

Bazı Avokado Çeşitlerinin Tohum, Meyve Eti ve Yapraklarındaki Fenolik Bileşenlerin İncelenmesi

Adnan Nurhan YILDIRIM^{1*}, Fatma YILDIRIM², Selçuk BİNİCİ³, Civan ÇELİK⁴, Ayşe Vildan PEPE⁵, Süleyman BAYRAM⁶

¹Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta; ORCID: 0000-0003-2526-040X
²Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta; ORCID: 0000-0001-7304-9647
³Ziraat Yük. Müh., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., Isparta; ORCID: 0000-0002-2373-3990
⁴Dr. Araş. Gör., Isparta Uygulamalı Bilimler Üni., Ziraat Fak., Tarımsal Biyoteknoloji Böl., Isparta; ORCID: 0000-0002-1696-5902
⁵Araş. Gör., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta; ORCID: 0000-0002-4565-8602
⁶Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; 0000-0001-8476-6553

ÖZ

Bu çalışmada, Antalya ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı avokado çeşitlerinin ('Bacon', 'Fuerte', 'Zutano' ve 'Hass') tohum, meyve eti ve yapraklarındaki bazı fenolik bileşenler (protokateşik asit, kateşin, kafeik asit, epikateşin, p-kumarik asit, rutin, quercetin, gallik asit, klorojenik asit, siringik asit, vanilin ve ferulik asit) HPLC (High-Performance Liquid Chromatography) tekniği ile incelenmiştir. Bu bakımdan çeşitler arasında istatistik bakımından önemli farklar ortaya çıkmıştır. Çalışma sonucunda, tohumların yaprak ve meyvelere göre daha fazla fenolik madde içerdiği saptanmıştır. Tohumlarda protokateşik asit, kateşin, kafeik asit, epikateşin, p-kumarik asit, rutin ve quercetin içerikleri belirlenmiştir. P-kumarik asit ve rutin hariç diğer fenolik bileşenler için 'Bacon' çeşidi (sırasıyla 91.10, 949.10, 45.80, 365.10 ve 33.00 µg/g) en yüksek değerleri göstermiştir. En yüksek p-kumarik asit (1.60 µg/g) ve rutin (4.97 µg/g) içeriğini ise 'Hass' çeşidi sağlamıştır. Genelde en düşük değerler Fuerte çeşidinde gerçekleşmiştir. Çeşitlerin meyve etlerinde klorojenik asit, epikateşin, vanilin, p-kumarik asit, ferulik asit, gallik asit, protokateşik asit, siringik asit ve quercetin içerikleri saptanmıştır. En yüksek klorojenik asit, epikateşin, vanilin ve ferulik asit içeriği 'Hass' çeşidinde (sırasıyla 83.30, 33.50, 0.80 ve 2.40 µg/g) belirlenmiş, bunu 'Fuerte' çeşidi (sırasıyla 64.60, 16.27, 0.28 ve 1.90 µg/g) izlemiştir. Yapraklarda epikateşin içeriği dört çeşitte de bulunmuş ve en yüksek değer 'Zutano' çeşidinde (295.00 µg/g) belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 'Hass' (187.20 µg/g) ve 'Bacon' (121.20 µg/g) çeşitleri takip etmiştir. Kafeik asit 'Bacon' ve 'Fuerte' çeşitlerinde bulunmuş ve en yüksek değeri 'Fuerte' çeşidi (31.80 µg/g) sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: *Persea americana* Mill, çeşit, fenolik bileşen

Analysis of Phenolic Compounds in Seeds, Fruit Flesh, and Leaves of Some Avocado Cultivars

ABSTRACT

In this study, some phenolic compounds (protocatechuic acid, catechin, caffeic acid, epicatechin, p-coumaric acid, rutin, quercetin, gallic acid, chlorogenic acid, syringic acid, vanillin, and ferulic acid) in the seeds, fruit flesh, and leaves of some avocado cultivars ('Bacon', 'Fuerte', 'Zutano', 'Hass') grown under ecological conditions in Antalya were investigated by HPLC (High-Performance Liquid Chromatography) technique. There were statistically significant differences between the cultivars in terms of the parameters examined. As a result of the study, it was determined that seeds contain more phenolic substances than leaves and fruits. The contents of protocatechuic acid, catechin, caffeic acid, epicatechin, p-coumaric acid, rutin, and quercetin were determined in the seeds. 'Bacon' showed the highest values for the other phenolic compounds (91.10 µg/g for protocatechuic acid, 949.10 µg/g for catechin, 45.80 µg/g for caffeic acid, 365.10 µg/g for epicatechin, and 33.00 µg/g for quercetin) except for p-coumaric acid and rutin. 'Hass' provided the highest content of p-coumaric acid (1.60 µg/g) and rutin (4.97 µg/g). Generally, the lowest values were determined in 'Fuerte'. Chlorogenic acid, epicatechin, vanillin, p-coumaric acid, ferulic acid, gallic acid, protocatechuic acid, syringic acid and quercetin contents were determined in the fruit flesh of the cultivars. 'Hass' had the highest content of chlorogenic acid (83.30 µg/g), epicatechin (33.50 µg/g), vanillin (0.80 µg/g) and ferulic acid (2.40 µg/g) in the fruit flesh and followed by 'Fuerte'. The epicatechin content in leaves was found in all four cultivars and the highest value was determined in 'Zutano' (295.00 µg/g) followed by 'Hass' (187.20 µg/g) and 'Bacon' (121.20 µg/g) cultivars. Caffeic acid was found in 'Bacon' and 'Fuerte' cultivars, and 'Fuerte' (31.80 µg/g) provided the highest value.

