

Alıç (*Crataegus orientalis*) meyvesinin antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşiklerinin ekstraksiyonu üzerine farklı çözüngenlerin etkisi

Hacer ÇOKLAR^{1*} Mehmet AKBULUT¹

¹ Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya

Alınış Tarihi: 19 Nisan 2016 Kabul Tarihi: 11 Mayıs 2016

Öz

Bitkisel materyallerden biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonu besinsel destek üretimi ve endüstriyel atıklardan bileşiklerin geri kazanımı gibi proseslerin en önemli aşamalarından biridir. Ekstraksiyon, solvent çeşidi, partikül boyutu, ekstraksiyon süresi ve sıcaklığı gibi faktörlerden etkilenmektedir. Bu araştırmada farklı çözüngenlerle ekstrakte edilen alıç (*Crataegus orientalis*) meyvesinin toplam fenolik madde içeriğinin, antioksidan aktivitesinin ve fenolik madde profilinin belirlenmesi ve en uygun çözüngenin tespiti amaçlanmıştır. Beyşehir’de doğal olarak yetişen ağaçlardan toplanan alıç meyveleri su, metanol ve metanol:su (1:1) karışımı ile ekstrakte edilmiştir. En yüksek antioksidan aktivite ve toplam fenolik içeriği metanol:su ekstraktında elde edilmiştir. Prosiyanidin B1 ve B2, (-)-epikateşin, epigallokateşin gallat ve rutin ekstraksiyonunda en iyi çözücünün metanol:su karışımı olduğu, gallik asidin suda daha iyi ekstrakte edildiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Crataegus orientalis*, Alıç, Ekstraksiyon, Fenolik profili, Antioksidan aktivite

Effect of different solvents on extraction of phenolic compounds and antioxidant activity of hawthorn (*Crataegus orientalis*) fruits

Abstract

Extraction of bio compounds from plant materials is one of the most important step of the processes such as dietary supplement production and recovery of the compounds from the industrial wastes. It is highly affected from the factors such as solvent type, particle size, extraction time and temperature. To determine the total phenolics, individual phenolic profile and antioxidant activity of Hawthorn (*Crataegus orientalis*) fruit extracted with different solvents and to specify the best solvent for extraction of phenolics were aimed in this research. Fruits, picked from wild growing trees in Beyşehir, were extracted with water, methanol and methanol:water (1:1) mixture. Highest total phenolics and antioxidant activity were

* Sorumlu yazar (Corresponding author): hacercoklar@hotmail.com

observed in methanol:water extract. While gallic acid was extracted effectively in water, methanol:water mixture was the best solvent for extraction of procyanidin B1, procyanidin B2, (-)-epicatechin, epigallocatechin gallate and rutin.

Keywords: *Crataegus orientalis*, Hawthorn, Extraction, Phenolic profile, Antioxidant activity

1. Giriş

Crataegus orientalis, Rosaceae familyasına giren Akdeniz Havzası, Türkiye ve İran'da yetişen koyu sarı-turuncu renkli meyveleri olan bir alıç türüdür. *Crataegus* türüne ait çalıların meyveleri, çiçekleri ve yaprakları kardiovasküler rahatsızlıklar, hipertansiyon ve arterosklerosis hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır (Nabavi vd., 2015). Alıcın söz konusu biyolojik etkilerinde içerdiği fenolik bileşeklerinin ve antioksidan aktivitesinin önemli bir payının olduğu düşünülmektedir.

Polifenoller antioksidan etkili bileşikler olup, E ve C vitaminine göre daha fazla serbest radikal süpürme aktivitesi göstermektedirler. Epigallocateşin gallat, E ve C vitamininden yaklaşık olarak 5 kat, siyanidin ve delphinidin 4.5 kat, kersetin 4.7 kat, rutin ise 2 kat daha fazla antioksidan aktivite gösterirken kamferol, kafeik ve klorojenik asit ise E ve C vitaminlerine eşdeğer antioksidan aktivite sergilemektedir (Rice-Evans vd., 1997). Meyve ve sebzelerin antioksidan aktivitelerinde, yapısında bulunan toplam fenolik madde içeriğinin yanı sıra içerdiği her bir fenolik bileşen de önemli bir role sahiptir.

