



Bazı Yabani Meyve Türlerinin Antioksidan Kapasitesi, Toplam Fenolik Madde İçeriği ve Fenolik Asit Profilinin Belirlenmesi

Büşra Tüysüz¹, Özlem Çakır^{2*}, Enes Dertli³

^{1*} Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bayburt, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-3155-2820), busra.tysuz@outlook.com

² Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bayburt, Türkiye (ORCID: 0000-0002-5080-7721), ocakir@bayburt.edu.tr

³ Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye (ORCID: 0000-0002-0421-6103), edertli@yildiz.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 31 Ekim 2020 ve Kabul Tarihi 31 Aralık 2020)

(DOI: 10.31590/ejosat.818925)

ATIF/REFERENCE: Tüysüz, B., Çakır, Ö., & Dertli, E. (2021). Bazı Yabani Meyve Türlerinin Antioksidan Kapasitesi, Toplam Fenolik Madde İçeriği ve Fenolik Asit Profilinin Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (21), 191-197.

Öz

Bu çalışmada ülkemizde doğal olarak yetişen ahlat, alıç, kızılıçık ve ateş diken meyvelerinin fenolik madde profilleri ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Meyve örnekleri etüv yardımıyla kurutulularak ekstrakte edilmiştir. Sonrasında ise toplam fenolik madde içeriği Folin Ciocalteu (FCR) ayırıcı ile antioksidan kapasiteleri ise DPPH, CUPRAC, ABTS ve β -karoten ağartma yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Meyvelerin fenolik madde profilleri ise yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yoluyla 9 fenolik asit standardı kullanılarak belirlenmiştir. Ahlat, alıç, kızılıçık ve ateş diken meyvelerinin toplam fenolik madde içerikleri sırası ile 493, 847, 823, 2555 mg GAE/100g olarak belirlenmiştir. İncelenen numunelerin DPPH yöntemine göre antioksidan kapasiteleri sırası ile %12.275, %22.754, %47.705, %83.134; CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasiteleri 0.258, 0.619, 0.684, 2.871 mmol TE/g; ABTS yöntemine göre antioksidan kapasiteleri 73.78, 49.33, 51.56, 79.34 %TEAC ve β -karoten ağartma metoduna göre %93.63, %96.67, %88.70, %97.18 olarak saptanmıştır. HPLC kullanılarak elde edilen fenolik profil sonuçlarına göre incelenen yabani meyvelerde klorojenik asit, kafeik asit, vanilik asit ve sinapik asit bileşenlerinin ağırlıklı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yabani meyve, fenolik asit profili, antioksidan, toplam fenolik içerik

Determination of Antioxidant Capacity, Total Phenolic Content and Phenolic Acid Profiles of Some Wild Fruit

Abstract

In this study, it was aimed to determine the phenolic substance profiles and antioxidant activities of wild fruit species such as, wild pear, hawthorn, cornelian cherry, firethorn which grow naturally in Turkey. For this purpose, the samples dried in the drying oven has been used in extraction. Total phenolic content was determined by FCR method, antioxidant capacity was determined by DPPH, CUPRAC, ABTS and β -carotene bleaching methods. The phenolic profiles of the fruits were illuminated by HPLC. Total phenolic content of the fruits was determined as 493 (wild pear), 847 (hawtorn), 823 (cornelian cherry), 2555 (firethorn) mg GAE/100 g. The results of antioxidant capacity of the wild pear, hawtorn, cornelian cherry and firethorn were determined as 12.275, 22.754, 47.705, 83.134 %TAC in DPPH method, 0.258, 0.619, 0.684, 2.871 mmol TE/g in CUPRAC, 73.78, 49.33, 51.56, 79.34 % TEAC in ABTS and 93.63%, 96.67%, 88.70%, 97.18% in β -carotene bleaching method, in respect. The fruits mainly contain chlorogenic acid, caffeic acid, vanillic acid and synapic acid.

Keywords: Wild fruit, phenolic acid profile, antioxidant, total phenolic content

* Sorumlu Yazar: ocakir@bayburt.edu.tr

1. Giriş

Meyve tüketiminin kanser ve kalp-damar rahatsızlıkları başta olmak üzere birçok hastalığın önlenmesinde çok önemli role sahip olduğu bilinmektedir. Meyvelerin bu özelliğinin temelinde, sahip oldukları antioksidatif etkiler yer almaktadır. Bu antioksidatif etkilerin temelinde meyvelerde bulunan E vitamini, askorbik asit, fenolik bileşikler ve karotenoidler gibi bileşenler yer almaktadır (Oliveira ve ark., 2008). Birçok doğal antioksidan kaynağı olan meyvelerin tüketimi ile hücrede meydana gelebilecek oksidasyon olayları engellenerek serbest radikaller tarafından DNA'nın oksidatif zarara uğraması önlenmekte ya da olası hasarlar azaltılmaktadır (Vinson ve ark., 2001; Tural & Koca, 2008). Bunların yanı sıra kültüre alınmış meyvelere nazaran yabani meyve türlerinin antioksidan kapasitesinin daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Doğal ortamlarında kendiliğinden yetişen yabani meyve türlerine olan ilgi bu özellikleri nedeni ile son yıllarda oldukça artmıştır (Çakır & Karabulut, 2020). Yabani meyve tür ve alt türlerine ev sahipliği yapan ülkelerden birisi de Türkiye olup (Kökosmanlı & Keleş, 2000), en çok değerlendirilen yabani meyveler arasında alıç, ahlat, kızılçık ve ateş dikeni yer almaktadır.

