Araştırma Makalesi / *Research Article*

Geliş tarihi: 01.09.2016
Kabul tarihi: 16.02.2017

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi (2017)
21(2): 164-176

Farklı Nar (*Punica granatum* L.) Çeşitlerinin Pomolojik, Fitokimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasiteleri

Aslı Neslihan ÖZDEN[1*], Bekir Erol AK[2], Mustafa ÖZDEN[3]

[1]Harran Üniversitesi, Suruç Meslek Yüksekokulu, Seracılık Programı, Şanlıurfa
[2]Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa
[3]Ömer Halisdemir Üniversitesi, Ayhan Şahenk Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Niğde
*****Sorumlu Yazar: aozden@harran.edu.tr

Öz

Nar içerdiği yüksek miktardaki fenolik bileşikler ve flavonoidlerden dolayı son yıllarda araştırıcıların ilgi odağı olmuştur. Bu çalışmada üç farklı nar (Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası) çeşidinin fitokimyasal kapsamları ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada kullanılan çeşitlerin pomolojik ölçümlerinin yanısıra, dane, kabuk ve çekirdeklerin toplam antosiyanin (TA), toplam fenolik bileşikler (TP) ve toplam flavonoid kapsamları ile antioksidan kapasiteleri, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) serbest radikalinin süpürülmesi, Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) ve Fosfomolibden Mo(VI) metodlarıyla belirlenmiştir. Ortalama meyve ağırlığı olarak Suruç (633.75 g) ve Hicaznar (621.42 g) çeşitleri arasında istatistiksel fark bulunmazken, Suruç Karası ortalama meyve ağırlığı (330.22 g) ile diğerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Ölçülen diğer pomolojik özelliklerde benzer sonuçlar bulunmuştur. Nar çeşitlerinin meyve kabuklarının fenolik ve flavonoid kapsamları dane ve çekirdeğe göre daha yüksek ölçülmüştür. Kullanılan çeşitlerin meyve, kabuk ve çekirdeklerinin toplam fenolik ve flavonoid kapsamlarına bağlı olarak örneklerin etanolik ekstrakları DPPH serbest radikalini süpürmüş, Fe^{+3} ve Mo(VI) iyonları indirgenmiştir. Araştırma verilerine göre, çeşitlerin antioksidatif özellikleri bakımından örneklerin toplam fenolik ve flavonoid kapsamları, çeşitlerinin ölçülen pomolojik özellikleri ve antosiyanin içeriğinden çok daha önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nar, *Punica granatum* L., Fenolik bileşikler, Antioksidan kapasitesi

Pomological, Phytochemical Properties and Antioxidant Capacities of Different Pomegranate Varieties (*Punica granatum* L.)

Abstract

Recently pomegranate has drawn researchers' attention because of its high amount of phenolics and flavonoids content. In this study, it was aimed that determination of phytochemical properties and antioxidant capacities of three different pomegranate varieties (Suruç, Hicaznar, and Suruç Karası). In addition to pomological measurements, total anthocyanins (TA), phenolics (TP), and flavonoids contents and antioxidant capacities of ethanolic aril, peel, and seed extracts were ascertained by the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenging, Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP), and Phosphomolybdenum Mo(VI) methods. While the difference between average fruit weights of Suruç (633.75 g) and Hicaznar (621.42 g) was not significant, the average fruit weight of Suruç Karası (330.22 g) variety was significantly dissimilar from the others. It was also found similar results in the pomological properties measured. Total phenolic and flavonoid contents of ethanolic peel ekstract of cultivars were significantly higher in comparison into total phenolic and flavonoid contents of ethanolic aril and seed extracts. Ethanolic extract of the fruit parts scavenged DPPH free radical, reduced Fe^{+3} ions to Fe^{+2}, and Mo(VI) to Mo(V) depend upon TA, TP, and flavonoid contents of the aril, peel, and seed ethanolic extract of the cultivars. Based on the data set of the study, total phenolic and flavonoid contents of the cultivars

related with antioxidative properties were much more significant than pomological properties or anthocyanin contents of peel, aril, and seeds of pomegranate varieties assayed in the study.

Key Words: Pomegranate, *Punica granatum* L., Phenolic compounds, Antioxidant capacity

Giriş

Son yıllarda biyomedikal araştırma alanındaki hızlı ilerlemelerle birlikte, geçmişten günümüze insan beslenmesinde doğal olarak kullanılan bitkisel ürünlerin önemli özelliklerinin ortaya çıkartılması konusu araştırıcılar için ilgi odağı olmuştur. Bundan dolayıdır ki birçok doğal bileşiğin hastalık önleme veya tedavisindeki potansiyel etkilerinin belirlenmesi için biyolojik ve kliniksel olarak detaylı araştırmalar yürütülmektedir (Hertog ve ark., 1996; Liu, 2003; Halliwell ve ark., 2007.) Bitkilerde ikincil metabolizma ürünleri olarak tanımlanan sekonder bileşikler; meyve, tohum, çiçek, yaprak, dal ve gövde gibi bitkinin farklı organlarında bulunabilirler (Aydın ve Üstün, 2007). Bu bileşikler, canlıların normal hücresel faaliyetleri sonucu oluşan, fazla üretildiği durumlarda canlıların DNA'sı, hücre yapıları ve organelleri üzerinde zararlı etkileri olan serbest radikalleri temizleyebilme özelliklerinden dolayı özel ilgi çekmektedir (Çetin, 2010; Villano ve ark., 2007). Bitkiler tarafından doğal olarak üretilen fenolik bileşikler; fenolik asitler ve flavonoidler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Literatürde, bitkilerdeki fenolik bileşiklerin belirlenmesi ve bu bileşiklerin canlılar üzerindeki olumlu etkilerinin neler olabileceği üzerine birçok çalışma vardır (Gil ve ark., 2002; Liu ve ark., 2002; Karaaslan ve ark., 2014).

Özellikle kırmızı meyveler yüksek miktarda biyoaktif bileşik kaynakları olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda nar içerdiği yüksek miktardaki vitamin C, flavonoidler, gallotanninler, siyanindin, pelargonidin ve delphinidin glikozidler gibi doğal biyoaktif bileşiklerden dolayı son yıllarda araştırıcıların ilgi odağı olmuştur (Mousavijenad ve ark., 2009; Karaaslan ve ark., 2014). Narın fenolik kapsamını etkileyen faktörler bitkinin genetik yapısı, yetiştirildiği iklim ve toprak koşulları ve hasat sonrası depolama koşullarıdır.

