



## 'Granny Smith Challenger' Elma Çeşidinin Biyoaktif İçeriği Üzerine Gölgeleme Uygulamalarının Etkisi

Ahmet ÖZTÜRK<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun  
([orcid.org/0000-0002-8800-1248](https://orcid.org/0000-0002-8800-1248))

\*e-posta: [ozturka@omu.edu.tr](mailto:ozturka@omu.edu.tr)

Alındığı tarih (Received): 25.10.2017

Kabul tarihi (Accepted): 28.10.2017

Online Baskı tarihi (Printed Online): 13.08.2018

Yazılı baskı tarihi (Printed): 01.10.2018

**Öz:** Bu çalışma 'Granny Smith Challenger' (*Malus domestica* Borkh.) elma çeşidinin toplam fenolik ve bazı bireysel fenolik bileşikleri ile antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP testine göre) üzerine farklı ışık geçirgenliğine sahip siyah renkli örtü materyali ile yapılan gölgeleme uygulamalarının [%0 (kontrol), %15, %20, %35, %55] etkilerini belirlemek amacıyla 2015 ve 2016 yılları arasında Samsun ekolojik koşullarında yürütülmüştür. Kontrol ile karşılaştırıldığında toplam fenolik, bireysel fenolik bileşikler ve antioksidan aktivitesi üzerine örtü uygulamalarının önemli derecede etkisi tespit edilmiştir. Her iki deneme yılında örtü ile muamele edilmiş elma meyvelerinin toplam fenolik içeriği kontrole göre daha düşük belirlenmiştir. Toplam fenolik içeriğinin aksine hem DPPH (2015 yılında %55 hariç) hem de FRAP testine göre %20, %35 ve %55 geçirgenliğe sahip meyvelerden kontrol meyvelerine göre daha yüksek antioksidan aktivitesi saptanmıştır. İncelenen elma çeşidinde genellikle kontrol uygulamasında diğer uygulamalara göre klorojenik asit, epikateşin ve rutin hidrat içeriğinin diğer bireysel fenolik bileşiklere nazaran daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Hemen hemen tüm bireysel fenolik bileşiklerin içeriğinde toplam fenolik bileşiğe benzer şekilde gölgeleme oranı arttıkça önemli derecede azalış gözlemlenmiştir. Sonuç olarak insan sağlığı üzerine önemli derecede etkisi olan fenolik bileşiklerin değişiminin gölgeleme oranı ile direkt ilişkili olduğu, bu yüzden olağan dışı renklenme, güneş yanığı veya dolu zararından korunmak amacıyla yapılan örtü uygulamalarında bu hususun göz önünde bulundurulması tavsiye edilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan, DPPH testi, fenolik bileşikler, prosiyanidin, klorojenik asit

### Effect of Different Shading Treatment on Bioactive Content of 'Granny Smith Challenger' Apple Cultivar

**Abstract:** This study was conducted to investigate the effect of shading treatments with black shading material with different light transmittance [control (0%), 15%, 20%, 35% and 55%] on antioxidant activity (according to DPPH and FRAP test) and total phenolic compounds and some individual phenolic compounds of 'Granny Smith Challenger' apple cultivar (*Malus domestica* Borkh.) in Samsun ecological conditions during 2015 and 2016 year. The shading treatments had significant effects on total phenolic and individual phenolic compounds and antioxidant activity in comparison to the control. The total phenolic content of apple fruits treated with shading was lower in both experimental periods than control. In contrast to the total phenolic content, higher antioxidant activity was observed in fruits obtained from 20%, 35% and 55% shading treatments than the control fruits according to DPPH (except 55% in 2015) and FRAP test. In the investigated apple cultivar, the content of chlorogenic acid, epicatechin and rutine hydrate were generally higher than other individual phenolic compounds in the control. The content of almost all individual phenolic compounds was significantly reduced as the increasing shading rate, similar to the total phenolic compound. As a result, the change in phenolic compounds, which are important effects on human health, is directly related to the shading rate, thus it is recommended that this matter could be taken into account in the shading treatments to protect against extreme discoloration, sunburn or hail damage.

**Keywords:** Antioxidant, DPPH test, phenolic compounds, procyanidin, chlorogenic acid

#### 1. Giriş

Elma, dünyanın pek çok ılıman iklim bölgesinde yetiştirilebilen ve en fazla tüketilen

meyve türlerinden birisidir (Jackson 2003). Türkiye yaklaşık 84.6 milyon ton olan dünya elma üretiminde 2 480 000 tonluk üretimi ile % 2.9'luk

