



Tarım Bilimleri Dergisi
Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:
www.agri.ankara.edu.tr/journal

Organik ve Standart Olarak Yetiştirilen Bazı Yüksek Boylu Maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) Çeşitlerinin Fitokimyasal İçerikleri ile Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması

Hüseyin ÇELİK^a, Mustafa ÖZGEN^b, Onur SARAÇOĞLU^b

^a Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kurupelit-Atakum, Samsun, TÜRKİYE

^b Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 60240, Tokat, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi – Bitkisel Üretim DOI: 10.1501/Tarimbil_0000001205

Sorumlu Yazar: Hüseyin ÇELİK, E-posta: huscelik@omu.edu.tr, Tel: +90(362) 3121919 / 1132

Geliş Tarihi: 23 Ocak 2012, Düzeltmelerin Gelişi: 29 Aralık 2012, Kabul: 16 Ocak 2013

ÖZET

Maviyemişler, ihtiva ettikleri yüksek antioksidan kapasiteleri ve diğer doğal bileşiklerinden dolayı insan sağlığı bakımından yararlı olan meyve türlerinden birisidir. Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nde standart ve organik olarak yetiştirilmiş 'Brigitta', 'Patriot', 'Bluecrop', 'Darrow' ve 'Bluejay' kuzey orijinli yüksek boylu maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) çeşitleri karşılaştırılmıştır. Hasat meyvelerin %75'inin maviye dönüştüğü ilk hasat olgunluk döneminde (15 Haziran 2010) yapılmıştır. Meyve ağırlığı (g), SÇKM (%), organik asitler (tartarik, malik, askorbik ve sitrik asit), şekerler (fruktoz ve glikoz), toplam fenolik maddeler ($\mu\text{g GAE g}^{-1}$), toplam monomerik antosiyaninler (TMA, $\mu\text{g cy-3glu g}^{-1}$) ve toplam antioksidan aktivitesi (FRAP ve TEAC, $\mu\text{mol TE g}^{-1}$) belirlenmiştir. Maviyemiş çeşitlerinde askorbik asit miktarının $0.015\text{-}0.027\text{ g kg}^{-1}$ arasında, glikoz miktarının $3.793\text{-}4.745\text{ g }100\text{g}^{-1}$ arasında, toplam fenoliklerin $1593.3\text{-}2362.4\text{ }\mu\text{g GAE g}^{-1}$ arasında, toplam monomerik antosiyanin miktarlarının $57.7\text{-}267.2\text{ }\mu\text{mol TE g}^{-1}$ ve toplam antioksidan aktivitelerinin ise $3.80\text{-}6.51\text{ FRAP }\mu\text{mol TE g}^{-1}$, $2.32\text{-}5.29\text{ TEAC }\mu\text{mol TE g}^{-1}$ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yetiştirme şekline göre, standart olarak yetiştirilen çeşitlerde tartarik asit, sitrik asit, askorbik asit, glikoz, TEAC ve tane ağırlığı değerleri daha yüksek iken organik olarak yetiştirilen maviyemiş çeşitlerinde toplam fenolikler, TMA, FRAP ile malik asit değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yüksek boylu maviyemişler; Fenolikler; Antosiyaninler; Antioksidanlar

Comparison of Phytochemicals and Antioxidant Capacities of Some Standard and Organically Grown Highbush Blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.)

ARTICLE INFO

Research Article – Crop Production

Corresponding Author: Hüseyin ÇELİK, E-mail: huscelik@omu.edu.tr, Tel: +90(362) 3121919 / 1132

Received: 23 January 2012, Received in Revised Form: 29 December 2012, Accepted: 16 January 2013

ABSTRACT

Blueberries are considered one of the important fruits for health benefits due to their antioxidant capacity and rich natural compounds. In this study, northern highbush blueberry cultivars ‘Brigitta’, ‘Patriot’, ‘Bluecrop’, ‘Darrow’ and ‘Bluejay’ (*Vaccinium corymbosum* L.) grown in standard and organic conditions in Black Sea Region were compared. Berry weight (g), TSS (%), organic acids (tartaric, ascorbic and citric acid), sugars (fructose and glucose), total phenolic compounds ($\mu\text{g GAE gfw}^{-1}$), total monomeric anthocyanins (TMA) ($\mu\text{g cy-3-glu gfw}^{-1}$) and total antioxidant activity (FRAP and TEAC) were determined. Berries were harvested when 75% of the skin color changed into blue color (June 15, 2010). Quantities of ascorbic acid, glucose, total phenolics and TMA changed between 0.015-0.027 g kg^{-1} , 3.79-4.75 g 100g^{-1} , 1593.3-2362.4 $\mu\text{g GAE gfw}^{-1}$, 57.7-267.2 $\mu\text{mol TE gta}^{-1}$ respectively. Total antioxidant activity changed between 3.80-6.51 FRAP $\mu\text{mol TE g fw}^{-1}$ and 2.32-5.29 TEAC $\mu\text{mol TE g fw}^{-1}$. While blueberries grown in standard system exhibited higher tartaric acid, citric acid, ascorbic acid, glucose, TEAC and berry weight, blueberries grown organically showed higher total phenolics, TMA, FRAP and malic acid.