Dünya nar üretiminde önemli bir yere sahip olan Türkiye, 2014 üretim yılı itibariyle 397.335 tona ulaşmıştır (TÜİK, 2015). Narın ülkemizde çok farklı tüketim şekilleri olup bunlar; taze meyve, meyve suyu, konsantre meyve suyu, şekerlemeler, nar ekşisidir. Günümüze kadar yapılan araştırmalarla Türkiye nar genotiplerinden bazılarının fitokimyasal kapsamları ve antioksidan kapasiteleri ortaya konmuş olmasına rağmen çalışmada kullanılan yerel nar çeşitlerinin özelliklerini ortaya koyan bir çalışma mevcut değildir (Özgen ve ark., 2008; Gözlekçi ve ark., 2011; Karaaslan ve ark., 2014). Yapılan araştırmalar, nar suyu, nar kabuğu ve tohumlarının sekonder metabolitler bakımından oldukça zengin olduklarını göstermiştir (Elfalleh ve ark., 2012; Türkyılmaz, 2013).

Bu araştırmada Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen üç farklı nar (Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası) çeşidinin fitokimyasal kapsamları ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bitki Materyali

Meyve özellikleri bakımından farklılık gösteren 3 nar çeşidinin (Şekil 1) bu farklılıklarının fitokimyasal özellikleri ve antioksidan kapasiteleri üzerindeki

etkinliklerinin araştırıldığı bu çalışmada Şanlıurfa'nın Suruç ilçesindeki kapama nar bahçesinden temin edilen Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası çeşitlerine ait narlar kullanılmıştır. Meyveler ticari hasat olgunluğuna eriştiği zaman (18.10.2013) her bir çeşide ait sağlıklı 10'ar ağaçtan 4'er tane olacak şekilde hasat edilerek hemen biyoteknoloji laboratuvarına getirilerek örnekler üzerinde gerekli ölçümler yapıldıktan sonra meyve ekstraksiyonları yapılarak örnekler analiz zamanına kadar -20^{o}C de muhafaza edilmiştir.

Denemede kullanılan çeşitlerin özellikleri aşağıda sunulmuştur;

Suruç: Şanlıurfa'nın Suruç ilçesinde yetiştirilen yerel çeşitlerdendir. Kabuk zemin rengi sarıdır olgunlukla birlikte yer yer pembeleşir. Meyveler çok iridir. Daneler iri ve pembe, meyve mayhoş-tatlıdır, çekirdekler iri ve orta serttir. Meyve kabuğu incedir, kolay çatlar.

Hicaznar: Ülkemizde Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde nar bahçesi tesisinde öncelikle Hicaznar çeşidi tercih edilmektedir. Bu çeşit kabuk ve dane renginin koyu kırmızı olmasından dolayı yüksek albeniye sahiptir. Yola ve depolamaya dayanımı çok yüksektir. Daneler orta-küçük, meyve mayhoştur, çekirdekler orta serttir, meyve kabuğu kalın ve çatlamaya orta derecede dayanıklıdır.

Suruç Karası: Şanlıurfa'nın Suruç ilçesinde yetiştirilen yerel bir nar çeşididir. Kabuk rengi mordur. Meyveler küçük ve çok ekşi olduğundan sofralık olarak pazar değeri yoktur. Daneler küçük, beyaz-kırmızıdır, çekirdekler büyük ve çok serttir. Meyve kabuğu çok kalın ve çatlamaya dayanıklıdır.

Meyve Ekstraksiyonu

Nar danesi, kabuk, ve çekirdek etanolik ekstraksiyonları için, soğuk blender içerisinde püre haline getirilen sırasıyla 20, 20 ve 2.5 g'lık homojenatlar % 0.1 HCl içeren 100 ml etanol içerisinde 24 saat karanlıkta maserasyona tabi tutulmuştur. Daha sonra homojenatlar Whatman No.1 filtre kağıdı ile vakum altında filtre edilmiştir. Elde edilen ekstraksiyonun belirli bir kısmı ayrılarak toplam antosiyanin tayininde kullanılırken kalan kısmın alkolü rotary evaporatörde (50^{o}C) uçurulduktan sonra konsantre hale getirilen ekstrakların biyoaktif bileşikleri, antiradikal aktiviteleri ve toplam antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir.

Meyvelerde Pomolojik Ölçümler

Laboratuvara getirilen meyveler yıkanıp kurulandıktan sonra homojen gruplar oluşturularak üzerlerinde pomolojik ölçümler olarak çeşitlerin meyve ağırlıkları ve 100 dane ağırlıkları belirlenmiştir. Her bir çeşidi temsil edecek şekilde seçilen meyveler danelenerek örneklerin suda çözünür kuru madde (briks) değerleri el refraktometresi (Atago, N-50E, Tokyo, Japonya) yardımıyla belirlenmiştir. pH değerleri, pH-metre (ProLine Plus Dijital pH meter) kullanılarak ölçülmüştür. Bu amaçla, 10 g nar danesi 100 ml dH_2O ilave edilerek soğuk blendır içerisinde parçalandıktan sonra pH değeri belirlenmiş, takiben, 0.1 N NaOH ile pH 8.2'e ulaşıncaya kadar titre edilmiş ve ölçümler oda sıcaklığında yapılmıştır. Titre edilebilir asit (TA) miktarı, 10 ml nar suyunu 0.1 N NaOH ile pH 8.1'e kadar titre edilerek harcanan NaOH miktarından hesaplanmış ve g sitrik asit 100 ml^{-1} olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu, 2007). Titre edilebilir asitlik aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

Titre Edilebilir Asitlik (%) = (V)(E)(100)/M

V: Harcanan 0.1N NaOH miktarı (ml)

E: 1 ml 0.1 N NaOH'in eşdeğeri asit miktarı (g)

M: Titre edilen örneğin gerçek miktarı (ml)

Örneklerin renk tayini için, üretici firma tarafından kalibrasyonu yapılan renk ölçüm cihazı (Colour Quest XE, USA) kullanılmıştır. Daha sonra ölçülen a*(Kırmızılık), b* (Sarılık) değerleri kullanılarak;

Hue açısı = $\tan^{-1}$ (b/a) eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır.

Toplam Antosiyanin (TA), Toplam Fenolik Bileşikler (TP) ve Toplam Flavonoidlerin Belirlenmesi

Ekstraktların TA içerikleri Giusti ve Wrolstad (2001) tarafından belirtilen pH-differansiyel yöntemi ile tayin edilmiştir. Bu yönteme göre, 0.025 M KCl tamponu (pH 1.0) ve 0.4 M CH_3COONa tamponu (pH 4.5) içinde 15 dakika oda sıcaklığında inkübasyona tabi tutulan ekstraktların spektrofotometrik absorbsiyonları 520 ve 700 nm de ölçülerek ve absorbans değerleri aşağıdaki formülle bulunmuştur.

A = (Aλ520 –A λ700)pH 1.0 – (Aλ520 –A λ700)pH 4.5

Wrolstad (1976)'a göre toplam antosiyanin miktarı ise aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmıştır.

