

Ekstraksiyon Koşullarının Nar (*Punica Granatum* L.) Çiçeği Ekstraktlarının Antioksidan Aktivite ve Toplam Fenolik İçeriği Üzerine Etkisi

Cem Okan ÖZER¹, Ganime Beyzanur VAR², Ezgi DEMİR ÖZER³

^{1,2}Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Nevşehir, Türkiye, ³Kapadokya Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Nevşehir, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-2030-1412>, ²<https://orcid.org/0000-0002-1757-7805>, ³<https://orcid.org/0000-0002-3525-5172>

✉: cemokanozer@nevsehir.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma kapsamında nar (*Punica granatum* L.) çiçeğinden farklı parametreler altında elde edilen ekstraktların antioksidan aktiviteleri ve toplam fenolik içerikleri üzerine ekstraksiyon koşullarının etkisi incelenmiştir. Nar çiçeklerinden su ve etanol kullanılarak 40-60 °C sıcaklık ve 40-60 dk süre ile ekstraktlar elde edilmiş ve liyofilize edilerek kurutulmuştur. Liyofilize ekstraktların antioksidan aktiviteleri 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal giderme aktivitesi ve β-karoten ağartma yöntemleri kullanılarak tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları, ekstraktların antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriğine ekstraksiyon sırasında kullanılan çözücü, sıcaklık, süre ve bu faktörlerin bazı interaksiyonlarının önemli seviyede etkisi olduğunu göstermiştir. Etanol ile hazırlanan ekstraktların su ile hazırlanan ekstraktlara kıyasla daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca etanol ile hazırlanan ekstraktların toplam fenolik madde içeriği de daha yüksek bulunmuştur. Etanol kullanılarak, 60 °C sıcaklık ve 40 dk sürede gerçekleştirilen ekstraksiyon işlemi ile elde edilen ekstraktların ortalama %85 DPPH radikali giderim aktivitesine ve %70 β-karoten ağartma aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu ekstraktların ortalama 70.36 mg GAE^g fenolik bileşen içerdiği tespit edilmiştir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 21.11.2020

Kabul Tarihi : 19.02.2021

Anahtar Kelimeler

Nar çiçeği ekstraktı

Antioksidan aktivite

Fenolik içerik

Effects of Extraction Conditions on Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Pomegranate (*Punica Granatum*) Flower Extracts

ABSTRACT

In this study, the effects of extraction conditions on the antioxidant activities and total phenolic contents of extracts obtained from pomegranate (*Punica granatum* L.) flower under different parameters were investigated. Extracts were obtained from pomegranate flowers using water and ethanol at 40-60 °C for 40-60 minutes, and were lyophilized. The antioxidant activities of lyophilized extracts were determined by using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity and β-carotene bleaching methods. The results of the study revealed that the solvent, temperature, time and some interactions of these factors have a significant effect on the antioxidant activity and phenolic compound content of the extracts. It reported that extracts prepared with ethanol show higher antioxidant activity compared to extracts prepared with water. In addition, the total phenolic content of the extracts prepared with ethanol was found to be higher. It was determined that the extracts obtained by the extraction process performed at 60 °C for 40 minutes using ethanol had an average of 85% DPPH radical removal activity and 70% β-carotene bleaching activity. The average phenolic component content of these extracts was determined as 70.36 mg GAE^g.

Research Article

Article History

Received : 21.11.2020

Accepted : 19.02.2021

Keywords

Pomegranate flower extract

Antioxidant activity

Phenolic content

To Cite : Özer CO, Var GB, Demir Özer E 2021. Effects of Extraction Conditions on Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Pomegranate (*Punica Granatum* L.) Flower Extracts. KSU J. Agric Nat 24 (5): 915-920. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.827377.