Keywords: Highbush blueberries; Phenolics; Anthocyanins; Antioxidants

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

1. Giriş

Maviyemiş, ılıman iklimlerde yetişebilen, çok yıllık, çalı formunda ve kışın yaprağını döken bir üzüm sü meyvedir. Dünyada blueberry olarak bilinen maviyemişler 1906 yılından buyana ABD’de yetiştirilmesine rağmen 2000’li yıllarda Türkiye’ye girmiştir. On dört farklı alanda kullanılabilen maviyemişler tarımsal sanayiye de hammadde temin edebilmektedir. Ayrıca süs bitkisi olarak kullanılabilen, yaprakları, kökleri, çiçek ve meyveleri ilaç ve kozmetik sanayisinde değerlendirilebilmektedir (Gough 1994). Dünyada ticari olarak yetiştirilen yüksek boylu, alçak boylu ve tavşangözü (rabbiteye) maviyemiş türleri olmasına rağmen en yaygın olan çeşitler yüksek boylu maviyemiş türü içinde yer almaktadır. Tıbbi bitki olarak değerlendirilen bazı *Vaccinium* türlerinin anavatanı Türkiye’nin Kuzey Doğusunda yer alan Doğu Karadeniz Bölgesidir. Bu bölgede yüzyıllardır yerel halk tarafından bilinen ve aile ihtiyaçları çerçevesinde taze meyve, reçel, marmelat veya meyve suyu olarak kullanılan bazı *Vaccinium* türlerine ait meyveler son yıllarda doğadan toplanarak pazarlanmakta ve bir kısmı kurutularak ihraç edilmektedir (Çelik 2005; 2008; 2009). Dünya maviyemiş üretimi 2009 yılı değerlerine göre 311 959 ton’dur ve bunun %52’si ABD, %33’ü Kanada, %3.5’i Polonya, %3.2’si Almanya ve

%8.3’ü diğer ülkeler (Hollanda, Yeni Zelanda, İsveç, Romanya, Litvanya, İtalya, İspanya vd.) tarafından üretilmiştir (FAO 2011). Türkiye’de 2000’li yıllarda yetiştirilmeye başlanan maviyemişlerin dikim alanı günümüzde 100 ha’a ve üretim 60 ton’a ulaşmıştır. Öte yandan meyveleri doğadan toplanarak üretimi yapılan çay üzümü ve çoban üzümü (*Vaccinium*) türlerinden toplam 75 tonluk ihracat gerçekleştirilmiştir (Çelik 2008; 2009; FAO 2011).

Maviyemişler insan sağlığı açısından çok sayıda yarara sahiptir. Antioksidanlar ve fenolik maddeler bakımından zengin olan maviyemişlerin görme bozukluklarını önlediği, kalp sağlığını koruduğu, mide ve bağırsaklarla ilgili rahatsızlıkları giderdiği, romatizmal hastalıklar ile ağız içi yaralarını iyileştirdiği, beyin fonksiyonlarını düzene soktuğu ve yaşlılıktaki hafıza kayıplarını engellediği saptanmıştır (Kalt et al 2007). Taze meyve ve sebzeler arasında antioksidan kapasitesi en yüksek meyvenin maviyemiş olduğu da tespit edilmiştir (Morazzoni & Magistretti 1986; Bagnulo 2003; Çelik 2005; 2008; Howell 2009). *Vaccinium* türleri başta olmak üzere birçok üzüm sü meyvede antosiyaninlerin temel bileşenler olduğu (Zheng & Wang 2003), yüksek oranda antioksidan ve fenolik bileşik içerdikleri (Dragovic-Uzelac et al 2010) bilinmektedir. Maviyemiş meyvelerinde renk maddelerinin birikmesi ile antioksidan kapasitesinin, toplam fenoliklerin ve antosiyaninlerin arttığı,

lokasyonlara göre çeşit bazında değişimin çok az olduğu, çeşitlerin antioksidan içeriği ile antosiyanin veya toplam fenolik maddeler kapsamı arasında lineer bir ilişkinin olduğu saptanmıştır (Prior et al 1998; Ribera et al 2010; Yuan et al 2011; Wang et al 2012). Maviyemişlerdeki sekonder metabolitlerden antosiyaninlerin önemli olduğunu tespit eden Castrejon et al (2008), hasat dönemine kadar artış gösteren fenolik maddelerin olgunlaşma ilerledikçe azalma eğilimine girdiğini ve antioksidan kapasitesinin düştüğünü belirtmektedir. Mazza (2005), taze maviyemiş meyvelerindeki fenolik madde ve antosiyanin miktarının sırasıyla 393 ve 233 mg 100 g⁻¹ olduğunu ve ORAC (oksijen radikal absorbans kapasitesi) antioksidan aktivitesinin 222-443 arasında değiştiğini ifade etmektedir. Maviyemişlerin antioksidan kapasitesinin çilek ve ahududuna göre çok daha yüksek olduğu, meyvelerdeki antosiyaninlerin, fenolik maddelerin ve antioksidan kapasitelerinin (ORAC) olgunlaşma ile birlikte değişebileceği (Kalt et al 1999; Wang et al 2012), bu farklılığın maviyemiş türleri hatta genotipler arasında ortaya çıkabileceği (Kalt et al 2001; Koca & Karadeniz 2009; Ribera et al 2010) ve çevre şartlarından da etkilenebileceği (Connor et al 2002; Howard et al 2003; Özgen et al 2008) saptanmıştır. Ayrıca, maviyemişlerin yetiştirildiği ortamlar da antioksidan içeriklerine etki edebilmektedir. Torf ortamında yetiştirilen maviyemişlerin en yüksek antioksidan kapasitesine sahip olduğu ortaya konulmuştur (Grajkowski et al 2007). Organik olarak yetiştirilen maviyemişlerdeki şekerler, malik asit, toplam fenolikler ve antosiyaninler ile antioksidan aktivitesi standart olarak yetiştirilenlere göre önemli derecede daha yüksek bulunmuştur (Wang et al 2008). You et al (2011), organik veya standart olarak yetiştirilen maviyemişlerdeki fitokimyasallar ile antioksidanlar arasında önemli farklılıklar olduğunu tespit etmiştir.

