

Oğuzhan ÇALIŞKAN
A.Aytekin POLAT

Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Bölümü, 31034 Antakya/HATAY.
e-posta: ocaliskan@mku.edu.tr

Bazı İncir Çeşitlerinin Fitokimyasal ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi

Determination of Phytochemical and Antioxidant Characters of Some Fig Cultivars

Alınış (Received): 26.03.2012 Kabul tarihi (Accepted): 28.05.2012

Anahtar Sözcükler:

İncir, fitokimyasal özellikler, antioksidan kapasitesi, şekerler, meyve rengi

Key Words:

Fig, phytochemical characters, antioxidant capacity, sugars, fruit color

ÖZET

Bu çalışma, bazı incir çeşitlerindeki fitokimyasal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi için yapılmıştır. Çalışmada Bursa Siyahı, Sarı Zeybek, Yeşilgüz çeşitleri ve 01-İM-02 genotipi kullanılmıştır. Bu çeşitlerde toplam antosiyaninler, toplam fenoller, toplam antioksidan kapasitesi ve şeker analizleri yapılmıştır. Ayrıca meyve kalite özelliklerinden meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu, boyun uzunluğu, ağız açıklığı, ŞÇKM, pH, asitlik ölçümler ile meyve kabuk ve et rengi ölçümleri (L, a*, b*, C ve h° değeri olarak) değerlendirilmiştir. Çalışmada yer alan çeşitlerin toplam antosiyanin içeriği 22.39-220.44 µg cy-3-rutinoside/ g TA, toplam fenol içeriği 76.44-118.38 mg/ 100 g GAE TA ve toplam antioksidan kapasitesi 8.27-14.22 mmol-Fe⁺²/ kg TA arasında değişim göstermiştir. Bu özellikler bakımından siyah renkli Bursa Siyahı ve 01-İM-02 en yüksek değerlere sahip olmuştur. İncirde toplam antioksidan kapasitesi üzerine toplam fenollerin ve antosiyaninlerin çok önemli katkı sağladığı saptanmıştır. Sonuç olarak, meyvedeki fitokimyasal özelliklerin çeşitlere bağlı olarak büyük farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

ABSTRACT

This study was carried out for determination of phytochemical and antioxidant characters in some fig cultivars. In the study, Bursa Siyahı, Sarı Zeybek, Yeşilgüz cultivars, and 01-İM-02 genotype were used. Total anthocyanins, total phenols, total antioxidant capacity, and sugar analysis were determined in these cultivars. Fruit quality characters such as fruit weight, fruit diameter, fruit length, neck length, ostiole width, TSS, pH, acidity, fruit skin and flesh colors (L, a*, b*, C, and h°) also were evaluated. In the tested cultivars, total anthocyanins changed between 22.39-220.44 µg cy-3-rutinoside/ g FW, total phenolics changed between 76.44-118.38 mg/ 100 g GAE FW, and total antioxidant capacity changed between 8.27-14.22 mmol-Fe⁺²/ kg FW. Bursa Siyahı and 01-İM-02 with black colors had the highest values in terms of these traits. Total phenols and anthocyanins were the most important factors affecting on total antioxidant capacity. As a result, phytochemical characters in fruit were shown to be highly different depending on the cult ivar.

GİRİŞ

İncir (*Ficus carica* L.), taze ve kuru tüketim için yetiştiriciliği yapılan en eski meyve türlerinden biridir. Dünya incir üretiminin yaklaşık %70'ni gerçekleştiren Akdeniz ülkelerinde, bu meyve, sağlıklı ve uzun yaşamın simgesi olarak bilinmektedir (Trichopoulou et al., 2006; Çalışkan and Polat, 2011).

Türkiye, yıllık 270.830 tonluk incir üretimi ile dünyadaki ana üretici ve ihracatçı ülke konumundadır.

Nitekim dünya incir üretiminin %26'sı ile incir ihracatının %36'sını tek başına Türkiye karşılamaktadır (Çalışkan and Polat, 2012).

Son yıllarda, sağlıklı yaşama olan çok çeşitli katkılarından dolayı meyve ve sebzelere hem tüketicilerin hem de bu konuda çalışan araştırmacıların artan bir ilgisi bulunmaktadır. Çünkü meyve ve sebzelerde bulunan fenoller, organik asitler, E vitamini ve karetenoidler gibi antioksidan bileşikler, insanlarda

meydana gelen birçok hastalığa neden olan hücrelerdeki oksitativ zararlanmaları engellemektedir (Silva et al., 2004). Bu zararlanmalar, çoğunlukla serbest radikallerin yağlara, proteinlere ve nükleik asitlere olan etkilerinden kaynaklanmaktadır (Prior et al., 1998). Antosiyaninler ve fenoller, serbest radikallerin bu zararlı etkisini ortadan kaldırdığı için insan sağlığı açısından oldukça yararlı bileşiklerdir (Duthie et al., 2000). Ayrıca, fenoller, meyve ve sebzelerde renk, tat ve aromayı oluşturan önemli bileşiklerdir (Kim et al., 2000).