1.1. Alıç (*Crataegus* spp.)

Alıç meyvesi *Rosaceae* familyasına ait olup Türkiye'nin birçok bölgesinde özellikle dağlık alanlarda bolca yetişmektedir. Bu meyve başta Ca, P, K, Mg ve Fe olmak üzere yüksek miktarlarda farklı mineral maddeler içermektedir. Ayrıca karbonhidrat, şeker ve vitamin (özellikle C vitamini) bakımından da oldukça zengindir (Özcan ve ark., 2005). Alıçın meyve ve çiçeklerinde antioksidan polifenoller, vitaminler, saponin, organik asit ve birçok faydalı biyoaktif bileşen bulunmaktadır. Alıç ağacının yaprak, çiçek ve meyveleri kalbin düzenli çalışmasını desteklemek ve kalp-damar sistemi fonksiyonlarını normalize etmek için kullanılmaktadır (Chang & Zuo, 2002).

1.2. Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*)

Yaban armudu olarak da bilinen ve *Rosaceae* familyasına ait bir meyve olan ahlat olgunlaşma ve hasat sonrasında yumuşak ve yenilebilir niteliktedir. Bu yabani meyve geleneksel tıpta kullanılmakta, aynı zamanda zehirli yılan sokmalarının detoksifikasyonu, ishalin tedavisinde, diş eti hastalıklarında, böbrek ve göz hastalıklarında da başvurulmaktadır. Ülkemizin çeşitli yörelerinde bu meyvenin reçeli, pekmezi, turşusu yapılarak tüketilmektedir. Aynı zamanda idrar yollarında meydana gelen sorunları kısa sürede ortadan kaldırmakta ve idrar sökücü olarak kullanılabilmektedir. Meyvenin içeriğinde, karoten, tanen, şeker, meyve asidi, pektin ve B vitamini, C vitamini yer almaktadır (Çakılcıoğlu ve ark., 2010; Güdücü, 2014; Baltas, 2017; Murathan ve ark., 2019)

1.3. Kızılçık (*Cornus mas* L.)

Kızılçık, Cornaceae familyasına ait yabani bir meyvedir. Bu yabani meyve oldukça önemli vitamin kaynağı olup A, C, E, K, tiamin, riboflavin ve piridoksin vitaminleri açısından oldukça zengindir. Kızılçık meyvesinin idrar yolu enfeksiyonları, böbrek taşları, solunum enfeksiyonları, kardiyovasküler rahatsızlıklar ve kanser gibi birçok hastalık üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu bildirilmiştir. Diğer taraftan anti-tümör etkiye sahip nadir meyvelerden birisi olup

bu özelliği içerdiği polifenolik bileşiklere atfedilmiştir (Ziegler, 1991; Rimm ve ark., 1996; Terry ve ark., 2001; Aykut & Konuklugil, 2018; Cosmulescu ve ark., 2017; Yigit, 2018; Hassanpour ve ark., 2011)

1.4. Ateş Dikeni (*Pyracantha coccinea*)

Rosaceae familyasına ait ateş dikeni halk arasında tavşan elması, köpek elması veya kuş alıcı olarak da bilinmektedir. Sahip olduğu kırmızı-turuncu meyveleri çay olarak da tüketilebilen ateş dikeni önemli farmakolojik özelliklere sahiptir (Fico ve ark., 2000). Boğaz enfeksiyonunda kullanılabildiği gibi kalp-damar sağlığı üzerinde de olumlu etki gösterdiği gösterilmiştir. Öyle ki kalp ilaçlarının yerini aldığı söylenmektedir. Ateş dikeni meyvesinin; C vitamini, E vitamini ve A vitamini ayrıca beta karoten ve likopen bakımından zengin olup cilt sağlığı üzerine olumlu etki gösterdiği bildirilmiştir (Çöteli & Karataş, 2017).

Bu araştırma makalesinde Doğu Karadeniz sınırlarında bulunan ve özel öneme sahip yabani meyvelerden alıç, ahlat, kızılçık ve ateş dikeni meyvelerinin antioksidan kapasitesi ve fenolik asit profilinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma kapsamında kullanılan analitik saflıktaki kimyasallar Sigma- Aldrich (St. Louis, USA) ve Merck (Gernsheim, Germany) firmalarından temin edilmiştir. Meyve örnekleri Gümüşhane (alıç), Trabzon (ateş dikeni, kızılçık), Bayburt (ahlat) illerinin dağlık bölgelerinden temin edilmiştir. Meyveler kurutma anına kadar -80°C (Hettich Freezer)'de muhafaza edilmiştir. Meyvelerin kurutma işleminde etüv (Incucell) kullanılmıştır. Nem miktarı %10'un altına düşünce işleme son verilmiştir. Kurutulan meyveler analizler yapılmaya kadar cam kavanozlarda temiz ve kuru bir ortamda muhafaza altına alınmıştır.