TA (mg/kg) = A x MA x SF x 1000 / ε x 1

A: absorbans, siyanidin-3-glukosid'in moleküler ağırlığı

MA: 449.2 gmol l^{-1}

SF**:** Seyreltme faktörü

ε: molar absorbsiyon katsayısı (26.900)

Nar meyve, kabuk ve çekirdek ekstraktlarının TP içerikleri Slinkard ve Singleton (1977) metodunun modifikasyonu ile belirlenmiştir. Test tüplerindeki (0.02 ml) örneklere sırasıyla 2.480 ml dH_2O ve 0.2 ml Folin-Ciocalteu's ayracı eklenmiştir. Yaklaşık 8 dakika sonra karışımlara Na_2CO_3 (0.30 ml) ilave edilerek homojen şekilde karışımı sağlanmıştır. Daha sonra karışımlar oda sıcaklığında 30 dakika bekletildikten sonra örneklerin absorbans değerleri 750 nm'de okunmuş ve nar ekstraktlarındaki toplam fenolik bileşiklerin konsantrasyonları (mg kg^{-1}), gallik asit standard grafiği kullanılarak belirlenmiştir.

Örneklerin toplam flavonoid içerikleri Zhishen metodu (Zhishen ve ark., 1999) olarak belirtilen alüminyum klorid kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir. Bu metoda göre, 10 ml'lik ölçü silindirine 1 ml nar eksraktı veya standart kateşin solüsyonu (20, 50 80, 100, 250 mg l^{-1}) konulduktan sonra 4 ml dH_2O, % 5 lik 0.3 ml $NaNO_2$ ilave edilmiştir. 5 dakika sonra, karışıma % 10' luk $AlCl_3$ dan 0.3 ml eklenmiştir. Daha sonra 6. dakikada karışıma 1M NaOH'den 2 ml ilave edilerek toplam hacim 10 ml'ye dH_2O ile tamamlanmıştır. Solüsyon iyice karıştırıldıktan sonra örneklerin absorbansları spektrofotometrenin 510 nm dalga boyunda ekstrakt içermeyen köre karşı okunmuştur. Örneklerin toplam flavonid içerikleri mg kateşin eşdeğeri (KE) kg^{-1} taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

Serbest Radikallerin Süpürülmesi ve Toplam Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

Örneklerin serbest radikalleri süpürme gücü, Blois (1958) tarafından önerilen 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) metodu ile ölçülmüştür. Etanol ile seyreltilerek elde edilen değişik konsantrasyonlardaki 0.1 ml nar ekstraktlarına 2.9 ml DPPH (0.1 mM) eklendikten sonra karışımın absorbans değeri 517 nm de 15 dakika sonunda ölçülmüştür. Her bir uygulamaya ait örneğin serbest radikali indirgeme kapasitesi aşağıda belirtilen formül aracılığıyla % olarak belirlenmiştir.

DPPH İnhibasyonu (%) = [(Ac-As)/Ac x 100]

Örneklerin toplam antioksidan kapasiteleri Fosfomolibden ve FRAP metodlarıyla belirlenmiştir. Fosfomolibden metodunun temel prensibi, bitki eksraktları tarafından Mo (VI)'nın Mo (V)'e indirgenerek asidik

ortamda yeşil fosfat Mo (V) bileşiğinin oluşmadır. Prieto ve ark., (1999) metoduna göre 0.3 ml (20µg ml^{-1}) bitki eksraktı 3 ml ayraç solüsyonu ile karıştırılarak reaksiyon solüsyonu (0.6 M sülfürik asit, 28 mM sodyum fosfat, 4 mM amonyum molibdat) 95^{o}C de 90 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyon işleminden sonra örnekler hızlıca kırık buz içinde soğutulduktan sonra 695 nm de absorbansları okunmuştur. Elde edilen değerler, pozitif kontrol olarak kullanılan Askorbik asidin farklı konsantrasyonlarda (20-250 mg ml^{-1}) hazırlanan askorbik asit standart eğrisinden yararlanılarak µg askorbik asit ekivalanı (mg AE) ml^{-1} olarak ifade edilmiştir.

İndirgeme Kuvveti Tayini (FRAP), araştırmada elde edilen etanolik nar ekstraksiyonlarının indirgeme gücü Oyaizu (1986) metoduna göre yapılmıştır. Farklı indirgeme potansiyeline sahip ekstraklar potasyum ferrisiyanat ($[K_3Fe(CN)_6$) ile reaksiyona girdiğinde Fe^{+3} iyonları indirgenerek potasyum ferrosiyanat (Fe^{+2}) oluşur. Daha sonra potasyum ferrosiyanat, $FeCl_3$ ile reaksiyona girdiğinde maksimum absorbsiyonu 700 nm olan demir ferric ve ferrous kompleksleri oluşur. Oyaizu metoduna göre, indirgeme potansiyeline sahip 1 ml'lik etanolik nar ekstraktları (20µg ml^{-1}), 2.5ml fosfat tampon çözeltisi (0.2 pH: 6.6) ve 2.5 ml %1'lik potasyum ferrisiyanat ($[K_3Fe(CN)_6$) çözeltisi 15 ml'lik falkon tüplerinde karıştırılmıştır. Karışım 50^{o}C'de 20 dakika inkübe edildikten sonra kırık buz içinde hızlıca soğutulmuştur. Daha sonra karışımlara 2.5 ml %10'luk triklorasetik asit (TCA) ilave edilerek 2000 rpm de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Elde edilen süzekten alınan 2.5 ml'lik süpernatantın seyreltilmesiyle elde edilen karışıma 0.5 ml % 0.1'lik $FeCl_3$ ilave edildikten sonra 700 nm de absorbans değerleri okunmuştur. Pozitif kontrol olarak kullanılan farklı konsantrasyonlardaki Butilhidroksitolünün (BHT) (20-250 mg ml^{-1}) kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak örneklerin indirgeme kuvveti µg BHT mg^{-1} taze ağırlık olarak ifade edilmiştir. Konsantrasyon arttıkça artan absorbans değeri örneklerin indirgeme yeteneğini göstermektedir.