üretim payına sahip olup genellikle üretim bakımından ilk 3 ülke arasında yer alan önemli bir ülkedir (FAO 2014). Elma içermiş olduğu mineraller, karbonhidratlar, lif, C vitamini ve doğal antioksidanlar olarak bilinen çeşitli fenolik bileşikler bakımından insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır (Özçağırın ve ark. 2004). Elma karatenoidler, izoflavonoidler, flavanoidler ve fenolik asitler gibi değişik fitokimyasal içerikleri bakımından zengindirler (Veberic ve ark. 2007). Elmada tat, aroma, sertlik, burukluk ve kabuk rengi gibi kalite özellikleri üzerine şekerler, organik asitler ve fenolik bileşikler etki etmektedir (Bengoechea ve ark. 1997). Elmada fenolik bileşiklerin seviyesi çeşide, yetiştirme mevsimine, yetiştiricilik sistemlerine ve çevresel faktörlere göre değişiklik göstermektedir (Awad ve ark. 2000; Veberic ve ark. 2005). Yetiştiricilikte meyvenin renklenmesini etkileyen en önemli çevresel faktörler ışık ve sıcaklıktır. Işık özellikle meyve kabuğunun renklenmesinde rol olan antosiyanin biyosentezinden sorumlu genleri düzenlemektedir (Kim ve ark. 2003). Ayrıca, antosiyanin biyosentezi glikozdan başladığı için iyi ışıklanmaya bağlı olarak yüksek fotosentez aktivitesi daha fazla antosiyanin sentezinin yapılmasını sağlamaktadır (Taiz ve Zieger, 2008). Işıklanma üzerine terbiye sistemi, bodur anaçlar, sıraların yönlendirilmesi, gölgeleme örtüsü ve meyvenin ağaç üzerindeki konumu etki etmektedir (Jakopic ve ark. 2007). Bazen dolu yağışı dolayısıyla önleyici örtüler bitkilerin üzerine çekilmekte ancak bu örtüler ışığı azaltmaları ve gölgeleme yapmaları dolayısıyla meyvelerin renklenmesi kadar gelişimlerini de olumsuz etkilemektedirler (Stamper ve ark. 2002). Ancak bu örtüler yüksek ışıklanma ve sıcaklığın meyvelerde meydana getirdiği güneş yanıklığını engelleyerek meyve kalitesinin korunmasına veya artmasına yardımcı olmaktadır (Iglesias ve Alegre 2006). Yüksek sıcaklık ve ışıklanma ile meyvelerde ortaya çıkan kalite kayıpları gölge örtüleriyle azaltılabilmektedir (Kırbay ve Özer 2015). Gölge örtüleri ile meyveler rüzgâr, dolu ve kuş zararından korunmanın yanında güneş yanıklığı ve meyvelerdeki lekelenmeler azalmakta

daha iyi renklenme ile birlikte renklenmede homojenlik artmaktadır (Amarante ve ark. 2011; Dayıoğlu ve Hepaksoy 2016).

Bir ılıman iklim meyve türü olmasına rağmen elma bu iklim kuşağında yer alan bazı ekolojilerde özellikle yaz aylarında görülen ve meyvelerde güneş yanıklığına neden olan yüksek sıcaklık ve yüksek ışık şiddetine (güneş radyasyonuna) karşı çeşitlere göre hassasiyet göstermektedir (Iamsub ve ark. 2009). Bu iklim özelliklerinin neden olduğu zarar oranı aynı zamanda bölgelere ve yörelere göre de değişmektedir. Elmada güneş yanıklığı özellikle ‘Granny Smith’, ‘Royal Gala’ ve ‘Fuji’ çeşitlerinde önemli bir sorun oluşturmaktadır. Koyu yeşil kabuk rengine sahip olan ‘Granny Smith’ çeşidi uygun olmayan ekolojilerde yetiştirildiğinde olgunluğa doğru meyve renginde sararma, güneş gören yanlarında hafif açık kırmızı renklenme ya da güneş yanıklıkları meydana gelebilmekte, oysa nemli ve güneşi az olan bölgelerde bu sorunlar daha az ortaya çıkabilmektedir (Özongun ve ark. 2007). Bu nedenle ‘Granny Smith’ çeşidinin, ülkemizde daha çok Karadeniz ve Marmara bölgelerinde yetiştirilmesi önerilmektedir (Soylu 2006). Ancak belirtilen bölgelerde ışıklanmanın ve sıcaklığın yüksek olduğu yaz aylarında ‘Granny Smith’ çeşidine ait meyvelerde olağan dışı renklenmeler ve kalite kayıpları meydana gelebilmektedir. Bu kalite kayıplarını önlemek amacıyla kaolin kil uygulaması, su ile soğutma ve gölge fileleri ile ağaçların gölgeleme uygulamaları yapılabilmektedir. Bu uygulamalar içerisinde güneş yanıklığını önlemede en etkili yöntemin hem güneş ışığı şiddetini hem de meyve yüzeyi sıcaklığını azaltması bakımından gölgeleme ağı olduğu bildirilmektedir (Gindaba ve Wand 2008).