2.1. Ekstraksiyon

Bu amaçla 30 gr kurutulmuş meyveler porselen havanda öğütülmüştür. Öğütülen meyvelerden 0,5 g örnek beher içine alınmış ve üzerine 30 ml metanol-su (4:1) karışımı eklenerek 24 saat oda sıcaklığında karıştırılmıştır. Karıştırılma işleminden sonra karışım santrifüj tüplerine alınmış ve 15 dakika süresince 5000 rpm ($+4^{\circ}\text{C}$)'de soğutmalı santrifüj (Hettich Universal 320R) kullanılarak santrifüj edilmiştir. Bu işlem sonrası süpernatant toplanmış ve 0,45 μm 'lik filtreden geçirilmiş analizler yapılmaya kadar -80°C 'de muhafaza edilmiştir.

2.2. Folin-Ciocalteu Ayracı (FCR) ile Toplam Fenolik Madde İçeriği

Hazırlanan meyve ekstraktlarından 1 ml alınmış üzerine 5ml FCR (0.2 N) ve 4 ml Na_2CO_3 (%7.5) ilave edilmiş, çözeltiler oda sıcaklığında ve karanlıkta 90 dakika süre ile karıştırıldıktan sonra 760 nm'de absorbansları ölçülmüştür. Bu işlemlerin aynısı standart gallik asit için de yapılmıştır. Meyve ekstraktlarının fenolik madde içeriği gallik asit eş değeri (mg GAE/g) olarak verilmiştir (Singleton ve Rossi, 1965).

2.3. Ekstraktların Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

2.3.1. DPPH• (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

Bu yöntem için, Brands- Williams ve ark., (1958)' nin yaptığı metod modifiye edilerek kullanılmıştır. 1 ml ekstrakt üzerine 2 ml DPPH çözeltisi (6×10^{-5} M) ilave edilmiş ve 30 dakika oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmıştır. 517 nm dalga boyunda absorpsiyon değerleri ölçülmüş ve sonuçlar aşağıdaki eşitlikten yararlanarak %Toplam Antioksidan Kapasitesi olarak hesaplanmıştır.

$$\%TAC = \frac{Abs_{kontrol} - Abs_{örnek}}{Abs_{kontrol}} \times 100 \quad (1)$$

2.3.2. ABTS^{•+} (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)

Bu yöntem için, öncelikle 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM ABTS çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözelti 12-16 saat oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletilerek, ABTS^{•+} radikalinin oluşması sağlanmıştır. Kullanılmadan önce koyu mavi/yeşil renkte olan bu çözeltinin etanol ile absorpsiyonu 734 nm'de $0.7 (\pm 0.025)$ olana kadar seyreltilmiştir. 2 ml seyreltilmiş ABTS çözeltisi üzerine 1 ml ekstrakt eklenmiş ve absorpsiyonu ölçülmüştür. Standart Trolox eğrisi oluşturularak sonuçlar %TEAC değeri olarak verilmektedir (Gill ve ark., 2000; Cemeroglu, 2007)

2.3.3. CUPRAC (Bakır(II) İyonu İndirgeme Esaslı Antioksidan Kapasite)

Bu yöntemin uygulanmasında Apak ve ark., (2007)'nin metodu referans alınmıştır. 1 ml $CuCl_2$ (10^{-2} M), 1 ml Neokuproin (7.5 mM), 1 ml NH_4Ac (1M, pH 7.0) tampon çözeltileri üzerine 0.5 ml ekstrakt eklenip, toplam hacim 4.1 ml olacak şekilde saf su ilave edilerek tamamlanmıştır. Tüpler ağızları kapalı bir biçimde oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dakika bekletilmiştir. Standart kurve için 0.1-0.01 mg/ml Trolox çözeltileri hazırlanmış ve aynı işlemler tekrarlanmıştır. 30 dakika sonunda spektrofotometre ile 450 nm'de absorpsiyonları okunarak sonuçlar aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\frac{Abs}{\epsilon} \times \frac{V_t}{V_0} \times SF \times \frac{V_e}{m} \text{ mmol} \frac{TE}{g} \quad (2)$$

Burada ϵ : 16700, V_t : analizde kullanılacak çözeltinin toplam hacmi (ml), V_0 : alınan numunenin hacmi (ml), V_e : ekstraksiyon hacmi (ml), SF: seyreltme faktörü, m: ekstraksiyonda kullanılan numunenin miktarı (g) olarak değerlendirilmektedir.

2.3.4. β -karoten Ağartma

Bu metodun uygulanmasında Kaur & Kapoor (2002) yöntemi temel alınmış ve bazı modifikasyonlar yapılarak uygulanmıştır. Öncelikle 0,002 gr beta karoten alınmış 20 ml kloroformda çözündürülmüştür. Daha sonra 0.04 g linoleik asit 0.4 g Tween 40 ve 4 ml beta karoten çözeltisi (1:10 β -karoten:Kloroform) bir balonda karıştırılmış ve karışımdaki kloroformu uzaklaştırmak için döner başlıklı vakum evaporatör kullanılarak $50^\circ C$ 'de evapore edilmiştir. Daha sonra bu balona 100 ml oksijenlenmiş saf su ilave edilerek karıştırılmıştır. Kontrol için yukarıda kullanılan oranlar yarıya düşürülmüş ve β -karoten çözeltisi yerine sadece kloroform kullanılmıştır. Uygun oranda seyreltilmiş ekstrakt 1:3 oranında β -karoten

