

ALIÇ: BİYOAKTİF BİLEŞENLERİN TERMOSONİKASYON İLE EKSTRAKSİYONU VE FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Nihal Güzel*

Hitit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Çorum, Türkiye

Geliş / Received: 25.04.2021; Kabul / Accepted: 22.06.2021; Online baskı / Published online: 02.07.2021

Güzel, N. (2021). Aliç: Biyoaktif bileşenlerin termosonikasyon ile ekstraksiyonu ve fiziko-kimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi. GIDA (2021) 46 (4) 939-948 doi: 10.15237/gida.GD21077

Güzel, N. (2021). Hawthorn: Extraction of bioactive compounds by thermosonication and evaluation of physico-chemical properties. GIDA (2021) 46 (4) 939-948 doi: 10.15237/gida.GD21077

ÖZ

Meyvelerin fizikokimyasal özellikleri üzerine genotip farklılıklarının yanısıra yetiştiği bölgeye göre değişen iklim ve toprak koşulları da önemli derecede etkili olmaktadır. Bu çalışma ile Çorum yöresinde doğal olarak yetişen 7 aliç örneğinin bazı morfolometrik özellikleri (en: 14.5-20.2 mm, boy: 15.6-25.2 mm, meyve ağırlığı: 2.1-8.0 g, meyve eti:çekirdek oranı: 3.3-7.9, CIE renk değerleri (L*: 48.2-74.6, a*: 7.5-44.9 ve b*:30.3-59.5) ile pH (3.6-4.0), toplam asitlik (%0.9-1.7), kuru madde (%20.8-27.9), suda çözünür kuru madde miktarları (12.6-17.7°Bx) gibi fizikokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Aliç örneklerinin toplam fenolik madde (155.2-490.3 mg GAE/100 g), toplam flavonoid (78.7-272.6 mg CE/100 g), proantosiyanidin miktarları (64.2-132.3 mg CE/100 g) ve antioksidan kapasiteleri (14.6-44.9 µmol TEAC/g) termosonikasyon ile ekstrakte edildikten sonra spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Araştırılan özellikler açısından önemli bir kaynak olduğu belirlenen alıçların, organik üretim pazarına sunulması, gıda katkısı veya galenik olarak değerlendirilmesinin ülke ekonomisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca elde edilen verilerin genetik çeşitliliğin korunması açısından da önemli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aliç, flavonoid, termosonikasyon, ekstraksiyon, antioksidan aktivite

HAWTHORN: EXTRACTION OF BIOACTIVE COMPOUNDS BY THERMOSONICATION AND EVALUATION OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES

ABSTRACT

The climate and soil condition as well as genetic diversity affect the physicochemical properties of fruits. In this study, 7 wild Hawthorn samples were obtained from different locations of the Çorum province and some physical properties (diameter: 14.5-20.2 mm, length:15.6-25.2 mm, fruit weight: 2.1-8.0 g, flesh:seed ratio: 3.3-7.9), CIE colour values (L*: 48.2-74.6, a*: 7.5-44.9 ve b*:30.3-59.5) and physicochemical properties pH (3.6-4.0), acidity (0.9-1.7%) dry matter (20.8-27.9%), soluble solids (12.6-17.7°Bx) were determined. Total phenolics (155.2-490.3 mg GAE/100 g), total flavonoid (78.7-272.6 mg CE/100 g), proanthocyanidin contents (64.2-132.3 mg CE/100 g) and antioxidant capacity (14.6-44.9 µmol TEAC/g) extracted by thermosonication and measured by spectrophotometrically. These fruits are good source of aforementioned properties. The native fruit population might have

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: nihalguzel@hitit.edu.tr

☎: +90 [364] 227 4536-1222

☎: +90 [364] 227 4535

Nihal Güzel; ORCID no: 0000-0002-2387-9009

an economic potential as value added product such as organic production, food additive, or medicinal purposes. Also, results might be useful to preserve genetic diversity.

Keywords: Hawthorn, flavonoid, thermosonication, extraction, antioxidant activity.

GİRİŞ

Günümüzde oksidatif strese bağlı oluşan akut ve kronik hastalıklara yakalanma riskinin azaltılması veya önlenmesinde antioksidanlarca zengin bir diyetle beslenmenin önemi vurgulanmaktadır (Celep vd., 2012). Meyveler içeriklerindeki fenolik bileşenler ve askorbik asit gibi biyoaktif bileşenler nedeniyle önemli antioksidan kaynakları olarak nitelendirilmektedirler (Pantelidis vd., 2007). Son zamanlarda ise gıda sektörü yeni antioksidan kaynakları arayışına girmiş ve daha az bilinen, direk tüketimi yaygın olmayan ama kendine has flavorları ve içerdiği nutrasötiklerle sağlık açısından dikkat çeken meyveler tercih edilmeye başlanmıştır (Hassanpour vd., 2011). Nitekim antik çağlardan beri galenik olarak pek çok hastalığın tedavisinde kullanılan alıç, son zamanlarda içerdiği biyoaktif bileşenler ve artan sağlık bilincinin etkisiyle yaygın tüketim için yeniden önem kazanmıştır. Bunun yanı sıra, kozmetik amaçlar ve buruk tadı sağlamada doğal tatlandırıcı olarak kullanım potansiyeli de bulunmaktadır (Dinda vd., 2016). Meyvelerdeki buruk tat, tanenler olarak sınıflandırılan suda çözünen ikincil bitki metabolitlerinden kaynaklanmaktadır (Özdemir vd., 2020). Tanenlerin, serbest radikalleri süpürücü etkileri, metal bağlayıcı etkileri, lipid peroksidasyonları dahil hücreyi oksidatif strese karşı koruma etkilerinin bulunması nedeniyle önemli derecede antioksidan etkiye sahip bileşenler olarak değerlendirilmektedir. Tanenler antioksidan etkilerine ilaveten antikarsinojen, antibakteriyel, antiviral ve iltihap önleyici etkilere sahip olmaları nedeniyle de önemli bileşikler olarak değerlendirilmektedir (Chung vd., 1998).