İstatiksel Analiz

Araştırmada ölçülen özellikler için her bir çeşide ait örnekler 3 tekerrürlü her tekerrürde 3 örneğin ortalaması alınmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve çeşitler arasındaki farklılığı belirlemek için LSD testi ($p \leq 0.05$). (SAS Institute, 1995) kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Meyvelerin Pomolojik Özellikleri

Araştırmada kullanılan çeşitlerin ortalama meyve ağırlıkları 330.22 ile 633.75 g arasında değişmiştir (Çizelge 1). Ortalama meyve ağırlığı bakımından Suruç ve Hicaznar çeşitleri arasında istatistiksel fark bulunmazken, Suruç Karası ortalama meyve ağırlığı ile diğerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Çeşitler arasında en yüksek ortalama meyve ağırlığı 633.75 g ile Suruç çeşidinde ölçülürken, en düşük değer 330.22 g ile Suruç Karası'nda ölçülmüştür. Hicaznar çeşidine ait ortalama meyve ağırlığı 621.42 g olarak belirlemiştir. Gündoğdu ve ark. (2015)'nın yapmış olduğu çalışmada Hicaznar çeşidinin ortalama meyve ağırlığının 471.23 g olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz Hicaznar çeşidine ait meyvelerin ortalama ağırlığındaki fark yetiştirme koşulları ve meyvelerin alındığı ağaçların yaşlarının farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Ortalama meyve ağırlığı sıralaması büyükten düşüğe doğru, Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası olarak belirlenmiştir. Çeşitlere

ait 100 dane ağırlıkları arasındaki farkın önemli olduğu, en ağır danelere sahip çeşidin Suruç, en hafif danelere sahip çeşidin ise Suruç Karası olarak belirlenmiştir. Örneklerin etanolik meyve ekstraklarına ait hue değerleri 33.04 ile 179.02 arasında değişmiştir (Çizelge 1). Çeşitlerin meyve ekstraktı renklerine paralel olarak (Şekil 1), çeşitler arasında en yüksek hue değeri 179.02 ile Hicaznar çeşidinde ölçülürken en düşük değer 33.04 ile Suruç çeşidinde ölçülmüştür. Suruç Karası'nın hue değeri 175.99 olarak belirlenmiştir. Çeşitlerin etanolik kabuk ekstraktlarına ait hue değerleri ise 16.23 ile 98.97 arasında değişmiştir (Çizelge 1). Çeşitler arasında en yüksek açı değeri 98.97 ile Suruç çeşidinde ölçülürken en düşük değer 16.23 ile Suruç Karası'nda belirlenmiştir. Bu durumda kabuk ekstraktlarının hue değeri yüksekten düşüğe doğru sırasıyla Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası'nda ölçülmüştür.

Çizelge 1. Nar çeşitlerinin meyve ve 100 dane ağırlıkları, meyve suyu ve meyve kabuğu ekstraktlarının ortalama (ort değer ± sem) Hue^{o} değerleri.

Table 1. Average weight (g) of pomegranate fruit and 100 aril, average Hue^{o} values of fruit juice and fruit peel ethanolic extracts.

Çeşitler *Varieties*	Meyve ağırlığı (g) *Weight of fruit (g)*	Dane ağırlığı (100 dane g^{-1}) Weight of aril *(100 arils g^{-1})*	Meyve Hue^{o} *Average Hue^{o} values of fruit*	Kabuk Hue^{o} *Average Hue^{o} values of fruit peel*	Meyve ekstrakt rengi *Color of fruit ethanolic extracts*
Suruç	633.75±32.58 a	61.20±1.26 a	31.36±1.97 b	98.96±0.01 a	Pembe
Hicaznar	621.42±27.26 a	35.56±0.55 b	179.02±1.32 a	53.77±0.17 b	Kırmızı
Suruç Karası	330.22±6.58 b	32.33±0.22 c	175.99±0.25 a	16.23±0.35 c	Açık Pembe

Nar çeşitlerinin pomolojik özellikleri arasındaki farklılıklar LSD testine göre belirlenerek harflerle ifade edilmiştir. Aynı kolondaki farklı harfler P≤0.05 seviyesinde farklılığı ifade etmektedir.

Differences between pomological properties of pomegranate varieties are expressed in letters determined by the LSD test. Different letters in the same column refers to the difference at P≤0.05 level.

Çizelge 2. Çeşitlerin suda çözünebilir kuru madde miktarları (%), pH ve titrasyon asitliği (%)

Tabel 2. Total soluble solids (%), pH, and titretable acidity of pomegrante varieties.

Çeşitler *Varieties*	SÇKM (%) *Total soluble solids (%)*	pH *pH*	Titrasyon asitliği (%) *Titretable acidity (%)*
Suruç	15.16±0.16 a	3.40±0.006 a	1.34±0.02 a
Hicaznar	17.25±0.33 a	3.39±0.005 a	1.30±0.015 a
Suruç Karası	17.50±0.66 b	3.06±0.016 b	2.91±0.11b

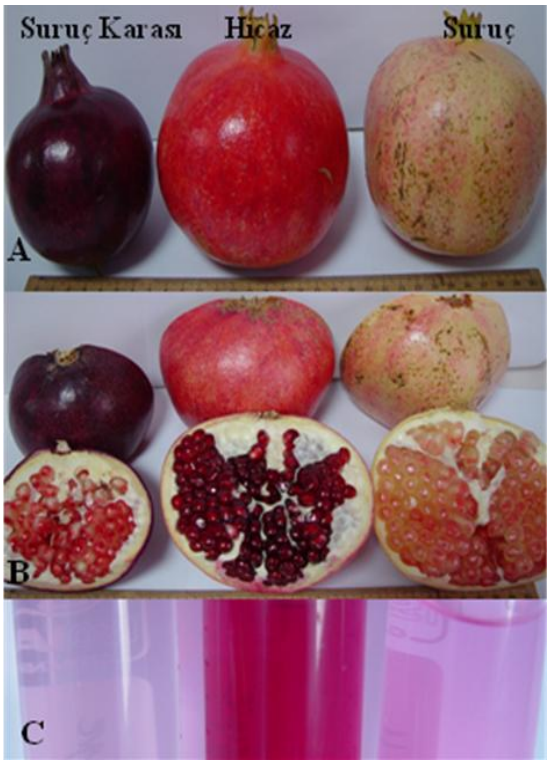
Nar çeşitlerinin pomolojik özellikleri arasındaki farklılıklar LSD testine göre belirlenerek harflerle ifade edilmiştir. Aynı kolondaki farklı harfler *P*≤0.05 seviyesinde farklılığı ifade etmektedir.

Differences between pomological properties of pomegranate varieties are expressed in letters determined by the LSD test. Different letters in the same column refers to the difference at P≤0.05 level.

Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM), pH ve Titrasyon Asitliği

Araştırmada kullanılan çeşitlerin suda çözünebilir madde miktarları 15.16 ile 17.50 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Çeşitler arasında Suruç Karası 17.50 ile en yüksek suda çözünebilir madde miktarlarına sahip iken Suruç 15.16 ile en düşük suda çözünebilir madde miktarlarına sahiptir. Çeşitlerin pH değerleri 3.06 ile 3.40 arasında ölçülmüştür (Çizelge 2). En düşük pH değeri 3.06 ile Suruç Karası'nda ölçülürken Suruç ve Hicaznar çeşitlerinin pH değerleri sırasıyla 3.40 ve 3.39 olarak belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan çeşitlerin titrasyon asitlikleri 1.30 ile 2.91 arasında değişmiştir. En yüksek titrasyon asitliği 2.91 ile Suruç Karası'nda ölçülürken en düşük titrasyon asitliği 1.30 ile Hicaznarda ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarına göre titre edilebilir asit sıralaması Hicaznar> Suruç > Suruç Karası şeklinde belirlenmiştir (Çizelge 2).



