

ÇİLEKLERDE ÇEŞİT VE YETİŞTİRME YERLERİNİN FİTOKİMYASAL ÖZELLİKLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ¹⁻²

Kazım GÜNDÜZ³

Emine ÖZDEMİR⁴

ÖZET

Bu araştırma 2007-2008 yılları arasında Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümünde, cam sera, plastik sera ve açıkta beş çilek çeşidi ile (“Cal Giant 2”, “Cal Giant 3”, “Cal Giant 5”, “Carmine” ve “Kabarla”) tüplü taze fide kullanılarak yürütülmüştür. Araştırmada toplam antosiyanin, toplam fenol, antioksidan kapasitesi, organik asit (malik ve sitrik) ve şeker (glikoz ve fruktoz) içerikleri incelenmiştir. Deneme kapsamında elde edilen sonuçlar varyans bileşenlerine ayrılmış ve çeşit ve yetiştirme yerlerinin fitokimyasal özellikler üzerindeki etkisi yüzde olarak sunulmuştur. Toplam antosiyanin miktarı en yüksek çeşitler arasında “Carmine”, çeşidinde yerlerinden açıkta yetiştiricilikte belirlenmiştir. Toplam fenol içeriği ve toplam antioksidan kapasitesi bakımından en yüksek değerler yine “Carmine” çeşidinden elde edilmiştir. Yetiştirme yerlerinden ise toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitesi açısından plastik sera ön plana çıkmıştır. Toplam organik asit içeriği en yüksek “Cal Giant 5” çeşidinde belirlenmiş, bunu “Cal Giant 3” izlemiştir. Yetiştirme yerlerinden ise plastik sera yetiştiriciliğinin, diğer yetiştirme yerlerine göre daha yüksek organik asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. “Carmine” çeşidi organik şeker içeriği bakımından da ön plana çıkmıştır. Yetiştirme yerlerinden ise plastik sera ve açıkta yetiştiricilik cam sera yetiştiriciliğine göre daha yüksek miktarda organik şeker içeriğine sahip olmuştur. Deneme kapsamında elde edilen toplam fenotipik varyans bileşenlerine göre, toplam varyansın %31.6’sı çeşitler, %40.5’i yetiştirme yerleri, %12.6’si ise genotip x yetiştirme yeri etkileşiminde belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çilek, Antioksidan, Fenol İçeriği, Yetiştirme Yerleri, Varyans Yüzdesi.

SUMMARY

THE EFFECTS OF GENOTYPE AND GROWING CONDITIONS ON PHYTOCHEMICAL PROPERTIES OF STRAWBERRY

This study was conducted during 2007-2008 at Mustafa Kemal University, Agriculture Faculty, Horticulture Department using 5 cultivars (“Cal Giant 2”, “Cal

¹Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: Mayıs, 2012

²Bu çalışma Doktora Tez Projesinden hazırlanmıştır.

³Doç. Dr., Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antakya/HATAY

⁴Prof. Dr., Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antakya/HATAY

Giant 3”, “Cal Giant 5”, “Carmine” ve “Kabarla”) grown under greenhouse, plastic tunnel and open field using plug plant. In experiment total monomeric anthocyanins, total phenolics content, total antioxidant capacity (FRAP and TEAC), organic acid (malic and citric) and organic sugar (glucose and fructose) content were investigated. The total phenotypic variance recovered in the experiment was partitioned to its components. The highest total anthocyanin content was obtained from “Carmine”. For the production place, the highest were recovered from open field. The highest total phenol content and total antioxidant capacity were also obtained from “Carmine”. For total phenol content and total antioxidant capacity to come forward from plastic tunnel. The highest total organic acid content was obtained “Cal Giant 5” and it was followed by “Cal Giant 3”. From the production place, organic acid content were recovered from the more plastic tunnel than the other production place. Similarly, in organic sugar to come also forward “Carmine”. For production place, organic sugar were recovered from plastic tunnel and open field according to greenhouse. The total phenotypic variance recovered in the experiment was partitioned to its components. Based on the averages, the genotypes, the production place and genotype x production place had 31.6%, 40.5% and 12.6% of the total phenotypic variance.

Keywords: Strawberry, Antioxidant, Phenol Content, Growing Places, Variance Percent.

GİRİŞ

Çilek yetiştiriciliğinde, ıslah programlarının en önemli amaçlarından birisi verim ve meyve kalitesini düzenlemektir. Günümüzde araştırmalar meyve kalitesi kavramı üzerine odaklanmış ve besin değerinin düzenlenmesine kadar uzanmıştır. Meyvelerdeki kalite özellikleri karışık bir süreç olup, objektif olarak tanımlamak oldukça zordur. Bu özelliklerin genetik veya çevresel olarak kontrol edildiği ve çeşitlilik gösterdiği bildirilmiştir (6,10). Çilekte meyve iriliği, meyve eti sertliği, meyve şekli, suda çözünür kuru madde (SCKM), SCKM/asit oranı, şekerler (glikoz, fruktoz, sakkaroz) ve asitlik (malik ve sitrik) önemli kalite özellikleridir (2,26). Çilekte diğer önemli bir kalite kriteri ise meyve rengidir. Çilek meyvesinde olgunlaşma zamanının belirlenmesinde kullanılan kalite kriteri olan renk oluşumunda antosiyaninler etkilidir (16). Birçok meyve türü özellikle üzümü meyveler yüksek oranda flavonoidler ve fenolik asit içermeleri ve bu maddelerin antikanserijen, antitumör ve antioksidan özellikleri nedeniyle sağlık açısından büyük öneme sahiptirler (4,17,18). Antioksidan içeriği bakımından zengin besinlerin tüketilmesinin oksidatif stres riskini azaltabileceği ileri sürülmüştür (24).