Tanenler, kondense tanenler (proantosiyanidinler), hidrolize tanenler ve tanen türevi bileşikler kapsamaktadır (Beecher, 2003). Hidrolize olabilen tanenler elajik asit (elaji tanenler) ve gallik asit (gallo tanenler) esterleridir (Yang ve Liu, 2014). Kondense tanenlerin başlıca yapı taşı (+)-kateşin ve (-)-epikateşin olan monomerik flavan-3-ol ünitelerinden oluşmaktadır (Ling vd., 2005). Monomerik

üniteleri birleştiren bağlar, acılık ve burukluk gibi iki duyuşal özellik üzerine etkili olmaktadır (Peleg vd., 1999). Proantosiyanidinler hidroksilasyon düzenlerine göre çeşitli alt gruplara ayrılmaktadır. Proantosiyanidin grupları içerisinde en yaygın olarak bulunan grup ise prosiyanidinlerdir (Xie vd., 2005). Prosiyanidinler, genellikle C4→C8 ve/veya C4→C6 bağları ile bir araya gelen (+)-kateşin ve/veya (-)-epikateşin ünitelerinden oluşan oligomer veya polimerlerdir (Gu vd., 2002). Alıcın sağlık üzerine olumlu etkileri içerdiği biyoaktif bileşenlerden, özellikle baskın fenolik grubu olarak belirlenen proantosiyanidinlerden kaynaklanmaktadır. Alıçlarda, prosiyanidinlerin dışında bulunan diğer biyoaktif bileşenler ise flavanol glikozitler, antosiyaninler ve fenolik asitlerdir (Liu vd., 2010; Liu vd., 2011).

Son yirmi yılda kanser tedavileri için kullanılmakta olan ilaçların %60'ından fazlası ve bulaşıcı hastalıklar için kullanılan ilaçların %75'i doğal kaynaklıdır (Dubey vd., 2004). Doğal kaynakların etkin bir şekilde kullanımına olan ilginin giderek arttığı ve alıcın gıda olarak kullanımının yanı sıra sağlık sektöründeki hammadde potansiyeli göz önüne alındığında, alıç meyvesinden etkin bir şekilde faydalanılmadığı düşünülmektedir. Meyve ve sebzelerin fizikokimyasal özellikleri çeşide, yetiştiği bölgeye ve hasat sonrası işlemlere bağlı olarak değişebilmektedir. Yapılan bu çalışmada, Çorum ilinde doğal olarak yetişen alıç meyvelerinin boyut ve renk gibi morfometrik özelliklerinin yanı sıra kuru madde miktarı, suda çözünür kuru madde miktarı, pH, toplam asitlik, toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid içerikleri, proantosiyanidin miktarları ve antioksidan kapasiteleri gibi önemli pek çok fizikokimyasal özelliği belirlenmiştir. Bu çalışma, Çorum ilinde doğal olarak yetişen bu değerli meyvenin fizikokimyasal özellikleri detaylıca ortaya konularak, ülkemiz öz kaynaklarının daha verimli değerlendirilebilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışma kapsamında, Çorum'da doğal olarak yetişen 7 farklı kaynaktan temin edilen alıç örnekleri tesadüfi olarak seçilmiştir. 2'şer kg meyve toplanarak gerekli ön işlemler uygulandıktan sonra bir kısım örnek fiziksel analizler için ayrılırken bir kısım örnek ise kimyasal analizler için çekirdekleri çıkartılarak homojenizatörde pulp haline getirildikten sonra -20°C'de muhafaza edilmiştir. Kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıkta olup kateşin, troloks, gallik asit, ABTS, Folin-Ciocalteu's fenol çözeltisi gibi tüm fenolik standart ve araçları Sigma (St. Louis, MO, USA), diğer tüm kimyasallar Merck (Darmstadt, Germany) firmalarından sağlanmıştır.

Yöntem

Fiziksel analizler

Fiziksel analizlerin yürütülmesinde her bir tekerrür için rastgele 100'er adet meyve seçilerek ölçümler yapılmıştır (Demir ve Kalyoncu 2003). Alıçların en ve boyları 0.01 mm hassasiyetle dijital kumpas yardımıyla ölçülerek belirlenmiştir. Meyve eti ve çekirdek oranları ise 100g meyvenin çekirdekleri çıkartıldıktan sonra meyve eti ve çekirdek miktarının tartılması ve birbirine oranlanmasıyla hesaplanmıştır. Örneklerin reflektans renk değerlerinin belirlenmesi için Minolta CM-3600d model renk ölçüm cihazı kullanılmıştır. Spektrofotometre, beyaz seramik plakaya karşı her kullanımdan önce standardize edilmiştir. Örneklerin renklerinin ölçümünde CIE L*a*b* sistemi kullanılarak L* (100, beyaz; 0, siyah), a* (+, kırmızı; -, yeşil), b* (+, sarı; -, mavi) değerleri belirlenmiştir.