GİRİŞ

Nar (*Punica granatum* L.) Punicaceae familyasına ait olan, İran, Afganistan, Hindistan, ABD, Çin, Japonya, Rusya, Tunus, Türkiye, Mısır, İspanya ve Fas gibi Akdeniz ülkelerinde yetiştirilen ve yaklaşık 4.5 ile 8 metre boyunda büyüyen çalı veya küçük, çok köklü bir ağaçtır (Sarkhosh ve ark., 2006; Suman ve Bhatnagar, 2019). Nar ağacı uzun ömürlü dallara, 2 cm genişliğinde ve 3-7 cm uzunluğunda yapraklara ve 3-7 taç yaprağı olan kırmızı renkli çiçeklere sahiptir (Suman ve Bhatnagar, 2019).

Nar bitkisinin meyve, kabuk, çiçek ve suyu gibi çeşitli kısımları üzerine yapılan çalışmalar biyoaktif bileşenler bakımından oldukça zengin olduğunu göstermektedir. (Gil ve ark., 2000; Negi ve ark., 2003; Wafa ve ark., 2017). Nar içeriğinde antioksidan, antimikrobiyal, antidiyabetik, antiinflamatuvar, antitümoral ve immünomodülatör özelliklere sahip olan flavonoidler, tanenler, organik asitler, steroller, konjuge yağ asitleri, fenolik bileşikler ve vitaminler gibi çok sayıda biyoaktif bileşen tanımlanmıştır (Elfalleh ve ark., 2011; Natalello ve ark., 2020; Viuda-Martos ve ark., 2010). Heber (2011) ve Zhang ve ark. (2010) nar ve narın farklı kısımlarının özellikle elajitanenler ve punikalagin bakımından oldukça zengin olduğunu bildirmişlerdir.

Nar çiçeğinin yapısında ise bol miktarda fenolik bileşikler (gallik asit, ellajik asit ve etil brevifolin-karboksilat), triterpenler (maslinik, ursolik, oleanolik ve asya asitler) steroller, daucosterol, flavonoid (punicaflavon) ve antosiyaninlerin (pelargonidin 5-diglukosid ve pelargonidin 3-glukozit) bulunduğu bildirilmektedir (Bekir ve ark., 2013; Yılmaz ve Usta, 2011). Bu bileşiklerin *in vitro* ve *in vivo* ortamda antioksidan etkinliği de yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır (Boukharta ve ark., 1992; Hajimahmoodi ve ark., 2013; Osawa ve ark., 1987; Zhang ve ark., 2011). Özen ve Soyer (2018) doğal nar ekstraktının fenolik bileşikler bakımından zengin olması nedeniyle BHT kadar güçlü antioksidant aktivitesi olduğunu belirtmiştir. Bu bileşiklerin gıda ürünlerinin işlenmesi ve depolanması sırasında meydana gelen lipid oksidasyonu ve mikrobiyal gelişme gibi reaksiyonların durdurulması veya geciktirilmesinde önemli bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Gıda endüstrisinde ürünlerin raf ömrünün uzatılması, oksidatif hasarın engellenmesi ve mikrobiyal gelişmeyi en aza indirebilmek için çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Lipid ve protein oksidasyonları gıda ürünlerinde kalite kaybının başlıca nedenleri arasında gösterilmektedir. Ayrıca lipid oksidasyonu ketonlar, aldehitler, izofuranlar ve malonaldehidler gibi oluşan reaksiyon ürünleri nedeniyle duyu kalitede bir azalmaya da neden olur

(Turgut ve ark., 2017).

Son yıllarda tüketiciler gıdalarda kullanılan koruyucuların güvenilirliğini sorgulamaya başlamıştır. Bunun sonucu olarak, her geçen gün doğal içerikli gıda ürünlerine olan talep artmaktadır. Özellikle, birçok bitkinin içeriğinde yer alan polifenoller, bu bakımdan son yıllarda büyük dikkat çekmektedir (Al-Zoreky, 2009). Gerçekleştirilen bu çalışma ile, gıda ürünlerinde doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılma potansiyeli olan nar çiçeğinin farklı sıcaklık ve süre koşulları altında, su ve etanol kullanılarak elde edilen ekstraktlarının antioksidan aktivite ve toplam fenolik içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Çalışma da Adana ilinin Yüreğir ve Mersin ilinin Tarsus ilçesinde yetiştirilen nar ağaçlarından elde edilen ve güneş altında geleneksel olarak kurutulan kırmızı nar çiçekleri kullanılmıştır. Kurutulmuş nar çiçekleri yerel bir üreticiden temin edilmiştir.