Uzun ömürlü ve sağlıklı beslenen Akdeniz insanların en büyük sırrı, inciri de içeren meyve ve sebzelerden doğal antioksidanları yüksek oranda almalarıdır (Solomon et al., 2006). İncirdeki yeşil, kahverengi, mor ve siyah renkler, meyve olgunlaşması sırasında karotenoidlerin meyve kabuğunda birikmesinden kaynaklanmaktadır. İncir meyvesinde 50'den fazla bileşik tanımlanmıştır. Meyvedeki bu bileşiklerin tüketimi, birçok hastalığa karşı insan sağlığını koruyucu etkiye sahip olabilmektedir (Ribechini et al., 2011). Ayrıca, incir, ham ve indirgen lif, mineral ve polifenoller bakımından mükemmel bir besin kaynağıdır. Sodyum içeriği düşüktür ve yağ ile kolesterol içermemektedir (Vinson, 1999).

Yapılan çalışmalarda, incirin içerdiği polifenollerin, özellikle de antosiyaninlerin miktarındaki artışın antioksidan kapasitesini arttırdığı belirtilmiştir (Solomon et al., 2006; Çalışkan and Polat 2011). Bununla birlikte, farklı renk gruplarına sahip olan incirlerin bazı fitokimyasal içeriklerinde önemli farklılıkların olduğu da bildirilmektedir (Çalışkan and Polat, 2011). Bu araştırmacılar, mor ve siyah renkli olan incirlerin yeşil ve sarı renklilere göre toplam antioksidan kapasitesinin 2 kat, toplam antosiyaninlerin 15 kat ve toplam fenollerin 2.5 kat daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, Hatay'da yetiştirilen ülkemizin önemli bazı incir çeşitlerinin fitokimyasal ve antioksidan içeriklerini belirlemektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışma, Kırıkhan/Hatay'da bulunan Narinler tarım işletmesindeki incir parselinde (36°28' K, 36°19' D ve 18 m deniz seviyesinden yükseklik) yürütülmüştür. Çalışmada yer alan Bursa Siyahı, Sarı Zeybek, Yeşilgüz çeşitleri ve 01-İM-02 genotipi 1997 yılında 6x6 m dikim mesafesi ile dikilmişlerdir.

Deneme, her yinelemede bir ağaç olacak şekilde 5 yinelemeli olarak kurulmuş ve deneme ağaçları

damlama sulama ile sulanmıştır. Deneme alanının öteki teknik ve kültürel bakım işlemleri de düzenli olarak yapılmıştır.

Araştırılan çeşitlere ait meyveler tam olum zamanında (1-15 Ağustos) derilmişlerdir. Derim kriteri olarak, çeşidin kendine özgü kabuk rengini alması, meyvenin daldan kolay kopması ve meyvenin yumuşama durumu dikkate alınmıştır.

Yöntem

Fitokimyasal analizler için her tekrerrüde 500 g meyve olacak şekilde, 3 tekrerrürlü olarak, her çeşitten 1500 g meyve toplanmıştır. Bu meyveler laboratuvara getirilmiş ve her çeşitten alınan örnekler bir blender ile oda sıcaklığında homojenize edilmiştir. Bu örneklerden 10 gram tartılarak falkon tüplere alınmış ve tüm örnekler analiz yapılmaya kadar -20°C'deki derin dondurucuda muhafaza edilmişlerdir. Bu örneklerde yapılan toplam antosiyaninler, toplam antioksidan kapasitesi ve toplam fenol analizlerinde aynı ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır (Beccaro et al., 2006). Bu işlemde, 10 g örneğe 25 mL ekstraksiyon çözeltisi (357:17:1.4 v:v oranlarında metanol, diiyonize saf su ve hidroklorik asit karışımı) ilave edilmiş ve oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 1 saat bekletilmiştir.