Şekil 1. Araştırmada kullanılan nar (*Punica granatum* L.) çeşitleri. A; Nar meyveleri, B; Nar dane rengi, C: Meyve suyu ekstrakt renkleri

Figure 1. Pomegranate varieties (Punica granatum L.*) used in the experiment. A; Pomegranate fruits, B; Fruit aril color, C; Ethanolic extract color of fruit juice*

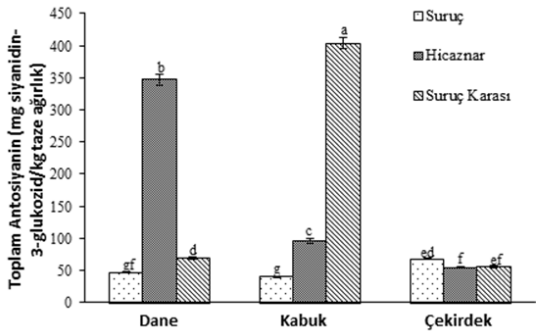
Gündoğdu ve ark. (2015)'nın nar çeşit ve genotiplerinin fizikokimyasal karakterizasyonu üzerine yapmış oldukları çalışmada hicaznar çeşidinin SÇKM 13.50, pH'sı 3.56, titrasyon asitliği 1.04 olarak belirlenmiştir. Bu değerler bizim çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulardan farklılık arz etmektedir. Birbirine yakın tarihlerde hasat edildiği anlaşılan meyvelerde yapılan ölçümlerin farklılık göstermesine ağaçların yaşı, yetiştirildikleri bölgenin iklim ve toprak özellikleri ile kültürel uygulamalar etkili olmuştur.

Nar Çeşitlerinin Fitokimyasal Özellikleri Nar Çeşitlerinin Toplam Antosiyanin (TA), Toplam Fenolik Bileşikler (TP) ve Toplam Flavonoidlerin Kapsamları

Giusti ve Wrolstad (2001) tarafından belirtilen pH-differansiyel yöntemi ile tayin edilmiş olan etanolik nar örneklerinin toplam antosiyanin kapsamları Şekil 2'de, mg siyanidin-3-glukozid kg^{-1} taze ağırlık olarak verilmiştir. Örnekler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre, en yüksek (403.27 mg siyanidin-3-glukozid kg^{-1} taze ağırlık) Suruç Karası kabuklarında ölçülmüşken, bu değeri Hicaznar meyvelerinde ölçülen antosiyanin miktarı takip etmiştir. Örneklerin meyve kabuk ve çekirdeklerinde ölçülen antosiyanin kapsamları karşılaştırıldığında, Suruç ve Hicaznar çeşitlerinin meyve daneleri en yoğun renk pigmentleri içerirken, meyve danelerini çeşitlere ait kabuk ve çekirdekler izlemiştir. Suruç Karası'nda ise bu sıralama farklı olup kabuk> dane> çekirdek şeklinde bulunmuştur (Şekil 2).

Slinkard ve Singleton (1977) metodu kullanılarak belirlenmiş olan etanolik nar ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri gallik asit standart eğrisinden yararlanılarak mg GAE kg^{-1} taze ağırlık olarak ifade edilmiştir (Şekil 3). Farklı nar çeşitlerinin, meyve daneleri, kabuk ve çekirdeklerine ait örnekler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre, en yüksek toplam fenolik madde kapsamları her üç çeşit için de kabuk örneklerinde ölçülmüş olup, Suruç Karasının 16628.8 mg GAE kg^{-1} taze ağırlık ile en yüksek toplam fenolik

bileşikler kapsamına sahip olduğu belirlenmiştir. Suruç Karası çeşidini, Suruç (11440.0 mg GAE kg^{-1} taze ağırlık) kontrol et ve Hicaznar (9484.4 mg GAE kg^{-1} taze ağırlık)'ın izlediği belirlenmiştir. Meyve örneklerinin kısımlarının toplam fenolik içerikleri büyükten küçüğe doğru sıralandığında, kabuk> çekirdek> dane olarak belirlenmiştir (Şekil 3).

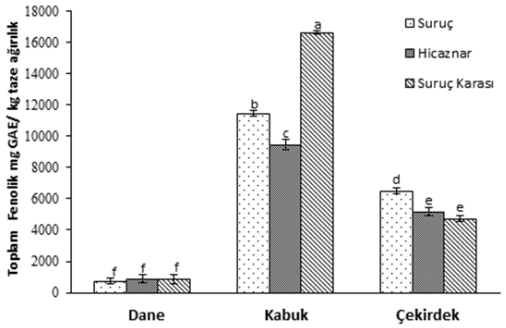


Şekil 2. Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası nar çeşitlerinin toplam antosiyanin (mg siyanidin-3-glukosid kg^{-1} taze ağırlık) Kapsamları. Her bir nar çeşidinin meyve, kabuk ve çekirdeklerine ait sütunlar üzerindeki farklı harfler Least Significant Difference (LSD) testine ($P \leq 0.05$) göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Figure 2. Total anthociyanin content (mg cyanidin-3-glucoside kg^{-1} FW) of Suruç, Hicaznar and Suruç Karası pomegranate varieties. Different letters on the columns belonging to Fruit, Peel, and Seed of each pomegranate variety are expressed statistical difference at P≤0.05 determined by the LSD test.

Nar Çeşitlerinin Toplam Flavonoid Kapsamları

Nar örneklerinin toplam flavonoid kapsamları Zhishen metodunda (Zhishen ve ark., 1999) belirtilen alüminyum klorit kolorimetrik yöntemle belirlenmiş ve etanolik nar ekstraktlarının toplam flavonoid içerikleri kateşin standart eğrisinden yararlanılarak mg KE kg^{-1} taze ağırlık olarak ifade edilmiştir (Şekil 4). Örnekler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre, en yüksek (13828.8 mg KE kg^{-1} taze ağırlık) toplam flavonoidler Suruç Karası kabuklarında ölçülmüşken, bu değeri Suruç (8462.2 mg KE kg^{-1} taze ağırlık) ve Hicaznar (7151.1 mg KE kg^{-1} taze ağırlık) meyvelerinin kabuklarında ölçülen flavonoidler takip etmiştir. Örneklerin meyve daneleri, kabuk ve çekirdeklerinde ölçülen flavonoid kapsamları karşılaştırıldığında, Suruç Karası ve Suruç çeşitlerinin mevye kabukları en yoğun renk pigmentleri içerirken, meyve kabuklarını, meyve çekirdekleri ve meyve danelerinin toplam flavonoid kapsamları takip etmiştir.