Bu çalışma ile ‘Granny Smith Challenger’ elma çeşidinde farklı seviyelerdeki gölgeleme uygulamalarının meyvelerin biyoaktif içeriği üzerine etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Bitkisel Materyal

Bu araştırma Samsun ili, Çarşamba ilçesine bağlı Gelemen mevkiinde 41°13’42’’ Kuzey enlem ve 36°31’46’’ Doğu boylamında denizden

6 metre yükseklikte bulunan Koni İnşaat Ltd. Şti.'ne ait ticari elma bahçesinde 2015-2016 yıllarında yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü bahçe 2011 yılında M9 anacı üzerine aşılı 1 yaşlı 'Granny Smith Challenger' çeşidi ile 0.90 cm x 3.5 m sıra üzeri ve sıra arası mesafelerle 3150 ağaç/ha olacak şekilde kurulmuştur. Bitkiler telli terbiye sistemiyle desteklenmiş ve ince iğ (Vertical Axis) sistemine göre budanmıştır. Bitkilerde sulama, budama, gübreleme, yabancı ot kontrolü ve hastalık-zararlılarla mücadele gibi kültürel işlemler düzenli olarak yapılmıştır.

Denemede bitkilerin üzerine gölgeleme örtüleri çiçek taç yaprakları döküldükten sonra çekilmiştir. Gölgeleme materyali olarak, siyah renkli yüksek yoğunluk polietilenden imal edilmiş ve güneşe karşı dayanıklı UV katkılarıyla güçlendirilmiş %15, %20, %35 ve %55 gölgeleme oranlarına sahip 4 farklı gölgeleme oranına sahip siyahfile örtü kullanılmıştır. Kontrol grubu üzerine ise gölgeleme uygulaması yapılmamıştır. Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 20 ağaç (uygulamada 60 ağaç) olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur.

## 2.2. Bireysel Fenoliklerin Belirlenmesi

Uygulamalara göre her tekerrürden rastgele alınan 10 meyve örneği temizlendikten sonra ince küçük parçalara ayrılmış ve -20°C'de ekstraksiyon yapıncaya kadar muhafaza edilmiştir. Küçük parçalar haline getirilen örnekler ekstraksiyon için Colaric ve ark. (2006)'nın bildirdiği yöntemle göre homojenizatör ile (PRO-200, Pro Scientific Inc, Oxford, USA) püre haline getirilmiştir. Homojenize edilen örnekten 1 g alınarak test tüpüne konulmuş ve üzerine fenoliklerin bozulmasını önleyen %1'lik BHT içeren 10 mL metanol ilave edilmiştir. Bu örnekler buzla soğutulmuş ultrasonik banyoda 45 dakika süreyle karanlık ortamda bekletildikten sonra 10°C sıcaklıkta 10 dakika süre ile 12000xg devirde santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örnek tüpünün üzerinde kalan sıvı 0.45µm Millex poliamid filtre (Millipore, Billerica, USA) ile filtre edildikten sonra alınan 1 mL süzüntü amber renkli 2 mL'lik vialler ile HPLC cihazına analiz için yerleştirilmiştir.

HPLC ile bireysel fenolik bileşiklerin (kateşin, epikateşin, klorojenik asit, kafeik asit, prosiyanidin B1, prosiyanidin B2 ve rutin hidrat) belirlenmesinde Schieber ve ark. (2001) ve Colaric ve ark. (2006)'nın belirttiği yöntem kullanılmıştır. Araştırmada Shimadzu marka HPLC (Shimadzu, Kyoto, Japan) cihazı kullanılmıştır. Cihaz LC-20AT gradient pompa, SIL-20A otomatik yükleyici, CTO-10ASVP fırın, SPD-M20A DAD dedektör sistemine sahiptir. Cihazda Luna 5µ C18 100A (250x4,6 mm) Phenomenex (Torrance, CA, USA) kolon kullanılmış ve kolon ısı 25°C'de tutulmuştur. Kromatografik koşullar Schieber ve ark. (2001) tarafından bildirilen yöntemde ufak değişiklikler yapılarak oluşturulmuştur. Hareketli faz A % 2'lik (hacim: hacim) asetik asit: ultra saf su, B ise % 0.5 asetik asit:ultra saf sudan (50:50, hacim: hacim) oluşturulmuştur. Analiz süresi toplam 45 dakika olup enjeksiyon hacmi 20 µL ve ilerleme hızı dakikada 1 mL olarak ayarlanmıştır. Koşullar gradient olarak oluşturulmuş olup 40. dakikaya kadar A'dan %90'dan %55'e, 45. dakikaya kadar ise A'dan %55'den %0'a olacak şekilde uygulanmış ve her örneğin alınması arasında 15 dakika süreyle kolon hareketli faz ile yıkanmıştır.