Nar Çiçeği Ekstraktlarının Hazırlanması

Nar çiçeği ekstraktlarının hazırlanmasında Wafa ve ark. (2017)'nin uyguladığı ekstraksiyon yöntemi bazı modifikasyonlar gerçekleştirilerek uygulanmıştır. Öncelikle bütün haldeki nar çiçekleri mekanik öğütücü (Yücebaş Makine, İzmir, Türkiye) yardımıyla toz hale getirilmiş ve ekstraksiyon işleminde toz formdaki nar çiçekleri kullanılmıştır. Ekstraksiyon işleminde 1 g nar çiçeği için 20 mL etanol (%70, v/v) veya distile su kullanılmıştır. Hazırlanan karışımlar 40°C ve 60°C sıcaklık altında 40 ve 60 dakika süre ile çalkalamalı su banyosunda ekstrakte edilmiştir. Isıl işlem sonrası hızlı bir şekilde oda sıcaklığına (22 °C) soğutulan karışım safsızlıkların uzaklaştırılması için kaba filtre kâğıdı yardımıyla filtrelenmiştir. Elde edilen ekstraktta bulunan çözücü rotary evaporatör yardımıyla uzaklaştırıldıktan sonra kalan kısım liyofilizatörde (Operon, OPR-FDU-8612, Güney Kore) -80°C ve 0.01 mbar basınç altında kurutulmuştur. Elde edilen toz ekstraktlar analizler gerçekleştirilene kadar vakum ambalajlı olarak +4 °C'de depolanmıştır.

Antioksidan Aktivite Tayinleri

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) metodu

Ekstraktların antioksidan kapasitelerinin miktarı Chen ve ark. (1999) tarafından belirtilen yöntemde bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Analizde DPPH stok çözeltisi (39.4 mg DPPH¹⁰⁰ mL metanol) hazırlanarak karanlık ortamda 2 saat

boyunca karıştırılmıştır. Deney tüplerine farklı konsantrasyonlarda örnek ekstraktı alınarak toplam hacmi metanol ile 1500 µL tamamlanmıştır. Her deney tüpüne 500 µL DPPH stok çözeltisi ilave edilerek karanlık ortamda 30 dk inkübasyona bırakılmış ve daha sonra 517 nm dalga boyunda absorbanları (Hanil Combi 514R, Güney Kore) ölçülmüştür. Antioksidan aktivite (%) değerleri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{Antioksidan Aktivite} = (\text{Ac} - \text{As}) / \text{Ac} \times 100 \quad (1)$$

Ac: kontrol absorbanı, As: örnek absorbanı

β-karoten ağartma metodu

Ekstraktların β-Karoten ağartma analizi Matthäus (2002) belirttiği yöntemde bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Bu maksatla 40 µl linoleik asit, 400 µL Tween 40 ve 4 mL β-karoten çözeltisi (0.002 g²⁰ mL kloroform) karıştırıldıktan sonra kloroform evaporatörde uzaklaştırılmış ve üzerine 100 mL destile su ilave edilerek test çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan örnek ekstraktları (1 m^{-mL} metanol) üzerine 3 mL test çözeltisi ilave edilmiş ve 470 nm'de ilk absorban kaydedilmiştir. Örnekler 50 °C su banyosunda 100 dk bekletildikten sonra tekrar absorbanı ölçülmüştür. Hesaplama absorbanlar arasındaki farklar kullanılmıştır. Aynı işlem β-karoten kullanılmadan hazırlanan kontrol grubu içinde uygulandıktan sonra aşağıdaki eşitlikle antioksidan aktivite hesaplanmıştır.

$$\% \text{Antioksidan Aktivite} = (\text{Ac} - \text{As}) / \text{Ac} \times 100 \quad (2)$$

Ac : kontrol absorbanı, As : örnek absorbanı

Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi

Ekstraktların toplam fenolik madde miktarı Taga ve ark. (1984) tarafından belirtilen yöntem üzerinde bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Falkon tüplerine nar çiçeğinin sulu ve etanollü ekstraktlarından 0.5 ml (1 mg^{mL} metanol) alınmıştır.