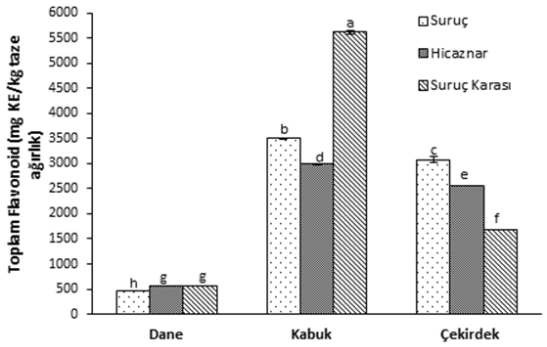


Şekil 3. Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası nar çeşitlerinin toplam fenolik (mg GAE kg^{-1} taze ağırlık) kapsamları. Her bir nar çeşidinin meyve, kabuk ve çekirdeklerine ait sütunlar üzerindeki farklı harfler Least Significant Difference (LSD) testine ($p \leq 0.05$) göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Figure 3. Total phenolic content (mg GAE kg^{-1} FW) of Suruç, Hicaznar and Suruç Karası pomegranate varieties. Different letters on the columns belonging to Fruit, Peel, and Seed of each pomegranate variety are expressed statistical difference at P≤0.05 determined by the LSD test.

DPPH Radikalini Süpürme Kapasitesi

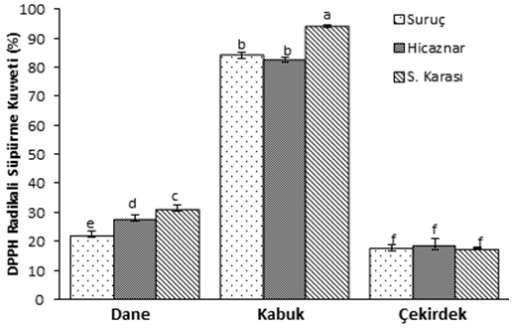
Örneklerin serbest radikalleri süpürme aktivitesi, stabil bir serbest radikal molekülü olan 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) kullanılarak belirlenmiştir (Blois, 1958). Etanol ile seyreltilerek elde edilen değişik konsantrasyonlardaki (20-250 µl ml^{-1}) farklı nar genotiplerinin meyve kısımlarına ait örneklerin 10 dakika reaksiyonu sonunda DPPH serbest radikalini süpürme aktivitesi belirlenmiştir..



Şekil 4. Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası Nar Çeşitlerinin Toplam Flavonoid (mg AE kg^{-1} taze ağırlık) Kapsamları. Her bir nar çeşidinin meyve, kabuk ve çekirdeklerine ait sütunlar üzerindeki farklı harfler Least Significant Difference (LSD) testine (P≤0.05) göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Figure 4. Total Flavonoid Content (mg AE FW^{-1}) of Suruç, Hicaznar and Suruç Karası Pomegranate. Different letters on the columns belonging to Fruit, Peel, and Seed of each pomegranate variety are expressed statistical difference at P≤0.05 determined by the LSD test.

Meyve kısımlarının etanolik ekstraktlarının DPPH serbest radikalini süpürebilme kapasiteleri farklı olup en yüksek süpürme kapasitesi meyve kabukları etanolik eksraktlarında ölçülürken bunu meyve daneleri ve çekirdekleri izlemiştir. Çeşitlerin DPPH radikal süpürme aktivitesi karşılaştırıldığında Kabuk; Suruç Karası > Suruç > Hicaznar; Dane: Suruç Karası > Hicaznar > Suruç, Çekirdek; Hicaznar > Suruç > Suruç Karası olarak sıralanmıştır (Şekil 5)



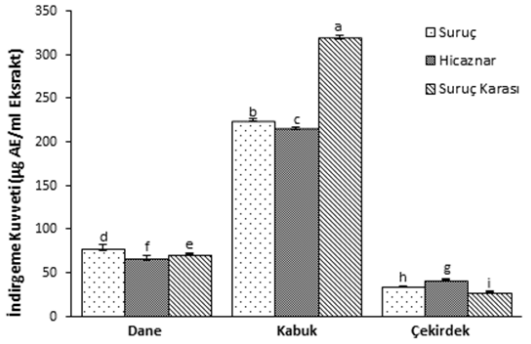
Şekil 5. Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası Nar Meyve Daneleri, Kabuk ve Çekirdek Eksraktlarının DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi. Her bir nar çeşidinin meyve, kabuk ve çekirdeklerine ait sütunlar üzerindeki farklı harfler Least Significant Difference (LSD) testine (P≤0.05) göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Figure 5. DPPH Free Radical Scavenging Activity (%) of Suruç, Hicaznar and Suruç Karası Pomegranate Fruit Ethanolic Extracts. Different letters on the columns belonging to Fruit, Peel, and Seed of each pomegranate variety are expressed statistical difference at P≤0.05 determined by the LSD test.

Fosfomolibden Metodu ile Toplam Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

Fosfomolibden metodu ile belirlenen örneklerin toplam antioksidan kapasiteleri Şekil 6'da verilmiştir. Araştırmada kullanılan çeşitlere ait örneklerin toplam antioksidan kapasiteleri değerlendirildiğinde, en yüksek değer 320.09 (µgAE ml^{-1} eksrakt) olarak

Suruç Karası kabuk örneklerinde belirlenirken, bunu Suruç kabuk (224.96 µg ml^{-1}), ve Hicaznar kabuk eksraktları izlemiştir (215.41 (µg ml^{-1}). Meyve danelerinin antioksidan kapasiteleri sırasıyla, Suruç, Suruç Karası ve Hicaznar örnekleridir. Her üç çeşit içinde geçerli olmak üzere kabuk> dane> çekirdek antioksidant kapasite sıralaması olarak belirlenmiştir.

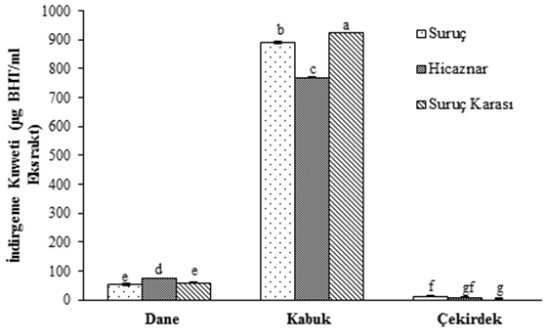


Şekil 6. Suruç, Hicaznar ve Suruç karası Nar Meyve Daneleri, Kabuk ve Çekirdek Eksraktlarının Fosfomolibden Metodu ile Toplam Antioksidan Kapasiteleri (µgAE ml^{-1} ekstrakt). Her bir nar çeşidinin meyve, kabuk ve çekirdeklerine ait sütunlar üzerindeki farklı harfler Least Significant Difference (LSD) testine (P≤0.05) göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Figure 6. Total Antioxidant Capacity by Phosphomolybdate Method (µgAE ml^{-1} extract) of Suruç, Hicaznar and Suruç Karası Pomegranate Fruit Ethanolic Extracts. Different letters on the columns belonging to Fruit, Peel, and Seed of each pomegranate variety are expressed statistical difference at P≤0.05 determined by the LSD test.