Araştırmada incelenen meyvelerdeki bireysel fenoliklerin miktarı standartlarla karşılaştırılarak belirlenmiştir. Bireysel fenoliklerden kateşin, epikateşin, klorojenik asit, prosiyanidin B1 ve prosiyanidin B2 280 nm, kafeik asit 320nm ve rutin hidrat 370 nm dalga boyunda okumaları yapılmıştır. Okunan değerler standartlarla karşılaştırılarak örneklerdeki bireysel fenolik içerikleri belirlenmiş ve mg kg<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir. Okumalar 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

## 2.3. Toplam Fenolik Bileşikler

Toplam fenolik madde miktarı Singleton ve Rossi (1965)'e göre Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Püre haline getirilmiş 100 g meyve örneği 50 mL'lik balon jöjeye alınarak %50'lik metanol ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Yaklaşık 15 dakika 200 rpm'de çalkalanmış, karışım 0.45 µm filtre kağıdından süzülerek 0.2mLmeyve suyu alınarak 1.5 mL Folin-

Cioaltea reaktifini eklenmiş ve karıştırılmıştır. 5 dakika sonra 1.5 mL %7'lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> eklenerek vortekslenmiş ve 90 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra UV-VİS spektrofotometre ile (Schimadzu, Kyoto, Japonya) 760 nm'de absorbans okumaları yapılmıştır. Standart okumaları için gallik asit kullanılmış ve sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (mg GAE kg<sup>-1</sup>) olarak ifade edilmiştir.

#### 2.4. Antioksidan Aktivitesi

##### 2.4.1. DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

DPPH aktivitesi Huang ve ark. (2005)'nin bildirmiş olduğu yöntemle göre belirlenmiştir. Buna göre 5 ml meyve nektarı 25 mL %70'lik metanol çözeltisi ile seyreltilerek karışım 0.45 µm filtre kağıdından süzülüş ve bu karışımdan 100 µL meyve suyu örneğine 3.9 ml DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Bu örneklerin absorbansı UV-VIS spektrofotometre'de (Schimadzu, Kyoto, Japonya) 515 nm'de ölçülmüş ve sonuçlar µmol trolox eşdeğeri (TE) g<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir.

##### 2.4.2. FRAP (Ferric ions Reducing Antioxidant Power)

FRAP analizi Benzie ve Strain (1996)'nin bildirdiği yöntemde ufak değişiklikler yapılarak belirlenmiştir. Buna göre taze olarak hazırlanan FRAP tamponundan alınan 3 mL'lik tampona 150 µL meyve suyu ekstraktı ilave edilmiştir. Bu karışım 37°C'de 10 dakika inkübe edildikten sonra örneğin absorbansı UV-VIS spektrofotometre'de (Schimadzu, Kyoto, Japonya) 593 nm'de okunmuş ve sonuçlar µmol trolox eşdeğeri (TE) g<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir.

#### 2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmadan

elde edilen veriler SPSS 21.0 istatistik paket programında analiz edilmiş, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 (p<0.05) düzeyinde 'Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi' kullanılarak yapılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Farklı ışık geçirgenliklerine sahip gölgeleme örtüleriyle yapılan gölge uygulamalarının 'Granny Smith Challenger' elma çeşidinde toplam fenolik bileşikler ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi yıllar itibarıyla Çizelge 1'de verilmiştir. Araştırmada yapılan gölgeleme uygulamalarının toplam fenolik bileşikler ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Toplam fenolik bileşik içeriği 2015 yılında en yüksek gölgeleme yapılmayan kontrol uygulamasında (269 mg GAE kg<sup>-1</sup>) en düşük ise %15 gölgeleme uygulamasında (176 mg GAE kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Yine aynı yılda DPPH antioksidan aktivitesi en yüksek %35 ve %20 gölgeleme uygulamasında (sırasıyla 320µmol TE g<sup>-1</sup> ve 310 µmol TE g<sup>-1</sup>), FRAP ise %55 gölgeleme uygulamasında (602 µmol TE g<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Toplam fenolik bileşikler 2016 yılında da yine 2015 yılındaki gibi gölgeleme yapılmayan bitkilerde en yüksek (420 mg GAE kg<sup>-1</sup>) en düşük ise %35 gölgeleme yapılan bitkilerde (191 mg GAE kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. 2016 yılında DPPH antioksidan aktivitesi en yüksek %55 gölgeleme uygulamasında (381µmol TE g<sup>-1</sup>) en düşük ise kontrol ve %15 gölge uygulamasında (sırasıyla 124µmol TE g<sup>-1</sup> ve 148µmol TE g<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. FRAP aktivitesi en yüksek yine %55 oranında gölgelenen bitkilerden elde edilen meyvelerde (463µmol TE g<sup>-1</sup>) en düşük ise gölgelenmeyen ve %15 oranında gölgelenen bitkilerden elde edilen meyvelerde (sırasıyla 286 µmol TE g<sup>-1</sup> ve 302 µmol TE g<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Farklı ışık geçirgenliklerine sahip gölgeleme materyalinin ‘Granny Smith Challenger’ elma çeşidinin toplam fenolik bileşikler ve antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP testine göre) üzerine etkisi

**Table 1.** The effect of different light transmittance shading materials on total phenolic compounds and antioxidant activity (according to DPPH and FRAP tests) of ‘Granny Smith Challenger’ apple cultivar