Türkiye’de gerek organik gerekse standart olarak yetiştirilen maviyemiş meyvelerindeki fitokimyasal bileşiklerin kompozisyonu ve antioksidan madde içerikleri henüz detaylı olarak tespit edilmemiştir. Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesinde organik ve standart koşullarda yetiştirilen 5 farklı yüksek

boyulu maviyemiş çeşidinin tane ağırlıkları, kurumadde miktarları ile organik asitler, fenolik bileşikler, antosiyaninler ve antioksidan kapasiteleri tespit edilmiş ve yetiştirme şekillerine göre çeşitler birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Örneklerin hazırlanması

Bu çalışmada, Trabzon ili Hayrat ilçesinde 2006 yılında dikilerek organik ve standart koşullarda yetiştirilen ‘Brigitta’, ‘Patriot’, ‘Bluecrop’, ‘Darrow’ ve ‘Bluejay’ kuzey Amerika orijinli yüksek boyulu maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) çeşitlerinin ilk hasatta (15 Haziran 2010) toplanan tam olgun (%75 mavi renkli) meyveleri kullanılmıştır. Denemede kullanılan çeşitlerden ‘Brigitta’, orta geçici bir çeşit olup kuvvetli gelişen ve hafif yayvan çalılara sahiptir. Meyveleri mavi renkte, orta irilikte, sap çukuru yara izi orta büyük, hafif mayhoş ve serttir. ‘Patriot’ çeşidinin kuvvetli olan çalıları dik ve açık büyüme gösterir. Çok verimli, salkımları sık, taneleri çok iri, sert ve tatlıdır. ‘Bluecrop’ çeşidi kuvvetli gelişerek dik büyüme gösterir. Yüksek verimli, salkımı seyrek, taneleri çok iri, açık mavi renkte, sert, çatlamaya karşı dayanıklı, tadı iyi ve hafif aromatiklidir. ‘Darrow’ çeşidi kuvvetli ve dik gelişir, verimlidir, salkımı orta büyüklükte ve seyrek olup taneleri çok iri, açık mavi renkte, sert ve çatlamaya karşı dayanıklı ve tatlıdır. ‘Bluejay’ çeşidi, kuvvetli, dik ve açık büyüyen, seyrek salkımlı, orta iri meyveli, açık mavi renkte, çok sert, çatlamaya dayanıklı, sap çukuru yara izi küçük ve hafif tatlıdır (Çelik 2008).

Deneme alanı deniz seviyesinden 200 m yükseklikte olup güney yöneye meyillidir ve tam güneş almaktadır. Organik parsellerde dekara 6 ton olacak şekilde iki yıllık koyun gübresi ile tek seferde gübreleme yapılmış ve sıra üzeri 60 cm genişliğinde bir yıllık çay atığı ile 15 cm kalınlığında malçlanmıştır. Standart üretim parsellerinde ise amonyum sülfat (60 g/bitki) ve kompoze gübre (10-10-10, 115 g/bitki) üç eşit parçaya bölünerek Şubat, Nisan ve Mayıs aylarında uygulanmıştır (Çelik 2005). Yabancı ot kontrolü el ile yapılmıştır.

Bitkiler akarsu kaynağından temin edilen ve damla sulama sistemi ile verilen su ile sulanmıştır. Organik parselin toprağı kuvvetli asit (pH=4.3) karakterde olup yapısı killi-tınlıdır ve çok yüksek düzeyde (%12.6) organik madde içermektedir. Toplam azot içeriğı oldukça iyidir (%0.33), tuzsuzdur ve kireç içeriğı azdır (%1.5). Alınabilir K, Ca, Mg, Fe, Mn ve Cu bakımından yeterlidir, P ve Zn içeriğı ise düşüktür. Standart üretim parselinin toprak yapısı killi-tınlı, kuvvetli asit (pH=4.5) karakterde, tuzsuz, az kireçli, P₂O₅ ve K₂O içeriğı çok yüksek (sırasıyla 13.7 ve 55.0 kg/da) ve organik maddesi yüksektir (%5.52). Deneme parsellerinde herhangi bir ilaçlama ve budama yapılmamıştır. Deneme tesadüf blokları deneme deseninde, faktöriyel düzende 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Hasat edilen meyvelerden alınan örnekler uygun kaplarda laboratuvara getirilerek tane ağırlıkları (g) belirlenmiş ve fizikokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Her bir tekerrür için tesadüfi olarak alınan 100 g meyve tartılmış ve -20°C'de şoklanmıştır. Analiz öncesi meyveler oda sıcaklığında çözündürülerek laboratuvar tipi blender yardımıyla homojenize edilmiştir. Elde edilen meyve sularında suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) dijital refraktometre ile (Atago, Pal-1) ölçülmüştür. Ayrıca aşağıda verilen fitokimyasal analizler gerçekleştirilmiş ve antioksidan içerikleri belirlenmiştir.

2.2. Toplam fenolik maddeler

Olgun maviyemiş meyvelerindeki toplam fenolik maddeler (TP) Singleton & Rossi (1965)'e göre belirlenmiştir. Bu amaçla meyve pulpu karanlık ortamda 1 saat aseton, su ve asetik asit tampon çözeltisinde ekstrakte edilmiştir (70:29.5:0.5 h h⁻¹). Bu işlemin ardından ekstrakt, Folin-Ciocalteu fenol renk ayırıcı ve su içinde %7 sodyum karbonat ilavesiyle 8 dakika inkübe edilmiştir. İki saat sonra UV-VIS spektrofotometre ile 750 nm'de absorbans otomatik olarak ölçülmüştür. Standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Sonuçlar birim taze ağırlıkta µg gallik asit eşdeğer (µg GAE gta⁻¹) olarak verilmiştir.

