



Araştırma Makalesi

Kivi (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) Meyvesinin Biyoaktif Bileşikleri Üzerine Farklı MAP Uygulamalarının Etkisi

Orhan Karakaya^{1*}, Burhan Öztürk¹, Hayrullah Kadim¹

¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu

Geliş tarihi (Received): 11.10.2018

Kabul tarihi (Accepted): 27.12.2018

Anahtar kelimeler:

Antioksidan, DPPH, flavonoid, toplam fenolik bileşikler

Özet. Bu çalışma soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince 'Hayward' kivi çeşidinin toplam fenolik bileşikler, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP testine göre) üzerine farklı MAP (Xtend, Aypek, Fresh ve Fresh Plus) uygulamalarının etkisini belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Kontrol meyvelerine MAP uygulanmamıştır. Meyveler, 0±0.5 °C ve % 90±5 nemde koşullarda 180 gün süre ile muhafaza edilmiştir. Raf ömrü ölçümleri, 5 gün boyunca 21±1.0 °C ve %70±5 nemde muhafaza edilen meyvelerde yürütülmüştür. Soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince tüm uygulamalarda toplam fenolik, toplam antioksidan aktivitesi ve toplam flavonoid içeriği azalmıştır. Soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince biyoaktif bileşikler tüm MAP uygulamalarında kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince biyoaktif bileşikler üzerine genel olarak Fresh ve Xtend uygulamalarının diğer MAP uygulamalarına kıyasla daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

*Sorumlu yazar

orhankarakaya7@gmail.com

Effect of Different Modified Atmosphere Packagings (MAP) on Bioactive Compounds of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward)

Keywords:

Antioxidant, DPPH, flavonoids, total phenolic compounds

Abstract. This study was carried out to determine the effects of different modified atmosphere packaging (MAP) (Xtend, Aypek, Fresh and Fresh Plus) on total phenolics, total flavonoids and antioxidant activity (DPPH and FRAP assay) of 'Hayward' cultivar during cold storage and shelf life. Fruit of control were without the MAP. Kiwifruits were stored at 0±0.5°C and 90±5% RH during 180 days, and at 21°C and 70% RH for shelf life (5 days). Total phenolic compounds, total antioxidant and total flavonoid content of all treatments decreased during cold storage and shelf life. Bioactive compounds of MAP treated-fruits were higher than control during cold storage and shelf life. MAP treatments maintained fruit quality during cold storage and shelf life. As a conclusion, Fresh and Xtend was generally more effective than other MAP treatments during cold storage and shelf life.

GİRİŞ

Doğu Karadeniz Bölgesi kivi üretimi bakımından önemli bir potansiyele sahiptir. Nitekim Türkiye kivi üretiminin (yaklaşık 56 bin ton) %30.5'lik kısmı bu bölgeden karşılanmaktadır. Bölgede özellikle Ordu ili üretim miktarı ve yetiştiricilik potansiyeli bakımından ön plana çıkmaktadır (TUIK, 2018). Ancak, bölgede kivi hasattan sonra kalitesinin daha uzun süre muhafaza edilmesinde bazı sıkıntılar yaşanmaktadır. Özellikle depolama koşullarının uygun olmamasından kaynaklı olarak üründe yaşanan su kayıpları neticesinde ürünün görünüşünde bozulma ve meyve etinde yumuşama gibi meyvenin albenisini olumsuz etkileyecek kalite kayıpları meydana gelmektedir. Bu durum tüketilen meyvelerin arzulan nitelikte olmamasına yol açmaktadır.

Hasattan sonra üründe meydana gelen kalite kayıplarının azaltmak ve ürünün muhafaza süresini arttırmak için yapılan birçok uygulama bulunmaktadır. Bu amaçla meyve türlerinde etilen engelleyiciler (AVG ve 1-MCP), anti mikrobiyal özellikteki yenilebilir kaplamalar (*Alo vera*) (Öztürk ve ark., 2016a), sıcak su (Öztürk ve ark., 2016b) ve modifiye atmosfer paket (MAP) uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır (Artes ve ark., 2000; Caleb ve ark., 2012). Bu uygulamalardan MAP uygulaması ambalaj içerisindeki O₂ gaz konsantrasyonunu sınırlandırarak, ürünün solunum hızını azaltmakta ve buna bağlı olarak yaşlanmaya giden süreci yavaşlatmaktadır (Müftüoğlu, 2010). Nitekim farklı meyve türlerinde yapılan soğukta muhafaza ve raf ömrü çalışmalarında MAP uygulamasının ürünün muhafaza süresini uzattığı ve bu süreçte üründe meydana gelen kalite kayıplarını azalttığı bildirilmiştir (Selçuk ve Erkan, 2015a; Avcı, 2016).