çözeltisi ile karıştırılarak 470 nm'de absorpsiyon ölçümü yapılmıştır. Çözeltilerin absorpsiyonları 0. dakikadan başlanarak 100. dakikaya kadar 10'ar dakika arayla ölçülmüştür. Ölçüm esnasında çözeltiler $50^\circ C$ 'lik su banyosunda bekletilmiştir. Standart madde olarak BHA ve BHT kullanılmıştır. Örneklerin antioksidan aktivitesi (AA) aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır. (*a: başlangıç absorpsiyonu, b: 100 dakikalık süredeki absorpsiyon, t: süre)

$$AA = \frac{DR_{kontrol} - DR_{örnek \text{ yada standart}}}{DR_{kontrol}} \times 100 \quad (3)$$

$$DR_{örnek, standart, kontrol} = \ln(a/b) \times \frac{1}{t} \quad (4)$$

İstatistik analizler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (SPSS 20.0).

2.4. Fenolik Asit Profiline Belirlenmesi

Bu analizin gerçekleştirilmesinde Öztürk ve ark., (2007)'nin yöntemi temel alınmış ve bazı modifikasyonlar yapılmıştır. Mobil faz olarak, iki solvent sistemi [A: Metanol; B: %2'lik Asetik Asit] kullanılmıştır. Çalışmada gradiyent elüsyon kullanılmış olup koşullar Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 3'de ise kullanılan fenolik asit standartları sunulmuştur.

Tablo 1. HPLC koşulları

HPLC Sistemi	Shimadzu UFCL LC-20AD Separation module, SPD-M20A PDA dedektör
Kolon	Intersil ODS-3 C18, 5 μm , (250 x 4,6 mm)
Mobil sistem	Gradient
Mobil faz A	Metanol(CH ₃ OH)
Mobil faz B	%2 Asetik asit(CH ₃ COOH)
Kolon sıcaklığı	30°C
Enjeksiyon hacmi	20 μl
Dalga boyu	190-400 nm arası

Tablo 2. HPLC gradient çalışma koşulları

Zaman	%A	%B	Akış Hızı
0. dk	10	90	20 μl
15. dk	25	75	
20. dk	40	60	
30. dk	50	50	
38. dk	10	90	
40. dk	10	90	

Tablo 3. Analizlerde kullanılan standart fenolik maddeler

Gallic Acid	Syringic Acid	Vanillic Acid
Chlorogenic Acid	4-Hydroxybenzoic Acid	Trans-Ferulic Acid
Sinapic Acid	Caffeic Acid	p-Coumaric Acid

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Yabani Meyve Örneklerinin Toplam Fenolik Madde İçeriği

Dört tür yabani meyve örneğinin toplam fenolik madde içeriği spektrofotometrik olarak belirlenmiş ve en yüksek

fenolik madde içeriği ateş dikeni meyvesinde 2555 mg GAE/100g olarak tespit edilmiştir (Tablo 4). Bu meyveyi sırasıyla alıç, kızılçık ve ahlat takip etmiştir. Alıç ve kızılçık meyvelerinin fenolik madde içeriklerinin ise birbirine oldukça yakın olduğu saptanmıştır.

Tablo 4. Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite sonuçları

Örnek	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g)	DPPH (%TAC)	CUPRAC (mmol TE/g)	ABTS (%TEAC)	β-karoten Ağartma (%)
Ahlat	493±4,36 ^c	12.275±0,58 ^c	0,258±0,00 ^c	73,78±0,12 ^b	93.63±0,03 ^c
Alıç	847±2,52 ^b	22.754±0,58 ^c	0,619±0,00 ^b	49.33±0,20 ^d	96.67±0,38 ^b
Kızılçık	823±13,65 ^b	47.705±2,25 ^b	0.684±0,04 ^b	51.56±0,28 ^c	88.70±0,80 ^d
Ateş Dikeni	2555±45,06 ^a	83.134±2,50 ^a	2.871±0,04 ^a	79.34±0,20 ^a	97.18±0,42 ^a

** Aynı sütunda farklı üst indis harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.01).

Bu çalışmada incelenen meyvelerin fenolik madde içeriklerinin benzer çalışmalarındaki sonuçlarla karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çoklar & Akbulut (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, alıç meyvesi üç farklı çözgen ile ekstrakte edilmiş ve en yüksek toplam fenolik madde içeriğinin 1245.30 mg GAE/100g kuru ağırlık ile metanol:su karışımından elde edildiği bildirilmiştir. Ercişli ve ark., (2015)'nin tarafından yürütülen bir çalışmada aseton:su:asetik asit (70:20.5:0.5) karışımı ile ekstrakte edilen 18 farklı alıç çeşidinde toplam fenolik madde içeriği 660-3460 mg GAE/100g-taze ağırlık aralığında tespit edilmiştir. Bahorun ve ark., (2003)'nin alıç genotipleri üzerine yaptıkları çalışmada örneklerdeki toplam fenolik madde miktarını 4740 mg GAE/100 g olduğu bildirilmiştir. Araştırmamızda ise alıç meyvesinin toplam fenolik madde içeriği 847 mg GAE/100g olarak tespit edilmiş ve yapılan bu araştırmalar ile benzerlik göstermektedir.