Alıç meyvesinde (+)-kateşin ve (-)-epikateşin yaygın olarak bulunan iki flavan-3-ol olup, epikateşin miktarı genellikle kateşin miktarından daha fazladır. Flavan-3-ollerin oksidasyonu sonucunda oluşan prosiyanidinler alıç meyvesinin önemli fenoliklerindedir. Prosiyanidin B2, prosiyanisin B5, prosiyanidin C1 ve prosiyanidin D1 alıç meyvesinde tespit edilen dimerik, trimerik ve tetramerik flavan-3-ollerdir (Nabavi vd., 2015). Hiperosid, apigenin, kersetin, klorojenik asit, gallik asit, viteksin, hesperetin, kumarik asit, kafeik asit, naringenin, cratenacin tespit edilen diğer fenolik bileşenlerdir. *C. monogyna* ve *C. sinaica* gibi kırmızı renkli meyveleri olan *Crataegus* türlerinde antosiyaninlerin de bulunduğu tespit edilmiştir (Froehlicher vd., 2009; Kumar vd., 2012).

Bitkisel materyallerden biyoaktif bileşenlerin ekstraksiyonu gıda ingrediyesi, besinsel destek ve nutrasetik olarak kullanım, farmasetik ve kosmetik ürünleri için fitokimyasalların eldesinde ilk aşamadır

(Dai ve Mumper, 2010). Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu kimyasal yapısı, ekstraksiyon metodu, materyalin partikül boyutu, ortamda bulunan ve fenolik bileşiklerle etkileşime girebilecek özellikteki maddelerden (proteinler, karbonhidratlar vb.) etkilenmektedir. Fenoliklerin çözünürlüğü kullanılan solvent türü, fenoliklerin polimerizasyon derecesi ve diğer bileşenlerle çözünmez nitelikte kompleksler oluşurması, ekstraksiyon süresi ve sıcaklığı, örnek:solvent oranı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle bitkisel materyallerden fenolik ekstraksiyonunda tüm fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu için tamamen uygun bir ekstraksiyon prosedürü bulunmamaktadır. Metanol, etanol, aseton, su, etilasetat ve bunların uygun oranlarda kombinasyonları fenolik bileşen ekstraksiyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır. Uygun çözücü sisteminin seçilmesi ekstrakte edilen fenolik bileşen miktarını ve ekstraksiyon hızını etkilemektedir (Naczek vd., 1992; Xu vd., 2007). Bu çalışmada daha önce fenolik profili tespit edilmemiş olan *Crataegus orientalis* alıç türünün fenolik profilinin ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi; su, metanol ve metanol:su karışımı çözücü sisteminin fenolik bileşik ekstraksiyonunda etkisinin ortaya çıkarılması ve fenolik bileşen ekstraksiyonu için en uygun çözücünün tespit edilmesi hedeflenmiştir.

2.1. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmada Konya'nın Beyşehir ilçesinin doğal bitki florasında yer alan, kültüre alınmamış *Crataegus orientalis* türü alıç meyveleri kullanılmıştır. Meyveler 2015 yılının Eylül ayında toplanarak hızlıca Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Laboratuvarına getirilmiştir. Çekirdeklerinden ayrılan meyve eti dondurarak kurutma sisteminde (Scanvac, Coolsafe, Lynge, Denmark) kurutulmuş ve ekstraksiyon işlemi kurutulduktan sonra öğütülen örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Ekstraksiyon yöntemi

Meyvenin ekstraksiyonunda çözücü olarak su, metanol ve metanol:su (1:1) kullanılmıştır. Dondurularak kurutulan alıçlar homojen ve etkin bir ekstraksiyon sağlamak için öğütücü (Arzum Ar 151 Mulino) kullanılarak un

haline getirilmiştir. Öğütülmüş alıçlardan 0.5 g alınarak üzerine 30 ml çözücü eklenmiş ve homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler santrifüjlenerek supernatant kısmı uzaklaştırılmış ve tortuya çözücü eklenerek homojenizasyon işlemi tekrarlanmıştır. Ekstraksiyon işlemi tortu kısmında fenolik madde kalmayınca kadar sürdürülmüştür.