FRAP Metodu ile Toplam Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

Nar çeşitlerinin meyve daneleri, kabuk ve çekirdeklerinden alınan örneklerin antioksidan kapasiteleri Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) metoduyla belirlenmiş ve örneklerin toplam antioksidan kapasiteleri Şekil 7'de verilmiştir. Farklı nar çeşitlerinin meyve daneleri, kabuk ve çekirdeklerinden alınan örneklerin antioksidan kapasiteleri değerlendirildiğinde en yüksek değer 924.10 (µgBHT ml^{-1} ekstrakt) olarak Suruç Karası kabuk örneklerinde belirlenirken, bunu Suruç kabuk (890.8 µgBHT ml^{-1}), ve Hicaznar kabuk eksraktları izlemiştir (769.7 µgBHT ml^{-1}). Meyve danelerinin antioksidan kapasiteleri sırasıyla, Hicaznar, Suruç Karası ve Suruç örnekleridir. Her üç çeşit içinde geçerli olmak üzere meyve kısımlarının antioksidan kapasiteleri sırasıyla kabuk > dane > çekirdek olarak belirlenmiştir (Şekil 7). Benzer şekilde Hajimahmoodi ve ark., (2008)'nın yapmış olduğu çalışmada, İran'da yetiştirilen 10 farklı nar çeşidinin meyve ve kabuk ekstraktlarının antioksidan kapasiteleri FRAP metoduyla belirlenmiştir. Tüm çeşitlerde kabuk ekstraktlarının FRAP değerleri meyve ekstraktlarının FRAP değerlerinden yüksek bulunmuştur. Sadeghi ve ark., (2009)'nın İran'da yetiştirilen altı farklı nar çeşidinde yapmış olduğu çalışmada kabuk ekstraktlarının FRAP değerleri çekirdek ekstraktlarının FRAP değerlerinden yüksek bulunmuştur. Ardekani ve ark., (2011), nar kabuk ekstraktlarının antioksidan kapasitelerinin meyve ekstraktlarının antioksidan kapasitelerinden yaklaşık on kat fazla olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 7. Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası Nar Meyve Daneleri, Kabuk ve Çekirdek Eksraktlarının FRAP Metodu ile Toplam Antioksidan Kapasiteleri (µgBHT ml^{-1} ekstrakt). Her bir nar çeşidinin meyve, kabuk ve çekirdeklerine ait sütunlar üzerindeki farklı harfler Least Significant Difference (LSD) testine ($P \leq 0.05$) göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Figure 7. Total Antioxidant Capacity by FRAP Method (µgBHT ml^{-1} ethanolic extract) of Suruç, Hicaznar and Suruç Karası Pomegranate Fruit Ethanolic Extracts. Different letters on the columns belonging to Fruit, Peel, and Seed of each pomegranate variety are expressed statistical difference at $P \leq 0.05$ determined by the LSD test

Günümüze kadar yayınlanmış birçok araştırma sonuçları meyve rengi ile meyve ekstraktlarının antioksidan kapasiteleri arasında güçlü bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir. Bu sonucun aksine, mevcut araştırma sonuçları gerek meyvelerin hue değerleri gerekse antosiyanin kapsamlarıyla meyve çeşitlerinin antioksidan kapasiteleri arasında paralel bir ilişki bulunmamıştır. Hajimahmoodi ve ark., (2008) ve Sadeghi ve ark., (2009)'nın yapmış oldukları çalışmalarda, açık renkli kabuğa sahip çeşitlerin kabuk, dane ve çekirdek ekstraktlarının FRAP değerlerinin koyu renk kabuğa sahip olanlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çam ve ark., (2009) nar meyvelerinin antosiyanin kapsamı ile antioksidan özellikler arasındaki ilişkinin önemli olduğunu belirtirken, Tzulker (2007), Karaaslan ve ark., (2014)'nın nar, Özden ve Vardin (2009)'nin nar çeşitleri üzerinde yürütmüş oldukları araştırma sonuçlarına göre meyvelerin antosiyanin kapsamlarıyla antioksidan aktiviteleri arasındaki ilişkiden ziyade meyvelerin toplam fenolik ve flavonoid bileşik kapsamlarının en önemli belirleyiciler olduğu ortaya konmuştur. Araştırmada kullanılan nar çeşitlerinin meyve kabukları fenolik ve flavonoid kapsamları dane ve çekirdeğe göre daha yüksek ölçülmüş olup bu sonuca paralel olarak nar çeşitleri ve meyve kısımlarının antioksidan aktiviteleri paralellik göstermiştir. Araştırma sonuçlarına paralel olarak Özden ve Özden (2014)'nin 14 farklı meyve çeşitleri üzerinde yürütmüş olduğu araştırma sonucuna göre meyvelerin antioksidan özelliklerinin meyvelerin özellikle sahip oldukları toplam fenolik kapsamlarıyla ilişkili olduğu belirtilmiştir. Bu araştırmada elde edilen sonuçlarda araştırmada kullanılan çeşitlerin meyve danesi, kabuk ve çekirdeklerin toplam fenolik ve flavonoid kapsamları seviyesinde örnekler DPPH serbest radikalini süpürmüş, Fe^{+3} ve Mo (VI) iyonları indirgenmiştir.

Sonuçlar

Bu çalışmada kullanılan Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası nar çeşitlerinin fitokimyasal özellikleri ve antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan çeşitlerin pomolojik ölçümlerinin yanısıra, dane, kabuk ve çekirdeklerin toplam TA, toplam TP ve toplam flavonoid kapsamları ile antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Ortalama meyve ağırlığı olarak en ağır Suruç, daha sonra Hicaznarı ölçülürken en ufak nar

örnekleri Suruç karası örneklerinde ölçülmüştür. Ölçülen diğer pomolojik özelliklerde benzer sonuçlar bulunmuştur. Nar çeşitlerinin meyve kabuklarının fenolik ve flavonoid kapsamları dane ve çekirdeğe göre daha yüksek ölçülmüştür. Kullanılan çeşitlerin meyve, kabuk ve çekirdeklerinin toplam fenolik ve flavonoid kapsamlarına bağlı olarak örneklerin etanolik ekstrakları DPPH serbest radikalini süpürmüş, Fe^{+3} ve Mo(VI) iyonları indirgenmiştir. Araştırma verilerine göre, çeşitlerin antioksidatif özellikleri bakımından örneklerin toplam fenolik ve flavonoid kapsamları, çeşitlerinin ölçülen pomolojik özellikleri ve antosiyanin içeriğinden çok daha önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Araştırma verilerine göre, nar meyve ve kısımlarının toplam fenolik ve flavonoid kapsamları onların antioksidatif özelliklerini belirleyen önemli belirteçler olabileceği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

Ardekani, M. R. S., Hajimahmoodi, M., Oveisi, M. R., Sadeghi, N., Jannat, B., Ranjbar, A. M., Gholam, N., Moridi T., 2011. Comparative Antioxidant Activity and Total Flavonoid Content of Persian Pomegranate (Punica granatum L.) Cultivars. Iran J Pharm Res. 2011 Summer; 10(3): 519–524.