Toplam fenoller

Her örneğin toplam fenol içeriği Slinkard and Singleton (1977)'a göre değerlendirilmiştir. Bu yöntemde, 0.5 g ekstraksiyon çözeltisi Folin-Ciocalteu fenol ayracı ve saf su ile 1:12 oranında karıştırılmıştır ve yaklaşık 8 dk oda koşullarında reaksiyona bırakılmışlardır. Bunu takiben örneklere %15'lik sodyum karbonattan 10 mL ilave edilmiştir. İki saat sonra, 750 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Shimadzu UV-1208, Japan) bu solüsyonun absorbans değerleri okunmuştur. Toplam fenol değerleri oluşturulan gallik asit kurvesine göre hesaplanmıştır. Sonuçlar, taze meyve ağırlığı (TA) temel alınarak mg gallik asit eşdeğeri (mg GAE/100 g TA) olarak sunulmuştur.

Toplam antioksidan kapasitesi

Toplam antioksidan kapasitesini belirlemek için FRAP, the ferric reducing antioxidant power, yöntemi kullanılmıştır (Pellegrini et al., 2003). Bu yöntemde, 9 mL sıvı FRAP ayracına (25 mL tampon asetat, 2.5 mL TPTZ [2,4,6-tris(2-pyridyl)-1,3,5-triazine] ve 2 mL demir klorid) 9 mL metanolik meyve ekstraksiyonu eklenmiştir. Bu karışım 37°C'de 30 dk bekletilmiş ve 593 nm'de spektrofotometrede (Shimadzu UV-1208,

Japan) örneklerin absorbans değerleri okunmuştur. Örneklerin absorbans değerleri, $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ (10–100 μM) ile elde edilen kurveden hesaplanılmışlardır. Antioksidan kapasitesi verileri Fe^{+2} mmol/kg TA olarak değerlendirilmiştir.

Toplam antosiyaninler

İncir örneklerinin toplam antosiyanin içeriği pH farklılığı yöntemine göre yapılmıştır (Cheng and Bren, 1991). Her ekstraksiyon örneğinden pH 1 ve pH 4.5 için iki paralel halinde 0.5 g tartılmıştır. Bu örneklere 10 mL pH 1 ve diğer paralel örneğe de 10 mL pH 4.5 solüsyonu eklenmiştir. Bu karışım 20 dk oda koşullarında bekletildikten sonra absorbans değerleri spektrofotometrede okunmuştur.

Absorbans (A)= (A520-A700)pH1.0-(A520-A700)pH4.5. Elde edilen sonuçlar taze meyve ağırlığında $\mu\text{g/g}$ cyanidin-3-rutinoside (molar katsayısı 28.800 ve moleküler ağırlığı 595.2) olarak hesaplanmıştır.

Şeker analizleri

Her çeşitten örneklenmiş olan 10 g'lık meyve püresine 40 mL saf su ilave edilerek elde edilen karışım, 10.000 devirde 10 dk santrifüj edilmiştir. Elde edilen meyve suyu, Whatman No. 42 filtre kağıdı ile süzülmüş, bu süzüntüden 2 ml alınarak üzerine 6 mL asetonitril eklenmiştir. Bu karışım, 0.45 mm membran filtresinden (Millipore, USA) geçirildikten sonra yüksek basınçlı sıvı kromatografi (HPLC)'ye enjekte edilmiştir. Her çeşitten ve şeker standartlarından 3 örnek HPLC'ye yüklenmiştir. HPLC analizlerinde Shimadzu HPLC sistemi, LC-10AT pompası ve RID-10A detektörü ile birlikte kullanılmıştır. Şeker örneklerinin analize hazırlanması Camara et al., (1996)'nın belirttiği yöntemine göre yapılmıştır. HPLC'de şekerleri ayırmak için EC 250/4 Nucleosil C18 karbonhidrat kolonu (250 mm – 4.0 mm i.d.) (Macherey–Nagel, USA) kullanılmıştır. Taşıyıcı faz olarak %75'lik asetonitril ve %25'lik diiyonize saf su kullanılmıştır. Kolon sıcaklığı 30°C ve akış hızı 1.8 mL/dk olarak kullanılmıştır.

Pomolojik analizler

Her incir çeşidinde 3 yinelemeli ve her yinelemede 10 meyve olacak şekilde toplam 30 meyvede pomolojik analizler yapılmıştır. Pomolojik analizler Çalışkan and Polat (2008)'a göre yapılmıştır. Pomolojik analizlerden meyve ağırlığı (g), meyve eni (mm) ve boyu (mm), boyun uzunluğu (mm), ağız açıklığı (mm), suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM, %), pH ve asitlik (sitrik asit, %) ölçümleri yapılmıştır.