2.2.2. Analiz yöntemleri

Toplam fenolik madde analizi: Örneklerdeki toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, uygun oranda seyreltilen 0.5 ml ekstrakt üzerine 2.5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi (0.2 N) ve 2 ml sodyum karbonat çözeltisi (75 g L^{-1}) ilave edilmiştir. Karanlık bir ortamda bekletilen örneklerin iki saat sonra 765 nm dalga boyunda absorban değerleri okunmuştur. Gallik asit standardı ile hazırlanan kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak örneklerde bulunan fenolik madde miktarı hesaplanmış ve mg Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) 100 g^{-1} kuru ağırlık cinsinden verilmiştir (Singleton ve Rossi, 1965).

Antioksidan aktivite analizi: Ekstraktların antioksidan aktivitesi Sánchez-Moreno vd. (1998) tarafından tarif edilen 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) antioksidan aktivite yöntemine göre minör değişiklikler yapılarak belirlenmiştir. 0.1 ml ekstrakt alınarak 3.9 ml DPPH çözeltisi ($6 \times 10^{-5} \text{ M}$) ilave edilmiştir. Örneklerin 30 dakika sonra 515 nm dalga boyundaki absorban değerleri okunmuş ve troluks ile çizilen kalibrasyon grafiğine göre örneklerdeki antioksidan aktivite değeri hesaplanmıştır. Sonuçlar mmol troluks eşdeğeri 100 g^{-1} kuru ağırlık olarak verilmiştir (Akbulut ve Coklar, 2015).

Fenolik profili analizi: Farklı çözümlerle hazırlanan ekstraktların HPLC ile fenolik bileşenin belirlenmesi işlemi öncesinde fenolik bileşiklere saflaştırma işlemi uygulanmıştır. Saflaştırma işlemi C18 Sep-Pak kartuşta gerçekleştirilmiştir. Saf su ve metanolla şartlandırılan kartuşa 5 ml örnek yüklenmiş ve şeker ve organik asitler kartuştan geçirilen 2 ml saf su ile uzaklaştırılmıştır. Kartuşa 5 ml metanol yüklenerek fenolik bileşiklerin elüsyonu sağlanmıştır. Evapore edilen metanol fazı 1 ml metanolde yeniden çözüldürülmüş ve $0.45 \text{ } \mu\text{m}$ 'lik şırınga filtrelerden geçirilerek viallere aktarılmıştır. Fenolik bileşiklerin tespiti otoörnekleyici (G1329 B), pompa (G1311 C), kolon fırını (C1316 A) ve DAD dedektör (G1315 D) ile donatılmış Agilent marka HPLC (1260 Infinity Series) ile gerçekleştirilmiştir. Fenolik bileşiklerin seperasyonu ters fazlı C18 kolonda ($5 \text{ } \mu\text{m}$, $250 \times 4.6 \text{ mm i.d}$) sağlanmıştır. Mobil faz olarak asetik asit:su (98:2) ve su:asetonitril:asetik

asit (78:20:2) kullanılmış olup mobil fazın akış hızı 0.75 ml dak⁻¹ olarak ayarlanmıştır. Dedektörde tespit 280, 320 ve 360 nm dalga boylarında gerçekleştirilmiştir (Demir vd., 2014).

İstatistiksel analiz: Sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir. Üç farklı çözücünün toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve fenolik bileşenler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One way ANOVA) uygulanmıştır. Çözücünün etkisinin önemli bulunduğu varyantlarda Duncan çoklu karşılaştırma testi gerçekleştirilmiştir. Tek yönlü varyans analizi MINITAB (Released 14, Minitab Inc. USA), Duncan çoklu karşılaştırma testi ise MSTAT-C (MSTAT-C 1988) paket programlarında yapılmıştır.

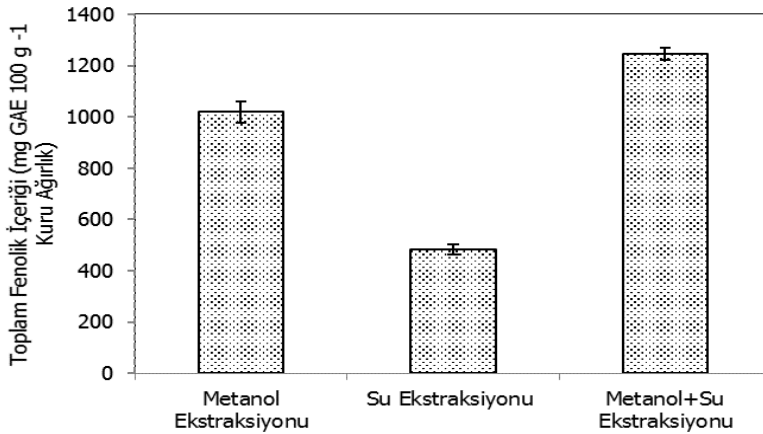
3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite

Üç farklı çözücün ile ekstrakte edilen alıç meyvesine ait toplam fenolik madde içeriği Şekil 1'de gösterilmektedir. En yüksek toplam fenolik içeriği 1245.3 mg GAE 100 g⁻¹ kuru ağırlık ile metanol:su karışımında elde edilmiş ve bunu sırasıyla 1018.8 mg GAE 100 g⁻¹ kuru ağırlık ve 483.7 mg GAE 100 g⁻¹ kuru ağırlık ile metanol ve su ekstraksiyonları izlemiştir.

Farklı alıç türlerinin meyvesinde bulunan toplam fenolik madde miktarının incelendiği araştırmalarda farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Örneğin Ercisli vd. (2015), aseton:su:asetik asit (70:20.5:0.5) karışımı ile ekstrakte edilen 18 farklı alıç çeşidinin toplam fenolik içeriğinin 660-3460 mg GAE 100 g⁻¹ taze ağırlık aralığında olduğunu kaydetmişlerdir. Benzer şekilde Caliskan vd. (2012), 15 farklı alıç çeşidinin metanol ekstraksiyonunda toplam fenolik madde içeriğinin 26.6-57.1 mg GAE g⁻¹ kuru ağırlık aralığında değiştiğini, Mrahi vd. (2013) ise *C. monogyna* ve *C. azarolus* pulplarında metanol:su (80:20) karışımı ile yapılan ekstraksiyonlarda fenolik madde içeriğinin 122.26 ve 60.89 mg GAE 100 g⁻¹ kuru ağırlık olduğunu belirlemişlerdir.

Toplam fenolik madde miktarı arasındaki farklılık alıç çeşidi, olgunluk düzeyi ve ekstraksiyon yöntemi gibi birçok faktörden kaynaklanmaktadır. Yapılan bu araştırmada her üç çözücünle elde edilen ekstraktın toplam fenolik içeriği arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).



Şekil 1. Alıç ekstraktlarına ait toplam fenolik miktarları

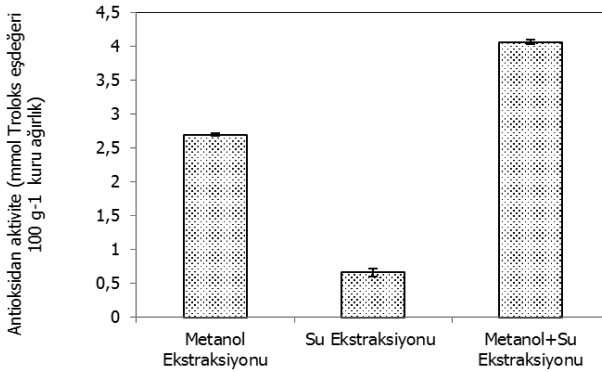
Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, toplam fenolik bileşen ekstraksiyonunda en uygun çözücünün metanol:su karışımının olduğu görülmektedir.

Tahirović ve Bašić (2014), *Crataegus monogyna* türünde su, %50 metanol, %50 etanol, %80 metanol, %80 etanol, saf etanol ve saf metanolün kullanıldığı ekstraksiyonda en yüksek toplam fenolik içeriğini 4.60 mg GAE g⁻¹ taze ağırlıkla %80 metanol içeren karışımda tespit ederlerken su, %50 metanol ve saf metanolde fenolik madde miktarının sırasıyla 2.02, 4.18 ve 3.01 mg GAE g⁻¹ taze ağırlık olduğunu kaydetmişlerdir. Bir başka araştırmada *Crataegus oxyacantha* alıç türünün etanol, etanol:su, metanol, metanol:su ve su ekstraksiyonunda toplam fenolik içeriğinin sırasıyla 2.12, 19.32, 18.21, 30.63 ve 24.89 mg kersetin eşdeğeri g⁻¹ olduğu kaydedilmiştir (Kostić vd., 2012).

