and chilling injury of peaches during cold storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84 (5), 415-422. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1675>
- Han, C., Zhen, W., Chen, Q., & Fu, M. (2021). Uv-c irradiation inhibits surface discoloration and delays quality degradation of fresh-cut stem lettuce. *LWT*, 147, 111533. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111533>
- Kalaycı, M. (2005). *Örneklerle Jump Kullanımı ve Tarımsal Araştırma İçin Varyans Analiz Modelleri*. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Yayın No:21, Eskişehir, 296 sy.
- Koçak, H. & Bal, E. (2017). Hasat sonrası uv-c ve yenilebilir yüzey kaplama uygulamalarının kiraz meyve kalitesi ile muhafaza süresi üzerine etkileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4 (1), 79-88. <https://doi.org/10.19159/tutad.300716>
- Laura, A., Moreno-Escamilla, J.O., Rodrigo-García, J., & Alvarez-Parrilla, E. (2019). *Phenolic compounds. (Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables)*. Woodhead Publishing, UK: Ed. Yahia EM 253-271.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.06.017>
- Manganaris, G., Vicente, A., & Crisosto, C. (2008). Effect of pre and post-harvest conditions and treatments on plum fruit quality. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 3 (9), 1-10. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20083009>
- Mcguire, R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *Hortscience*, 27 (12), 1254-1255. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.12.1254>
- Miller, G.L. (1959). Use of dinitro salicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31 (3), 426-428. <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>
- Özbek, S. (1978). *Özel Meyvecilik*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana, 16.
- Pan, J., Vicente, A.R., Martínez, G.A., Chaves, A.R., & Civello, P.M. (2004). Combined use of uv-c irradiation and heat treatment to improve postharvest life of strawberry fruit. *Journal of The Science of Food Agriculture*, 84 (14), 1831-1838. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1894>
- Pathak, N. & Sanwal, G. (1998). Multiple forms of polygalacturonase from banana fruits. *Phytochemistry*, 48 (2), 249-255. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(98\)00005-3](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(98)00005-3)
- Perez-Gago, M., Rojas, C., & Del Rio, M. (2003). Effect of hydroxypropyl methylcellulos lipid edible composite coatings on plum (cv. Autumn Giant) quality during storage. *Journal of Food Science*, 68 (3), 879-883. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb08260.x>
- Pinheiro, J., Alegria, C., Abreu, M., Gonçalves, E.M., & Silva, C.L. (2015). Use of uv-c postharvest treatment for extending fresh whole tomato (*Solanum lycopersicum*, cv. Zinac) shelf-life. *Journal of Food Science Technology*, 52 (8), 5066-5074. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1550-0>
- Promyou, S. & Supapvanich, S. (2016). Physicochemical changes in 'Kaew Kamin' mango fruit illuminated with ultraviolet-c (UV-C) during storage. *Journal of Agricultural Science Technology*, 18 (1), 145-154. <http://jast.modares.ac.ir/article-23-3400-en.html>
- Rivera-Pastrana, D.M., Béjar, A.A.G., Martínez-Téllez, M.A., Rivera-Domínguez, M., & González-Aguilar, G.A. (2007). Efectos bioquímicos postcosecha de la irradiación uv-c en frutas y hortalizas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30 (4), 361-372. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61030403.pdf>
- Sabir, F.K., Sabir, A., & Unal, S. (2020). Chitosan coating and uv-c irradiation to maintain postharvest quality of minimally processed table grapes cv 'Michele Palieri'. *Erwerbs-Obstbau*, 62 (1), 35-42. <https://doi.org/10.1007/s10341-020-00494-x>
- Sabir, F.K. (2017). Erikte salisilik asit uygulamalarının soğukta depolama süresince kalite değişimlerine etkisi. *Meyve Bilimi*, 1 (Özel), 40-45. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/348718>
- Sabir, F.K., Genç, F., & Çavdarıcı, M. (2018). Hasat sonrası uv-c uygulamalarının çilekte muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (4), 458-465. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.453408>
- Sari, L.K., Setha, S., & Naradisorn, M. (2016). Effect of uv-c irradiation on postharvest quality of 'Phulae' pineapple. *Scientia Horticulturae*, 213, 314-320. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.09.049>
- Singleton, V.L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In: *Methods in Enzymology*, Academic Press, 299, 152-178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Şen, F. & Karaçalı, İ. (2005). Hasat sonrası uv-c ışığı ve diğer bazı koruyucu uygulamaların satsuma mandarinin kalite ve dayanım gücüne etkileri. *Derim*, 22 (1), 10-19. <http://www.derim.com.tr/en/download/article-file/52923>

- Şen, S. & Kuzucu, F.C. (2016). "Regina" kiraz çeşidinde hasat sonrası farklı uv-c dozlarının muhafaza süresi ve meyve kalitesi üzerine etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (2), 109-116. <http://ziraat.dergi.comu.edu.tr/dosyalar/Ziraat/regina-kiraz-cesidinde-hasat-sonrasi-farkli-uv-c-dozlarinin-muhafaza-sures.pdf>
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Byrne, D.H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (6-7), 669-675. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003>
- Turtoi, M. (2017). *Ultraviolet Light Treatments* (Novel Postharvest Treatments of Fresh Produce, Crc Press, Ed. Pareek S) 341-402.
- Urban, L., Charles, F., De Miranda, M.R.A., & Aarrouf, J. (2016). Understanding the physiological effects of uv-c light and exploiting its agronomic potential before and after harvest. *Plant Physiology and Biochemistry*, 105, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.04.004>
- Xu, F. & Liu, S. (2017). Control of postharvest quality in blueberry fruit by combined 1-methylcyclopropene (1-mcp) and uv-c irradiation. *Food Bioprocess Technology*, 10 (9), 1695-1703. <https://doi.org/10.1007/s11947-017-1935-y>
- Yaşar, K., Kasım, M.U., & Kasım, R. (2020). Kivi (*Actinidia deliciosa* L.)'de Ozon Gazı Uygulamasının Hasat Sonrası Kalite Üzerine Etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (4), 788-797. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.681591>
- Yeoshua, S.B. & Mercier, J. (2005). *Environmentally Friendly Technologies for Agricultural Produce Quality*. CRC Press 265-299. <https://doi.org/10.1201/9780203500361>.