Pyrus elaeagnifolia (ahlat) meyvesinden elde edilen aseton ve metanol ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarının tespit edildiği bir çalışmada meyvenin aseton ekstraktında bu değer 49.81 µg GAE/mg (taze ağırlık), metanol ekstraktında ise 28.91 µg GAE/mg (taze ağırlık) olarak bildirilmiştir (Güdücü, 2014). Yılmaz ve ark., (2015) tarafından yürütülen bir diğer çalışmada ahlat meyvesinin toplam fenolik madde içeriği 42.79 ile 119.14 mg GAE/100 g (taze ağırlık) aralığında saptanmıştır. Murathan ve ark., (2019) ise ahlat meyvesinin toplam fenolik madde içeriğini 174.2 mg GAE/100 g (taze ağırlık) olarak bulmuştur. Araştırma sonuçlarımız mevcut araştırma sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur.

Araştırma kapsamında kullandığımız kızılçık meyvesinin toplam fenolik madde içeriği 823 mg GAE/100g olarak belirlenmiştir. Moldovan ve ark., (2016) tarafından yapılan bir çalışmada kızılçık meyvesinin toplam fenolik madde içeriği 489.94 mg GAE/100 g taze ağırlık olarak belirlenmiştir. Hassanpour ve ark., (2011) ise İran'da yetişen kızılçık genotiplerinin toplam fenolik içeriklerini 100 g taze ağırlık başına 1097.19-2695.75 mg GAE/100 gr aralığında bulmuşlardır. Yapılan bir diğer çalışmada, en düşük toplam fenolik madde miktarı kızılçık örneklerinde su ekstraktında (439,85 mg GAE/100 g FW), en yüksek ise aseton ekstraktında (2979,25 mg GAE/100 g FW) tespit edilmiştir (Karaaslan ve ark., 2018).

Araştırmamız kapsamında ateş dikeni meyvesinin toplam fenolik madde içeriği 2555 mg GAE/100g olarak belirlenmiştir. Bu yabani meyve üzerine yapılan araştırmalarda ise bu parametre 113.79 mg GAE/100 g kuru madde (Brahmi & Karrou, 2016) ve 199.6 mg GAE/100 g taze meyve (Semerci ve ark., 2020) olarak bildirilmiştir.

Yabani meyve örneklerinin toplam fenolik madde içeriği istatistiksel açıdan p<0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur.

3.2. Yabani Meyve Örneklerinin Antioksidan Kapasiteleri

Çalışılan meyvelerin antioksidan kapasitesi Tablo 4' de sunulmuştur. Ahlat, alıç, kızılçık ve ateş dikeni meyvelerinin antioksidan kapasiteleri sırasıyla DPPH metodunda %12.275, %22.754, %47.705 ve %83.134; CUPRAC metodunda 0.258, 0.619, 0.684 ve 2.871 mmol TE/g; ABTS metodunda %73.78, %49.33, %51.56, %79.34 ve β-karoten metodunda ise %93.63, %96.67, %88.70 ve %97.18 olarak belirlenmiştir. Antioksidan kapasite bakımından kıyaslandığında en yüksek değer ateş dikeni meyvesinde belirlenmiştir. Bunu sırasıyla kızılçık, alıç ve ahlat takip etmektedir. Literatürde bu meyvelerle yapılmış çalışmalar incelendiğinde elde edilen sonuçların literatürle uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Okatan ve ark., (2017) Uşak'ta yetişen alıç türlerinin DPPH metoduna göre antioksidan kapasitesinin %19.24-59.24 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Çalışkan ve ark., (2012) ise denemeye aldıkları alıç genotiplerinde antioksidan kapasitesinin (DPPH) %21.4-33.2 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmamız kapsamında ise DPPH metoduna göre alıç meyvesinin antioksidan kapasitesi %22.75 olarak belirlenmiştir. Çalışmamızın sonuçları yapılan araştırmalarla benzerlik göstermektedir. Araştırmamız kapsamında kullandığımız ahlat meyvesinin antioksidan kapasitesi DPPH yöntemine göre, %12.75, CUPRAC metoduna göre 0,258 mmol TE/g, ABTS yöntemine göre 73.78 %TEAC, Beta karoten ağartma yöntemine göre %93.63 olarak tespit edilmiştir. Güdücü (2014) tarafından yapılan çalışmada, DPPH metoduna göre ahlat meyvesinin antioksidan kapasitesi meyvenin % etanol ekstraksiyonunda %56 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak 1000 µg/mL konsantrasyon için aseton ekstraksiyonunda %89.23, metanol ekstraksiyonunda ise %26.59 değerlerine ulaşılmıştır. Murathan ve ark., tarafından

(2019) yürütülen bir araştırmada ise ahlat meyvesinin ahlatın antioksidan kapasitesini belirlemede ABTS metodu uygulanmış ve sonuç %48.2 olarak bildirilmiştir.

Çalışmamızda ateş dikenini meyvesinin antioksidan kapasitesi; DPPH metoduna göre 83.134 %TEAC, CUPRAC metoduna göre 2. 871 mmol TE/g, ABTS metoduna göre 79.34 %TEAC, Beta karoten %97.18 olarak belirlenmiştir. Yapılan bir araştırmada ateş dikenini meyvesinin etanol ve su ekstraktlarının antioksidan kapasitesi DPPH, CUPRAC ve ABTS yöntemleri kullanılarak tespit edilmiştir. Sonuçlar sırası ile meyvenin etanol ekstraktlarında 6.12 mg TE/g, 6.68 mg TE/g, 4.00 mg TE/g taze örnek; sulu ekstraktlarında 2.05 mg TE/g, 2.21 mg TE/g, 0.71 mg TE/g taze örnek olarak bildirilmiştir (Sarıkurkcu & Tepe, 2015). Başka bir çalışmada ise ateş dikeninin antioksidan kapasitesi ABTS metodu kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar etanol, su, metanol, aseton ve dietil eter çözümleri için sırasıyla %78.73, %27.62, %93.43, %81,18 ve %7.80 olarak saptanmıştır (Keser, 2014).