Yapılan araştırmalar incelendiğinde organik çözücülerin su ile belirli oranlarda karıştırılarak kullanıldığı ekstraksiyonlarda fenolik madde verimin genellikle arttığı görülmektedir. Spigno vd. (2007), farklı oranlarda etanol ve su içeren çözücülerle üzüm posasından fenolik madde ekstraksiyonu incelemişlerdir. %10-30 oranında su içeren etanolde ekstraksiyon veriminin en yüksek olduğunu, su oranı arttıkça ekstraksiyonun etkinliğinin azaldığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Vatai vd. (2009), üzüm posası ve mürver meyvesinden fenolik madde ekstraksiyonunda etanol, etil asetat, aseton ve bunların farklı oranlarda su karışımlarının ekstraksiyon verimliliği üzerindeki

etkisini araştırmışlar ve organik çözücülerin su ile karışım yapılarak kullanılmasının fenolik ekstraksiyonunda uygun olduğunu belirtmişlerdir. Bae vd. (2012), biberin bioaktif bileşenlerinin ekstraksiyonunda hekzan, etil asetat, metanol ve metanol:su karışımının etkisini inceledikleri araştırmalarında flavonoid ekstraksiyonun en etkili çözücünün metanol olduğunu belirlemişlerdir.

Toplam fenolik bileşen ekstraksiyonunda elde edilen sonuçlara benzer şekilde alışta en yüksek antioksidan aktivite sonucu metanol:su karışımında (4.06 ± 0.03 mmol troloks eşdeğeri 100 g^{-1} kuru ağırlık), en düşük değer ise su ekstraksiyonunda (0.66 ± 0.06 mmol troloks eşdeğeri 100 g^{-1} kuru ağırlık) elde edilmiştir (şekil 2). Tahirović ve Bařić (2014), *Crataegus monogyna* türü alıcın farklı ekstraksiyon çözeltilerinde en yüksek antioksidan aktivite değerinin %80 metanol ekstraksiyonunda en düşük değerin ise su ekstraksiyonunda olduğunu belirlemişlerdir. Chew vd. (2011), kedi bıyđı otu (*Orthosiphon stamineus*)'nun %40 etanol içeren karışımın fenolik ekstraksiyonunda en uygun çözgen olduğu tespit etmişlerdir.



şekil 2. Üç farklı solventle ekstrakte edilen alıç meyvesinin antioksidan aktivite değerleri

3.2. Fenolik profili sonuçları

Crataegus orientalis türü alıcın farklı çözücülerde tespit edilen fenolik bileşikleri ve miktarları izelge 1'de yer almaktadır. Prosiyanidin B2'nin bu

alıç türünde en yüksek miktarda bulunan fenolik bileşik olduğu görülmektedir. Metanol:su ekstraksiyonunda $1026.90 \text{ mg kg}^{-1}$, metanolde $335.50 \text{ mg kg}^{-1}$, suda ise 55.90 mg kg^{-1} prosiyanidin B2 tespit edilmiştir. Her üç ekstraktın rutin ($p<0.01$), epigallokateşin gallat ($p<0.01$), kafeik asit ($p<0.05$), ve klorojenik asit ($p<0.01$) miktarlarının farklı olduğu, bu farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu en yüksek değerlerin metanol:su karışımında en düşük değerlerin ise su ekstraktında olduğu görülmektedir. Benzer şekilde protokateşuik asit ve prosiyanidin B1 miktarlarının çözücü çeşidine göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Çözücü çeşidi protokateşuik asit üzerinde $p<0.01$ düzeyinde önemiyken prosiyanidin B1 üzerinde $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek protokateşuik asit ve prosiyanidin B1 miktarlarının metanol:su karışımında olduğu belirlenmiştir. Metanol ve metanol:su ekstraktlarında belirlenen kamferol-3-O-glukozit ve epikateşin miktarları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemsiz olduğu bu iki fenolik bileşiğin su ekstraktında metanol ve metanol:su ekstraktlarına göre daha az miktarda bulunduğu görülmüştür. Gallik asit değerinin 39.59 mg kg^{-1} ile su ekstraksiyonunda metanol ve metanol:su ekstraktlarına göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Metanol ve metanol:su ekstraktlarının gallik asit içeriği arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 1. Alıç meyvesinin metanol, su ve metanol:su ekstraktlarında belirlenen fenolik bileşikler ve miktarları (mg kg^{-1} kuru ağırlık)