Bu çalışmada Ordu ilinde yetiştirilen Hayward kivi çeşidinin soğukta muhafaza süresince biyoaktif bileşikleri üzerine farklı MAP uygulamalarının etkisini belirlemek amacı ile yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmanın bitkisel materyalini Ordu ilinde Hayward çeşidi ile tesis edilmiş 10 yaşlı kivi bahçesinden alınan meyve örnekleri oluşturmuştur. Çalışmanın yürütüldüğü bahçe 5x5 m sıra arası ve sıra üzeri mesafeler ile tesis edilmiştir. Bahçede omcalara T-direk terbiye sistemi uygulanmıştır. Deneme süresince omcalarda kültürel işlemler eksiksiz olarak yerine getirilmiştir.

Metot

Çalışma Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 30 meyve olacak şekilde tasarlanmıştır. Meyvelerin hasadı suda çözünebilir kuru madde miktarının % 6.5 olduğu dönemde yapılmıştır. Hasatta meyvelerin üniform boyutta ve zarar görmemiş olmasına dikkat edilmiştir. Hasat edilen meyvelere kontrol, Xtend, Aypek, Fresh ve Fresh Plus MAP uygulamaları yapılmıştır. Kontrol meyvelerine, MAP uygulanmamıştır. Tüm meyveler 0±0.5 °C ve %90±5 nem içeriğinde 180 gün süre ile soğukta muhafaza edilmiştir. Çalışmada 30 gün aralıklar ile soğuk depodan çıkarılan meyvelerin yarısı (15 adet) depolama analizleri diğer yarısı ise (15 adet) raf ömrü analizleri için kullanılmıştır. Raf ömrünün belirlenmesi amacı ile meyveler 5 gün süre ile 21±1.0 °C ve %70±5 nem içeriğinde muhafaza edilmiştir. Çalışmada soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince toplam fenolik, toplam antioksidan ve toplam flavonoid içeriğindeki değişim belirlenmiştir.

Örneklerin Hazırlanması

Meyvelerin (10 meyve) ilk olarak kabukları paslanmaz bir bıçak ile soyulmuş ve saf su ile yıkanmıştır. Daha sonra her bir meyveden bir dilim alınmış ve bir elektrikli blender ile karıştırılarak, homojen hale getirilmiştir. Örnekler analiz yapılincaya kadar 50 ml'lik falkon tüp içerisinde -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

Toplam Fenolik Bileşikler

Toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteu's kimyasalı kullanılarak belirlenmiştir. Başlangıçta 500 µL taze meyve ekstraktı alınarak üzerine 4.2 mL saf su ilave edilmiştir. Daha sonra 100 µL Folin-Ciocalteu's ayırıcı ve %2' lik sodyum karbonat (Na₂CO₃) ilave edilmiştir. Hazırlanmış olan çözelti 2 h inkübasyondan sonra spektrofotometre de 760 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerleri gallik asit cinsinden hesaplanarak, mg GAE 100 g⁻¹ fw (taze ağırlık) olarak ifade edilmiştir (Beyhan ve ark., 2010).

Toplam Antioksidan Kapasitesi

DPPH testi: Brand-Williams ve ark. (1995)'nin belirttiği yöntemin modifiye edilmesi ile belirlenmiştir. DPPH analizi için 0.26 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazil) çözeltisi hazırlanmıştır. 300 µL meyve ekstraktına 2700

μL etil alkol ve 1 ml DPPH çözeltisi ilave edilip vortexlendikten sonra 30 dk. karanlık ortamda bekletilmiştir. Numunelerin inkübasyonundan sonra spektrofotometrede 517 nm'de absorpsiyon değerleri saptanmıştır. Elde edilen absorpsiyon değerleri Trolox ($10\text{--}100 \mu\text{mol L}^{-1}$) hesaplanarak $\mu\text{mol Trolox eşdeğeri } 100 \text{ g}^{-1}$ taze ağırlık olarak ($\mu\text{g TE g}^{-1} \text{ fw}$) ifade edilmiştir.