2.3. Toplam monomerik antosiyaninler

Toplam monomerik antosiyaninler (TMA) UV-VIS spektrofotometre (model T60U, PG) kullanılarak

pH diferansiyel metoduna göre belirlenmiştir (Wrolstad 1976; Giusti et al 1999). Absorbanslar pH=1.0 ve pH=4.5'te $A = (A_{535} - A_{700})_{pH=1.0} - (A_{535} - A_{700})_{pH=4.5}$ formülü kullanılarak 29 600 molar söndürme katsayısı ile 510 nm ve 700 nm'de ölçülmüş, sonuçlar gram taze ağırlıktaki miligram siyanidin-3-galaktozit eşdeğer cinsinden (µg siy-3-gli gta⁻¹) verilmiştir

2.4 Toplam antioksidan aktivitesi

Toplam antioksidan aktivitesi Özgen et al (2006), tarafından FRAP ve TEAC ölçümleri olarak ifade edilen iki standart metot ile tespit edilmiştir;

Plazmanın demir indirgeme yeteneğı: Maviyemişlerin plazmanın demir indirgeme yeteneğı (FRAP) miktarı Benzie & Strain (1996), tarafından geliştirilen metot ile belirlenmiştir. Analizler 3 stok solüsyon ile yürütülmüş, 0.1 mol L⁻¹ tampon asetat (pH=3.6), konsantre hidroklorik asit (1000:3.3 v/v) ve 20 mmol L⁻¹ demir kloridle asitleştirilmiş olan 10 mmol L⁻¹ TPTZ [2,4,6-tris(2-pyridyl)-1,3,5-triazine] kullanılmıştır. Stok solüsyonlar analizden hemen önce FRAP ayırıcının oluşması için karıştırılmıştır (10:1:1 h h⁻¹ h⁻¹). Her bir ölçüm yinelenerek her seferde 2.97 ml FRAP ile 30 µl örnek ekstraktı karıştırılmıştır. Bu işlemin ardından 10 dakika sonra reaksiyonun absorbans değeri spektrofotometre ile 593 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar gram taze ağırlıkta µmol TE olarak (µmol TE gta⁻¹) verilmiştir.

Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi: Standart Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi (TEAC) ölçümü için ABTS asetat tamponda çözündürülerek ve Özgen et al (2006)'a göre potasyum persülfat hazırlanmıştır. Karışımın stabilitesini uzun süre koruması için 20 mM sodyum asetat tampon çözeltisindeki asidik ortamda (pH=4.5) ve 734 nm de 0.700±0.01 absorbans verecek şekilde seyreltilmiştir. Spektrofotometrik ölçüm için 3 ml ABTS⁺ solüsyonu ile 20 µl meyve ekstarktı karıştırılarak 10 dakika inkübe edilmiş ve 734 nm'de absorbans okunmuştur. Sonuçlar gram taze ağırlıkta µmol TE olarak (µmol TE gta⁻¹) verilmiştir.

2.5. Organik asitlerin ekstraksiyonu

Bu amaçla 5 g meyve pulpu alınarak meta-fosforik asit (%2.5) ile seyreltilmiştir. Elde edilen çözelti 6 000 rpm'de 5 dakika santrifüjden geçirilmiştir. HPLC analizi öncesi supernatant 0.45 µm membran filtresinden (Iwaki Glass) geçirilerek kullanılmadan önce mobil faz çözücülerinin gazı alınmıştır. HPLC analizleri Totalchrom navigator 6.2.1 yazılımı ile Perkin Elmer HPLC sistemde pompa ve UV dedektör kullanılarak yapılmıştır (Perkin Elmer, Series-200) (Waltham, Massachusetts, USA). Organik asitlerin ayırım ve tanımlanması Shui & Leong (2002)'den modifiye edilmiştir. Ayırım, SGE wakosil C18RS 5µm kolonu (250x4.6mm I.D.) ile yapılarak izleme 215 nm'de takip edilmiştir. Optimum ayırım etkinliği pH=2.5 sülfürik asit solüsyonu (Panel A) ve metanol (Panel B) kullanılarak temin edilmiştir. Diğer parametreler olan enjeksiyon hacmi 20 µl; kolon ısı 30°C ve izleme dalga boyu 215 nm olarak uygulanmıştır.

2.6. Verilerin analizi

Elde edilen veriler SAS programı kullanılarak (SAS, 2006) ANOVA tekniği ile değerlendirilmiştir. Uygulamalar arasındaki fark Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır ve yanılma olasılığı (I. tip hata olasılığı) $\alpha=0.05$ ve/veya $\alpha=0.01$ olarak alınmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada, organik ve standart koşullarda yetiştirilen maviyemiş çeşitlerindeki organik asitler bakımından yetiştirme şekli ile çeşit x yetiştirme şekli interaksyonları arasında çok önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Nitekim tartarik asit miktarı standart olarak yetiştirilen 'Patriot' çeşidinde 1.280 g kg⁻¹ ile en yüksek değerde iken malik asit miktarı organik olarak yetiştirilen 'Bluejay' çeşidinde 0.29 g kg⁻¹ ve sitrik asit ise standart olarak yetiştirilen 'Darrow' çeşidinde 15.183 g kg⁻¹ ile en yüksek değere ulaşmıştır (Çizelge 1). Tartarik, malik ve sitrik asit bakımından en düşük değerler sırasıyla 0.145 g kg⁻¹ (organik x 'Brigitta'), 0.010 g kg⁻¹ (standart x 'Darrow') ve 4.065 g kg⁻¹ (standart x 'Bluejay') olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Askorbik asit bakımından yetiştirme şekli ve çeşit interaksyonları arasında istatistik olarak önemli bir farklılık saptanmamış ancak bu değerlerin 0.015 g kg⁻¹ (standart x 'Bluecrop') ile 0.025 g kg⁻¹ (standart x 'Brigitta' ve organik x 'Patriot') arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 1). Sonuçlar, maviyemişlerde en temel organik asidin sitrik asit olduğunu, standart koşullarda yetiştirilen 'Brigitta' ve 'Darrow' çeşitlerindeki sitrik asit miktarının organik koşullarda yetiştirildiği duruma göre yaklaşık iki kat daha fazla olabileceğini göstermiştir.