Hassanpour ve ark., (2011) İran'da yetişen kızılçık genotiplerinin antioksidan kapasitesini DPPH metodu ile belirlemişler ve tüm kızılçık genotiplerinin yüksek antioksidan kapasite sergilediklerini bildirmişlerdir. En yüksek antioksidan kapasitenin %82.37 değerinde olduğunu bunu %77,6 ve %76,32 değerlerinin takip ettiği bildirilmiştir.

Araştırılan 4 yabancı meyve örneğinin kullanılan 4 metoda göre antioksidan kapasite sonuçları istatistiksel açıdan $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

3.3. Yabancı Meyve Örneklerinin Fenolik Asit Profili

Örneklerin fenolik asit profilleri HPLC sisteminde tanımlanmış ve sonuçlar Tablo 5'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre alıç ve ahlat meyvelerindeki en baskın fenolik asit bileşeni sinapik asittir. Kızılçık meyvesinde ise dominant fenolik asit gallik asit olurken ateş dikenini meyvesinde sirinjik asit olmuştur. Yapılan analiz kapsamında tespit edilemeyen fenolik asit bileşenlerine bu tabloda yer verilmemiştir.

Literatürde bu konuda yapılmış çalışmalar mevcuttur. Bir çalışmada alıç meyvesinin fenolik profili belirlenmiş ve gallik asit, protokateşik asit, prosiyanidin B1, (+)-kateşin, prosiyanidin B2, (-)-epikateşin, klorojenik asit, kafeik asit, (-)-epigallokateşin gallat, rutin ve kamferol-3-glukozit konsantrasyonlarının sırasıyla 24.23, 37.13, 162.00, 231.00, 553.80, 994.10, 223.30, 21.60, 311.80, 765.30 ve 203.40 mg/kg taze ağırlık olduğu bildirilmiştir (Coklar ve ark., 2018). Baltaş ve ark., (2016) tarafından ahlat meyvesinin HPLC cihazıyla fenolik bileşenlerinin araştırıldığı bir çalışmada, bu meyvenin rutin ve kafeik asit bakımından zengin olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir araştırmada kızılçık meyvesinin fenolik profili incelenmiş ve 254 nm'de klorojenik asit, (+) – kateşin, (-) – epikateşin ve kafeik asit (sırasıyla 32.76, 37.06; 66.89 ve 27.12 mg/100 g taze ağırlık); 360 nm'de ise quercetin-3-O-glucuronide ve kaempferol-3-O-galactoside (sırasıyla 471.01 ve 366.88 mg/100 g TA) (Moldovan ve ark., 2016) tanımlanmıştır. Sarıkurkcu & Tepe (2015) tarafından yürütülen bir araştırmada ateş dikenini meyvesinin etanol ve su ekstraktlarına ait fenolik profilleri tespit edilmiştir. Meyvenin etanol ekstraktında (-)-epikateşin, kafeik asit, klorojenik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, rutin, sirinjik asit ve vanilin (sırasıyla 38.94, 3.54, 7.97, 5.31, 87.62, 1.77 ve 6.20 µg/g taze ağırlık)

tespit edilirken, sulu ekstraktında (-)-epikateşin, kafeik asit, klorojenik asit, gallik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, protokateşik asit, sirinjik asit, *trans*-sinapik asit ve vanilin (1.79, 2.98, 1.79, 0.60, 1.49, 1.79, 0.60, 0.60 ve 1.79 µg/g taze ağırlık) saptanmıştır.

Tablo 5. Fenolik asit içerikleri

	Fenolik Asitler	Alıkönme Süresi (dk)	Konsantrasyon (ppm)
Alıç	Gallik Asit	8.437	107.571
	Klorojenik Asit	21.207	63.643
	Vanilik Asit	22.272	2.051
	Kafeik Asit	22.680	33.560
	Sinapik Asit	35.967	139.517
Ahlat	Klorojenik Asit	21.203	65.196
	Vanilik Asit	22.251	0.064
	Kafeik Asit	22.677	30.171
Kızılçık	Sinapik Asit	35.994	136.337
	Gallik Asit	7.898	198.228
	Klorojenik Asit	21.196	63.342
	Vanilik Asit	22.334	2.229
	Kafeik Asit	23.111	43.042
Ateş Dikeni	Sinapik Asit	35.967	137.865
	Gallik Asit	8.381	155.054
	Klorojenik Asit	21.178	78.590
	Vanilik Asit	21.753	22.587
	Kafeik Asit	22.702	35.577
	Sirinjik Asit	23.134	393.618
	Sinapik Asit	36.344	140.101

4. Sonuç

Türkiye diyetlere dâhil edilebilen ve beslenme ile ilgili birtakım kaygıların çözümüne yardımcı olabilen sayısız yabancı meyve ve sebze türleri ile donatılmıştır. Bu çalışmada yabancı alıç, ahlat, kızılçık ve ateş dikenini meyvelerinin toplam fenolik madde içerikleri, fenolik asit profilleri ve antioksidan kapasiteleri çeşitli yöntemler ile belirlenmiştir.