Islah çalışmaları ile antioksidan kapasitesinin artırılması tüketimi düşük meyve ve sebzelerin daha fazla miktarda tüketilmesi bakımından önemlidir. Meyvelerin besin değeri büyük oranda meyvenin yapısı (şekil, irilik), türler ve türler içerisindeki çeşitlilik tarafından etkilenmektedir. Bunun yanında yetiştirme koşulları da (çevresel ve kültürel işlemler) besin değeri üzerinde etkili olmaktadır. Çileklerde meyve kalite özellikleri ve antioksidan kapasitesinin genetik yapı, olgunlaşma zamanı, depo ömrü ve ürün işleme tekniğinden etkilendiği bildirilmiştir (1,6,20,25).

Hakkinen ve Törrönen (9) organik ve klasik yetiştiricilik açısından altı çilek çeşidinin fenolik asitlerini (ellagic, p-coumaric, caffeic ve ferulic asit) incelemiştir. Sonuçta organik ve klasik yetiştiricilikten elde edilen meyveler arasında toplam fenolik asit miktarı bakımından farklılık görülmemiş, çeşitlere ve yetiştirilen bölgelere göre toplam fenolik bileşiğin 42.1-54.4 mg/100 g arasında değiştiği belirlenmiştir.

Tsao ve ark. (30) Kanada kökenli yabancı ve kültüre alınmış çilek genotiplerinde antioksidan özelliğe sahip fitokimyasal içerik belirleme konusunda yaptıkları üç yıllık çalışmada, yabancı genotiplerin, kültüre alınmış çeşitlerden hem toplam fenolik hem de antosiyanin içeriği bakımından daha yüksek içeriklere sahip

bulduğunu bildirmişlerdir. Dolayısıyla yüksek antioksidan özelliğe sahip genotiplerin ıslah programları sayesinde geliştirilebileceğini bildirmişlerdir.

Koşar ve ark. (16) “Camarosa”, “Dorit”, “Chandler” ve “Osmanlı” çilek çeşitleri ile 13 melez genotipin farklı olgunluk dönemlerinde HPLC yöntemi ile fenolik içeriğini araştırmışlardır. Çalışmada en yüksek antosiyanin miktarı olgun meyvelerden alınırken, yeşil meyvelerin temel bileşiği ellagic asit olmuştur. Araştırmacılar çilek meyvelerinde fenolik bileşiklerin genotip, yetiştirme yeri ve olgunluk derecesine göre değişim gösterdiğini belirlemişlerdir

Kafkas ve ark. (12) bazı melez çilek genotipleri (3,5,6,8,11,12,13,17) ve “Camarosa” çeşidini kullanarak spektrofotometrik yöntemle toplam fenol ve antosiyanin içerikleri konusunda yaptıkları çalışmada toplam fenol içeriklerinin çeşit ve melez çilek genotipleri arasında 124.8-338 mg GAE/100g arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir.

Özgen ve ark. (20) Amerika ıslah programından gelen üç çeşit (“Camarosa”, “Gaviota”, “Sweet Charlie”), Türkiye’de yerel çeşit olarak bilinen “Osmanlı”, İtalya ıslah programından gelen altı genotip, Çukurova Üniversitesi ıslah programından gelen altı genotip ve Türkiye’de bulunan *F. vesca* türüne ait üç tip kullanarak yaptıkları çalışmada, toplam fenolikler ve antioksidan kapasitesini incelemişlerdir. Çalışmada toplam fenolik içeriklerini ortalama olarak Amerikan ıslah programından gelen çeşitlerde 2318 µg GAE/g ta, İtalya ıslah programından gelen seleksiyonlarda 2397 µg GAE/g ta, Çukurova Üniversitesi ıslah programından gelen melezlerde 2467 µg GAE/ g ta ve yabancılerde ise 7914 µg GAE/ g ta olarak belirlemişlerdir. Antioksidan kapasitelerini ise Amerikan ıslah programından gelen çeşitlerde 19.9 µmolTE/ g ta, İtalya ıslah programından gelen seleksiyonlarda 22.0 µmolTE/ g ta, Çukurova Üniversitesi ıslah programından gelen melezlerde 21 µmol TE/ g ta ve yabancılerde ise 70.2 µmol TE/ g ta olarak bildirmişlerdir.

Tulipani ve ark. (31) genotipin antioksidan kapasitesi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla dokuz çilek genotipi kullanarak yaptıkları çalışmada, çilek meyvelerinin

antioksidan kapasiteleri üzerinde genetik yapının önemli düzeyde rol oynadığını bildirmişlerdir.

Tulipani ve ark. (32), çileklerde çevre ve genetik faktörlerin besinsel kalite özellikleri üzerindeki etkisi konusunda yaptıkları çalışmada, çevre şartlarındaki olumsuzluklar sonucu oluşan stresin besin içeriği üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı çileklerde fitokimyasal özellikler üzerinde çeşit ve yetiştirme yerlerinin etkisini belirlemektir. Ayrıca çalışmada elde edilen varyans çeşit, yetiştirme yeri ve çeşit x yetiştirme yeri bileşenlerine ayrıştırılacak ve sonuçlar yüzde olarak sunulacaktır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Denemede bitkisel materyal olarak 5 çilek çeşidi “Cal Giant 2”, “Cal Giant 3”, “Cal Giant 5”, “Carmine” ve “Kabarla” kullanılmıştır. Çalışmada tüplü taze fide kullanılmıştır.