Üzerine 23 ml distile su ve 0.5 mL Folin-Ciocalteu reaktifi eklenerek karıştırılmış ve 3 dk boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Sonrasında 1.5 mL %2'lik sodyum karbonat çözeltisi ilave edilerek 120 dk süresince karıştırıldıktan sonra 760 nm dalga boyunda absorban değerleri köre karşı ölçülmüştür. Ekstraktlardaki toplam fenolik madde miktarlarında standart olarak gallik asit kullanılmış ve sonuçlar gallik asit eşdeğeri (µg GAE^{mg} örnek) olarak hesaplanmıştır. Ekstraktlardaki toplam fenolik madde miktarları gallik asit kullanılarak çizilen kalibrasyon eğrisi ile gallik asit eşdeğeri (mg GAE^g örnek) olarak hesaplanmıştır.

İstatistiksel Analiz

Araştırma kapsamında elde edilen ham veriler SPSS 22.0.0 (SPSS Inc., Chicago, ABD) paket programı kullanılarak, %90, %95 ve %99 güven aralığında varyans analizi ile incelenmiştir. Ortalamalar arasındaki farkın önemli olup olmadığı varyans analizi sonrası yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (P<0.05). Sonuçlar ortalama ve standart sapma değerleri ile sunulmuştur.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Gerçekleştirilen çalışma kapsamında deneme deseninde bağımsız değişkenler olarak ele alınan çözücü çeşidi (su ve etanol), sıcaklık (40-60 °C) ve süre (40-60 dk) parametrelerinin ekstraksiyon sonucu elde edilen ekstraktların antioksidan aktivite (IC50, DPPH ve β-karoten ağartma) ve toplam fenolik içeriği değerleri üzerine etkileri Çizelge 1'de sunulmuştur. Çalışma sonuçları ekstraksiyonda kullanılan çözücü çeşidinin belirlenen tüm değerler üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir (P≤0.01). Sıcaklık değişiminin DPPH radikali giderme aktivitesi üzerinde önemli bir etkisi bulunmazken, β-karoten ağartma aktivitesi (P≤0.01) ve toplam fenolik içeriği (P≤0.05) üzerinde etkisi tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Ekstraksiyon parametrelerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik içeriği üzerine etkileri

Table 1. Effects of extraction parameters on antioxidant activity and total phenolic content

Faktörler Factors	IC50	DPPH	β-Karoten Ağartma β-caroten bleaching	Toplam Fenolik İçerik Total phenolic content
Çözücü	***	***	***	***
Sıcaklık	NS	NS	***	**
Süre	*	***	***	NS
Çözücü x Sıcaklık	NS	NS	***	NS
Çözücü x Süre	NS	***	***	**
Sıcaklık x Süre	NS	***	NS	**
Çözücü x Sıcaklık x Süre	**	**	NS	NS

NS; istatistiksel olarak önemsiz, önem seviyeleri: * P ≤ 0.1; ** P ≤ 0.05; *** P ≤ 0.01.

Faktörlerin bahsedilen ana etkileri dışında birbirleri ile olan bazı interaksiyonlarının da IC50, DPPH radikali giderme aktivitesi, β-Karoten Ağartma ve toplam fenolik içeriği üzerinde farklı önem seviyelerinde (P ≤ 0.05, P ≤ 0.01) etkisi olduğu

belirlenmiştir.