	Gölgeleme Uygulaması	Toplam Fenolik Bileşikler (mg GAE kg <sup>-1</sup> )	Antioksidan Aktivitesi (μmol TE g <sup>-1</sup> )	
			DPPH	FRAP
2015	Kontrol	269 a*	223 b	415 d
	% 15	176 c	231 b	420 d
	% 20	196bc	310 a	472 c
	% 35	218 b	320 a	510 b
	% 55	224 b	247 b	602 a
2016	Kontrol	420 a	124 d	286 d
	% 15	374 b	148 d	302 d
	% 20	209 cd	239 c	357 c
	% 35	191 d	311 b	424 b
	% 55	221c	381 a	463 a

\*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p<0.05)

Araştırmada toplam fenolik bileşik içeriği gölgelenmeyen bitkilerde gölgelenen bitkilere göre daha yüksek bulunmuştur. DPPH ve FRAP antioksidan aktivitesinin ise genellikle gölgeleme oranı yüksek olan bitkilerde gölgelenmeyen (kontrol) veya gölgeleme oranı düşük (%15) olan bitkilerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Meyvenin taç üzerinde bulunduğu yere bağlı olarak ışıklandırmanın az olduğu taç içinde bulunan meyvelere göre ışıklandırmanın fazla olduğu tacın dış kısmındaki meyvelerin fenolik madde içerikleri yüksek olmaktadır (Awad ve ark. 2000). Dolu örtüsü ile kaplanmış ağaçlarda ışıklandırmanın fazla olduğu taç kısmının dışındaki meyvelerde toplam fenolik içeriğinin ışıklandırmanın az olduğu taç kısmının içindeki meyvelerden daha yüksek olduğu saptanmıştır (Jacopic ve ark. 2009). Renkli örtü ile gölgelenen elmalarda ortalama meyve ağırlığının gölgesizlerden daha yüksek olduğu, dolu örtüsü ile örtülen ağaçların meyvelerinin kontrole göre daha zayıf kırmızı yanak oluşturduğu bildirilmiştir (Gindaba ve Wand, 2005; Solomakhin ve Blanke 2010). Yüksek güneş ışığına maruz kalan meyvelerde fenolik bileşik miktarının yüksek olduğu bununda yüksek ışık ve UV radyasyonundan meyvelerin korunma mekanizmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Li

ve ark. 2013). Yüksek ışık ve sıcaklık bitkiler için bir stres faktörü olarak düşünüldüğünde fenolik bileşikler ve antioksidanlar bitkileri bu olumsuz stres şartlarına karşı korumaktadırlar. Nispeten yüksek sıcaklık ve ışık stres altındaki bitkilerde fenolik maddeler ve antioksidan içeriğini artmaktadır (Kacar ve ark. 2006; Biedrzycka ve Amarowicz 2008; Oh ve ark. 2009). Yine stres altındaki bitkilerin stresten korunmasında polifenoller etkili rol oynamaktadır. ‘Granny Smith’ elma çeşidinin polifenol içeriğinin yüksek olduğu bildirilmiş (Imeh ve Khokhar 2002) olup bu durum çalışmamızda ışığın fazla olduğu uygulamalarda fenolik bileşiklerin yüksek olmasının nedenini açıklamaktadır. Ancak çalışmamızda toplam fenolik bileşikler ve antioksidan içerikleri farklı gölgeleme uygulamalarından farklı şekilde etkilenmiştir. Bu çalışmada gölgeleme ile toplam fenolik bileşikler ve bireysel fenolikler azalırken antioksidan aktivitesi artmıştır. Farklı gölgeleme uygulamaları altında yetiştirilen kahvede antioksidan aktivitenin tam güneş ışığı altında yetişenlere göre yaklaşık % 65 gölgelemede arttığını, gölgeleme oranının daha fazla artması durumunda antioksidan aktivitenin azaldığını bildiren Somporn ve ark. (2012) benzer şekilde toplam fenolik içeriğinin yaklaşık %65 gölgelemede en

yüksek olduğunu ancak %60 ve %70 gölgelemede azaldığını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar tam güneş ışığı altında yetiştirilen kontrol bitkilerinin meyvelerindeki kafeik, vanilik, siyrinjik ve ferrulik asit içeriğinin gölgede yetişenlerden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırma sonuçlarımız benzer sonuçların elde edildiği önceki yapılan çalışmalarla (Benzie ve Strain 1996; Del Castillo ve ark. 2000; Gorinstein ve ark. 2005; Cortell ve Kennedy 2006) uyum içerisinde.