Renk ölçümleri

Meyve kabuk ve et rengi ölçümleri her çeşitte toplam 30 meyvede ve her meyvede karşılıklı ikişer yönden C.I.E. $L^*a^*b^*$ metoduna göre Minolta CR-300 kromometre ile yapılmıştır. Minolta Renk ölçer ile meyve kabuk ve meyve et renginin L , a^* , b^* değerleri ölçülmüş, Chroma (C) ve hue° (h°) değerleri hesaplanmıştır. Burada L , rengin parlaklığındaki değişimi (L ; 0 siyah, 100 beyaz), a^* yeşilden kırmızıya renk değişimini (pozitif değerler kırmızı, negatif değerler yeşil), b^* sarıdan maviye renk değişimini (pozitif değerler sarı, negatif değerler mavi), C rengin yoğunluğunu (düşük değerler koyu rengi göstermektedir) ve h° rengin açısı değerini (0; kırmızı-mor, 90°; sarı, 180°; mavimsi-yeşil, 270°; mavi) göstermektedir (Francis, 1980).

İstatistiksel Analizler

Çalışma sonucunda elde edilen verilere SAS 9.1.3. paket programı kullanılarak, varyans analizi uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar için LSD testi ($p \leq 0.05$) kullanılmıştır. Korelasyon analizleri ve önemlilik seviyeleri PROC CORR kullanılarak değerlendirilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırmada yer alan incir çeşitlerinin fitokimyasal içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bazı incir çeşitlerinin fitokimyasal içerikleri
Table 1. Phytochemical contents of some fig cultivars

Çeşitler	Toplam fenoller (mg/ 100 g GAE)	Toplam Antosiyaninler (μg cy- 3-rutinoside/ g)	Toplam Antioksidan Kapasitesi (mmol- Fe^{+2} / kg)	Fruktoz (g/100 g)	Glikoz (g/100 g)	Sakaroz (g/100 g)
Bursa Siyahı	118.38 a	211.83 a	14.22 a	8.14 d	8.07 c	0.12 b
Sarı Zeybek	76.44 b	22.39 c	8.27 b	11.66 b	11.00 b	0.30 a
Yeşilgüz	86.57 b	72.33 b	8.60 b	12.55 a	11.77 a	0.18 ab
01-İM-02	117.84 a	220.44 a	13.69 a	9.65 c	9.04 c	0.14 b
LSD (%5)	14.22	15.12	4.69	0.82	0.71	0.15

Toplam fenol içeriği, en yüksek Bursa Siyahı ve 01-İM-02'de (sırasıyla, 118.38 ve 117.84 mg/100 g GAE TA) tespit edilmiştir. Toplam fenol içeriğine benzer olarak toplam antosiyanin ve toplam antioksidan kapasitesi bakımından da Bursa Siyahı çeşidi (sırasıyla, 211.83 µg cy-3-rutinoside/ g TA ve 14.22 mmol Fe²⁺/ kg TA) ve 01-İM-02 genotipi (sırasıyla, 220.44 µg cy-3-rutinoside/ g TA ve 13.69 mmol•Fe+2/ kg TA) en yüksek değerlere sahip olmuştur. Sarı Zeybek ve Yeşilgüz çeşitleri bu özellikler bakımından daha düşük değerler vermişlerdir. Elde edilen sonuçlardan görüldüğü üzere siyah renkli meyvelere sahip olan Bursa Siyahı ve 01-İM-02, antioksidan içerik bakımından oldukça zengin bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer olarak başka bazı çalışmalarda da incirde meyve kabuk renginin koyulaşmasıyla antioksidan içeriğinin arttığı belirlenmiştir (Solomon et al., 2006; Çalışkan and Polat, 2011). Ayrıca, çalışmamızda belirlenen toplam antosiyanin değerlerinin (22.39-220.44 µg cy-3-rutinoside/g) Dueñas et al. (2008) (31.79-96.81 µg cy-3-rutinoside/g) ile Solomon et al. (2006)'un (30-100.9 µg cy-3-rutinoside/g) çalışmalarındaki ticari incir çeşitlerinden elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Elde ettiğimiz toplam fenol değerleri (76.44-118.38 mg/100 g GAE TA), Del Caro and Piga (2008) (69.7-145.1 mg/100 g GAE TA) ile Çalışkan and Polat (2011)'in (28.6-211.9 mg/100 g GAE TA) bulgularından düşük bulunmuştur. Toplam antioksidan kapasitesine ilişkin bulgularımız Solomon et al. (2006) ile Veberic et al. (2008)'nın bulgularından yüksek; Çalışkan and Polat (2011)'in bulgularına benzer bulunmuştur. Görüldüğü üzere, çalışmamızdaki bazı çeşitlerin toplam antosiyanin ve toplam antioksidan kapasitesinin farklı ülkelerdeki standart incir çeşitlerinden daha yüksek değerlere sahip olduğu söylenebilir.