Metot

Deneme cam sera, plastik sera ve açıkta olmak üzere üç yetiştirme yerinde yürütülmüştür. Tüplü bitkiler yavru bitkilerin (haziran sonu) 2:1 oranında torf, kum karışımı doldurulmuş ortamlarda küçük plastik tüplerde sisleme altında köklendirilmesi yoluyla elde edilmiştir. Dikimler 22 Ağustos tarihinde gerçekleştirilmiştir. Bitkiler plastik sera ve açıkta sedde üzerinde 30 x 35 cm aralık ve mesafede üçgen şeklinde dikilmiştir. Cam serada ise torbalarda 20 x 25 cm aralık ve mesafede dikilmiştir. Yetiştiricilik cam serada (10 x 25 x 4 m ebatlarında basit çatılı bireysel sera); yerden 1 m yüksekliğinde masalar üzerinde, torba kültüründe (60 x 45 x 15 cm ebatlarında) yapılmıştır. Torba kültüründe torf ve kum (2:1) karışımı kullanılmıştır. Plastik sera (10.5 x 22 x 4 m ebatlarında yay çatılı) ve açıkta ise sedde (masura) üzerinde yetiştiricilik yapılmıştır. Sulamalar dikimden hemen sonra iki hafta süreyle yağmurlama, sonraki dönemlerde ise damla sulama şeklinde yapılmıştır. Gübreleme programı dikimden bir

ay sonra başlatılmış ve her 15 günde bir (20:20:20+Fe NPK gübresi) damlama sulama ile birlikte gelişme sezonu boyunca verilmiştir. Açıkta yetiştiricilikte ise kış aylarında gübreleme programına ara verilmiştir.

Çalışmada toplam antosiyanin içeriği ve toplam fenol içerikleri, toplam antioksidan kapasitesi (Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) ve Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC), organik asit (malik ve sitrik) ve şeker (glikoz ve fruktoz) içerikleri genotip ve yetiştirme yerlerine göre belirlenmiştir. Örneklemeler yoğun derim döneminde ve ticari olgunluğa ulaşmış meyvelerden (%75'inin kızardığı) yeterli miktarda (500 g) örnek alınarak aşağıda belirtilen yöntemlere göre belirlenmiştir. Antosiyanin içeriği Giusti ve Wrolstad (8)'e göre spektrofotometrik olarak pH-farkı metodu ile belirlenmiş ve sonuçlar μg pelargonadin-3-glikozit/g taze ağırlık (μg Pg-3-glk/g ta) olarak sunulmuştur. Toplam fenol miktarı Singleton ve Rossi (29)'ye göre Folin-Ciocalteu ayracı kullanılmış olup elde edilen sonuçlar μg GAE/g ta olarak sunulmuştur. Meyvelerin antioksidan kapasiteleri Özgen ve ark. (19) tarafından önerilen ve bitkisel materyaller için sık kullanılan FRAP ve TEAC olmak üzere iki farklı analiz yöntemi kullanılarak yapılmıştır. FRAP yöntemi Benzie ve Strain (5)'ya göre yapılmış olup elde edilen sonuçlar μmol Trolox Eşdeğeri/g ta (μmol TE/g ta) olarak sunulmuştur. TEAC yöntemi ise Rice-Evans ve ark. (23) tarafından kullanılan, Özgen ve ark. (19) tarafından modifiye edilen yöntemine göre yapılmış olup elde edilen sonuçlar μmol Trolox Eşdeğeri/g ta (μmol TE/g ta) olarak sunulmuştur. Organik asit içeriklerini belirlemek için 5 g meyve örneği alınıp yeterli miktarda deionize su ile seyreltikten sonra homojenize edilmiş ve 0.45 μm 'lik membran filtreden geçirilip örnek analize hazır hale getirilmiştir. Organik asit içeriği yüksek basınçlı sıvı kromatografisinde (HPLC) Shui ve Leong, (28) metodu modifiye edilerek belirlenmiştir. Sonuçlar g/100g olarak sunulmuştur. Organik şekerlerin belirlenmesi içinde 5 g örnek alınarak üzerine yeterli miktarda deionize su ilave edilerek seyreltilmiş ve homojenize edilmiştir. Daha sonra 0.45 μm 'lik membran filtreden geçirilip analize hazır hale getirilmiştir. Organik

şekerler HPLC'de Bartolome ve ark. (3)'dan modifiye edilen metoda göre belirlenmiş olup sonuçlar g/100 g olarak sunulmuştur.

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre her üç yetiştirme yerinde de (cam sera, plastik sera ve açıkta) üç yinelenmeli olarak kurulmuş, cam sera yetiştiriciliğinde her yinelemede 12 bitki, plastik sera ve açıkta ise 18 bitki kullanılmıştır. Varyans analizleri SPSS paket programı ile yapılmıştır. Çoklu karşılaştırmalar 'Duncan Testi' ile değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Çalışmada açıkta, cam ve plastik serada yetiştirilen 5 çilek çeşidinin fitokimyasal özellikleri üzerinde çeşit ve yetiştirme yerinin etkileri araştırılmış olup, elde edilen sonuçlar aşağıda ayrı başlıklar verilmiştir.