Antioksidan kapasite sonuçlarına göre kullanılan 4 yöntemin tamamında en yüksek antioksidan değere ateş dikenini meyvesinin sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak diğer üç meyve türünün antioksidan kapasite değerleri uygulanan yöntemlere göre farklılıklar arz etmiştir. Antioksidan kapasite sonuçlarındaki bu farklılığın her bir antioksidan maddenin farklı radikallere karşı farklı reaksiyon mekanizmasına sahip olmasının bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla antioksidan kapasite belirlenmesine yönelik araştırmalarda birden fazla yöntem kullanılması yararlı olacaktır. Antioksidan kapasite bakımından en yüksek değere sahip olan ateş dikenini meyvesi toplam fenolik madde içeriği açısından da en yüksek bulunmuştur. Fenolik asit profili sonuçlarına göre incelenen meyve örneklerinin tamamında vanilik asidin en düşük konsantrasyona sahip olduğu tespit edilmiştir. En yüksek fenolik asit ise meyveden meyveye farklılık arz etmiştir.

Araştırmanın sonuçları incelenen yabancı meyve türlerinin her birinin farklı özelliklere ve içeriklere sahip olduğunu göstermiştir. Bu farklılıkların nedeninin meyvelerin biyokimyasal özelliklerinin yanı sıra yetiştikleri iklimsel ortamlar ve topraktan kaynaklanabileceği de düşünülebilir.

Kaynakça

- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S.E., Bektaşoğlu, B., Berker, K.I., & Özyurt, D. (2007). Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 12:1496-1547.
- Aykut, K., & Konuklugil, B. (2018). *Cornus mas* L. ve fitoterapideki önemi. *J. Lit Pharm Sci.* 7(3): 185-193.
- Bahorun, T., Aumjaud, E., Ramphul, H., Rycha, M., Luximon-Ramma, A., Trotin, F., & Aruoma, O.I. (2003). Phenolic constituents and antioxidant capacities of *Crataegus monogyna* (Hawthorn) callus extracts. *Molecular Nutrition & Food Research*, 47(3):191-198.
- Baltas, N. (2017). Investigation of a wild pear species (*Pyrus elaeagnifolia* subsp. *Elaeagnifolia* Pallas) from Antalya, Turkey: polyphenol oxidase properties and anti-xanthine oxidase, anti-urease, and antioxidant activity. *International Journal of Food Properties*. Volume 20, 2017 Issue 3.
- Baltaş, N., Pakyıldız, S., & Kılıçkaya Selvi, E. (2016). Yabancı Bir Armut Türü Olan *Pyrus elaeagnifolia* subsp. *elaegnifolia* Pallas' ın Fenolik İçeriği, Antioksidan Özellikleri ve Bazı Enzimler Üzerine İnhibisyon Etkilerinin İncelenmesi. 16. Ulusal Kromatografi Kongresi (pp.62). Malatya, Turkey
- Brahamı, D., & Karrour, L. (2016). Etude comparative de deux procédés de séchage de *Pyracantha coccinea*. Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques, Département Biochimie et Microbiologie.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28, 25-30.
- Cemeroğlu, B. (2007). *Gıda analizlerinde genel yöntemler*, Gıda Analizleri, s. 45-128, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Chang, Q., & Zuo, Z. (2002). Hawthorn. *The Journal of Clinical Pharmacology*, 42, 605-612.
- Coklar, H., Akbulut, M., Kılınc, S., Yıldırım, A., & Alhassan, I. (2018). Effect of freeze, oven and microwave pretreated oven drying on color, browning index, phenolic compounds and antioxidant activity of hawthorn (*Crataegus orientalis*) Fruit. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(2):449-456.
- Cosmulescu, S., Trandafir, I., & Nour, V. (2017). Phenolic acids and flavonoids profiles of extracts from edible wild fruits and their antioxidant properties, *International Journal of Food Properties*, 20:12, 3124-3134.
- Çakılcıoğlu, U., Şengün, M.T., & Türkoğlu, D. (2010). An ethnobotanical survey of medicinal plants of Yazıkonak and Yurtbaşı districts of Elazığ province, Turkey. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4, 7, 567-572.
- Çakır, Ö., & Akbulut, K. (2020). Comparison of Two Wild Grown *Berberis* Varieties Based on Biochemical Characterization. *Journal of Food Processing and Preservation*. Volume 44, Issue: 11.
- Çalışkan, O., Gündüz, K., Serçe, S., Toplu, C., Kamiloglu, Ö., Sengül, 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.
- Çoklar, H., & Akbulut, M. (2016). Alıç (*Crataegus orientalis*) meyvesinin antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşiklerinin ekstraksiyonu üzerine farklı çözümlerin etkisi. *Derim*, 33(2), 237-248.
- Çöteli, E., & Karataş, F. (2017). Ateş Dikeninin (*Pyracantha coccinea* Roemer var. *lalandi*) Kırmızı Meyvelerindeki A, E, C Vitamini, β -Karoten, Likopen, Glutasyon ve Malondialdehit Miktarlarının Araştırılması. *Fırat Univ. Journal of Science* 29(1), 41-46.
- Ercisli, S., Yanar, M., Sengul, M., Yıldız, H., Topdas, E. F., Taskin, T., Zengin, Y., & Yilmaz, K.U. (2015). Physicochemical and biological activity of hawthorn (*Crataegus* spp. L.) fruits in Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, 14(1):83-93.
- Fico, G., Bilia, A. R., Morelli, I., & Tome, F. (2000). Flavonoid distribution in *Pyracantha coccinea* plants at different growth phases. *Biochemical Systematics and Ecology*, 28(7):673-678.
- Gill, M., Barberan, T., Pierce, B.H., Holcroft, D.M., & Kader, A.A. (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:4581-4589.
- Güdücü, F. (2014). *Pyrus elaeagrifolia* bitkisi ekstraktlarının fenolik madde içerikleri, DPPH radikali giderme aktiviteleri ve in vitro antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi. Master's thesis, Trakya Üniversitesi.
- Hassanpour, H., Hamidoghli, Y., Hajilo, J. & Adlipour, M. (2011). Antioxidant capacity and phytochemical properties of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes in Iran. *Scientia Horticulturae*. Vol. 129; pp. 459-463.
- Karaaslan, M.G., Karaaslan, N.M., & Ates, B. (2018). Investigation of Mineral Components and Antioxidant Properties of a Healthy Red Fruit: Cornelian Cherry (*Cornus mas* L.). *JOTCSA*. 5(3):1319-26.
- Kaur, C., & Kapoor, H.C. (2002). Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*. 37(2): 153-161.
- Keser, S. (2014). Antiradical activities and phytochemical compounds of firethorn (*Pyracantha coccinea*) fruit extracts. *Natural Product Research*, 28(20): 1789-1794.
- Kökösmanlı, M., & Keleş, F. (2000). Erzurum'da yetiştirilen kızılçık meyvesinin marmelat ve pulpa işlenerek değerlendirilmesi. *Gıda*, 25(4), 289-298.
- Murathan, Z.T., Erbil, N., Düzgüner, V., & Arslan, M. (2019). Şakok Armudunun (*Pyrus elaeagnifila* pallas) antioksidan, antimikrobiyal ve mutajenik özelliklerinin incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1): 447-456, ISSN: 1307-9085, e-ISSN: 2149-4584.
- Okatan, V., Gündoğdu, M., & Çolak, A.M. (2017). Uşak'ta yetişen farklı alıç (*Crataegus* spp.) genotipi meyvelerinin bazı kimyasal ve pomolojik karakterlerinin belirlenmesi. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.* 7(3):39-44.
- Oliveira, E.G., Rosa, G. S., Moraes, M.A., & Pinto, L.A. (2008). Phycocyanin content of *Spirulina platensis* dried in spouted bed and thin layer. *Journal of Food Process Engineering*, 31:34-50.
- Özcan, M., Haciseferoğulları, H., Marakoğlu, T., & Arslan, D. (2005). Hawthorn (*Crataegus* spp.) fruit: some physical and chemical properties. *Journal of Food Engineering*, 69, 409-415.
- Öztürk, N., Tunçel, M., & Tuncel, N.B. (2007). Determination of phenolic acids by a modified HPLC: Its application to