İncir çeşitlerinin şeker bileşenleri bakımından en yüksek fruktoz ve glikoz değerlerine Yeşilgüz çeşidi (sırasıyla, 12.55 ve 11.77 g/100 g) sahip olurken, en düşük değerlere Bursa Siyahı çeşidi (sırasıyla 8.14 ve 8.07 g/100 g) sahip olmuştur. En yüksek sakaroz içeriği Sarı Zeybek çeşidinde (0.30 g/100 g) belirlenmiştir. Çalışmada yer alan incir çeşitlerinde hakim olan şekerin fruktoz olduğu ve bunu glikozun takip ettiği belirlenmiştir. Ayrıca, incirde az miktarda da olsa sakarozun bulunduğu saptanmıştır. Çeşitlerin şeker içerikleri, Çalışkan and Polat (2011)'in bulgularına yakın, ancak Aljane et al. (2007)'un bulgularından yüksek bulunmuştur.

İncir çeşitleri arasında pomolojik özellikler bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmıştır (Çizelge 2). Bursa Siyahı çeşidi, en yüksek meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu, boyun uzunluğu ve ağız açıklığı değerlerine (sırasıyla, 58.61 g, 51.63 mm, 53.97 mm, 9.00 mm) sahip olmuştur. Bu çeşidi, belirtilen özellikler bakımından 01-İM-02 genotipi takip etmiştir. En yüksek SÇKM içeriği Yeşilgüz çeşidinde (%22.90) ölçülürken, en düşük değer Bursa Siyahı ve 01-İM-02'de (sırasıyla, %20.40 ve 20.60) ölçülmüştür. İncir çeşitlerinin pH içerikleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. En düşük titre edilebilir asit içeriği Sarı Zeybek çeşidinde (%0.17) belirlenmiştir. Bu çalışmada yer alan 12 yaşlı incir çeşitlerinin pomolojik özellikleri, gençlik dönemlerindeki (4-6 yaş bulguları) sonuçlarla karşılaştırıldığında (Polat and Çalışkan, 2008) genel olarak meyve iriliğinde bir artış olduğu görülmektedir. Bunun bitkilerin meyve verim durumu yanında özellikle bitki yaşı arttıkça meyve iriliğinin artmasından da kaynaklandığı belirtilebilir (Botti et al., 2003). Ayrıca, elde ettiğimiz sonuçlar, Aksoy et al. (2003)'un aynı çeşitler üzerinde elde ettiği bulgularla paralellik göstermektedir.

Çizelge 2. Bazı incir çeşitlerinin pomolojik özellikleri
Table 2. Pomological characters of some fig cultivars

Çeşitler	Meyve Ağırlığı (g)	Meyve Eni (mm)	Meyve Boyu (mm)	Boyun Uzun. (mm)	Ağız Açık. (mm)	SÇKM (%)	pH	Asitlik (sitrik asit %)
Bursa Siyahı	58.61 a	51.63 a	53.97 a	9.00 a	2.64 a	20.40 b	4.97	0.28 a
Sarı Zeybek	38.57 c	41.84 b	41.75 c	3.96 b	1.62 b	22.07 ab	4.80	0.17 b
Yeşilgüz	42.36 bc	45.51 b	33.95 d	1.85 c	1.70 b	22.90 a	4.72	0.30 a
01-İM-02	44.64 b	45.30 b	45.77 b	4.53 b	2.38 a	20.60 b	4.84	0.32 a
LSD (%5)	5.21	4.91	2.94	1.53	0.29	2.27	ÖD ^(*)	0.06

(*)ÖD: Önemli değil

Çizelge 3. Bazı incir çeşitlerinin meyve kabuk ve et rengi özellikleri
Table 3. Fruit skin and flesh color characters of some fig cultivars