Kimyasal Analizler

Alıç örneklerinin kuru madde (KM) içerikleri AOAC (2005) tarafından önerilen yöntemle göre yapılmıştır. Suda çözünür kuru madde (SÇKM) içerikleri Abbe refraktometresi (Atago, Japonya) ile belirlenmiştir. Toplam asitlik (TA) ve pH değerleri pH metre (Adwa AD1000 pH/mV & Temperature Meter) yardımıyla belirlenmiştir. Toplam asitliğin belirlenmesinde AOAC 2000 (# 942.15) tarafından önerilen yöntem kullanılarak sonuçlar malik asit eşdeğeri olarak hesaplanmıştır.

Biyoaktif bileşenlerin ekstraksiyonu

Pulp halindeki alıç örnekleri %70'lik (v/v) metanol: su karışımından oluşan ekstraksiyon çözeltisiyle 1:20 oranında seyreltilerek 60±2°C'de 35 dakika süresince ultrases (Elmasonic P, Elma Schmidbauer GmbH, Gottlieb-Daimler, Singen, Germany, 37 kHz) yardımıyla ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon koşulları farklı sıcaklık (20, 60°C) metanol konsantrasyonları (0-100%) ve frekanslarda (37, 80 kHz) yapılan ön denemeler sonucu belirlenmiştir. Ekstraktlar 4°C'de 8000 g de 10 dakika santrifüjlenmiştir (Sigma 3K30, Germany) daha sonra filtre edilerek biyoaktif bileşen analizlerine hazır hale getirilmiştir.

Toplam fenolik bileşiklerin tayini

Örneklerin toplam fenolik madde miktarlarının belirlenmesi amacıyla Singleton vd. (1999) tarafından önerilen Folin-Ciocalteu yöntemi minor düzeyde modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu amaçla 50 µL ekstrakt alınarak üzerine 2.2 mL 0.2 N Folin-Ciocalteu's fenol çözeltisi eklenmiş, karıştırılan ve 5 dak bekletilen örneklere 1.6 mL 2 M Na₂CO₃ ilave edilmiştir. İyiye karıştırılan örnekler karanlıkta 1 saat bekletildikten sonra absorbans değerleri spektrofotometrik olarak 760 nm dalga boyunda ölçülmüştür (Shimadzu UV-1800, Japonya). Örneklerde bulunan toplam fenolik madde miktarı, daha önce farklı konsantrasyonlarda hazırlanan gallik asit çözeltilerinin absorbans değerlerinden elde edilen standart eğri (R²=0.9981) yardımıyla hesaplanmış, sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak verilmiştir.

Toplam flavonoid tayini

Alıç örneklerindeki toplam flavonoid analizi Zhishen vd. (1999) tarafından önerilen yöntemle göre kolorimetrik olarak spektrofotometre (510 nm) yapılan ölçüm ile belirlenmiştir. Bu amaçla 500 µL ekstrakt alınarak, üzerine 500 µL saf su ve 100 µL %5'lik NaNO₃ eklenmiş ve karıştırılarak 6 dak. beklenmiş, ardından 100 µL %10'luk AlCl₃ eklenmiştir. Tekrar karıştırma ve 6 dak bekleme sonrasında 1 mL 1.0 M NaOH eklenmiş ve hacim saf su ile 2.5 mL'ye tamamlanmıştır. Örneklerde bulunan toplam flavonoid miktarı, daha önce farklı konsantrasyonlarda hazırlanan kateşin çözeltilerinin absorbans değerlerinden elde edilen

standart eğri ($R^2=0.999$) yardımıyla hesaplanmış, sonuçlar kateşin eşdeğeri (CE) olarak verilmiştir.

Antioksidan aktivite tayini

Örneklerin antoksidan kapasite içerikleri, ABTS [2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)] yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Arts vd., 2001). ABTS yönteminin temeli, stabil olarak oluşturulan ABTS⁺ radikal kationunun antioksidan madde tarafından sönmülendirilmesi sonucunda 734 nm dalga boyunda gerçekleşen absorpsiyon (mavi-yeşil renk) azalmasının (% inhibisyon) ölçülmesidir. Uygun şekilde seyreltilmiş ekstraktlardan 20 µL örnek, 980 µL seyreltilmiş ABTS⁺ radikal çözeltisi ile karıştırılmış ve 734 nm dalgaboyunda 6 dak sonunda absorpsiyon değeri ölçülmüştür. Reaksiyon sonucu harcanan ABTS⁺ miktarı sentetik bir antioksidan olan troloks ($R^2=0.9965$) eşdeğeri (TEAC) olarak hesaplanmış, ve µmol/g olarak verilmiştir.

Proantosiyanin (Kondense Tanen) Tayini

Kondense tanen miktarı vanilin yöntemiyle spektrofotometrik olarak 500 nm de yapılan ölçümlerle belirlenmiştir (Tanner ve Brunner, 1979). Sonuçlar kateşin standart eğrisine (50-200 mg/L) göre hesaplanmıştır.