Çizelge 1- Maviyemişlerde organik asitlerin yetiştirme şekli ve çeşitlere göre değişimi

Table 1- Changes of organic acids in blueberries according to growing systems and cultivars

Yetiştirme Şekli	Çeşit	Organik Asitler			
		Tartarik Asit (g kg ⁻¹)	Malik Asit (g kg ⁻¹)	Askorbik Asit (g kg ⁻¹)	Sitrik Asit (g kg ⁻¹)
Standart	Brigitta	0.190±0.006 d*	0.050±0.025 cd*	0.025±0.001	12.718±1.883 a*
	Darrow	0.163±0.034 d	0.010±0.008 d	0.027±0.002	15.183±0.965 a
	Patriot	1.280±0.041 a	0.135±0.039 b	0.022±0.001	6.145±0.199 bc
	Bluecrop	0.222±0.040 cd	0.053±0.013 cd	0.015±0.005	7.190±3.258 bc
	Bluejay	0.230±0.119 cd	0.065±0.025 cd	0.020±0.001	4.065±0.318 c
Organik	Brigitta	0.145±0.006 d	0.017±0.011 d	0.020±0.001	6.652±0.105 b
	Darrow	0.160±0.004 d	0.070±0.008 bcd	0.020±0.001	7.995±0.717 a
	Patriot	0.593±0.058 b	0.095±0.024 bcd	0.025±0.001	4.225±0.680 c
	Bluecrop	0.205±0.014 cd	0.100±0.013 bc	0.020±0.001	5.920±0.145 c
	Bluejay	0.297±0.037 c	0.290±0.022 a	0.020±0.002	6.623±0.256 c

*Sütunlarda aynı harf ile gösterilen iki ortalama arasındaki fark önemli değildir (P<0.01)

Benzer şekilde, Kuzeydoğu Anadolu'da doğal olarak yetişen iki farklı *Vaccinium* türünün meyvelerindeki organik asitleri belirleyen Ayaz et al (2001), sitrik asitin temel asitlerden biri olduğunu ve sonuçların *Vaccinium* türlerinin karşılaştırılmasında kullanılabilmesini belirtmektedir. Yetiştirme şekli dikkate alındığında organik asitlerden sadece tartarik ve sitrik asit miktarlarının istatistiki olarak

önemli düzeyde farklılık gösterdiği, malik ve askorbik asit miktarları açısından önemli farklılık olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Sonuçlar, yetiştiricilik şeklinin tartarik ve sitrik asit miktarları üzerine etkili olduğunu göstermektedir. Skuipen (2006), de tartarik ve sitrik asitte görülen farklılıklar üzerine çeşitlerin ve yetiştiricilik şekillerinin etkili olabileceğini belirtmiştir.

Çizelge 2- Maviyemişlerde organik asitler, şekerler, antosiyaninler (TMA), toplam fenolikler (TP) ve antioksidanların (FRAP ve TEAC olarak) yetiştirme şekillerine göre değişimi

Table 2- Changes of organic acids, sugars, anthocyanins (TMA), total phenolics (TP) and antioxidants (as FRAP and TEAC) in blueberries according to growing systems

Özellikler	Yetiştirme şekli	
	Standart	Organik
Tartarik asit (g kg ⁻¹)	0.40±0.438 a	0.28±0.172 b
Malik asit (g kg ⁻¹)	0.06±0.046*	0.11±0.097*
Askorbik asit (g kg ⁻¹)	0.02±0.005*	0.02±0.006*
Sitrik asit (g kg ⁻¹)	9.07 ±4.428 a	6.28 ±1.326 b
Fruktoz (g 100g ⁻¹)	4.24±0.346 b	4.51±0.434 a
Glikoz (g 100g ⁻¹)	5.13±0.616*	5.01±0.921*
TMA	107.31 ±44.916 b	148.4±71.996 a
TP	1790.72±190.646 b	1979.6±306.108 a
FRAP	4.51± 0.605 b	4.89±1.248 a
TEAC	3.51±0.749*	3.52±10.203*
Tane ağırlığı (g.)	2.62±0.35 a	2.40±0.43 b
SÇKM (%)	10.04 ±0.12 b	10.88±0.16 a

Satırlarda aynı harf ile gösterilen iki ortalama arasındaki fark önemli değildir (P<0.05).