Çeşitler	Meyve Kabuk Rengi					Meyve Et Rengi				
	L	a	b	C	h°	L	a	b	C	h°
Bursa Siyahı	27.82 c	17.42 a	-1.15 b	17.99 c	278.98 a	25.74 b	14.69	10.69 b	18.20 b	35.81 b
Sarı Zeybek	71.19 a	-19.84 d	50.67 a	54.46 a	111.46 b	50.20 a	12.86	29.09 a	31.89 a	65.85 a
Yeşilgüz	69.23 a	-15.87 c	47.74 a	50.37 b	108.48 b	21.17 bc	14.72	10.49 b	18.37 b	34.93 b
01-İM-02	41.72 b	11.92 b	-0.23 b	14.47 d	250.46 a	19.80 c	13.65	10.01 b	17.07 b	35.61 b
LSD (%5)	3.75	3.23	4.62	3.43	77.79	5.72	ÖD ⁽¹⁾	2.72	2.81	3.62

⁽¹⁾ÖD: Önemli değil

Çizelge 4. Bazı incir çeşitlerinin fitokimyasal, antioksidan ve renk özelliklerinin korelasyon katsayıları
Table 4. Correlation coefficients (r) of phytochemical, antioxidant, and color properties for fig cultivars

Özellikler	TA	TAK	Fruktoz	Glikoz	Sakaroz	Meyve Kabuk Rengi					Meyve Et Rengi				
						L	a	b	C	h°	L	a	b	C	h°
TP	0.96**	0.77**	-0.85**	-0.87**	-0.65*	-0.90**	0.93**	-0.94**	-0.94**	0.84**	-0.62*	0.35	-0.67*	-0.68*	-0.66*
TA		0.78**	-0.85**	-0.88**	-0.63*	-0.93**	0.98**	-0.98**	-0.98**	0.87**	-0.67*	0.27	-0.73**	-0.75**	-0.71**
TAK			-0.68*	-0.68*	-0.66*	-0.78**	0.82**	-0.80**	-0.80**	0.73**	-0.49	-0.1	-0.48	-0.52	-0.45
Fruktoz				0.97**	0.46	0.95**	-0.91**	0.91**	0.88**	-0.91**	0.25	-0.2	0.37	0.38	0.36
Glikoz					0.44	0.92**	-0.91**	0.94**	0.92**	-0.93**	0.27	-0.1	0.37	0.39	0.35
Sakaroz						0.60*	-0.62*	0.61*	0.62*	-0.57*	0.66*	-0.4	0.70*	0.69**	0.71**

Kısaltmalar: TA; toplam antosiyaninler, TP; toplam fenoller, TAK; toplam antioksidan kapasitesi.

** : ≤ 0.01 , * : ≤ 0.05 'de önemlidir.

İncir çeşitlerinin meyve kabuk ve et rengi değerleri, Çizelge 3'de sunulmuştur. Buna göre, Sarı Zeybek ve Yeşilgüz çeşitleri yeşil kabuk rengi ile diğer çeşitlere göre daha yüksek L meyve kabuk değerine (sırasıyla, 71.91 ve 69.23) sahip olmuşlardır. Bursa Siyahı ve 01-İM-02'nin meyve kabuk rengi koyu siyah (yüksek a* değerleri ve düşük C ve b* değerleri) olarak saptanmıştır. Meyve et rengi parlaklığı (L) en yüksek Sarı Zeybek çeşidinde (50.20) saptanmıştır. Meyve et rengi kırmızılığı (a*) bakımından çeşitler arasında bir farklılık belirlenmemiştir. Ancak, en koyu meyve et rengine 01-İM-02 genotipi (C en düşük) sahip olmuştur. İncir meyve kabuk ve et rengi, genelde derim kriteri olarak kullanılmaktadır (Tsantili, 1990). Ayrıca, meyvelerdeki renk oluşumunu sağlayan antosiyaninlerin oluşumunda ışıklandırma ve sıcaklık temel etmenlerdir (Wang et al., 2011). Bu nedenle, meyve kabuk renk ölçümlerinin sayısal verilerle değerlendirilmesi çeşitlerin derim olum zamanlarının belirlenmesinde görsel renk değerlendirmelerine göre daha başarılı olarak kullanılabilir. İncir çeşitlerinin fitokimyasal ve renk özellikleri arasındaki korelasyon değerleri Çizelge

4'de verilmiştir. Toplam fenol ve toplam antosiyanin içeriği ile toplam antioksidan kapasitesi arasında çok önemli ($p \leq 0.01$) korelasyonlar (sırasıyla, $r = 0.77$ ve $r = 0.78$) belirlenmiştir.