Farklı ışık geçirgenliklerine sahip gölgeleme materyalleri ile yapılan gölgeleme uygulamalarının 'Granny Smith Challenger' elma çeşidinin bazı bireysel fenolik içerikleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Araştırmada en yüksek prosiyanidin B1 ve kateşin içeriği gölgelenmeyen ve %15 gölgelenen bitkilerden elde edilen meyvelerde belirlenirken en düşük ise %55 oranında gölgelenen bitkilerden elde edilen meyvelerde belirlenmiştir (Çizelge 2). Klorojenik

asit içeriği her iki deneme yılında da gölgelenmeyen bitkilerde en yüksek olurken, en düşük ise 2015 yılında %55 oranında gölgelenen bitkilerde, 2016 yılında ise %20, %35 ve %55 oranında gölgelenen bitkilerde belirlenmiştir. Prosiyanidin B2 içeriği en yüksek gölgelenmeyen bitkilerde en düşük ise %35 ve %55 oranında gölgelenen bitkilerde belirlenmiştir. Araştırmada en yüksek kafeik asit içeriği 2015 yılında kontrol uygulamasında, en düşük ise %55 gölgeleme uygulamasında, 2016 yılında en yüksek kontrol, %15 ve %20 gölge uygulamasında en düşük %55 gölge uygulamasında saptanmıştır. Epikateşin içeriği her iki deneme yılında da gölgelenmeyen bitkilerde en yüksek olurken %55 oranında gölgelenen bitkilerde ise en düşük olmuştur. Rutin hidrat içeriği 2015 ve 2016 yıllarında kontrol ve %15 gölge uygulamasında en yüksek miktarda tespit edilirken, 2015 yılında %35 ve %55 gölge uygulamasında 2016 yılında ise %55 gölge uygulamasında en düşük miktarda tespit edilmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Farklı ışık geçirgenliklerine sahip gölgeleme materyalinin 'Granny Smith Challenger' elma çeşidinin bazı bireysel fenolik bileşikleri ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) üzerine etkisi

**Table 2.** The effect of different light transmittance shading materials on some individual phenolic compounds ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) of 'Granny Smith Challenger' apple cultivar

Yıl	Uygulama	Proc B1	Kateşin	Klorojenik	Proc B2	Kafeik	Epikateşin	Rutin hidrat
2015	Kontrol	83.3 a*	96.3 a	129.7 a	102.3 a	60.0 a	125.7 a	129.3 a
	% 15	87.7 a	94.7 a	95.3 b	75.0 b	55.3 ab	113.7 ab	144.7 a
	% 20	78.0 ab	75.0 b	85.7bc	60.0bc	45.0 ab	94.3 b	102.3 b
	% 35	59.0bc	77.7 b	75.0 cd	54.7 c	42.7 ab	70.7 c	66.3 c
	% 55	41.0 c	40.0 c	64.7 d	52.7 c	33.7 b	33.7 d	48.0 c
2016	Kontrol	99.7 a	97.3 a	128.0 a	115.3 a	88.7 a	138.0 a	114.0 a
	% 15	107.0 a	96.7 a	112.3 b	90.7 b	84.3 a	115.7 b	116.3 a
	% 20	72.7 b	86.7 ab	74.3 c	82.7 b	78.7 a	83.3 c	93.0 b
	% 35	66.3 b	76.0 b	63.3 c	72.0 c	55.0 b	76.0 c	71.7 c
	% 55	55.3 c	56.3 c	61.0 c	65.0 c	40.0 c	49.0 d	52.3 d

Proc B1: Prosiyanidin B1, Proc B2: Prosiyanidin B2.

\*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli değildir ( $p < 0.05$ )

Araştırmada genel olarak 'Granny Smith Challenger' elma çeşidinin bireysel fenolik içerikleri kontrol uygulaması ve düşük oranda yapılan gölge uygulamasında (%15) en yüksek

miktarda belirlenirken %55 oranında gölgelenen bitkilerde en düşük miktarda tespit edilmiştir.

'Granny Smith' elma çeşidinde fenolik asitlerden klorojenik asidin  $6.88 \text{ mg L}^{-1}$ , epikateşinin  $40.40 \text{ mg/L}$ , kateşinin  $2.02 \text{ mg/L}$ ,

kafeik asidin 2.42 mg/L olduğu bildirilmiştir (Wu ve ark. 2007). Guyot ve ark. (2002) ‘Granny Smith’ çeşidinin meyve etinde prosiyanidin B2 içeriğinin 67-134 mg/100g meyve kabuğunda ise 150-245 mg/100g olduğunu bildirmiştir. Klorojenik asit içeriğinin gölge örtüsü altındaki meyvelerde gölgelenmeyen meyvelere göre daha düşük olduğu ancak kateşin ve epikateşin içeriğinde farklılık olmadığı bildirilmiştir (Jakopic ve ark. 2009). Lee ve ark. (2003) elmada klorojenik asit, prosiyanidin B2, phloretin, epikateşin ve quersetinin önemli antioksidanlar olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmada gölgeleme uygulamalarında genellikle toplam ve bireysel fenolik içerikleri düşük olmuştur. Burada yüksek sıcaklık ve ışıklandırmanın bitkide strese sebep olduğu düşünüldüğünde gölgelemenin yüksek sıcaklık ve ışık şiddetini azaltarak bitkileri bir miktar stresten koruduğu düşünülmektedir. Nitekim kontrolle karşılaştırıldığında örtülerin maksimum sıcaklığı 3-6°C azalttığı, nemi ise %2-5 artırdığı bu durumun ise bitkide büyüme ve gelişme ile meyve tutumu ve iriliğini olumlu etkileyebileceği belirtilmiştir (Jackson 2003; Solomakhin ve Blanke 2010). Meyvelerin fenolik ve antioksidan içeriği çeşide, olgunluk seviyesine, üretim bölgesine, kültürel uygulamalar ve çevresel faktörlere göre değişmektedir (Imeh ve Khohkar 2002; Jackson 2003; Lee ve ark. 2003; Jakopic ve ark. 2007). Bu çalışmada elde edilen farklı sonuçların gölgeleme seviyelerinden kaynaklanabileceğini düşünülmektedir.