FRAP testi: Benzie ve Strain (1996)'in belirttiği yöntemin modifiye edilmesi ile belirlenmiştir. Taze meyve ekstraktından 150 μL alınarak üzerine 1.1 mL fosfat tamponu ve 1.25 ml potasyum ferrik siyanit ilave edilmiştir. Daha sonra 1.25 ml TCA ve 0.25 ml $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ilave edilmiştir. Hazırlanmış olan çözelti vortex'lendikten sonra spektrofotometre de 700 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen absorpsiyon değerleri hesaplanarak $\mu\text{mol Trolox eşdeğeri } 100 \text{ g}^{-1}$ taze ağırlık olarak ($\mu\text{g TE } 100 \text{ g}^{-1} \text{ fw}$) ifade edilmiştir.

Toplam Flavonoid

Toplam flavonoid içeriği Chang ve ark. (2002)'nin belirttiği yöntemle göre belirlenmiştir. Meyve ekstraktından 500 μL örnek alınarak üzerine 3.8 ml metanol ilave edilmiştir. Hazırlanmış olan çözelti üzerine 0.1 ml %10'luk $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ve CH_3COOK ilave edilmiştir. Numuneler spektrofotometre de 415 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Toplam flavonoid içeriği kuersetin'e eşdeğer (QE), mg kuersetin/g taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

İstatistiksel Değerlendirme

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 23.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma yöntemine göre belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince tüm MAP uygulamalarında toplam fenolik içeriği azalmış ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Soğukta muhafaza süresi sonunda Xtend, Fresh ve Aypek uygulamalarının toplam fenolik içeriği kontrol uygulamasından daha yüksek bulunurken, FreshPlus uygulaması ile kontrol uygulamasının toplam fenolik içeriği arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra soğukta muhafazanın 30. ve 150. günü hariç diğer analiz dönemlerinde Xtend, Fresh ve Aypek uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$) (Çizelge 1). Farklı meyve türlerinde MAP uygulaması ile yapılan çalışmalarda Guan ve Dou (2010), Friar erik çeşidinde; Diaz-Mula ve ark. (2011) farklı erik çeşitlerinde; Giacalone ve Chiabrande (2013), Sweetheart kiraz çeşidinde; Selçuk ve Erkan (2015a), İstanbul muşmula çeşidinde; Avcı (2016), Black Amber erik çeşidinde depolama süresince toplam fenolik içeriğinin azaldığını ve MAP uygulanmış meyvelere göre kontrol meyvelerinde toplam fenolik içeriğinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Raf ömrü süresince Xtend uygulamasının toplam fenolik içeriği, tüm uygulamalardan önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Raf ömrü süresi sonunda Aypek, Fresh ve FreshPlus uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$) (Çizelge 1). Selçuk ve Erkan (2015b), Hicaznar çeşidinde farklı MAP uygulamaları ile yaptıkları çalışmada toplam fenolik içeriğinin raf ömrünün 120. gününe kadar arttığını sonra ise azaldığını ve en yüksek toplam fenolik içeriğinin kontrol meyvelerinde olduğunu bildirmişlerdir. Avcı (2016), Black Amber erik çeşidinde toplam fenolik içeriğinin raf ömrü süresince azaldığını ve toplam fenolik içeriğinin MAP uygulanmış meyvelerde kontrol meyvelerine göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince toplam fenolik içeriği bakımından elde ettiğimiz bulgular ile araştırmacıların bulguları arasında görülen farklılığın incelenen meyve türünden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