Toplam Antosiyanin Miktarı

Toplam antosiyanin içeriği çeşitlerden en yüksek "Carmine" (142.5 μg cy-3-glu/g fw) çeşidinde belirlenmiş, "Kabarla" ve "Cal Giant 3" çeşitleri (55.7 ve 46.7 μg cy-3-glu/g fw) en düşük antosiyanin içeriğine sahip çeşitler olmuştur. Yetiştirme yerlerinden en yüksek antosiyanin içeriği açıkta yetiştiricilikten (100.9 μg cy-3-glu/g fw) elde edilmiştir. En düşük antosiyanin içeriği ise cam serada tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Toplam Fenol Miktarı

Denemede çeşitler arasında en yüksek toplam fenol içeriği sırasıyla "Carmine" (2781.0 μg GAE/g fw) ve "Kabarla" çeşitlerinde belirlenmiştir. En düşük toplam fenol içeriği Cal Giant 3 ve Cal Giant 5 çeşitlerinde (1895.3 ve 1803.3 μg GAE/g fw) elde edilmiştir. Yetiştirme yerleri arasında en yüksek toplam fenol içeriği plastik sera yetiştiriciliğinden (2552.9 μg GAE/g fw) elde edilmiş, bu yetiştirme yerini açıkta yetiştiricilik izlemiştir. En düşük toplam fenol içeriği ise cam sera yetiştiriciliğinden (1472.6 μg GAE/g fw) elde edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çileklerde çeşit ve yetiştirme yerlerinin fitokimyasal özellikler üzerindeki etkileri*.
Table 1. The effect of cultivar and growing places on photochemical properties of strawberry*.

Çeşit Cultivar	Toplam monomerik antosiyenin Total monomeric anthocyanins ($\mu\text{g cy-3-glu/g fw}$)	Toplam fenolik maddeler Total phenolic content ($\mu\text{g GAE/g fw}$)	Toplam antioksidan kapasitesi Total antioxidant capacity	
			FRAP ($\mu\text{mola TE/g fw}$)	TEAC ($\mu\text{mola TE/g fw}$)
Cal Giant 2	69.8 b	1924.9 by	8.9 b	7.6 c
Cal Giant 3	46.7 c	1895.3 c	8.7 b	7.4 c
Cal Giant 5	78.3 b	1803.3 c	7.3 c	6.2 c
Carmine	142.5 a	2781.0 a	13.6 a	12.1 a
Kabarla	55.7 c	2086.6 b	9.9 b	9.6 b
Yetiştirme yerleri <i>Growing places</i>				
Açık Open	100.9 a	2269.2 b	10.2 a	9.0 b
Cam sera Greenhouse	59.2 c	1472.6 c	7.9 b	6.4 c
Plastik sera Plastic tunnel	75.7 b	2552.9 a	10.9 a	10.3 a

*Aynı sütündeki farklı harflerle verilen ortalamalar %5 düzeyinde önemli.

*Mean separation within columns significant at 0.05 level.

Antioksidan Kapasitesi

Toplam antioksidan kapasitesi (FRAP ve TEAC) en yüksek "Carmine" çeşidinden (13.6 ve 12.1 $\mu\text{mol TE/g ta}$) alınmıştır. En düşük antioksidan içeriği ise "Cal Giant 5" çeşidinden (7.3 ve 6.2 $\mu\text{mol TE/g ta}$) elde edilmiştir. Yetiştirme yerlerinden ise en yüksek antioksidan kapasitesi plastik sera (FRAP=10.9 $\mu\text{mol TE/g ta}$ ve TEAC=10.3 $\mu\text{mol TE/g ta}$) ve açıkta yetiştiricilikte (FRAP=10.2 $\mu\text{mol TE/g ta}$ ve TEAC=9.0 $\mu\text{mol TE/g ta}$) belirlenmiştir. En düşük antioksidan kapasitesi ise cam sera yetiştiriciliğinden elde edilmiştir (Çizelge 1).

Organik Asit İçerikleri

Meyve organik asit içerikleri bakımından çeşitler arasında en yüksek malik asit değeri "Carmine" çeşidinden (0.26 g/100 g) alınmıştır. En düşük malik asit içeriği ise "Cal Giant 5", "Cal Giant 3" ve "Cal Giant 2" çeşitlerinde belirlenmiştir. Yetiştirme yerlerinden en yüksek malik asit içeriği cam sera yetiştiriciliğinden (0.24 g/100 g) alınırken, en düşük malik asit içeriği ise açıkta yetiştiricilikten (0.12 g/100 g) elde edilmiştir. Sitrik asit içeriği bakımından çeşitlerden en yüksek değer "Cal Giant 5"ten

(0.66 g/100 g) alınmıştır. En düşük değerler ise "Carmine", "Cal Giant 2" ve "Kabarla" çeşitlerinden elde edilmiştir (Çizelge 2). Yetiştirme yerlerinden en yüksek sitrik asit içeriği plastik sera yetiştiriciliğinden (0.63 g/100 g) alınırken, en düşük değer cam sera yetiştiriciliğinden (0.42 g/100 g) elde edilmiştir. Toplam organik asit içeriği bakımından çeşitlerden en yüksek değer "Cal Giant 5"ten (0.80 g/100 g) alınırken, bunu "Cal Giant 3" (0.74 g/100 g) izlemiştir. Öteki çeşitlerin tamamı en düşük asit içeriği vermiş ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. Yetiştirme yerlerinden en yüksek toplam asit içeriği plastik sera yetiştiriciliğinden elde edilmiştir (Çizelge 2).