İstatistiksel analiz

Alıç örneklerine uygulanan tüm analizler 2 tekerrürlü ve 2 paralel olarak yürütülmüştür. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmelerinde SPSS 20.0 paket programından yararlanılmıştır.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Çorum'un farklı noktalarından temin edilmiş alıç örneklerinin morfolojik ölçümleri ve reflektans renk özelliklerine ilişkin elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de verilmektedir. Yapılan ölçümler sonucunda alıç örneklerinin morfolojik ölçümlerinde belirlenen en yüksek değerler 20.2 mm (en) ve 25.2 mm (boy) dir. Meyve ağırlığı ise geniş bir aralıkta (2.1-8.0 g) değişmekte olup meyve et:çekirdek oranı ortalama 5.6 olarak hesaplanmıştır. Özcan vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada alıç örneklerinin en, boy ve ağırlık ölçümleri sırasıyla 19.34 ± 0.18 mm,

14.39 ± 0.12 mm ve 3.03 ± 0.06 g olarak bulunmuştur. Yapılan diğer bir çalışmada ise alıç örneklerinin olgunlaşmaları süresince morfolojik ölçümleri yapılmış, en ve boylarında %20 oranında artış görülmüştür. Olgunlaşma sonrası ise örneklerin enlerinin 22.5mm'den 28.8 mm'ye ve boylarının ise 21.7 mm'den 26.1 mm'ye değiştiği belirlenmiştir. Meyve ağırlığının ise 5.7'den 14.9'a arttığı belirlenmiştir (Li vd., 2015).

Çalışmamızda alıç örneklerinin renk ölçümleri de yapılarak L* (100, beyaz; 0, siyah), a* (+, kırmızı; -, yeşil) ve b* (+, sarı; -, mavi) değerleri belirlenmiştir. L* değerinin 48.2 ile 74.6 arasında değiştiği belirlenirken a* değerinin 7.5-44.9, b* değerinin 30.3-59.5 arasında değiştiği belirlenmiştir. Alıç meyvelerinin olgunlaşması sürecinde renklerdeki değişim Li vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada incelenmiş, olgunlaşma sonunda L* değeri 54.65, a* değeri 17.25 ve b* değeri ise 21.54 olarak belirlenmiştir. Fiziksel görünüş tüketici beğenisinin oluştuğu ilk basamak olduğundan meyvenin rengi kalitenin belirlenmesinde ve ürünün pazar değerinde önemli parametrelerden birisi olarak değerlendirilmektedir.

Örneklerin suda çözünür kuru madde miktarları, kuru madde miktarları, toplam asitlik ve pH değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur. Alıç örneklerinin suda çözünür kuru madde miktarları, kuru madde miktarları, pH ve toplam asitlik değerleri ise sırasıyla 12.6-17.7 °Bx, %20.8-27.9, 3.6-4.0, 0.9-1.7 g/100g aralığında değişmektedir. Farklı alıç genotipleri ile yapılan başka bir çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmış, alıç örneklerinin pH değerleri 3.2-4.2 aralığında, asitlikleri malik asit cinsinden %0.9-1.9 aralığında, SÇKM miktarları ise %16.3-21.8 aralığında bulunmuştur (Bahrı-Sahloul vd. 2009). Li vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada alıç örneklerinin % ortalama nem, suda çözünür kuru madde ve asitlik değerleri sırasıyla 72.8 ± 0.4 , 11.65 ± 0.27 ve 2.93 ± 0.08 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür verileriyle kıyaslandığında, alıç örneklerinin briks, pH ve toplam asitlik değerleri genel olarak literatür ile uyumlu bulunmuştur. Ülkemizin sahip olduğu çeşitli iklim ve toprak özelliği nedeniyle oldukça geniş ve zengin bir floraya sahip olduğu

Alıçlarda (*Crataegus* spp.) fizikokimyasal özelliklerin değerlendirilmesi

bilinmektedir. İlâveten genetik çeşitlilik ve hasat sonrası işlemlerde meyvelerin hem fiziksel hem kimyasal özellikleri üzerine etkili olabilmektedir (Hassanpour vd., 2011).

Çizelge 1. Alıç örneklerinin morfolojik ölçümleri ve renk özellikleri
Table 1. Morphological measurements and colour properties of Hawthorn

Örnek Sample	En Width (mm)	Boy Length (mm)	Meyve Ağırlığı Fruit Weight (g)	Et: Çekirdek Flesh:seed ratio	CIE* renk değerleri Colour values		
					L*	a*	b*
A1	16.5±0.2 ^d	20.7±0.4 ^{cd}	4.1±0.2 ^b	4.3±0.0 ^c	73.1±2.3	7.5±1.8	49.6±2.2
A2	18.5±0.2 ^b	22.2±0.1 ^b	4.8±0.1 ^b	7.9±0.1 ^a	66.2±2.3	14.4±2.3	50.5±2.4
A3	16.1±0.2 ^d	20.5±0.1 ^d	4.4±0.2 ^b	6.6±0.0 ^b	70.4±3.0	21.5±6.1	59.5±2.4
A4	17.0±0.2 ^{cd}	21.8±0.0 ^{bcd}	4.9±0.0 ^b	4.5±0.0 ^c	48.2±2.4	44.9±2.3	30.3±1.5
A5	20.2±0.2 ^a	25.2±0.4 ^a	8.0±0.3 ^a	6.4±0.3 ^b	71.6±3.5	19.2±4.5	57.5±2.5
A6	14.5±0.2 ^e	15.6±0.2 ^e	2.1±0.0 ^c	3.3±0.0 ^d	74.6±2.8	12.4±5.6	53.1±2.8
A7	17.9±0.2 ^{bc}	22.1±0.6 ^{bc}	5.0±0.2 ^b	6.0±0.3 ^b	67.5±2.8	13.5±6.4	57.5±3.3
En düşük Min.	14.5	15.6	2.1	3.3	48.2	7.5	30.3
En yüksek Max.	20.2	25.2	8.0	7.9	74.6	44.9	59.5
Ortalama Mean	17.2	21.2	4.8	5.6	67.4	19.1	51.1

Değerler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir. (Values are expressed in mean ± standard error.)