Farklı ekstraksiyon koşulları altında elde edilen ekstraktların antioksidan aktivite değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur. DPPH radikali giderme aktivitesi

analizi sonuçları incelendiğinde kullanılan çözücü çeşidinin etkisi açık bir şekilde görülmektedir ($P<0.05$). Etanol kullanılarak elde edilen ekstraktların DPPH radikali giderme aktivitesi su kullanılarak elde edilen ekstraktlara kıyasla önemli seviyede yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Belirlenen IC50 değerlerinin de bu sonuç ile paralellik gösterdiği görülmektedir. En

yüksek DPPH radikali giderme aktivitesi etanol kullanılarak 60 °C sıcaklık ve 40 dk süre ile hazırlanan ekstraktlarda belirlenmiştir ($P<0.05$). Su ile hazırlanan tüm ekstraktların ise etanol ile hazırlanan ekstraktlardan daha düşük aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 2. Farklı ekstraksiyon koşullarında nar çiçeği ekstraktlarının antioksidan aktivite değerleri
Table 2. Antioxidant activity values of pomegranate flower extracts under different extraction conditions

Çözücü Solvent	Sıcaklık Temperature (°C)	Süre (dk) Time (sec)	Antioksidan aktivite			
			DPPH ($\mu\text{g}^{-\text{mL}}$)	IC50	DPPH (%) 30 dk (sec)-100 $\mu\text{g}^{-\text{mL}}$	β -karoten ağartma β -caroten bleaching (%) 100 dk (sec) -100 $\mu\text{g}^{-\text{mL}}$
Su	40	40	13.96±0.59 ^{ab}		48.08±0.80 ^g	49.79±0.45 ^d
Su	40	60	12.94±0.42 ^{bc}		54.22±0.92 ^e	50.69±0.47 ^d
Su	60	40	11.70±0.47 ^c		50.56±1.01 ^{fg}	60.03±0.13 ^c
Su	60	60	14.58±1.54 ^a		52.22±0.78 ^{ef}	59.58±1.36 ^c
Etanol	40	40	5.15±0.04 ^d		79.97±2.14 ^b	70.80±0.80 ^a
Etanol	40	60	6.44±0.08 ^d		70.41±1.17 ^c	62.59±0.35 ^b
Etanol	60	40	5.71±0.50 ^d		84.56±1.53 ^a	69.96±0.97 ^a
Etanol	60	60	5.96±0.25 ^d		63.36±1.29 ^d	61.86±0.88 ^b

a-e (↓) Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir.

Ekstraktların β -karoten ağartma metoduna göre elde edilen antioksidan aktivite değerleri, DPPH radikali giderme aktivitesi sonuçlarına paralellik göstermektedir. Etanol ile elde edilen ekstraktların β -karoten ağartma değerleri su ile elde edilen ekstraktlara kıyasla önemli seviyede yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Ayrıca 40 dk ekstraksiyon süresinin uygulandığı etanol ile elde edilen ekstraktların β -karoten ağartma değerleri 60 dk ekstraksiyon süresi uygulanan örneklerle kıyasla daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Su ile hazırlanan ekstraktlarda ise β -karoten ağartma değerleri üzerine sıcaklığın önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. 60 °C'de gerçekleştirilen ekstraksiyon sonucunda elde edilen ekstraktların β -karoten ağartma değerleri 40 °C'de elde edilen ekstraktlara kıyasla önemli seviyede yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

Çalışma da elde edilen antioksidan aktivite değerleri ve ekstraksiyon parametrelerinin etkisi literatür de yer alan birçok çalışma ile benzerlik göstermektedir. Laosirisathian ve ark. (2020) nar kabuğunun etanol solüsyonu (%60) ile hazırlanan ekstraksiyonun en verimli ekstraksiyon olduğunu ve DPPH radikal temizleme aktivitesinin (IC50) ortalama 10.97 $\mu\text{g}^{-\text{mL}}$ olduğunu belirtmiştir. Belirtilen antioksidan aktivite değeri çalışmada elde ettiğimiz değerlere oldukça benzerdir. Elfalleh ve ark. (2012) nar çiçeğinin su ile hazırlanan ekstraktının antioksidan aktivite değerinin (IC50) metanol ile hazırlanan ekstraktına kıyasla daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Araştırmacılar su ile hazırlanan nar çiçeği ve kabuğu ekstraktları için IC50 değerini sırasıyla ortalama 13.87 ve 11.48 $\text{mg}^{-\text{mL}}$ olarak belirtmiştir. Benzer bir başka çalışmada, Abdolahi ve ark. (2018) etanol