Bu bulgular, incirde toplam antioksidan kapasitesi üzerine etki eden temel faktörlerin toplam fenoller ve toplam antosiyaninlerin olduğunu belirten Solomon et al. (2006) ile Çalışkan and Polat (2011)'in sonuçlarına benzerlik göstermektedir. İncir meyvelerindeki temel şeker içerikleri ile toplam antosiyaninler, toplam fenoller ve antioksidan kapasitesi arasında negatif yönde önemli korelasyon ($p \leq 0.01$) tespit edilmiştir. Buna göre, incirde şeker miktarı düştükçe fitokimyasal içeriği artış göstermektedir. Bu sonuç, araştırmada incelenen sarı ve yeşil meyve kabuk rengine sahip olan çeşitlerin şeker içeriklerinin koyu renklilere göre daha yüksek olmasından kaynaklanabilir (Çalışkan and Polat, 2011).

Meyve kabuğundaki parlaklık, b* ve C değerleri düştükçe (negatif korelasyon), a* ve h° değerleri arttıkça (pozitif korelasyon) toplam antosiyanin, toplam fenoller ve toplam antioksidan kapasitesinin arttığı saptanmıştır. Benzer korelasyonlar, meyve et rengi parlaklığı, b* ve C ile fitokimyasal içerikleri arasında da belirlenmiştir. Henríquez et al. (2010)'nın elmada yapmış oldukları bir

çalışmada da, meyve kabuk ve et rengi değerleri ile toplam fenoller ve antioksidan kapasitesi arasında önemli korelasyonlar olduğu görülmüştür. Ayrıca, Del Caro and Pipa (2008), incirdeki toplam fenollerin ve antosiyaninlerin, meyve kabuğunda meyve etine göre daha yüksek olduğunu ve bu nedenle meyve renk özellikleriyle toplam fenoller ve antosiyaninler arasındaki korelasyonların beklenen sonuçlar olduğunu belirtmektedir. Nitekim bazı araştırmacılar da, meyve kabuğunun soyulmadan tüketilmesi gerektiğini ifade etmektedir (Solomon et al., 2006; Çalışkan and Polat, 2011).

SONUÇ

Son yıllarda sağlıklı beslenme bakımından fitokimyasal içeriği zengin olan meyve türlerine

KAYNAKLAR

Aksoy, U., Can, H.Z., Mısırlı, A., Kara, S., Seferoğlu, G. and N. Şahin. 2003. Fig (*Ficus carica* L.) selection study for fresh market in western Turkey. *Acta Horticulturae*, 605: 197–203.

Aljane, F., Toumi, I. and A. Ferchichi. 2007. HPLC determination of sugars and atomic absorption analysis of mineral salts in fresh figs of Tunisian cultivars. *African Journal of Biotechnology*, 6(5): 599–602.

Beccaro, G., Mellano, M.G., Botta, R., Chiabrande, V. and G. Bounous. 2006. Phenolic and anthocyanin content and antioxidant activity in fruits of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and of highbush blueberry (*V. corymbosum* L.) cultivars in north western Italy. *Acta Horticulturae*, 715: 553–558.

Botti, C., Franck, N., Prat, L., Ioannidis, D. And B. Morales. 2003. The effect of climatic conditions on fresh fig fruit yield, quality and type of crop. *Acta Horticulturae*, 605: 37–43.

Camara, M.M., Diez, C. And M.E. Torija. 1996. Free sugars determination by HPLC in pineapple products. *Z Lebensm Unters Forsch* 202: 233–237.

Cheng, G.W. and P.J. Bren. 1991. Activity of phenylalanine ammonialyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruit. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 116: 865–869.

Çalışkan, O. and A.A. Polat. 2008. Fruit characteristics of fig cultivars and genotypes grown in Turkey. *Scientia Horticulturae*, 115: 360–367.

Çalışkan, O. and A.A. Polat. 2011. Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 128: 473–478.

Çalışkan, O. and A.A. Polat. 2012. Morphological diversity among fig (*Ficus carica* L.) accessions sampled from the eastern Mediterranean region of Turkey. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 36 (2): 179-193.

olan ilgi giderek artmaktadır. Farklı renk gruplarına sahip meyve türlerinden biri olan incirde fitokimyasal içeriğin belirlenmesi bu türe olan ilgiyi daha da arttırabilecektir. Bu kapsamda yapılan çalışma ile bazı incir çeşitlerimiz ve 01-İM-02 genotipinin fitokimyasal içerikleri belirlenmiştir. Buna göre, sofralık incir ticaretinin tamamına yakını tek başına oluşturan Bursa Siyahı çeşidinin fitokimyasal ve antioksidan kapasitesinin yüksek olması ile de tüketiciler için cazip olacağını belirtebiliriz. 01-İM-02 genotipi ise Bursa Siyahına benzer meyve kalitesi ve fitokimyasal özellikleri ile incir yetiştiriciliği için oldukça ümitvar bulunmuştur. Bu çalışma, özellikle incir tüketiminin arttırılması amacıyla gerek üreticilere gerekse de tüketicilere önemli bir bilgi sunmaktadır. Sonuç olarak, ülkemiz taze incir yetiştiriciliği için ümitvar bulunan çeşit ve genotiplerde fitokimyasal özelliklerin tanımlanması bu türde yapılacak olan ıslah çalışmalarına da önemli katkı sağlayacaktır.