#### 4. Sonuç

Bu araştırmada farklı ışık geçirgenlik seviyelerine sahip gölgeleme materyalinin ‘Granny Smith Challenger’ elma çeşidinin toplam fenolik, antioksidan aktivitesi ve bazı bireysel fenolik bileşiklerin içeriği üzerine etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Araştırmada genellikle toplam fenolik ve bireysel fenolik içeriklerinin gölgeleme yapılmayan kontrol bitkilerinde ya da düşük oranda gölgelenen (%15) bitkilerde gölgeleme oranının yüksek olduğu (%55) bitkilerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Antioksidan aktivitesinin gölgelenen bitkilerde

gölgelenmeyen bitkilerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Elmada tad, aroma ve kalitenin ortaya çıkması ve besinsel değerlerin korunmasında şekerler ve organik asitler ile birlikte fenolik bileşiklerde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca gölgeleme ile azalan ışık şiddetine ilave olarak sıcaklıkta kontrole göre 2-4°C düşmektedir. Gölgeleme seviyesi arttıkça ışık miktarındaki düşüşe paralel olarak sıcaklıkta da meydana gelecek olan düşüş özellikle de fotosentezi olumsuz etkileyerek büyüme, verim ve kaliteyi düşürebilir. Bu araştırma sonucunda ‘Granny Smith Challenger’ gibi yüksek ışık ve sıcaklık şartlarında olağan dışı renklenme gösteren meyve türlerinde meyve verim ve kalitesini olumsuz etkilemeyecek, meyvenin tüketim ve besinsel değerini koruyacak %35’lik gölgelemenin yapılmasının uygun olabileceği söylenebilir.

#### Kaynaklar

- Amarante CVT, Steffens CA and Argenta LC (2011). Yield and fruit quality of ‘Gala’ and ‘Fuji’ apple trees protected by white anti-hail net. *Scientia Horticulturae*, (Amsterdam) 129 (1): 79–85.
- Awad MA, de Jager A and van Westing LM (2000). Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. *Scientia Horticulturae*, 83: 249–263.
- Bengoechea ML, Sancho AI and Bartolome B (1997). Phenolic composition of industrially manufactured purees and concentrates from peach and apple fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 4071–4075.
- Benzie IFF and Strain JJ (1996). Strain the ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239: 70–76.
- Biedrzycka E and Amarowicz R (2008). Diet and Health: Apple Polyphenols as Antioxidants. *Food Reviews International*, 24:235–251.
- Colaric M, Stampar F, Solar A and Hudina M (2006). Influence of branch bending on sugar, organic acid and phenolic content in fruits of ‘Williams’ pears (*Pyrus communis* L.). *Journal of Science Food and Agriculture*, 86: 2463–2467.
- Cortell JM and Kennedy JA (2006). Effect of shading on accumulation of flavonoid compounds in (*Vitis vinifera* L.) pinot noir fruit and extraction in a model system. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54: 8510–8520.
- Dayıoğlu A and Hepaksoy S (2016). Effects of shading nets on sunburn and quality of ‘Granny Smith’ apple fruits. *Acta Horticulturae*, 1139: 523-528.