- various plant materials. *Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies*, 30: 587-596.
- Rimm, E.B., Aschiero, A., Giovannucci, E., Spiegelman, D., Stampfer, M.J., & Willett, W. C. (1996). Vegetables, fruit, and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men. *J. Am. Med. Assoc*, 275, 447-451.
- Sarikurku, C., & Tepe, B. (2015). Biological activity and phytochemistry of firethorn (*Pyracantha coccinea* MJ Roemer). *Journal of Functional Foods*, 19, 669-675.
- Semerci, A.B., Tunç, K., & Okur, İ. (2020). Antioxidant activity of the fruits of *Pyracantha coccinea* using ethanolic extract method. *Food and Health*, 6(1), 35-40.
- Singleton, V.L., & Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Terry, P., Terry, J.B., & Wolk, A. (2001). Fruit and vegetable consumption in the prevention of cancer: an update. *J. Intern. Med.* 250, 280-290.
- Tural, S., & Koca, I. (2008). Physico-chemical and antioxidant properties of cornelian cherry fruits (*Cornus mas* L.) grown in Turkey. *Scientia Horticulturae*, 116, 362-366.
- Vinson, J., Su, X., Zubik, L., & Bose, P. (2001). Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11):5315-21. DOI: 10.1021/jf0009293.
- Yigit, D. (2018). Antimicrobial and Antioxidant Evaluation of Fruit Extract from *Cornus mas* L. Aksaray. *J. Sci. Eng.* Volume 2, Issue 1, pp. 41-51 doi: 10.29002/asujse. 329856.
- Yilmaz, K. U., Ercisli, S., Cam, M., Uzun, A., Yilmaztekin, M., Kafkas, E., & Pınar, H. (2015). Fruit weight, total phenolics, acidity and sugar content of edible wild pear (*Pyrus elaeagnifolia* pall.) fruits. *Erwerbs-Obstbau*, 57: 179.
- Ziegler, R. G. (1991). Vegetables, fruits and carotenoids and the risk of cancer. *Am. J. Clin. Nutr.*, 53, 251-259.