Organik Şeker İçerikleri

Meyve organik şeker içerikleri bakımından çeşitler arasında en yüksek glukoz içeriği "Carmine" (0.26 g/10 g), en düşük glukoz içeriği ise "Kabarla" çeşidinden (2.72 g/100 g) elde edilmiştir. Yetiştirme yerlerinden en yüksek glukoz içeriği açıkta yetiştiricilik (3.14 g/100 g) ve plastik sera yetiştiriciliğinden (3.04 g/100 g) elde edilmiştir. En düşük glukoz değeri ise cam sera yetiştiriciliğinden (1.83 g/100 g)

Çizelge 2. Çileklerde çeşit ve yetiştirme yerlerinin organik asit ve organik şekerler üzerindeki etkileri*.

Table 2. The effect of cultivar and growing places on organic acid and organic sugar of strawberry*.

Çeşit Cultivar	Organik asit içeriği Organic acid content (g/100 g)			Organik şeker içeriği Organic sugar content (g/100 g)		
	Malik Malic	Sitrik Citric	Toplam Total	Glikoz Glucose	Fruktoz Fructose	Toplam Total
Cal-Giant 2	0.18 c	0.45 c	0.64 c	2.54 bc	1.67 b	4.21 b
Cal-Giant 3	0.17 c	0.57 b	0.74 ab	2.46 bc	1.62 b	4.08 bc
Cal-Giant 5	0.14 c	0.66 a	0.80 a	2.28 a	1.42 c	3.70 c
Carmine	0.26 a	0.43 c	0.69 c	3.35 a	2.16 a	5.52 a
Kabarla	0.18 b	0.48 c	0.66 c	2.72 b	1.72 b	4.44 b
Yetiştirme yerleri	Growing places					
Açık Open	0.12 b	0.51 b	0.64 b	3.14 a	2.06 a	5.20 a
Cam sera Greenhouse	0.24 c	0.42 c	0.66 b	1.83 b	1.20 c	3.04 c
Plastik sera Plastic tunnel	0.20 a	0.63 a	0.83 a	3.04 a	1.89 b	4.93 a

*Aynı sütundaki farklı harflerle verilen ortalamalar % 5 düzeyinde önemli.

*Mean separation within columns significant at 0.05 level.

alınmıştır. Fruktoz içeriği bakımından yine çeşitlerden en yüksek değer "Carmine" çeşidinden (2.16 g/100 g) alınmıştır. En düşük fruktoz değeri "Cal Giant 5" çeşidinden (1.42 g/100 g) alınmıştır. Yetiştirme yerlerinden açıkta yetiştiricilik en yüksek fruktoz değerini (2.06 g/100 g) verirken, bunu plastik sera yetiştiriciliği (1.89 g/100 g) izlemiştir. En düşük fruktoz içeriği cam sera yetiştiriciliğinden elde edilmiştir. Toplam organik şeker içeriği bakımından çeşitlerden en yüksek değer "Carmine"den (5.52 g/100 g) alınırken, en düşük şeker değeri "Cal Giant 5" çeşidinden (3.70 g/100 g) alınmıştır (Çizelge 2).

Çeşit ve Yetiştirme Yerlerinin Fitokimyasal Özellikler Üzerindeki Varyasyon Yüzdesi

Çileklerde çeşit ve yetiştirme yerlerinin fitokimyasal özellikler üzerindeki varyasyon yüzdeleri Çizelge 3'de verilmiştir. Toplam

antosiyenin içeriği üzerinde çeşitler %64 etkili olurken, yetiştirme yerleri %32.9 oranında etki göstermiştir. Toplam fenol içeriği üzerinde ise yetiştirme yerlerinin etkisi (%76.2) çeşitlerden daha yüksek bulunmuştur. Antioksidan kapasitesi bakımından her iki yöntem (FRAP ve TEAC) üzerinde de çeşit ve yetiştirme yerlerinin etkileri benzer düzeyde bulunmuştur (Çizelge 3). Çileklerde hakim asit olan sitrik asit üzerinde çeşitlerin yüksek oranda etkili oldukları belirlenirken (%43.2), çeşit x yetiştirme yerlerinin de belirli düzeyde etki ettiği (%18.3) belirlenmiştir. Toplam organik asit içerikleri üzerinde ise çeşit x yetiştirme yerlerinin etkileşimlerinin etkili olduğu saptanmıştır. Toplam organik şeker içerikleri üzerinde yetiştirme yerlerinin etki değeri %69.9 olarak belirlenirken, çeşit ve çeşit x yetiştirme yerlerinin etkisi benzer ve düşük düzeyde olduğu (%14.1 ve %15.5) belirlenmiştir.

Çizelge 3. Çileklerde çeşit ve yetiştirme yerlerinin fitokimyasal özellikler üzerindeki varyans yüzdeleri*.
Table 3. Variance percent of cultivar and growing places on photochemical properties of strawberry*.