Aydın, S.A, Üstün, F., 2007. Tanenler kimyasal Yapıları, Farmakolojik Etkileri, Analiz Yöntemleri. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 33(1): 21-31.

Blois, M.S. 1958. Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. Nature,18:1199-1200.

Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 34. Ankara. 535 sayfa.

Çam, M., Hışıl, Y., Durma, G., 2009. Clasification of Eight Pomegranate Juices Based on Antioxidant Capacity Measured by Four Methods. Food Chemistry,112.721726.

Çetin, E.S., 2010. Asmada Hücre Süspansiyon Kültürleri ile Sekonder Metabolit Üretimi Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. 128 sayfa.

Elfalleh, W., Hannachi, H., Tlili, N., Yahia, Y., Nasri, N., Ferchichi, A. 2012. Total Phenolic Contents and Antioxidant Activities of Pomegranate Peel, Seed, Leaf and Flower. Journal of Medicinal Plants Research, 6(32):4724-4730.

Gil, M.L., Tomas-Barberan, F.A., Hess-Pierce, B., Kader, A.A., 2002. Antioxidant Capacities, Phenolic Compounds, Carotenoids, and Vitamin C Contents of Nectarine, Peach, and Plum Cultivars from California. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 5:4976-4982.

Giusti, M. M., Wrolstad, R.E., 2001. Characterization and Measurement of Anthocyanins bu UV-visible Spectroscopy. In: Current Protokols in Food Analytical Chemistry; Wrolstad, R.E., Ed.; John Wiley & Sons, New York.

Gözlekçi, Ş., Saraçoğlu, O., Onursal, E., Özgen, M., 2011. Total Phenolic Distribution of Juice, Peel, and Seed Extract of Four Pomogranate Cultivars. Pharmacognosy Magazine, 7:161-164.

Gündoğdu, M., Yılmaz, H., Canan, İ., 2015. Nar (*Punica granatum* L.) Çeşit ve Genotiplerin Fizikokimyasal Karakterizasyonu. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 1(2):57-65.

Hajimahmoodi, M., Oveisi, M. R, Sadeghi, N., Jannat, B, Hajibabi, M., Farahani, E.,Akrami, M. R., Namdar, R., 2008. Antioxidant Properties of Peel and Pulp Hydro Extract in Ten Persian Pomegranate Cultivars. Pak. J. Biol. Sci. 11-1600-1604.

Halliwell, B., Gutteridge, J.M., 2007. Free Radicals in Biology and Medicine. 4th edition, Oxford University Press, Oxford, UK.

Hertog, M.G.L., Bas Bueno-de Mesquita, H., Fehily, A.M., Sweetnam, P.M., Elwood, P.C., and Kromhout, D., 1996. Fruit and Vegetable Consumption and Cancer in the Caerphilly Study. Cancer Epidemiology, Biomarker and Prevention, 5:673-677.

Karaaslan, M., Vardin, H., Varlıklıöz, S., Yılmaz, M.F., 2014. Antiproliferative and Antioxidant Activities of Turkish Pomegranate (*Punica granatum* L.) Accessions. International Journal of Food Science and Technologies, 49:82-90.

Liu, M., Li, X.Q., Weber, C., Lee, C.Y., Brown, J., Liu, R.H., 2002. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Raspberries.

Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50:2926-2930.

Liu, R.H., 2003. Health benefits of fruits and vegetables are from additive and synergistic combination of phytochemicals. American Journal of Clinical Nutrition, 78: 517- 520.

Mousavijenad, G., Emam-Djomeh, Z., Rezai, K., Khodaparast, M.H.H., 2009. Identification and Quantification of Phenolic Compounds Their Effects on Antioxidant Activity in Pomegranate Juices of Eight Iranian Cultivars. Food Chemistry, 115:1274-1278.

Oyaizu, M., 1986. Studies on Product of Browning Reaction Prepared From Glucose Amine. Japanese Journal of Nutrition, 44:307-315.

Özden, M., Vardin, H., 2009. Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen bazı şaraplık nar çeşitlerinin kalite ve fitokimyasal özellikleri. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(2): 21-27.

Özden, M., Özden, A. N., 2014. Farklı Renkteki Meyvelerin Toplam Antosiyanin, Toplam Fenolik Kapsamlarıyla Toplam Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 9(2):1-12.

Özgen, M., Durgac, C., Serce, S., and, Kaya, C., 2008. Chemical and Antioxidant Properties of Pomegranate Cultivars Grown in The Mediterranean Region of Turkey. Food Chemistry, 111:703-706.

Prieto, P., Pineda, M., Aguilar, M., 1999. Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity Through the Formation of a Phosphomolybdenum complex: Specific Application to the Determination of Vitamin E. Analitical Biochemistry, 269(2):337-341.

Sadeghi, N., Jannat, B., Oveisi, M. R., Hajimahmoodi, M., Photovat, M., 2009. Antioxidant Activity of Iranian Pomegranate (*Punica granatum* L.) Seed Extracts. J.Agr.Sci.Tech. Vol.11:633-638.

SAS, 1995. SAS/STAT Users guide. Version 6.12. SAS Instutue, Cary North Carolina.

Slinkard, K. And Singleton, V.L., 1977. Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods. American Journal of Enology and Viticulture, 28:49-55.

TUİK, 2015. Bitkisel Üretim İstatistikleri. www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul.

Tzulker, R., GlazerI., Bar-Ilan, I., Holland, D., Aviram, M., and Amir, R., 2007. Antioxidant Activity, Polyphenol Content, and Related Compounds in Different Fruit Juices and Homogenates Prepared from 29 Different Pomegranates Accessions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55:9559-9570.

Villano, D., Fernandez-Pachon, M., Moya, M., Troncoso, A., Garcia-Parrilla, M., 2007. Radical Scavenging Ability of Polyphenolic Compounds Towards DPPH Free Radical. Talanta, 71:230-235.

Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W., 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry, 64:555-559.