*Önemli değil

Fruktoz ve glikoz bakımından çeşit x yetiştirme şekli etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek fruktoz değeri 4.978 g 100 g⁻¹ ile organik olarak yetiştirilmiş olan 'Patriot'

çeşidinden elde edilirken standart olarak yetişen 'Darrow' çeşidi en düşük fruktoz değerini (3.793 g 100 g⁻¹) vermiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3- Maviyemişlerde şekerler (fruktoz ve glikoz), tane ağırlığı ve SÇKM değerlerinin yetiştirme şekli ve çeşitlere göre değişimi

Table 3- Changes of sugars (fructose and glucose), berry weight and total soluble solids (TSS) in blueberries according to the growing systems and cultivars

Yetiştirme Şekli	Çeşit	Şekerler (g 100g ⁻¹)		Tane Ağırlığı (g)	SÇKM (%)				
		Fruktoz	Glikoz						
Standart	Brigitta	4.295±0.171	bcde*	5.450±0.159	ab**	2.960±0.79	a*	10.200±0.03	cd*
	Darrow	3.793±0.096	f	4.902±0.103	bc	2.847±0.06	ab	10.027±0.01	d
	Patriot	4.252±0.470	cdef	4.730±1.317	bc	2.707±0.15	bc	9.817±0.25	d
	Bluecrop	4.647±0.034	abcd	5.500±0.034	ab	2.613±0.22	cd	10.273±0.15	cd
	Bluejay	4.207±0.072	def	5.065±0.068	abc	1.980±0.18	e	9.900±0.05	d
Organik	Brigitta	4.690±0.280	abc	6.115±0.405	a	2.583±0.75	cd	11.067±0.01	ab
	Darrow	4.040±0.053	ef	4.947±0.185	bc	2.723±0.45	bc	11.267±0.32	a
	Patriot	4.978±0.188	a	4.970±0.852	bc	2.490±0.12	d	10.933±0.12	abc
	Bluecrop	4.083±0.258	ef	4.255±0.963	c	2.430±0.27	d	10.333±0.02	bcd
	Bluejay	4.745±0.254	ab	4.765±1.021	bc	1.777±0.11	f	10.817±0.16	abc

*Sütunlarda aynı harf ile gösterilen iki ortalama arasındaki fark önemli değildir (P<0.01)

**Sütunlarda aynı harf ile gösterilen iki ortalama arasındaki fark önemli değildir (P<0.05)

Çeşitler organik koşullarda yetiştirildiğinde istatistiki anlamda daha yüksek fruktoz içeriğine sahip olmuştur (Çizelge 2). Glikoz değerleri bakımından yetiştiricilik sistemleri arasında istatistiki olarak farklılık tespit edilmemiştir ancak organik koşullarda yetiştirilen ‘Brigitta’ çeşidi en yüksek değeri (6.115 g 100 g⁻¹) ve ‘Bluecrop’ çeşidi en düşük değeri (4.255 g 100 g⁻¹) vermiştir (Çizelge 2 ve 3). *Vaccinium* türlerinde en önemli şekerlerin fruktoz ve glikoz olduğunu belirten Ayaz et al (2001), olgun meyvelerde her iki şekerin de en yüksek seviyeye ulaştığını belirtmektedir. Çalışmamızda yetiştiricilik sistemi x çeşit interaksyonlarında her iki şeker bakımından elde edilen farklılıklara rağmen yetiştiricilik sistemleri arasında sadece fruktoz açısından istatistiki önemde farklılığın ortaya çıkması Skupien (2006)’in bulgularını desteklemektedir. Öte yandan tane ağırlığı ile kurumadde içeriği bakımından da gerek çeşitler gerekse yetiştirme sistemleri x çeşit interaksyonları arasında çok önemli derecede farklılıklar saptanmıştır. Standart koşullarda yetiştirilen ‘Brigitta’ çeşidi 2.96 g ile en

iri meyveleri vermiştir. Kuru madde bakımından ise organik koşullarda yetiştirilen ‘Darrow’ çeşidi %11.27 ile en yüksek değere ulaşmıştır (Çizelge 3). Yetiştiricilik sistemleri maviyemiş meyvelerinin tane ağırlığını ve kuru madde içeriğini önemli derecede etkilemiştir. Standart koşullarda yetiştirilen çeşitlerde meyve ağırlığı daha yüksek (2.62 g) bulunurken organik koşullarda yetiştirilen çeşitlerde kuru madde miktarı daha yüksek (%10.88) olmuştur (Çizelge 2).

Maviyemişler ihtiva ettikleri fenolik maddeler ile antosiyaninler bakımından yüksek değerlere sahiptir. Çalışmamızda monomerik antosiyanin miktarları bakımından gerek çeşitler, gerek yetiştirme sistemleri gerekse bu iki faktörün kombinasyonları arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Organik yetiştiricilik koşullarında çeşitlerin önemli derecede daha yüksek (ortalama 148.4 µg siy-3-gli gta⁻¹) TMA değerlerine sahip olduğu (Çizelge 2) tespit edilmiştir. Organik olarak yetiştirilen ‘Patriot’ çeşidindeki TMA’nın 267.243 µg siy-3-gli gta⁻¹ ile en yüksek değer olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Toplam fenolikler açısından da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Organik yetiştiricilik koşullarında çeşitlerin önemli derecede daha yüksek (ortalama 1 979.6 µg GAE gta⁻¹) toplam fenolik değerlerine sahip olduğu (Çizelge 2) tespit edilmiştir. Organik koşullarda yetiştirilen ‘Patriot’ çeşidi 2 362.368 µg GAE gta⁻¹ değeri ile en yüksek, standart koşullarda

yetiştirilen ‘Bluecrop’ çeşidi ise 1 593.335 µg GAE gta⁻¹ değeri ile en düşük toplam fenolik içeriğine sahip olmuştur (Çizelge 4). Denemede FRAP ve TEAC olarak saptanan antioksidan kapasiteleri bakımından da gerek yetiştirme şekilleri gerekse yetiştirme şekli x çeşit etkileşiminde önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4- Maviyemişlerde toplam antosiyaninler, toplam fenoller ve antioksidan kapasitelerinin (FRAP ve TEAC) yetiştirme şekli ile çeşitlere göre değişimi

Table 4- Changes of total anthocyanins, total phenolics and antioxidant capacity (as FRAP and TEAC) in blueberries according to the growing systems and cultivars