Varyans Variance	Toplam monomerik antosiyanin Total monomeric anthocyanins ($\mu\text{g cy-3-glu/g fw}$)	Toplam fenolik maddeler Total phenolic content ($\mu\text{g GAE/g fw}$)	Toplam antioksidan kapasitesi Total antioxidant capacity		Organik asit içeriği Organic acid content (g/100 g)			Organik şeker içeriği Organic sugar content (g/100 g)		
			FRAP ($\mu\text{mol TE/g fw}$)	TEAC ($\mu\text{mol TE/g fw}$)	Malik Malic	Sitrik Citric	Toplam Total	Glukoz Glucose	Fruktoz Fructose	Toplam Total
Çeşit (Ç) Cultivars (C)	12832 (64.0)	1405208 (22.8)	50.5 (55.2)	47.7 (44.1)	2.0 (15.5)	8.5 (43.2)	3.8 (37.8)	1.5 (8.4)	0.7 (10.6)	4.2 (14.1)
Yetiştirme yerleri (YY) Growing places (GP)	6607 (32.9)	4705207 (76.2)	36.3 (39.7)	57.3 (52.9)	5.0 (38.4)	0.2 (0.8)	0.2 (1.6)	7.9 (43.9)	3.1 (48.8)	20.8 (69.9)
Ç x YY C x GP	515 (2.6)	31812 (0.5)	3.1 (3.4)	0.5 (0.5)	2.0 (15.3)	3.6 (18.3)	5.1 (50.3)	1.9 (10.3)	0.6 (9.8)	4.6 (15.5)
Hata Error	104 (0.5)	29958 (0.5)	1.6 (1.7)	2.7 (2.5)	4.0 (30.8)	7.4 (37.7)	1.0 (10.3)	6.8 (37.4)	1.9 (30.7)	0.2 (0.5)

Parantez içerisindeki değerler varyasyon yüzdesini göstermektedir (Percent of variation).

*Aynı sütundaki farklı harflerle verilen ortalamalar %5 düzeyinde önemli.

*Mean separation within columns significant at 0.05 level.

TARTIŞMA

Meyvelerde besinsel kalite özelliklerinin önemi giderek artmaktadır. İnsanlar arasında, sağlıklı yaşam için sağlıklı gıdaların tüketilmesi bilinci giderek yaygınlaşmaktadır. Meyve kalitesi yüksek yeni çilek çeşitlerinin geliştirilmesi yanında kalite özelliklerini koruyacak yetiştiricilik sistemlerinin oluşturulması gerekmektedir. Nitekim ıslah programları tarafından yeni geliştirilmiş bir çilek çeşidinin yetiştiricilik koşullarının meyve kalite özellikleri üzerindeki etkisinin de bilinmesi, yetiştiriciliğinin şekillenmesinde faydalı olacaktır. Çalışmamızda fitokimyasal kalite özellikleri üzerinde çeşit ve yetiştirme yerlerinin etkisi incelenmiştir. Araştırmada incelenen çeşitlerden "Carmine" yüksek antosiyanin, fenol içeriği, antioksidan içeriği ve toplam organik şeker içeriği veren çeşit olmuştur. Ayrıca toplam şeker içeriği bakımından da bu çeşit ön plana çıkmıştır. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular Pozo-Insfran ve ark., (22) tarafından "Carmine" çeşidi kullanılarak yapılan çalışmada elde edilen bulgular ile paralellik göstermektedir. Toplam antosiyanin miktarı yetiştirme yerleri arasında en yüksek açıkta yetiştiricilikten, en düşük ise cam seradan alınmıştır. Bu durum ışıklandırma ve sıcaklık farklılığı ile açıklanabilir.

Toplam fenol miktarı yetiştirme yerlerinden en yüksek plastik sera yetiştiriciliğinde saptanmıştır. Bu bulgu yetiştirme yerlerinin çileklerde toplam fenol içeriği üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Yetiştirme yerlerinin toplam fenol içeriği üzerindeki etkisi konusunda yapılmış çalışma bulunmamaktadır. Direk ışığa maruz kalma, güneş ışığı, gün uzunluğu, derim zamanı ekolojik farklılıklar gibi faktörler fenolik bileşik üretimi üzerinde etkili olan öteki faktörlerdir (13,20,22). Toplam antioksidan kapasiteleri bakımından da yetiştirme yerlerinden plastik sera yetiştiriciliği ön plana çıkmıştır. Çileklerde yetiştirme yerlerinin toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkisi konusunda yapılmış çalışma bulunmadığından karşılaştırma olanağı olmamıştır. Çilek meyvelerinde toplam antioksidan kapasite üzerinde farklı olgunluk dönemlerinin (34), kültürel işlemlerin (malçlı ve malçsız) (35), muhafaza koşullarının (7,14),