solüsyonu (%70) kullanarak 24 saat süre ile oda sıcaklığında gerçekleştirdiği ekstraksiyon ile elde ettikleri ekstrakt için IC50 değerini ortalama 27.92 $\text{mg}^{-\text{mL}}$ ve antioksidan aktivite indeksini %91.04 olarak belirlemiştir. Yapılan çalışmalar, ekstraksiyon koşullarının, özellikle de çözücü çeşidi, ekstrakte edilen bileşen kompozisyonu üzerine önemli etkisi olması nedeniyle belirlenen antioksidan etkilerin farklı olabildiğini göstermektedir (Jang ve ark., 2007; Türkyılmaz ve ark., 2017; Yavaşer, 2011).

Farklı ekstraksiyon koşulları altında elde edilen ekstraktların toplam fenolik içerikleri ($\text{mg GAE}^{-\text{g}}$ örnek) Çizelge 3'de sunulmuştur. Toplam fenolik içeriği analizi sonuçları incelendiğinde sonuçların beklenildiği gibi antioksidan aktivite değerleri ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Etanol kullanılarak ve 60 °C'de 40 dk süre ile gerçekleştirilen ekstraksiyon işlemi ile elde edilen ekstraktın toplam fenolik içeriğinin (70.36 $\text{mg GAE}^{-\text{g}}$ ekstrakt) diğer ekstraktlara kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Nar çiçeğinin etanollü ve sulu ekstraksiyonlarının toplam fenolik içeriği sırasıyla 56.23 ve 41.21 $\text{mg GAE}^{-\text{g}}$ ekstrakt olarak belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuç, Elfalleh ve ark. (2012) tarafından belirlenen değer (42.70 $\text{mg GAE}^{-\text{g}}$ ekstrakt) ile uyumludur.

Yapılan çalışmalar ekstraksiyon işleminde kullanılan çözücü ve sıcaklık ve süre gibi ekstraksiyon koşullarının elde edilen ekstraktın toplam fenolik içeriğini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir (Bakkaloğlu ve Arıcı, 2019; Türkyılmaz ve ark., 2017; Yavaşer, 2011). Jalal ve ark. (2018) nar kabuğu ve yaprağından su ve metan kullanılarak elde ettiği

ekstraktların toplam fenolik içeriğini sırasıyla 18 ve 25 mg GAE^g ekstrakt olarak tespit etmiştir. Nar kabuğu, çekirdeği ve suyu üzerinde gerçekleştirilen bir başka çalışmada nar kabuğunun nar çekirdeği ve suyuna kıyasla fenolik bileşenlerce daha zengin olduğu

bildirilmiştir (Derakhshan ve ark., 2018). Elde edilen veriler bahsedilen bu çalışma ile kıyaslandığında nar çiçeği ekstraktlarının fenolik içeriğinin nar kabuğu ve nar çekirdeğinden daha düşük olduğu, nar suyundan ise daha yüksek olduğu söylenebilir.