^{a-e} aynı kolonda farklı değerler çeşitler arasındaki farkın önemli olduğunu gösterir (P < 0.05). (^{a-e} Values with different letters within a row indicate significant difference between processes.)

Çizelge 2. Alıç örneklerinin suda çözünür kuru madde, kuru madde, pH, toplam asitlik değerleri
Table 2. Soluble solid, dry matter, pH, total acidity of Hawthorn samples

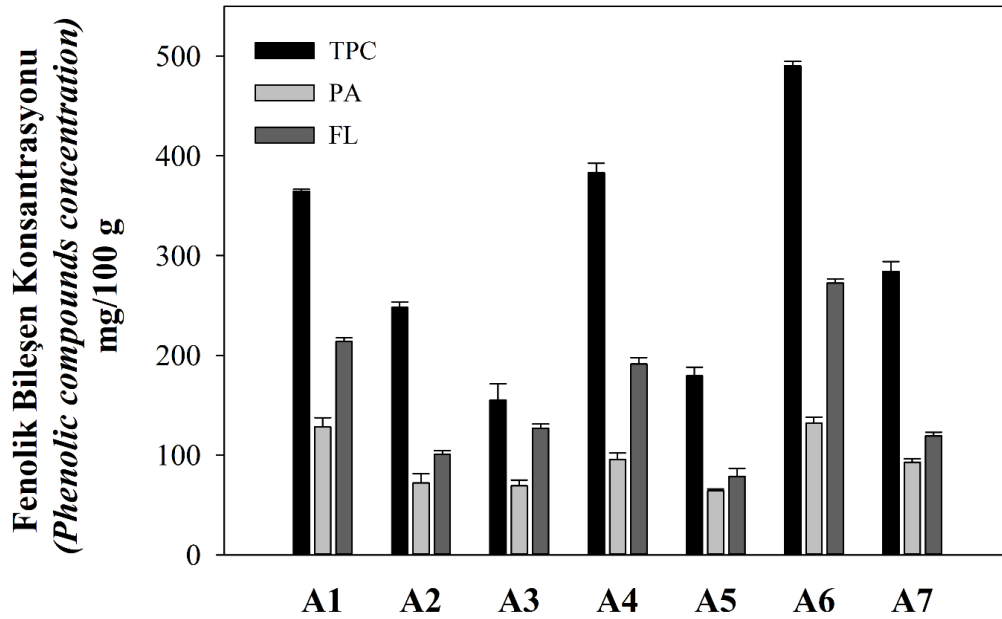
Örnek kodu Sample code	Suda çözünür kuru madde Soluble solid (%Bx)	Kuru madde Dry matter (%)	pH	TA (%)
A1	17.0±0.2 ^a	27.9±0.1 ^a	3.9±0.1 ^{ab}	1.4±0.0 ^b
A2	12.6±0.0 ^c	20.8±0.1 ^c	3.6±0.0 ^b	1.0±0.0 ^e
A3	15.3±0.5 ^{ab}	23.6±0.1 ^c	4.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^e
A4	14.3±0.2 ^{bc}	23.5±0.0 ^c	3.9±0.0 ^{ab}	1.2±0.0 ^{cd}
A5	17.7±0.2 ^a	27.1±0.2 ^b	4.0±0.0 ^a	1.3±0.0 ^c
A6	14.0±0.0 ^{bc}	26.3±0.2 ^b	4.0±0.0 ^a	1.6±0.5 ^a
A7	13.0±1.2 ^{bc}	22.4±0.1 ^d	4.0±0.0 ^a	1.2±0.0 ^d
En düşük Min.	12.6	20.8	3.6	0.9
En yüksek Max.	17.7	27.9	4.0	1.7
Ortalama Mean	14.8	24.5	3.9	1.3

Değerler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir. (Values are expressed in mean ± standard error.)

^{a-e} aynı kolonda farklı değerler çeşitler arasındaki farkın önemli olduğunu gösterir (P < 0.05). (^{a-e} Values with different letters within a row indicate significant difference between processes.)

Fenolik maddeler biyoaktif özelliğe sahip temel bileşenlerdir. Alıç örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ise 100 g taze meyve baz alındığında 155.2 ile 490.3 mg gallik asit eşdeğeri olarak bulunmuştur (Şekil 1). Hem sarı hem kırmızı renkli alıç genotiplerinin değerlendirildiği bir çalışmada, kırmızı renkli alıç sularının fenolik miktarlarının (779.4-810.7mg/100 g FW) sarı renklilere kıyasla (498.5-530.3 mg/100 g FW) daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Bahrı-Sahloul vd., 2009). Edwards vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada ise alıçlarda toplam fenolik madde miktarlarının meyvede çeşitten çeşide değişmekle birlikte oldukça geniş bir aralıkta (1.85-248.8 mg/g) değiştiği belirlenmiştir. Materyal olarak

seçilen alıçlar çoğunlukla sarı renkli olmakla birlikte sonuçlar literatürle uyumlu bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar kültüre alınmamış genotiplerin fenolik bileşenler açısından iyi birer kaynak olduğunu göstermektedir. Zhang vd. (2001) tarafından yapılan çalışmada alıçların fenolik bileşiminin ağırlıklı olarak epikateşin (178 mg/100 g DW) ve klorejenik asitten (65 mg/100 g) oluştuğu belirlenmiştir. Meyvelerin matrisinde yer alan fenolik bileşenlerin kompozisyonları ve biyoyararlılıkları farklı olsa da fenolik maddeler en önemli biyoaktif bileşenler olarak değerlendirilmektedir.