FRAP testine göre soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince tüm uygulamalarda antioksidan aktivitesi azalış göstermiştir. Depolama ve raf ömrü süresince uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Soğukta muhafazanın 150. ve 180. günü hariç diğer analiz dönemlerinde FRAP testine göre en yüksek antioksidan aktivitesi Xtend uygulamasında belirlenmiştir. Depolama süresince Aypek ve Fresh uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). Soğukta muhafaza süresi sonunda Xtend, Aypek ve Fresh uygulamalarının antioksidan aktivitesi kontrol uygulamasından daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca bu uygulamaların antioksidan aktivitesi arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P > 0.05$) (Çizelge 2). Farklı meyve türlerinde yürütülen çalışmalarda, Giacalone ve Chiabrande (2013), Sweetheart kiraz çeşidinde depolama süresince antioksidan aktivitesinin artış ve azalış gösterdiğini belirlemişlerdir. Bunun yanı sıra Avcı (2016), Black Amber erik çeşidinde soğukta muhafaza süresince antioksidan aktivitesinin azaldığını ve genel olarak MAP uygulanmış meyvelerin kontrol meyvelerine göre daha yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 1. Soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince kivi meyvesinin toplam fenolik içeriği üzerine farklı modifiye atmosfer paket uygulamalarının etkisi.

Table 1. Effect of different modified atmosphere packaging on total phenolics of kiwifruit during cold storage and shelf life.

Uygulamalar	Toplam Fenolik (mg GAE 100 g ⁻¹)						
	Soğukta muhafaza (0 °C)						
	Hasat	30	60	90	120	150	180
Kontrol	613	252 d	221 c	217 c	213 c	188 c	163 b
Xtend	613	325 a	305 a	301 a	297 a	279 a	217 a
Aypek	613	327 a	293 a	289 a	284 a	283 a	202 a
Fresh	613	308 b	306 a	303 a	294 a	251 b	225 a
FreshPlus	613	277 c	269 b	258 b	256 b	243 b	177 b
Uygulamalar	Raf ömrü (21 °C)						
	Raf ömrü (21 °C)						
	Hasat+5	30+5	60+5	90+5	120+5	150+5	180+5
Kontrol	552	216 c	205 c	189 c	183 d	156 c	105 c
Xtend	552	304 a	278 a	274 a	262 a	236 a	165 a
Aypek	552	298 a	270 a	267 a	206 b	195 b	137 b
Fresh	552	301 a	279 a	263 a	217 b	186 b	139 b
FreshPlus	552	266 b	254 b	248 b	240 c	194 b	140 b

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (P<0.05).

Çizelge 2. Soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince kivi meyvesinin antioksidan aktivitesi (FRAP-) üzerine farklı modifiye atmosfer paket uygulamalarının etkisi.

Table 2. Effects of different modified atmosphere packaging on antioxidant activity (FRAP-) of kiwifruit during cold storage and shelf life.

Uygulamalar	FRAP (µmol TE 100 g ⁻¹)						
	Soğukta muhafaza (0 °C)						
	Hasat	30	60	90	120	150	180
Kontrol	681	450 c	412 d	395 c	375 c	312 c	289 c
Xtend	681	665 a	553 a	545 a	482 a	395 a	341 a
Aypek	681	470 b	439 c	437 b	417 b	387 a	335 a
Fresh	681	478 b	441 c	440 b	408 b	386 a	350 a
FreshPlus	681	629 a	481 b	454 b	413 b	359 b	301 b
Uygulamalar	Raf ömrü (21 °C)						
	Raf ömrü (21 °C)						
	Hasat+5	30+5	60+5	90+5	120+5	150+5	180+5
Kontrol	506	406 c	374 c	346 d	335 c	295 c	216 c
Xtend	506	424 b	412 b	382 c	362 b	342 b	236 b
Aypek	506	460 a	437 a	415 b	407 a	375 a	287 a
Fresh	506	432 b	416 b	409 b	406 a	339 b	300 a
FreshPlus	506	450 a	448 a	438 a	359 b	343 b	245 b

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (P<0.05).

150. gün raf ömrü ölçümleri hariç diğer analiz dönemlerinde Aypek ve Fresh uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Raf ömrü süresi sonunda Aypek ve Fresh uygulamaları ile Xtend ve FreshPlus uygulamalarının antioksidan aktivitesi arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca raf ömrü süresi sonunda tüm MAP uygulanmış meyvelerin antioksidan aktivitesinin kontrol uygulamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Avcı (2016), Black Amber erik çeşidinde raf ömrü süresince FRAP testine göre antioksidan aktivitesinin azaldığını ve en yüksek değerlerin MAP uygulanmış meyvelerde olduğunu bildirmiştir. FRAP testine göre, depolama ve raf ömrü süresince toplam antioksidan aktivitesi bakımından elde ettiğimiz bulgular Avcı (2016)'nın bulguları ile benzer iken, Giacalone ve Chiabrando (2013)'nin bulgularından ise farklıdır. Antioksidan aktivitesi bakımından görülen farklılığın incelenen meyve türü ve meyvenin olgunluk seviyesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