kültür ve yabani formların (20,25,30), genotiplerin (31) etkili olduğu önceki çalışmalarda bildirilmiştir. Malik asit içeriği genotipler arasında en yüksek "Carmine" çeşidinde, sitrik asit içeriği ise "Cal Giant 5" çeşidinde saptanmıştır. Malik asit içeriği Sitrik asit içeriğinden yaklaşık 3 kat daha düşük bulunmuştur. Bu durum çileklerde hakim asit içeriğinin Sitrik asit olmasından kaynaklanmaktadır. Kafkas ve ark. (12), iki çeşit ve dokuz melez çilek genotipi ile farklı meyve olgunluk dönemlerinde organik asit içeriklerini inceledikleri çalışmada olgun dönemde malik asit içeriğinin 0.12-0.54 g/100 g, sitrik asit içeriğinin 0.92-2.03 g/100 g arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Elde ettiğimiz bulgular yapılan önceki çalışmalar ile uyum içerisindedir. Yetiştirme yerlerinden cam sera daha yüksek malik asit içeriği vermiştir. Sitrik asit içeriği bakımından ise plastik sera ön plana çıkmıştır. Veazie (33), organik asitler üzerinde çeşit, ekolojik koşullar ve meyve olgunluk durumu gibi faktörlerin etkili olduğunu belirtmiştir. Çileklerde en çok bulunan şekerler glikoz ve fruktoz olup, tat oluşumunda etkilidir (2,11,21). Çalışmamızda en yüksek organik şeker içeriği değeri plastik sera ve açıkta yetiştiricilikten alınırken, cam sera yetiştiriciliğinde organik şeker içerikleri düşük bulunmuştur. Cam serada şeker içeriklerinin düşük olması gece-gündüz sıcaklık farkının az olması ile açıklanabilir. Nitekim gece-gündüz sıcaklık farkı az olduğunda meyveler daha hızlı olgunlaşmakta ve şeker içerikleri düşük olmaktadır (15,27). Araştırma kapsamında elde edilen toplam fenotipik varyans bileşenlerine göre, toplam varyansın ortalama %31.6'sının çeşitlerden, %40.5'inin yetiştirme yerlerinden, %12.6'sının ise genotip x yetiştirme yeri etkileşiminden kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar çeşit ve yetiştirme yerlerinin meyve fitokimyasal özellikleri üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Bahçe bitkilerindeki ıslah programları meyvelerin raf ömürlerinin uzun olması yanı sıra, taşımaya ve hastalıklara dayanıklılık ile yüksek verim üzerinde yoğunlaşmıştır. Üzümüsü

meyveleri de içeren ıslah programlarında, derim süresinin yanı sıra yetiştirme sistemlerine adaptasyon, hastalık ve zararlılara dayanım, meyve şekli ve verimi düzenleme gibi amaçlar önem kazanmaktadır. Genellikle meyvelerin kalite kriterleri karışık bir süreçtir, çünkü objektif olarak tanımlamak zordur. Şekil ve renk gibi duyuşal özellikler ürünlerin görünüşü için sınırlı kalite kriterleridir. Sertlik, toplam asitlik, şeker içeriği ve besin değeri meyve kalite kriterlerini belirleyen önemli faktörler arasındadır. Şu anda araştırmalar meyve kalitesi kavramı üzerine odaklanmış ve besin değerinin düzenlenmesine kadar uzanmıştır. Bu durumda besinsel önemi belirlenmiş olan fitokimyasal özellikler üzerinde etkili faktörlerin araştırılması ve etki düzeylerinin de belirlenmesi gerekmektedir.

Çalışmamızda "Carmine" çeşidinin fitokimyasal özelliklerinin oldukça iyi düzeyde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme yerlerinden ise plastik sera ve açıkta yetiştiricilik kalite özellikleri bakımından ön plana çıkmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen fenotipik varyans bileşenlerine göre, toplam varyansın %31.6'sının çeşitlerden, %40.5'inin yetiştirme yerlerinden, %12.6'sının ise genotip x yetiştirme yeri etkileşiminden kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu bulgular ıslah programları tarafından meyve kalite özellikleri düzenlenmiş bir çilek genotipinin uygun bir yetiştirme yerinde yetiştirilmesinin kalite kaybını önlemek açısından önemli olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Azodanlou, R., C. Darbellay, J.I. Luisier, J.-C. Villettaz and R. Amado, 2003. Quality Assessment of Strawberries (*Fragaria* sp.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51:715-721.
2. Azodanlou, R., C. Darbellay, J.L. Luisier, J.C. Villettaz and R. Amado, 2004. Changes in Flavour and Texture During the Ripening of Strawberries. *European Food Research and Technology* 218:167-172.
3. Bartolome, A.P., P. Ruperez and C. Fuster, 1995. Pineapple Fruit: Morphological Characteristics, Chemical Composition and Sensory Analysis of Red Spanish and Smooth Cayenne Cultivars. *Food Chemistry* 53:75-79.
4. Beattie, J., A. Crozier and G.G. Duthie, 2005. Potential Health Benefits of Berries. *Current Nutrition Food Science* 1:71-86.
5. Benzie, I.F.F. and J.J. Strain, 1996. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry* 239: 70-76.
6. Connor, A.M., J.J. Luby, C.B.S. Tong, C.E. Finn and J.F. Hancock, 2002. Variation and Heritability Estimates for Antioxidant Activity. Total Phenolic Content and Anthocyanin Content in Blueberry Progenies. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 1:82-88.
7. Cordenunsi, B.R. M.I. Genovese, J.R.O. Nascimento, N.M.A. Hassimotto, R.J. Santos and F.M. Lajolo, 2005. Effects of Temperature on the Chemical Composition and Antioxidant Activity of Three Strawberry Cultivars. *Food Chemistry* 91: 113-121.
8. Giusti, M.M. and R.E. Wrolstad, 2005. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy, Unit F1.2. (Eds: R.E. Wrolstad and S.J. Schwartz;) *Handbook of Food Analytical Chemistry*. Wiley, New York, pp. 19-31.
9. Hakkinen, S.H. and A.R. Törrönen, 2000. Content of Flavonols and Selected Phenolic Acids in Strawberries and Vaccinium Species: Influence of Cultivar, Cultivation Site and Technique. *Food Research International* 33:517-524.
10. Hancock, J.F. 1999. Strawberries. *Cab International, Wallingfer, UK*.
11. Kader, A.A., 1991. Quality and its Maintenance in Relation to the Post Harvest Physiology of Strawberry (Eds: J.J. Luby and A. Dale). *The Strawberry Into the 21 st Century*. 145-152, Portland, Oregon.
12. Kafkas, E., M. Koşar, S. Paydaş, S. Kafkas, and K.H.C. Başer, 2007. Quality Characteristics of Strawberry Genotypes at Different Maturation Stages. *Food Chemistry* 100 (3): 1229-1236.
13. Kahkonen, M.P., A.I. Hopia, H.J. Vuorela, J.P. Rauha, K. Pihlaja, T.S. Kujala and M. Heinonen, 1999. Antioxidant Activity of