Del Caro, A. and Piga, A. 2008. Polyphenol composition of peel and pulp of two Italian fresh fig fruits cultivars (*Ficus carica* L.). *European Food Research and Technology*, 226: 715–719.

Dueñas, M., Pérez-Alonso, J.J., Santos-Buelga, C. and T. Escrinano-Bailón. 2008. Anthocyanin composition in fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 21: 107–115.

Duthie, G.G., Duthie, S.J. and J.A.M. Kyle. 2000. Plant polyphenols in cancer and heart disease: implications as nutritional antioxidants. *Nutrition Research Reviews*, 13: 79–106.

Francis, F.J. 1980. Color quality evaluation of horticultural crops. *HortScience*, 15: 58–59.

Henríquez, C., Almonacid, S., Chiffelle, I., Valenzuela, T., Araya, M., Cabezas, L., Simpson, R. and H. Speisky. 2010. Determination of antioxidant capacity, total phenolics content and mineral composition of different fruit tissue of five apple cultivars grown in Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(4): 523–536.

Kim, M.Y., Choi, S.W. and S.K. Chung. 2000. Antioxidative flavonoids from the garlic (*Allium sativum* L.) shoot. *Food Science and Biotechnology*, 9: 199–203.

Pellegrini, N., Serafini, M., Colombi, B., Del Rio, D., Salvatore, S., Bianchi, M. and F. Brighenti. 2003. Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *Journal of Nutrition*, 133: 2812–2819.

Polat, A.A. and O. Çalışkan. 2008. Fruit characteristics of table fig (*Ficus carica*) cultivars in subtropical climate conditions of the Mediterranean region. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 36: 107–115.

Prior, R.L., Cao, G., Martin, A., Sofic, E., McEven, J., O'Brien, C., Lischner, N., Ehlenfeldt, M., Kalt, W., Krewer, G. And C.M. Mainland. 1998. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 2628–2693.

Ribechini, E., Pérez-Arantegui, J. and M.P. Colombini. 2011. Gas chromatography /mass spectrometry and pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry for the chemical characterization of modern and archaeological figs (*Ficus carica*). *Journal of Chromatography A*, 1218: 3915–3922.

- Silva, R.H., Ağabeylio, V.C., Takatsu, A.L., Kameda, S.R., Grassl, C., Chehin, A.B., Medrano, W.A., Calzavara, M.B., Registro, S., Andersen, M.L., Machado, R.B., Carvalho, R.C., Ribeiro, A., Tufik, S. and R. Frussa-Filho. 2004. Role of hippocampal oxidative stress in memory deficits induced by sleep deprivation in mice. *Neuropharmacology*, 46: 895–903.
- Slinkard, K. And V.L. Singleton. 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28: 49–55.
- Solomon, A., Golubowicz, S., Yablowicz, Z., Grossman, S., Bergman, M., Gottlieb, H., Altman, A., Kerem, Z. And M.A. Flaishman. 2006. Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 7717–7723.
- Trichopoulou, A., Vasilopoulou, E., Georga, K., Soukara, S. and V. Dilis. 2006. Traditional foods: Why and how to sustain them. *Trends in Food Science and Technology*, 17: 498–504.
- Tsantili, E. 1990. Changes during development of ‘Tsapela’ fig fruits. *Scientia Horticulturae*, 44: 227–234.
- Veberic, R., Colaric, M. and F. Stampar. 2008. Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region. *Food Chemistry*, 106: 153–157.
- Vinson, J.A. 1999. The functional food properties of figs. *Cereal Food World*, 4: 82–87.
- Wang, K.L., Micheletti, D., Palmer, J., Volz, R., Lozano, L., Espley, R., Hellens, R.P., Chagnè, D., Rowan, D.D., Troglio, M., Iglesias, I. and A.C. Allan. 2011. High temperature reduces apple fruit color via modulation of the anthocyanin regulatory complex. *Plant Cell and Environment*, 34:1176–1190.