Yetiştirme şekli	Çeşit	Toplam antosiyaninler (TMA)		Toplam fenoller (TP)		Antioksidan kapasitesi			
		(µg siy-3-gli gta-1)		(µg GAE gta-1)		FRAP (µmol TE gta-1)	TEAC (µmol TE gta-1)		
Standart	Brigitta	105.857±5.063	d*	1913.630±145.008	bcd*	5.275±0.139	b*	4.495±0.278	b*
	Darrow	71.820±3.553	ef	1655.930±161.746	cd	4.858±0.282	c	3.813±0.203	c
	Patriot	180.288±20.411	b	1990.095±117.377	bcd	4.673±0.303	cd	3.727±0.392	c
	Bluecrop	57.703±2.864	f	1593.335±116.473	d	3.800±0.038	fg	3.040±0.109	d
	Bluejay	120.875±2.183	c	1800.635±79.000	bcd	3.940±0.204	f	2.490±0.297	dc
Organik	Brigitta	91.965±1.662	d	1660.807±22.430	cd	3.522±0.120	g	2.317±0.314	e
	Darrow	184.500±2.448	b	2074.590±144.558	ab	6.160±0.171	a	4.440±0.358	b
	Patriot	267.243±5.551	a	2362.368±355.583	a	6.513±0.232	a	5.293±0.355	a
	Bluecrop	76.487±5.982	e	1954.277±262.248	bcd	3.963±0.081	ef	2.890±0.147	d
	Bluejay	121.987±6.345	c	1846.155±96.730	bcd	4.325±0.155	de	2.640±0.097	de

* Sütunlarda aynı harf ile gösterilen iki ortalama arasındaki fark önemli değildir (P<0.01)

Çeşitler organik koşullarda yetiştirildiğinde önemli derecede daha yüksek (4.89 µmol TE gta⁻¹) FRAP değerine sahip olurken TEAC bakımından bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 2). Organik koşullarda yetiştirilen ‘Patriot’ çeşidi FRAP ve TEAC bakımından sırasıyla 6.513 µmol TE gta⁻¹ ve 5.293 µmol TE gta⁻¹ ile en yüksek değerlere sahip olmuştur (Çizelge 4). Kalt et al (1999) alçak boylu maviyemişlerdeki fenolikler ile antosiyaninlerin sırasıyla 2.67 g GAE gta⁻¹ ve 22.7 µg 100 gta⁻¹ olduğunu saptamıştır. Çalışmamızda organik olarak yetiştirilmiş olan yüksek boylu maviyemişlerdeki antioksidan aktivitesi bu sonuçlardan daha yüksek çıkmıştır. Bu durum *Vaccinium* türleri ve çeşitlerinin

içeriklerinin iklim, sulama, rakım ve coğrafik şartlara göre değişebileceğini ifade eden Ballington et al (1984), Akerström et al (2010), Ribera et al (2010), Ehret (2012) ve Wang et al (2012)’un bulgularını desteklemektedir.

4. Sonuçlar

Organik ve standart koşullarda yetiştirilen yüksek boylu ‘Brigitta’, ‘Darrow’, ‘Patriot’, ‘Bluecrop’ ve ‘Bluejay’ maviyemiş çeşitlerinde şekerler, organik asitler ve antioksidan kapasiteleri bakımından önemli farklılıklar olduğu, organik olarak yetiştirilen çeşitlerde antioksidan maddeler (FRAP)

ile şekerlerden fruktozun daha yüksek, organik asitlerden tartarik asit ve sitrik asidin ise daha düşük olduğu saptanmıştır. Böylece bazı şekerler, organik asitler ve antioksidanların çeşitlere göre yetiştirme şekillerinden etkilendiği belirlenmiştir. Sağlık açısından yararlı olan antioksidanlar bakımından bazı maviyemiş çeşitlerinde organik yetiştiriciliğin daha yüksek değerler verebileceği ortaya çıkmıştır. Bu durum bölgede artmaya başlayan maviyemiş tarımında bazı çeşitlerde organik yetiştiriciliğe yönelmesinin önemli olabileceğini göstermektedir. İleride, doğada yetişmekte olan ve özellikle antioksidan madde miktarı çok daha yüksek olan çay üzümü tipleri ile yüksek boylu maviyemişlerin melezlenerek yeni çeşitlerin geliştirilebilmesi imkânları incelenmelidir.

Teşekkür

Katkılarından dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisi'ne (PYO.ZRT.1901.09.011), Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığına ve Nuhoğlu ve Aile Yakınları Vakfına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akerström A, Jaakola L & Jaderlund A (2010). Effect of latitude-related and geographical origin on anthocyanidin concentration in fruits of *Vaccinium myrtillus* L. (bilberries). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **58**(23): 11939-11945
- FAO (2011). Statistical Database. Available: <http://www.fao.org>
- Ayaz F A, Kadioğlu A, Bertoft E, Acar C & Turna I (2001). Effect of fruit maturation on sugar and organic acid composition in two blueberries (*Vaccinium arctostaphylos* and *V. myrtillus*) native to Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* **29**: 137-141
- Bagnulo J D (2003). Antioxidant assessment in Western Maine elderly women following 30 days of wild blueberry consumption. PhD. Thesis (unpublished). The University of Maine
- Ballington J E, Ballinger W E, Swallow W H, Galletta G J & Kushman L J (1984). Fruit quality characterization