- Planat Extracts Containing Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47: 3954-3962.
14. Kalt, W., C.F. Forney, A. Martin and R.L. Prior, 1999. Antioxidant Capacity, Vitamin C, Phenolics and Anthocyanins After Fresh Storage of Small Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47:4638-4644.
 15. Karaçalı, İ., 2002. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. *Ege Üniversitesi, Zir. Fak. Yay. 494, 469s. İzmir.*
 16. Koşar, M., E. Kafkas, S. Paydaş and K.H.C. Başer, 2004 Phenolic Composition of Strawberry Genotypes at Different Maturation Stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52:1586-1589.
 17. Lopes da Silva, F., M.T. Escribano-Bailon, J.J.P. Alonso, J.C. Rivas-Gonzalo and C. Santos-Buelga, 2007. Anthocyanin Pigments in Strawberry. *ScienceDirect LWT* 40: 374-382.
 18. Özgen, M., 2006. Ahududunun Antikanser Özelliği. *Hasad-Gıda* 21, 252: 14-15.
 19. Özgen, M., R.N. Reese, A.Z. Tulio, A.R. Miller and J.C. Scheerens, 2006. Modified 2,2-Azino - Bis -3 - Ethylbenzothiazoline -6-Sulfonic Acid (ABTS) Method to Measure Antioxidant Capacity of Selected Small Fruits and Comparison to Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) and 2,2'-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH) Methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54:1151-1157.
 20. Özgen, M., S. Serçe, K. Gündüz, F. Yen, E. Kafkas and S. Paydaş, 2007. Determining Total Phenolics and Antioxidant Activity of Selected Fragaria Genotypes. *Asian Journal of Chemistry* 19 (7): 5573-5581.
 21. Perez, A.G., R. Olias, J. Espada, J.M. Olias and C. Sanz, 1997. Rapid Determination of Sugars, Nonvolatile Acids, and Ascorbic Acid in Strawberry and Other Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45:3545-3549.
 22. Pozo-Insfran, D.D., C.E. Duncan, K.C. Yu, S. Talcott and C.K. Chandler, 2006. Polyphenolics, Ascorbic Acid, Soluble Solids Concentrations of Strawberry Cultivars and Selections Grown in a Winter Annual Hill Production System. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54:1151-1157.
 23. Rice-Evans, C.A., N.J. Miller and G. Paganga, 1996. Structure-Antioxidant Activity Relationship of Flavonoids and Phenolic Acids. *Free Radical Biology and Medicine* 20:933-956.
 24. Sandra, M.H., 2004. Potential Impact of Strawberries on Human Health. A Review of the Science. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44:1-17.
 25. Scalzo, J., A. Politi, N. Pellegrini, B. Mezzetti and M. Battino, 2005 b. Plant Genotype Affects Total Antioxidant Capacity and Phenolic Contents in Fruit. *Nutrition* Feb 21 (2): 207-13.
 26. Scalzo, J., M. Battino and B. Mezzetti, 2005 a. Breeding and Biotechnology for Improving Berry Nutritional Quality. *Biofactors* 23:1-8.
 27. Shioh Y.W. and M.J. Camp, 2000. Temperatures After Bloom Affect Plant Growth and Fruit Quality of Strawberry. *Scientia Horticulturae* 85: 183-189.
 28. Shui, G. and L.P. Leong, 2002. Separation and Determination of Organic Acids and Phenolic Compounds in Fruit Juices and Drinks by High-Performance Liquid Chromatography. *Journal of Chromatography A* 977:89-96.
 29. Singleton, V.L. and J.L. Rossi, 1965. Colorimetry of Total Phenolics With Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16:144-158.
 30. Tsao, R., R. Yang, E. Sockovie and T. Zhou, 2003. Antioxidant Phytochemicals in Cultivated and Wild Canadian Strawberries. *Acta Horticulturae* 626:25-35.
 31. Tulipani, S., B. Mezzetti, F. Capocaso, S. Bompadre, J. Beekwilder, C. Vos, E. Çapanoğlu, A. Bovy and M. Battino, 2008. Antioxidants, Phenolic Compounds, and Nutritional Quality of Different Strawberry Genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56:696-704.
 32. Tulipani, S., G. Marzban, A. Herndl, M. Laimer, B. Mezzetti and M. Battino, 2011. Influence of Environmental and Genetic Factors on Health-Related Compounds in Strawberry. *Food Chemistry* 124:906-913.

33. Veazie, P.P., 1995. Growth and Ripening of Strawberry Fruit (Eds: J. Janick). John. Wiley and Sons. Inc. *Horticultural Review* 17: 267-298.
34. Wang, S.Y. and H.S. Lin, 2000. Antioxidant Activity in Fruit and Leaves of Blackberry, Raspberry, and Strawberry Varies With Cultivar and Developmental Stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48, 140-146.
35. Wang, S.Y., W. Zheng and G. Galeta, 2002. Cultural System Affects Fruit Quality and Antioxidant Capacity in Strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50:6534-6542.