DPPH testine göre soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince tüm uygulamalarda antioksidan aktivitesi azalmış ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Depolama süresi sonunda Aypek ve FreshPlus uygulamalarının antioksidan aktivitesi kontrol uygulamasından daha yüksek bulunmuştur. Bunun yanı sıra soğukta muhafaza süresi sonunda Xtend ve Fresh uygulamaları arasındaki fark

istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$) (Çizelge 3). MAP uygulanmış farklı meyve türleri ile yapılan çalışmalarda Erkan ve Selçuk (2015b), Hicaznar çeşidinde soğukta muhafazanın 120. gününe kadar antioksidan aktivitesinin azaldığını sonra ise arttığını ve en yüksek değerlerin MAP uygulanmış meyvelerde olduğunu tespit etmişlerdir. Buna karşılık Erkan ve Selçuk (2015a), İstanbul muşmula çeşidinde ve Avcı (2016), Black Amber erik çeşidinde depolama süresince DPPH testine göre antioksidan aktivitesinin azaldığını ve MAP uygulanmış meyvelerde kontrole göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Raf ömrü süresi sonunda Xtend, Aypek ve Fresh uygulamalarının antioksidan aktivitesi arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ve bu uygulamaların antioksidan aktivitesinin kontrol ve FreshPlus uygulamalarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). DPPH testine göre antioksidan aktivitesini Erkan ve Selçuk (2015b) Hicaznar çeşidinde raf ömrünün 120. gününe kadar azaldığını sonra ise arttığını; Avcı (2016) Black Amber erik çeşidinde raf ömrü süresince azaldığını belirlemiştir. Ayrıca araştırmacılar raf ömrü süresince antioksidan aktivitesinin MAP uygulanmış meyvelerde kontrole göre yüksek olduğunu bildirmişlerdir. DPPH testine göre soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince toplam antioksidan aktivitesi bakımından elde ettiğimiz bulgular genel olarak araştırmacıları bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 3. Soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince kivi meyvesinin antioksidan aktivitesi (DPPH-) üzerine farklı modifiye atmosfer paket uygulamalarının etkisi.

Table 3. Effects of different modified atmosphere packaging on antioxidant activity (DPPH-) of kiwifruit during cold storage and shelf life.

Uygulamalar	DPPH- ($\mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1}$)						
	Soğukta muhafaza (0 °C)						
	Hasat	30	60	90	120	150	180
Kontrol	1934	1133 d	831 e	626 d	546 d	489 e	385 c
Xtend	1934	1811 a	1105 c	1002 a	769 b	591 d	412 b
Aypek	1934	1474 c	1414 a	818 b	753 b	742 a	688 a
Fresh	1934	1544 c	959 d	775 c	661 c	640 c	428 b
FreshPlus	1934	1726 b	1251 b	823 b	975 a	699 b	661 a
Uygulamalar	Raf ömrü (21 °C)						
	Raf ömrü (21 °C)						
	Hasat+5	30+5	60+5	90+5	120+5	150+5	180+5
Kontrol	926	698 d	602 d	513 d	469 c	385 d	206 c
Xtend	926	899 a	859 a	762 a	728 a	586 a	366 a
Aypek	926	816 b	765 b	614 c	557 b	436 c	353 a
Fresh	926	793b	764 b	749 a	534 b	504 b	305 b
FreshPlus	926	752 c	715 c	709 b	693 a	569 a	362 a

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ($P<0.05$).

Soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince toplam flavonoid içeriği bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Depolama ve raf ömrü süresince tüm uygulamalarda toplam flavonoid içeriği azalış göstermiştir. FreshPlus uygulamasının toplam flavonoid içeriği soğukta muhafazanın 180. günü hariç diğer tüm dönemlerde kontrol uygulamasına göre daha yüksek belirlenmiştir. Soğukta muhafaza süresi sonunda Xtend, Aypek ve FreshPlus uygulamalarının toplam flavonoid içeriği arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($P>0.05$) ve bu uygulamaların antioksidan aktivitesinin kontrol ve Fresh uygulamalarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Soğukta muhafaza süresince MAP uygulaması ile yapılan çalışmalarda Selçuk ve Erkan (2015a), İstanbul muşmula çeşidinde, Avcı (2016), Black Amber erik çeşidinde toplam flavonoid içeriğinin azaldığını ve en yüksek toplam flavonoid içeriğinin MAP uygulanmış meyvelerde olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca Avcı (2016), Black Amber erik çeşidinde raf ömrü süresince toplam flavonoid içeriğinin soğukta muhafaza süresince meydana gelen değişim ile benzer olduğunu bildirmiştir. Soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince toplam flavonoid içeriği bakımından elde ettiğimiz bulgular araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Trabzonhurma, erik ve muşmula gibi meyvelerde olgunlaşma süresince fenolik bileşikler genellikle azalış göstermektedir (Del Bubba ve ark., 2009; Singh ve Singh 2012; Selçuk ve Erkan, 2015a). Yapılan farklı çalışmalarda antioksidan aktivitesi ile toplam fenolik bileşikler ve toplam flavonoid içeriği arasında pozitif bir ilişkinin olduğu bildirilmiştir (Gulcin ve ark., 2003; Minussi ve ark., 2003; Novillo ve ark., 2014). Nitekim mevcut çalışmada da depolama süresince meyvenin biyokimyasal içerikleri azalmıştır. Ayrıca toplam antioksidan aktivitesindeki azalışa bağlı olarak toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriğinde azalış göstermiştir. Çalışmamızda

toplam fenolik içeriği hariç incelenen diğer biyokimyasal özellikler bakımından elde ettiğimiz bulgular genel olarak Guan ve Dou (2010)'nun Friar erik çeşidinde, Diaz-Mula ve ark. (2011)'nin farklı erik çeşitlerinde, Giacalone ve Chiabrande (2013) 'nun Sweetheart kiraz çeşidinde, Selçuk ve Erkan (2015a)'ın İstanbul muşmula çeşidinde, Avcı (2016)'nin Black Amber erik çeşidinde elde ettiği bulguları ile benzerlik göstermektedir. Bunun yanı sıra görülen bazı farklılıkların incelenen meyve türü, muhafaza koşulları ve ekolojik koşullardan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4. Soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince kivi meyvesinin toplam flavonoid içeriği üzerine farklı modifiye atmosfer paket uygulamalarının etkisi.

Table 4. Effects of different modified atmosphere packaging on total flavonoids of kiwifruit during cold storage and shelf life.

Uygulamalar	Toplam Flavonoid (mg QE 100 g ⁻¹)						
	Soğukta muhafaza (0 °C)						
	Hasat	30	60	90	120	150	180
Kontrol	103.6	55.6 b	50.9 c	45.9 b	38.4 d	31.9 c	28.9 c
Xtend	103.6	59.3 a	53.9 a	47.0 a	44.5 b	39.2 a	37.8 a
Aypek	103.6	61.7 a	51.4 b	48.6 a	41.9 c	36.2 b	36.2 a
Fresh	103.6	58.8 a	51.9 b	46.5 b	41.6 c	39.1 a	33.3 b
FreshPlus	103.6	61.2 a	54.8 a	50.9 a	48.0 a	40.6 a	36.7 a
Uygulamalar	Raf ömrü (21 °C)						
	Raf ömrü (21 °C)						
	Hasat+5	30+5	60+5	90+5	120+5	150+5	180+5
Kontrol	65.8	48.8 c	41.9 c	40.3 b	35.7 b	30.6 c	22.9 c
Xtend	65.8	54.0 a	46.5 b	44.3 a	41.6 a	39.6 a	38.7 a
Aypek	65.8	51.4 b	45.5 b	43.1 a	39.1 a	37.2 a	33.7 b
Fresh	65.8	52.4 b	50.0 a	44.5 a	41.6 a	34.2 b	30.8 b
FreshPlus	65.8	54.4 a	45.5 b	43.1 a	41.1 a	39.1 a	33.7 b

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (P<0.05).