- Del Castillo MD, Ames JM and Gordon MH (2000). Effects of roasting on the antioxidant activity of coffee brews. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50:3698–3703.
- FAO (2014). FAOSTAT Statistical Database. <http://www.fao.org/faostat> (Erişim Tarihi, 15.10.2017)
- Gindaba J and Wand SJE (2005). Comparative effects of evaporative cooling, kaolin particle film and shade net on sunburn and fruit quality in apples. *HortScience*, 40: 592–596.
- Gindaba J and Wand SJE (2008). Comparison of Climate Ameliorating Measures to Control Sunburn on ‘Fuji’ Apples. *Acta Horticulturae*, 772: 59-64.
- Gorinstein S, Drzewiecki J, Leontowicz J, Leontowicz M, Najman K, Jastrzebski Z, Zachwieja Z, Barton H, Shtabsky B, Katrich E and Trakhtenberg S (2005). Comparison of the bioactive compounds and antioxidant potentials of fresh and cooked Polish, Ukrainian, and Israeli garlic. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53:2726–2732.
- Guyot S, Le Bourvellec C, Marnet N and Drilleau JF (2002). Procyanidins are the most abundant polyphenols in dessert apples at maturity. *Lebensm.-Wiss. U.-Technology*, 35: 289–291.
- Huang D, Ou B and Prior LR (2005). The chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:1841-1856.
- Iamsub K, Sekozawa Y, Sugaya S, Gemma H and Kamuro Y (2009). Alleviating sunburn injury in apple fruit using natural and fertilizer forms of S-abcisic acid and its under lying mechanism. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7(2): 446-452.
- Iglesias J and Alegre S (2006). The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of ‘Mondial Gala’ apples. *Journal of Applied Horticulture*, 8: 91-100.
- Imeh U and Khokhar S (2002). Distribution of conjugated and free phenols in fruits: antioxidant activity and cultivar variations. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50: 6301–6306.
- Jackson JE (2003). *Biology of apples and pears*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Jakopic J, Stampar F and Veberic R (2009). The influence of exposure to light on the phenolic content of ‘Fuji’ apple. *Scientia Horticulturae*, 123: 234–239.
- Jakopic J, Veberic R and Stampar F (2007). The effect of reflective foil and hail nets on the lighting, color and anthocyanins of ‘Fuji’ apple. *Scientia Horticulturae*, 115: 40-46.
- Kacar B, Katkat AV ve Öztürk Ş (2006). *Bitki Fizyolojisi*. Nobel Yayınevi (II. Baskı), Ankara.
- Kim SH, Lee JR, Hong ST, Yoo YK, An G and Kim SR (2003). Molecular cloning and analysis of anthocyanin biosynthesis genes preferentially expressed in apple skin. *Plant Science*, 165: 403–413.
- Kırbay E ve Özer H (2015). Farklı gölgeleme uygulamalarının örtüaltında organik olarak yetiştirilen hıyarın (*Cucumis sativus* L.) verim ve kalite üzerine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 1(1): 7-14.
- Lee KW, Kim YJ, Kim D, Lee HJ and Lee CY (2003). Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51: 6516-6520.
- Li P, Ma F and Cheng L (2013). Primary and secondary metabolism in the sun-exposed peel and the shaded peel of apple fruit. *Physiologia Plantarum*, 148: 9–24.
- Oh MM, Carey EE and Rajashekar CB (2009). Environmental stresses induce health promoting phytochemicals in lettuce. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47: 578-583.
- Özcağırın R, Ünal A, Ozeker E ve İsfendiyaroğlu M (2004). Armut. İlman İklim Meyve Türleri (Yumuşak Çekirdekli Meyveler). Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları Bornova-İzmir.
- Özongun Ş, Dolunay EM, Öztürk G, Karataş A, Pektaş M, Kaymak S ve Eren İ (2007). Eğirdir koşullarında bazı yerli ve yabancı elma çeşitlerinde elma adaptasyon denemesi. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-7 Eylül 2007, Cilt 1 s. 536-540, Erzurum.
- Schieber A, Keller P and Carle R (2001). Determination of phenolic acids and flavonoids of apple and pear by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*. 910: 265–273.
- Singleton VL and Rossi JL (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16:144-158.
- Solomakhin A and Blanke M (2010). Can colored hail nets improve taste (sugar, sugar: acid ratio), consumer appeal (coloration) and nutritional value (anthocyanin, vitamin C) of apple fruit? *Food Science and Technology*, 43: 1277-1284.
- Somporn C, Kamtuo A, Theerakulpisut P and Siriamornpun S (2012). Effect of shading on yield, sugar content, phenolic acids and antioxidant property of coffee beans (*Coffea arabica* L. cv. Catimor) harvested from north-eastern Thailand. *Journal of Science Food and Agriculture*, 92: 1956–1963.
- Soylu A (2006). İlman İklim Meyveleri-II. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders notları No: 72. III. Baskı, Bursa.
- Stampar F, Veberic R, Zadavec P, Hudina M, Usenik V, Solar A and Osterc G (2002). Yield and fruit quality of apples cv. ‘Jonagold’ under hail protection nets. *Gartenbauwissenschaft*, 67: 205-210.
- Taiz L ve Zeiger E (2008). *Bitki Fizyolojisi* (Üçüncü Baskı). Çeviri Editörü: İ. Türkan, Palme Yayıncılık, Ankara, 690s.
- Veberic R, Trobec M, Harbinger K, Hofer M, Grill D and Stampar F (2005). Phenolic compounds in some apple (*Malus domestica* Borkh) cultivars of organic and integrated production. *Journal of Science Food and Agriculture*, 85: 1687–1694.
- Veberic R, Zadavec P and Stampar F (2007). Fruit quality of ‘Fuji’ apple (*Malus domestica* Borkh) strains. *Journal of Science Food and Agriculture*, 87: 593–599.
- Wu J, Gao H, Zhao L, Liao X, Chen F, Wang Z and Hu X (2007). Chemical compositional characterization of some apple cultivars. *Food Chemistry*, 103: 88–93.