Fenolik bileşen	Metanol ekstraksiyonu	Su ekstraksiyonu	Metanol:su ekstraksiyonu
Gallik asit	$25.75 \pm 0.54 \text{ b}$	$39.59 \pm 0.12 \text{ a}$	$26.84 \pm 0.21 \text{ b}$
Protokateşuik asit	$22.71 \pm 2.19 \text{ b}$	$38.12 \pm 1.98 \text{ ab}$	$49.03 \pm 0.55 \text{ a}$
Prosiyanidin B1	$85.80 \pm 17.16 \text{ b}$	$163.90 \pm 36.03 \text{ ab}$	$232.60 \pm 0.84 \text{ a}$
Kateşin	$79.10 \pm 7.19 \text{ b}$	$144.40 \pm 9.78 \text{ a}$	$145.00 \pm 9.71 \text{ a}$
Prosiyanidin B2	$335.50 \pm 35.49 \text{ b}$	$55.90 \pm 23.19 \text{ c}$	$1026.90 \pm 448.60 \text{ a}$
Epikateşin	$630.80 \pm 125.27 \text{ a}$	$218.00 \pm 8.95 \text{ b}$	$890.00 \pm 5.26 \text{ a}$
Klorojenik asit	$157.40 \pm 10.55 \text{ b}$	$88.10 \pm 16.83 \text{ c}$	$273.40 \pm 2.88 \text{ a}$
Kafeik asit	$10.66 \pm 2.70 \text{ ab}$	$9.95 \pm 0.90 \text{ b}$	$20.84 \pm 3.17 \text{ a}$
Epigallokateşingallat	$175.80 \pm 3.11 \text{ b}$	$51.30 \pm 13.85 \text{ c}$	$358.10 \pm 24.76 \text{ a}$
Rutin	$383.80 \pm 18.02 \text{ ab}$	$271.80 \pm 30.77 \text{ b}$	$497.20 \pm 6.25 \text{ a}$
Kamferol-3-glukozit	$160.80 \pm 6.95 \text{ a}$	$77.00 \pm 21.84 \text{ b}$	$178.40 \pm 138.7 \text{ a}$

*Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0.05$)

Sokol-Letowska vd. (2007), alıçta (*Crataegus oxyacantha*) (-) epikateşin, prosiyanidin B2, B4, B5 ve C1 tespit etmiş en yüksek oranı prosiyanidin B2'nin oluşturduğunu kaydetmiştir. Bahri-Sahloul vd. (2014), *Crataegus azarolus* var. *aronia* türü alıcın metanol ekstraksiyonunda klorojenik asit, (-) epikateşin, prosiyanidin B2, hiperozit, rutin, spiraeosid (Quercetin-4'- β -D-Glikozit) ve isoquercitrin fenoliklerini tanımlamışlardır. *Crataegus azarolus* var. *aronia*'da 653.48 mg 100 g⁻¹ ile epikateşinin en yüksek konsantrasyonundaki fenolik bileşen olduğunu bunu klorojenik asit, prosiyanidin B2, hiperozit ve rutinin takip ettiğini kaydetmişlerdir.

Salmanian vd. (2014), alıçta (*Crataegus elbursensis*) metanol:su (4:1) ekstraksiyonda gallik asit (0.022 mg g⁻¹), klorojenik asit (0.509 mg g⁻¹) ve kafeik asit (0.012 mg g⁻¹) tespit ederken Liu vd. (2011), *Crataegus grayana* türü alıcın metanol ekstraktında ideain, klorojenik asit, epikateşin, hiperozit, prosiyanidin B2, C1 ve C5 olduğunu belirlemişlerdir.