TPC: Toplam fenolik miktarı (*total phenolic content*), mg GAE/100 g; **PA:** Proantosyanidin miktarı (*proanthocyanidin content*), mg CE/100 g; **FL:** Toplam Flavonoid miktarı (*total flavonoid content*), mg CE/ 100 g

Şekil 1. Alıç örneklerinin fenolik bileşen konsantrasyonları
Figure 1. Phenolic compounds concentration of Hawthorn

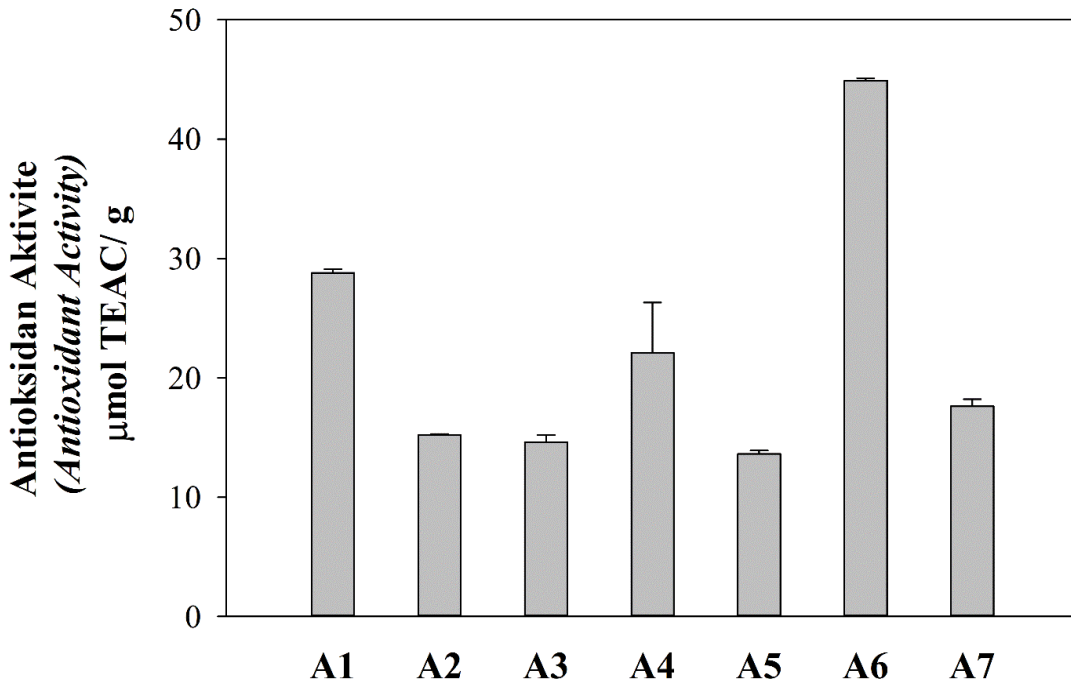
Fenolik maddelerin biyoaktif özellikleri bileşenlerin sahip oldukları çeşitli pozisyonlardaki hidroksil grupları nedeniyle farklılık göstermektedir. Flavonoidler bu özellikleri ile fenolikler içerisinde önemli biyoaktif bileşenler

olarak nitelendirilmektedirler (Celep vd., 2012). Alıç örneklerinde toplam flavonoid konsantrasyonu 78.2 ile 272.6 mg/100 g FW aralığında kateşin eşdeğeri olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Ebrahizadeh ve Bahramian (2009) alıç

örneklerinin toplam flavonoid miktarını 10.56-23.98 mg/g kuersetin eşderi olarak bulmuştur. Edwards vd. (2012) tarafından derlenen çalışmada ise alıç örneklerinin toplam flavonoid içeriklerinin meyvenin 1 gramında 4.46 ile 147.3 mg arasında, çiçekte 0.45-1026.6 mg/g aralığında, yapraklarında ise 1.10 ile 62.0 mg/g düzeyinde olduğu rapor edilmiştir. Flavanonidler bitkileri çevresel strese karşı ve patojenlere karşı korumada etkili olmakla birlikte renkleri üzerine önemli etkileri olan fenolik gruplardır (Kent vd., 2020). Falavan-3-ol oligomer ve polimerleri olan proantosiyantinler alıçlarda yaygın olarak bulunan flavonoidlerdir. Çalışmamızda alıçların proantosiyantin miktarlarının 64.2-132.2 mg CE/100 g arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 1). Liu vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada ise alıçlarda toplam proantosiyantin miktarı 2.5-36.7 mg/g DW düzeyinde belirlenmiştir. Sonuç olarak, alıçlarda genetik çeşitlilik ve endüstriyel kalitenin belirlenmesi açılardan proantosiyantin ve toplam

flavonoid miktarının önemli parametreler olduğu görülmüştür.