- of 11 *Vaccinium* species. *Journal of American Society for Horticultural Sciences* **109**(5): 684-689
- Benzie I F F & Strain J J (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of 'antioxidant power': The FRAP assay. *Analytical Biochemistry Journal* **239**: 70-76
- Castrejon A D R, Eichholz I, Rohn S, Kroh L W & Huyskens-Keil S (2008). Phenolic profile and antioxidant activity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during fruit maturation and ripening. *Food Chemistry* **109**: 564-572
- Connor A M, Luby J J, Hancock J F, Berkheimer S & Hanson E J (2002). Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **50**: 893-898
- Çelik H (2005). Yabanmersini (Likapa) Yetiştiriciliği. HASAD Yayınları. pp.128
- Çelik H (2008). Maviyemiş (Yabanmersini-Likapa) Yetiştiriciliği El Kitabı. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi "Artvin'de Yabanmersini (Likapa) Yetiştiriciliği Eğitim Projesi". pp. 63
- Çelik H (2009). The performance of some northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) varieties in North Eastern part of Anatolia. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences* **24**(3): 141-146
- Dragovic-Uzelac V, Savic Z, Brala A, Levaj B, Kovacevic D B & Bisko A (2010). Evaluation of phenolic content and antioxidant capacity of blueberry cultivars (*Vaccinium corymbosum* L.) grown in the Northwest Croatia. *Food Technology and Biotechnology* **48**(2): 214-221
- Ehret D L, Frey B, Forge T & Helmer T (2012). Effect of drip irrigation configuration and rate on yield and fruit quality of young highbush blueberry plants. *HortScience* **47**(3): 414-421
- Giusti M M, Rodriguez-Saona L E & Wrolstad R E (1999). Molar absorptivity and color characteristics of acylated and non-acylated pelargonidin-based anthocyanins. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **47**: 4631-4635
- Gough R E (1994). The Highbush Blueberry and Its Management. Food Products Pres. An Imprint of The Haworth Pres Inc., New York-London-Norwood (Australia)
- Grajkowski J, Ochman I & Mulinski Z (2007). Firmness and antioxidant capacity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) grown on three types of organic bed. *Vegetable Crops Research Bulletin* **66**: 155-159

- Howard L R, Clark J R & Brownmiller C (2003). Antioxidant capacity and phenolic content in blueberries as affected by genotype and growing season. *Journal of Science of Food and Agriculture* **83**: 1238-1247
- Howell A B (2009). Update on health benefits of cranberry and blueberry. *Acta Horticulturae* **810**: 779-784
- Kalt W, McDonald J, Ricker R & Lu X (1999). Anthocyanin content and profile within and among blueberry species. *Canadian Journal of Plant Sciences* **79**: 617-623
- Kalt W, Ryan D A J, Duy J C, Prior R L, Ehlenfeldt M K & Kloet S P V (2001). Interspecific variation in anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity among genotypes of highbush and lowbush blueberries (*V. cyanococcus* spp.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **49**: 4761-4767
- Kalt W, Joseph J A, & Shukitt-Hale B (2007). Blueberries and human health: A review of current research. *Journal of American Pomological Society* **61**: 151-160
- Koca İ & Karadeniz B (2009). Antioxidant properties of blackberry and blueberry fruits in the Black Sea Region of Turkey. *Scientia Horticulturae* **121**: 447-450
- Mazza G (2005). Compositional and functional properties of saskatoon berry and blueberry. *International Journal of Fruit Sciences* **5**(3): 101-120
- Morazzoni P & Magistretti M J (1986). Effects of *Vaccinium myrtillos* anthocyanosides on prostacyclin-like activity in rat arterial tissue. *Fitoter* **42**: 11-14
- Özgen M, Reese R N, Tulio A Z, Miller A R & Scheerens J C (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 Agriculture and Food Chemistry* **54**: 1151-1157
- Özgen M, Wyzgoski F J, Tulio A Z, Gazula A, Miller A R, Scheerens J C, Reese R N, & Wright S R (2008). Antioxidant capacity and phenolic antioxidants of midwestern black raspberries grown for direct markets are influenced by production site. *HortScience* **43**: 2039-2047
- Prior R L, Cao G, Martin A, Sofic E, McEwen J, O'Brien C, Lischner N, Ehlenfeldt M, Kalt W, Krewer G & Mainland C M (1998). Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **46**(7): 2686-2693
- Ribera A E, Reyes-Diaz M, Alberdi M, Zuniga G E & Mora M L (2010). Antioxidant compound in skin and pulp of fruit changed among genotypes and maturity stages in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) grown in southern Chile. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* **10**(4): 509-536
- SAS (2006). SAS Online Doc, Version 8. SAS Inst., Cary, NC, USA
- Shui G & Leong L P (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
- Singleton V L & Rossi J L (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* **16**: 144-158
- Skupien K (2006). Evaluation of chemical composition of fresh and frozen blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L.). *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* **5**(1): 19-25
- Wang S Y, Chen C T, Sciarappa W, Wang C Y & Camp M J (2008). Fruit quality, antioxidant capacity and flavonoid content of organically and conventionally grown blueberries. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **56**: 5788-5794
- Wang S Y, Chen H, Camp M J & Ehlenfeldt M K (2012). Genotype and growing season influence blueberry antioxidant capacity and other quality attributes. *International Journal of Food Sciences and Technology* **47**: 1540-1549
- Wrolstad R E (1976). Color and pigment analyses in fruit products. *Oregon State University, Agricultural Experiment Station Bulletin* **624**: 1-17
- You Q, Wang B, Chen F, Huang Z, Wang X & Luo P G (2011). Comparison of anthocyanins and phenolics in organically and conventionally grown blueberries in selected cultivars. *Food Chemistry* **125**: 201-208
- Yuan W, Zhou L, Deng G, Wang P, Creech D & Li S (2011). Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity of *Vaccinium* L. in Texas, USA. *Pharmaceutical Crops* **2**: 11-23
- Zheng Y & Wang S Y (2003). Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries and lingonberries. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **51**: 502-509