Alıçta fenolik bileşiklerin farklı çözenlerde ekstraksiyonunu ele alan herhangi bir araştırma mevcut değildir. Ancak farklı gıdalarda çözücü sisteminin bileşenler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Örneğin Zhao vd. (2006), arpanın su, %80 aseton, %80 etanol ve %80 metanolde fenolik bileşen ekstraksiyonunu takip etmişlerdir. Kateşinin, ferulik ve kafeik asidin en iyi aseton, epikateşin ve şiringik asidin metanolde, gallik asidin ise suda ekstrakte edildiğini tespit etmişlerdir. Lopez vd. (2011), etanol, metanol, metanol:su (1:1) ve su ekstraktlarında *Stypocaulon scoparium* alginin fenolik bileşen miktarlarını araştırmışlardır. Gallik asit, vanillik asit, epikateşin ve kateşinin su ekstraktında daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Rusak vd. (2008), yeşil çayı su, %10, %40 ve %70 etanolle ekstrakte ederek kateşinlerin ekstraksiyonunu inceledikleri araştırmalarında en yüksek içeriğin %40 etanol ekstraksiyonunda olduğunu tespit etmişlerdir. Kallithraka vd. (1995), üzüm çekirdeğinden fenolik bileşikler su, etanol, %75 etanol, aseton, %70 aseton, metanoldietil eter, n-bütanol ve etil asetatla ekstrakte etmiştir. Metanolün kateşin, epikateşin, epigallokateşin ekstraksiyonu için en uygun çözücü olduğunu belirlemişlerdir. Prosiyanidinlerin %70'lik aseton, gallik asidin ise %75'lik etanolde diğer çözücülere göre daha fazla çözüldüğünü tespit etmişlerdir.

4. Sonuç

Bitkisel dokulardan fenolik bileşiklerin etkin bir şekilde ekstrakte edilmesinde birçok faktör etkili olup kullanılan çözücü bu faktörlerin başında

yer almaktadır. Yapılan bu araştırmada *Crataegus orientalis* türü alıç meyvesinden fenolik bileşiklerin metanol:su karışımında daha iyi ekstrakte edildiği ve antioksidan aktivitenin bu ekstraktta daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bazı fenolik bileşiklerin suda, bazılarının ise metanol:su karışımında daha iyi ekstrakte edildiği görülmüştür. Alıç meyvesinden fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda, tek başına su ve organik bir çözücünün etkin bir ekstraksiyon sağlayamayacağı, su içeren organik bir çözücünün uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Akbulut, M., & Coklar, H. (2015). Effect of adsorbent and ion exchange resin applications on total phenolic content and antioxidant activity of white and red grape juices. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 29(1):31-33.
- Bae, H., Jayaprakasha, G.K., Crosby, K., Jifon, J.L., & Patil, B.S. (2012). Influence of extraction solvents on antioxidant activity and the content of bioactive compounds in non-pungent peppers. *Plant Foods for Human Nutrition*, 67(2):120-128.
- Bahri-Sahloul, R., Ben Fredj, R., Boughalleb, N., Shriaa, J., Saguem, S., Hilbert, J.L. Trotin, F., Ammar, S., Bouzid, S., & Harzallah-Skhiri, F. (2014). Phenolic composition and antioxidant and antimicrobial activities of extracts obtained from *Crataegus azarolus* L. var. aronia (Willd.) Batt. ovaries calli. *Journal of Botany*, 2014:Article ID 623651, 11 p. doi:10.1155/2014/623651.
- Caliskan, O., Gndz, K., Sere, S., Toplu, C., Kamiloglu, ., Sengl, M., & Ercisli, S. (2012). Phytochemical characterization of several hawthorn (*Crataegus spp.*) species sampled from the Eastern Mediterranean region of Turkey. *Pharmacognosy Magazine*, 8(29):1-16.
- Chew, K.K., Khoo, M.Z., Ng, S.Y., Thoo, Y.Y., Wan Aida, W.M., & Ho, C.W. (2011). Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Orthosiphon stamineus* extracts. *International Food Research Journal*, 18(4):1427-1435.
- Dai, J., & Mumper, R.J. (2010). Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15(10):7313-7352.
- Demir, N., Yildiz, O., Alpaslan, M., & Hayaloglu, A. (2014). Evaluation of volatiles, phenolic compounds and antioxidant activities of rose hip (*Rosa* L.) fruits in Turkey. *LWT-Food Science and Technology*, 57(1):126-133.
- Ercisli, S., Yanar, M., Sengul, M., Yildiz, H., Topdas, E.F., Taskin, T., Zengin, Y., & Yilmaz, K.U. (2015). Physico-chemical and biological activity of hawthorn (*Crataegus spp.* L.) fruits in Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, 14(1):83-93.
- Froehlicher, T., Hennebelle, T., Martin-Nizard, F., Cleenewerck, P., Hilbert, J.L., Trotin, F., & Grec, S. (2009). Phenolic profiles and antioxidative effects of