Alıç meyvelerinin antioksidan kapasiteleri ABTS yöntemiyle belirlenmiş olup troloks eşdeğeri olarak hesaplanmıştır (Şekil 2). Alıç örneklerinde antioksidan kapasiteleri en az 14.6 ± 0.6 en çok 44.9 ± 0.2 $\mu\text{mol TEAC/g}$ troloks eşdeğeri olarak belirlenmiştir. Ruiz-Rodriguez vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmış, alıçların antioksidan aktiviteleri 16.8 ile 61.2 $\mu\text{mol TEAC/g}$ olarak bulunmuştur. ABTS yöntemi antioksidan kapasitenin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan bir yöntem olmakla birlikte araştırmacılar FRAP yöntemiyle de antioksidan aktiviteyi belirlemişlerdir. Samec ve Piljac-Zegarac (2011) tarafından yapılan çalışmada alıçların antioksidan aktiviteleri FRAP (6.33 ± 0.10 mmol $\text{Fe}^{2+}/100\text{g FW}$) ve ABTS (7.27 ± 0.04 mmol $\text{TEAC}/100\text{g FW}$) yöntemiyle belirlenmiştir.



Şekil 2. Alıç örneklerinin antioksidan aktiviteleri

Figure 2. Antioxidant activity of Hanthorn

Çalışmamızda ayrıca araştırılan çeşitli parametreler arasındaki ilişkiyi belirlemek için pearson korelasyon katsayıları hesaplanmış, sonuçlar

korelasyon matrisi şeklinde sunulmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Alıç örneklerinin çeşitli özellikleri açısından korelasyon matrisi
Table 3. Correlation matrix between some quality parameters of Hawthorn samples

	Toplam fenolik madde (TPC)	Toplam flavonoid (FL)	Proantosiyenin (PA)	Antioksidan aktivite (AOA)	L*	a*	b*
TPC	1	0,913**	0,903**	0,905**	-0,417	0,430	-0,370
FL		1	0,926**	0,945**	-0,405	0,333	-0,222
PA			1	0,907**	-0,180	0,243	-0,005
AOA				1	-0,185	0,086	-0,087
L*					1	-0,905*	0,860*
a*						1	-0,744*
b*							1

** korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır (correlation is significant at the 0.01 level)

* korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır (correlation is significant at the 0.05 level)

Çizelge 3'deki veriler değerlendirildiğinde alıç örneklerinin antioksidan kapasitesi ile toplam fenolik madde miktarı ($r=0.905$), toplam flavonoid konsantrasyonu ($r=0.945$) ve proantosiyenin miktarları ($r=0.907$) arasında pozitif yönlü ve çok güçlü korelasyon olduğu görülmektedir ($P < 0.01$). İlave olarak alıçların flavonoid içerikleri ile meyve renginin parlaklık oranını belirlemek için kullanılan L* değeri ($r=-0,405$) ve sarılık oranını belirleyen (+) b* değeri ($r=0,333$) arasında orta derecede korelasyon belirlenmiş olmakla birlikte aralarındaki ilişki istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). İklim ve çevresel faktörlerin gıdalarda bileşim üzerine etkili faktörler olduğu bilinmektedir. Bu anlamda gerçekleştirilen araştırma ile, Çorum yöresinde yabancı olarak yetişmekte olan alıçların hem genetik çeşitliliğinin devam edebilmesi hem de kalite parametrelerinin ortaya konması noktasında önemli parametreler elde edilmiştir. Yapılan çalışmadan elde edilen verilerin alıçların organik üretim, gıda, sağlık ve

kozmetik sektörleri için katkı üretimi gibi ekonomik potansiyeli yüksek ürünlere dönüştürülerek öz kaynaklarımızın daha iyi değerlendirilmesine katkı sağlayacağı umulmaktadır.

TEŞEKKÜR

19003.17.001 numaralı proje kapsamında vermiş oldukları maddi destekten dolayı Hitit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederim.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarın, başka kişiler ve/veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

AOAC. (2000). Official Methods of Analysis, 17th edn, Titratable acidity of fruit products, 942.15. Association of Official Analytical Chemists International, Gaithersburg.