Çizelge 3. Farklı ekstraksiyon koşullarında nar çiçeği ekstraktlarının toplam fenolik içeriği
Table 3. Total phenolic content of pomegranate flower extracts under different extraction conditions

Çözücü <i>Solvent</i>	Sıcaklık <i>Temperature (°C)</i>	Süre (dk) <i>Time (sec)</i>	Toplam fenolik içerik <i>Total phenolic content (mg GAE^g)</i>
Su	40	40	36.06±4.79 ^d
Su	40	60	43.48±1.14 ^{bcd}
Su	60	40	42.38±1.56 ^{cd}
Su	60	60	42.95±2.28 ^{bcd}
Etanol	40	40	50.80±0.67 ^c
Etanol	40	60	51.86±0.39 ^b
Etanol	60	40	70.36±3.67 ^a
Etanol	60	60	51.91±0.76 ^b

a-d (↓) Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Gıda endüstrisi, gıda güvenliğini artırmak için sentetik koruyucular yerine doğal bileşiklerin kullanımına önem vermektedir. Biyoaktif bileşenlerce zengin olan doğal bileşikler gıdalarda işleme ve depolama sırasında meydana gelen oksidasyonu engelleyerek gıda ürünlerinin raf ömrünü ve kalitesini uzatabilir. Bu çalışma nar çiçeğinden farklı yollarla elde edilecek ekstraktların bu amaçla kullanılma potansiyeli olduğunu göstermektedir. Gıdalarda nar çiçeği ekstraktlarının kullanımı ile doğal olmayan katkı maddelerinin kullanımı önlenir ve azaltılabilir.

TEŞEKKÜR

Çalışmayı destekleyen Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (Proje No: BBAP20F12) teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Çalışma verileri Cem Okan Özer, Ganime Beyzanur Var ve Ezgi Demir Özer tarafından gerçekleştirilen laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilmiştir. İstatistiksel analizler Cem Okan Özer tarafından gerçekleştirilmiştir. Verilerin yorumlanması ve makalenin yazımı tüm yazarların eşit oranda katkısı ile gerçekleştirilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Abdolahi N, Soltani A, Mirzaali A, Soltani S, Balakheyli H, Aghaei 2018. Antibacterial and

antioxidant activities and phytochemical properties of *Punica granatum* flowers in Iran. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science 42(3): 1105-1110.

Al-Zoreky NS 2009. Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels. International Journal of Food Microbiology 134(3): 244-248.

Bakkaloğlu Z, Arıcı M 2019. Farklı Çözücülerle Propolis Ekstraksiyonunun Toplam Fenolik İçeriği, Antioksidan Kapasite ve Antimikrobiyal Aktivite Üzerine Etkileri. Academic Food Journal/Akademik GIDA 17(4).

Bekir J, Mars M, Vicendo P, Ftterich A, Bouajila J 2013. Chemical composition and antioxidant, anti-inflammatory, and antiproliferation activities of pomegranate (*Punica granatum*) flowers. Journal of Medicinal Food 16(6): 544-550.

Boukharta M, Jalbert G, Castonguay A 1992. Efficacy of ellagitannins and ellagic acid as cancer chemopreventive agents. Bulletin De Liaison-Groupe Polyphenols 16245-245.

Chen Y, Wang M, Rosen RT, Ho C-T 1999. 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical-scavenging active components from *Polygonum multiflorum* Thunb. Journal of Agricultural and Food Chemistry 47(6): 2226-2228.

Derakhshan Z, Ferrante M, Tadi M, Ansari F, Heydari A, Hosseini MS, Conti GO, Sadrabad EKJF 2018. Antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic extract of pomegranate peels, juice and seeds. Food and Chemical Toxicology 114: 108-111.

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.