- hawthorn cell suspensions, fresh fruits, and medicinal dried parts. *Food Chemistry*, 115(3):897-903.
- Kallithraka, S., Garcia-Viguera, C., Bridle, P., & Bakker, J. (1995). Survey of solvents for the extraction of grape seed phenolics. *Phytochemical Analysis*, 6(5):265-267.
- Kostić, D.A., Velicković, J.M., Mitić, S.S., Mitić, M.N., & Randelović, S.S. (2012). Phenolic content, and antioxidant and antimicrobial activities of *Crataegus oxyacantha* L. (*Rosaceae*) fruit extract from Southeast Serbia. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 11(1):117-124.
- Kumar, D., Arya, V., Bhat, Z.A., Khan, N.A., & Prasad, D.N. (2012). The genus *Crataegus*: chemical and pharmacological perspectives. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 22(5):1187-1200.
- Liu, P., Kallio, H., & Yang, B. (2011). Phenolic compounds in hawthorn (*Crataegus grayana*) fruits and leaves and changes during fruit ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(20):11141-11149.
- López, A., Rico, M., Rivero, A., & de Tangil, M.S. (2011). The effects of solvents on the phenolic contents and antioxidant activity of *Stypocaulon scoparium* algae extracts. *Food Chemistry*, 125(3):1104-1109.
- Mraih, F., Journi, M., Chérif, J.K., Sokmen, M., Sokmen, A., & Trabelsi-Ayadi, M. (2013). Phenolic contents and antioxidant potential of *Crataegus* fruits grown in tunisia as determined by DPPH, FRAP, and β -carotene/linoleic acid assay. *Journal of Chemistry*, 2013:Article ID 378264, 6 p., doi:10.1155/2013/378264.
- Nabavi, S.F., Habtemariam, S., Ahmed, T., Sureda, A., Daglia, M., Sobarzo-Sánchez, E., & Nabavi, S.M. (2015). Polyphenolic composition of *Crataegus monogyna* Jacq.: From chemistry to medical applications. *Nutrients*, 7(9):7708-7728.
- Nacz, M., Shahidi, F., & Sullivan, A. (1992). Recovery of rapeseed tannins by various solvent systems. *Food Chemistry*, 45(1):51-54.
- Rice-Evans, C., Miller, N., & Paganga, G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2(4):152-159.
- Rusak, G., Komes, D., Likić, S., Horžić, D., & Kovač, M. (2008). Phenolic content and antioxidative capacity of green and white tea extracts depending on extraction conditions and the solvent used. *Food Chemistry*, 110(4):852-858.
- Salmanian, S., Sadeghi Mahoonak, A. R., Alami, M., & Ghorbani, M. (2014). Phenolic content, antiradical, antioxidant, and antibacterial properties of hawthorn (*Crataegus elbursensis*) seed and pulp extract. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16(2):343-354.
- Sánchez-Moreno, C., Larrauri, J.A., & Saura-Calixto, F. (1998). A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76(2):270-276.
- Singleton, V.L., & Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3):144-158.

- Sokół-Łętowska, A., Oszmiański, J., & Wojdyło, A. (2007). Antioxidant activity of the phenolic compounds of hawthorn, pine and skullcap. *Food Chemistry*, 103(3):853-859.
- Spigno, G., Tramelli, L., & De Faveri, D.M. (2007). Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. *Journal of Food Engineering*, 81(1):200-208.
- Tahirović, A., & Bašić, N. (2014). Phenolic content and antioxidant activity of *Crataegus monogyna* L. fruit extracts. *Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo*, 2014(2):29-40.
- Vatai, T., Škerget, M., & Knez, Ž. (2009). Extraction of phenolic compounds from elder berry and different grape marc varieties using organic solvents and/or supercritical carbon dioxide. *Journal of Food Engineering*, 90(2):246-254.
- Xu, B.J., & Chang, S.K.C. (2007). A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *Journal of Food Science*, 72(2):S159-S166.
- Zhao, H., Dong, J., Lu, J., Chen, J., Li, Y., Shan, L., Lin, Y., Fan, W., & Gu, G. (2006). Effects of extraction solvent mixtures on antioxidant activity evaluation and their extraction capacity and selectivity for free phenolic compounds in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(19):7277-7286.