- AOAC. (2005). AOAC, C. A. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International.
- Arts, M.J.T.J., Haenen, G.R.M.M., Voss, H.P., Bast, A. (2001). Masking of antioxidant capacity by the interaction of flavonoids with protein. *Food Chem Toxicol*, 39, 787-791.
- Bahri-Sahloul, R., Ammar, S., Grec, S., Harzallah-Skhiri, F. (2009). Chemical characterisation of *Crataegus azarolus* L. fruit from 14 genotypes found in Tunisia. *J Horti Sci and Biotechnol*, 84(1), 23-28.
- Beecher, G. R. (2003). Overview of dietary flavonoids: nomenclature, occurrence and intake. *J Nutr*, 133(10), 3248S-3254S.
- Celep, E., Aydın, A., Yesilada, E. (2012). A comparative study on the in vitro antioxidant potentials of three edible fruits: Cornelian cherry, Japanese persimmon and cherry laurel. *Food Chem Toxicol*, 50(9), 3329-3335.
- Chung, K. T., Wong, T. Y., Wei, C. I., Huang, Y. W., Lin, Y. (1998). Tannins and human health: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 38(6), 421-464.
- Demir, F., Kalyoncu, I. H. (2003). Some nutritional, pomological and physical properties of Cornelian cherry (*Cornus mas* L.). *J Food Eng*, 60(3), 335-341.
- Dinda, B., Kyriakopoulos, A. M., Dinda, S., Zoumpourlis, V., Thomaidis, N. S., Velegraki, A., ... Dinda, M. (2016). *Cornus mas* L. (Cornelian cherry), an important European and Asian traditional food and medicine: Ethnomedicine, phytochemistry and pharmacology for its commercial utilization in drug industry. *J Ethnopharmacol*, 193, 670-690.
- Dubey, N.K., Kumar, R., Tripathi, P. (2004). Global promotion of herbal medicine: India's opportunity. *Curr Sci*, 86, 37-41.
- Ebrahimzadeh, M. A., Bahramian, F. (2009). Antioxidant Activity of *Crataegus pentagyna* Subsp. *elburensis* Fruits Extracts. *P J B S*, 12(5), 413-419.
- Edwards, J. E., Brown, P.N., Talent, N., Dickinson, T.A., Shipley, P.R. (2012). A review of the chemistry of the genus *Crataegus*. *Phytochemistry*, 79, 5-26.
- Gu, L., Kelm, M., Hammerstone, J.F., Beecher, G., Cunningham, D., Vannozzi, S. and Prior, R.L. (2002). Fractionation of polymeric procyanidins from lowbush blueberry and quantification of procyanidins in selected foods with an optimized normal-phase HPLC-MS fluorescent detection method. *J Agric Food Chem*, 50, 4852-4860.
- Hassanpour, H., Yousef, H., Jafar, H., Mohammad, A. (2011). Antioxidant capacity and phytochemical properties of Cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes in Iran. *Sci Horti*, 129(3), 459-463.
- Kent, K., Charlton, K., O'Sullivan, T., Oddy, W. H. (2020). Estimated intake and major food sources of flavonoids among Australian adolescents. *Eur J Nutr*, 1-16.
- Li, W. Q., Hu, Q. P., Xu, J. G. (2015). Changes in physicochemical characteristics and free amino acids of hawthorn (*Crataegus pinnatifida*) fruits during maturation. *Food Chem*, 175, 50-56.
- Ling, Z.Q., Xie, B.J., Yang, E.L. (2005). Isolation, characterization, and determination of antioxidative activity of oligomeric procyanidins from the seedpod of *Nelumbo nucifera* Gaertn. *J Agric Food Chem*, 53, 2441-2445.
- Liu, P., Kallio, H., Lü, D., Yang, B. (2011). Quantitative analysis of phenolic compounds in Chinese hawthorn (*Crataegus* spp.) fruits by high performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry. *Food Chem*, 127, 1370-1377.
- Liu, P., Yin, B., Kallio, H. (2010). Characterization of phenolic compounds in Chinese hawthorn (*Crataegus pinnatifida* Bge. Var. major) fruits by high performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry. *Food Chem*, 121 (4), 1188-1197.
- Özdemir, A. E., Candir, E., Toplu, C., Yıldız, E. R. C. A. N. (2020). Effect of Hot Water Treatment on Astringency Removal in Persimmon Cultivars. *Int J Fruit Sci*, 1-13.
- Özcan, M., Haciseferoğulları, H., Marakoğlu, T., Arslan, D. (2005). Hawthorn (*Crataegus* spp.)

- fruit: some physical and chemical properties. *J Food Eng*, 69(4), 409-413.
- Pantelidis, G. E., Vasilakakis, M., Manganaris, G. A., Diamantidis, G. R. (2007). Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chem*, 102(3), 777-783.
- Peleg, H., Gacon, K., Schlich, P. and Noble, A.C. (1999). Bitterness and astringency of flavan-3-ol monomers, dimers and trimers. *J Sci Food Agric*, 79, 1123- 1128.
- Ruiz-Rodríguez, B. M., de ANCOS, B., Sánchez-Moreno, C., Fernández-Ruiz, V., de Cortes Sánchez-Mata, M., Cámara, M., Tardío, J. (2014). Wild blackthorn (*Prunus spinosa* L.) and hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq.) fruits as valuable sources of antioxidants. *Fruits*, 69(1), 61-73.
- Šamec, D., Piljac-Žegarac, J. (2011). Postharvest stability of antioxidant compounds in hawthorn and cornelian cherries at room and refrigerator temperatures—Comparison with blackberries, white and red grapes. *Sci Horti*, 131, 15-21.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*, 299, 152-178.
- Tanner, H., Brunner, H. R. (1979). *Getraenke Analytik*. D-7170. Schwaebisch Hall: Germany: Verlag Heller Chemie-und Verwaltungsgesellschaft mbH.
- Xie, D.Y., Dixon, R.A. (2005). Proanthocyanidin biosynthesis—still more questions than answers?. *Phytochemistry*, 66, 2127- 2144.
- Yang, B., Liu, P. (2014). Composition and biological activities of hydrolyzable tannins of fruits of *Phyllanthus emblica*. *J Agric Food Chem*, 62(3), 529-541.
- Zhang, Z., Chang, Q., Zhu, M., Huang, Y., Ho, W. K., Chen, Z. Y. (2001). Characterization of antioxidants present in hawthorn fruits. *J Nutr Biochem*, 12(3), 144-152.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid content in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem*, 64(4), 555-559.