- Elfalleh W, Tlili N, Nasri N, Yahia Y, Hannachi H, Chaira N, Ying M, Ferchichi A 2011. Antioxidant Capacities of Phenolic Compounds and Tocopherols from Tunisian Pomegranate (*Punica granatum*) Fruits. *Journal of Food Science* 76(5): C707-C713.
- Gil MI, Tomás-Barberán FA, Hess-Pierce B, Holcroft DM, Kader AA 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food chemistry* 48(10): 4581-4589.
- Hajimahmoodi M, Moghaddam G, Ranjbar AM, Khazani H, Sadeghi N, Oveisi MR, Jannat B 2013. Total phenolic, flavonoids, tannin content and antioxidant power of some Iranian pomegranate flower cultivars (*Punica granatum* L.). *American Journal of Plant Sciences* 4(09): 1815.
- Heber D. (2011). Pomegranate ellagitannins. In *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*. 2nd edition. CRC Press/Taylor & Francis.
- Jalal H, Pal MA, Hamdani H, Rovida M, Khan NNJPP 2018. Antioxidant activity of pomegranate peel and seed powder extracts. 7(5): 992-997.
- Jang HD, Chang KS, Huang YS, Hsu CL, Lee SH, Su MS 2007. Principal phenolic phytochemicals and antioxidant activities of three Chinese medicinal plants. *Food Chemistry* 103(3): 749-756.
- Laosirisathian N, Saenjum C, Sirithunyalug J, Eitssayeam S, Sirithunyalug B, Chaiyana W 2020. The Chemical Composition, Antioxidant and Anti-Tyrosinase Activities, and Irritation Properties of Sripanya *Punica granatum* Peel Extract. *Cosmetics* 7(1): 7.
- Matthäus B 2002. Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50 (12): 3444-3452.
- Natalello A, Priolo A, Valenti B, Codini M, Mattioli S, Pauselli M, Puccio M, Lanza M, Stergiadis S, Luciano G 2020. Dietary pomegranate by-product improves oxidative stability of lamb meat. *Meat Science* 162108037.
- Negi P, Jayaprakasha G, Jena B 2003. Antioxidant and antimutagenic activities of pomegranate peel extracts. *Food Chemistry* 80(3): 393-397.
- Osawa T, Ide A, Su JD, Namiki M 1987. Inhibition of in vitro lipid peroxidation by ellagic acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 35(5): 808-812.
- Özen BÖ, Soyer A 2018. Effect of plant extracts on lipid and protein oxidation of mackerel (*Scomber scombrus*) mince during frozen storage. *Journal of Food Science and Technology* 55(1): 120-127.
- Sarkhosh A, Zamani Z, Fatahi R, Ebadi A 2006. RAPD markers reveal polymorphism among some Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes. *Scientia Horticulturae* 111(1): 24-29.
- Suman M, Bhatnagar P 2019. A review on proactive pomegranate one of the healthiest foods. *International Journal of Chemical Studies* 7(3): 189-194.
- Taga MS, Miller E, Pratt D 1984. Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 61(5): 928-931.
- Turgut SS, Isikci F, Soyer A 2017. Antioxidant activity of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage. *Meat Science* 129111-119.
- Türkyılmaz M, Tağı Ş, Özkan M 2017. Narın farklı bölümlerinin polifenol içeriği, antioksidan ve antibakteriyel aktivitesi üzerine ekstraksiyon çözümlerinin etkisi. *Akademik Gıda* 15(2): 109-118.
- Viuda-Martos M, Fernández-López J, Pérez-Álvarez 2010. Pomegranate and its many functional components as related to human health: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9(6): 635-654.
- Wafa BA, Makni M, Ammar S, Khannous L, Hassana AB, Bouaziz M, Es-Safi NE, Gdoura R 2017. Antimicrobial effect of the Tunisian Nana variety *Punica granatum* L. extracts against *Salmonella enterica* (serovars Kentucky and Enteritidis) isolated from chicken meat and phenolic composition of its peel extract. *International Journal of Food Microbiology* 241: 123-131.
- Yavaşer R. 2011. Doğal ve sentetik antioksidan bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, 104 sy.
- Yılmaz B, Usta C 2011. Nar'ın (*Punica granatum*) terapötik etkileri. *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi* 14(3): 146-153.
- Zhang L, Gao Y, Zhang Y, Liu J, Yu J 2010. Changes in bioactive compounds and antioxidant activities in pomegranate leaves. *Scientia Horticulturae* 123(4): 543-546.
- Zhang L, Yang X, Zhang Y, Wang L, Zhang R 2011. In vitro antioxidant properties of different parts of pomegranate flowers. *Food and Bioprocess Processing* 89(3): 234-240.