SONUÇ

Sonuç olarak Hayward kivi çeşidinin soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince biyoaktif bileşikleri üzerine farklı MAP uygulamalarının etkisinin belirlendiği çalışmada, soğukta muhafaza süresince biyoaktif bileşikleri üzerine genel olarak Fresh uygulamasının, raf ömrü süresince ise Xtend uygulamasının daha olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, sonuçlar MAP uygulamasının kivi meyvesinin soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince kalite özelliklerini daha uzun süre korumak için etkili bir araç olarak kullanılabilirliğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

- Artes, F., Villaescusa, R., & Tudela, J. A. (2000). Modified atmosphere packaging of pomegranate. *Journal of Food Science*, 65, 1112-1116.
- Avcı, V. (2016). *Japon grubu (Prunus salicina L.) Black Amber erik çeşidinin muhafaza performansının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- 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, 70-76.
- Beyhan, Ö., Elmastaş, M., & Gedikli, F. (2010). Total phenolic compounds and antioxidant capacity of leaf, dry fruit and fresh fruit of feijoa (*Acca sellowiana*, Myrtaceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, 4, 1065-1072.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28, 25-30.
- Caleb, O. J., Opara, U. L., & Witthuhn, C. R. (2012). Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 5, 15-30.
- Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., & Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of food and drug analysis*, 10, 13-21.
- Del Bubba, M., Giordani, E., Pippucci, L., Cincinelli, A., Checchini, L., & Galvan, P. (2009). Changes in tannins, ascorbic acid and sugar content in astringent persimmons during on-tree growth and ripening and in response to different postharvest treatments. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 668-677.

- Díaz-Mula, H. M., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M., & Valero, D. (2011). Modified atmosphere packaging of yellow and purple plum cultivars. 1. Effect on organoleptic quality. *Postharvest Biology and Technology*, 61, 103-109.
- Giacalone, G., & Chiabrando, V. (2013). Modified atmosphere packaging of sweet cherries with biodegradable films. *International Food Research Journal*, 20, 1263-1268.
- Guan, J., & Dou, S. (2010). The effect of MAP on quality and browning of cold-stored plum fruits. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8, 113-116.
- Gülçin, İ., Oktay, M., Kireççi, E., & Küfrevioğlu, Ö. İ. (2003). Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extracts. *Food Chemistry*, 83, 371-382.
- Minussi, R. C., Rossi, M., Bologna, L., Cordi, L., Rotilio, D., Pastore, G. M., & Durán, N. (2003). Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. *Food Chemistry*, 82, 409-416.
- Müftüoğlu, F. 2010. *Yenilebilir kaplama ve modifiye atmosfer paketlenen kayısının (Kabaş) kalite özelliklerine ve muhafazasına etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Novillo, P., Salvador, A., Llorca, E., Hernando, I., & Besada, C. (2014). Effect of CO₂ deastringency treatment on flesh disorders induced by mechanical damage in persimmon. Biochemical and microstructural studies. *Food Chemistry*, 145, 454-463.
- Öztürk, B., Karakaya, M., Karakaya, O., & Kasko-Arıcı, Y. (2016a). *Effects of pre-harvest AVG and post-harvest Aloe vera gel treatments on bioactive compounds of Piraziz apples during cold storage and shelf life*. 2nd International Congress on Applied Biological Sciences, International University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.
- Öztürk, B., Bulut, B., Kaşko-Arıcı, Y., Karakaya, M., Yarılgaç, T., Karakaya, O., Kayalak-Balık, S., & Balık, Hİ. (2016b). "Onur" ve "Kaplan" Trabzonhurma çeşitlerinin soğukta muhafaza performansı üzerine farklı uygulamaların etkisi. *BAHÇE*, 45, 693-699.
- Selcuk, N., & Erkan, M. (2015). The effects of modified and palliflex controlled atmosphere storage on postharvest quality and composition of 'Istanbul' medlar fruit. *Postharvest biology and technology*, 99, 9-19.
- Selcuk, N., & Erkan, M. (2015). Changes in phenolic compounds and antioxidant activity of sour-sweet pomegranates cv.'Hicaznar'during long-term storage under modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 109, 30-39.
- Singh, S. P., & Singh, Z. (2012). Postharvest oxidative behaviour of 1-methylcyclopropene treated Japanese plums (*Prunus salicina* Lindell) during storage under controlled and modified atmospheres. *Postharvest biology and technology*, 74, 26-35.
- TÜİK. (2018). Bitkisel üretim istatistikleri. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. Erişim tarihi: 06 Ekim 2018.