Keywords: *Persea americana* Mill, Cultivar, Phenolic compound

*Sorumlu yazar / Corresponding author: adnanyildirim@isparta.edu.tr

GİRİŞ

Avokado (*Persea americana*, Mill.) iklimterik özelliğe sahip büyüklüğü, şekli, rengi ve fitokimyasal içeriği genotipe bağlı olan ve epikarp (kabuk), mezokarp (posa) ve endokarptan (tohum) oluşan bir meyve türüdür [1]. Önceki çalışmalar, avokado meyvesinin zengin bir polifenolik bileşen kaynağı olduğunu göstermiştir [2, 3, 4]. Ayrıca yağ, protein, fenolik bileşikler, lifler ve vitaminler açısından zengin bir içeriğe sahiptir. Bunlara ek olarak, potasyum, magnezyum ve fosfor gibi mineral maddeleri yüksek miktarlarda içermektedir [5]. Avokadonun sadece besin değeri ile değil, aynı zamanda kanser ve kardiyovasküler hastalıklar gibi çeşitli sağlık sorunlarının geleneksel tedavi yöntemlerinde de kullanıldığı vurgulanmıştır. Meyvenin yanı sıra tohumları, yaprakları, kökleri, kabukları, çiçekleri ve taze sürgünleri gibi farklı kısımlarının antifungal, antibakteriyel, antidiyabetik, antikanser, antiviral gibi olumlu etkilere sahip olduğu belirtilmektedir [6, 7, 8, 9]. Ayrıca, avokado tohumları ve kabuklarının, birçok polifenol madde içerdiği bu nedenle, gıda, nutrasötik ve ilaç endüstrilerinde kullanılmasına yönelik artan bir ilginin olduğu bilinmektedir [10, 11, 12].

Son yıllarda gıda atıkları, biyoyakıt veya organik gübre gibi amaçlar ile yeniden kazanımı sağlamaya yönelik kullanılmaktadır. Ancak artan dünya nüfusu ve azalan besin kaynakları bu ürünlerin tekrar tüketilebilmesi adına yeni arayışları beraberinde getirmiştir [13]. Son yıllarda, gıda endüstrileri ve akademi, atık yönetimini daha iyi kontrol altında tutarak yeniden değerlendirilmeleri için gıda yan ürünlerine özel ilgi göstermeye başlamıştır ve diğer gıda ürünlerinin kullanımına alternatifler bulmak için çalışmalar yürütmüştür [14, 15, 16]. Avokado çoğunlukla taze meyve olarak tüketilse de gıda, kozmetik ve ilaç endüstrileri avokadonun ticarileşmesi ve katma değerini artırmak amacıyla posasını da işlemektedir [17]. Avokado da dahil olmak üzere birçok meyvenin kabukları ve posaları, sıcaklık ve ışık gibi farklı stres türlerine karşı bitki savunma sisteminden sorumlu olan büyük miktarda antioksidan madde içermektedir [18]. Farklı atık malzemelerden biyoaktif bileşiklerin geri kazanılması, birçok bilimsel çalışmanın odak noktası olmuştur; zira tarımsal endüstriler, fonksiyonel gıda bileşikleri veya gıda bileşenleri olarak uygulanabilecek büyük miktarda fitokimyasallar üretmek bu yan ürünleri değerlendirmektedir [19]. Avokado konusunda yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunun meyvesi üzerine olduğu ancak atılan avokado yan ürünlerinin, zengin kimyasal bileşenlere sahip oldukları ve bu nedenle değerlendirilmeleri

gerektiği sıkça vurgulanmaktadır [3]. Avokadonun tohum ve kabukları gibi yan ürünlerinin, fenolik bileşenleri içermesi açısından iyi kaynak oldukları ve et ürünlerinde lipid ve protein oksidasyonunu inhibe etme ve renk bozulmasını önleme etkisinin olduğu bildirilmiştir. Özellikle "Hass" ve "Fuerte" avokado çeşitlerinden elde edilen ekstraktların, et ürünlerinin kalitesini artıran doğal antioksidanlar olduğu ve bu konuda daha fazla çalışması gerektiği vurgulanmıştır [2, 20]. Dolayısıyla bu çalışmada Antalya ekolojisinde yetiştirilen 'Hass', 'Fuerte', 'Bacon' ve 'Zutano' çeşitlerinin farklı dokularının içerdiği fenolik bileşenler belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada, Antalya ilinin Alanya ilçesinde yetiştirilen "Bacon", "Fuerte", "Zutano" ve "Hass" avokado çeşitleri kullanılmıştır.

Metot

Meyvelerin fenolik bileşenleri Artık vd. [21]'nın belirttiği yöntemle Shimadzu Marka HPLC cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla 10 g numune alınıp üzerine 0,1 g BHT (2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol) ve 20 mL ekstraksiyon çözültüsü ilave edilip homojenizatörde parçalanmıştır. 45 dakika ultrasonik banyoda, 45 dakika çalkalayıcıda bekletildikten sonra Whatman süzgeç kağıdından süzülüp ve süzüntü 0,45 µm'lik filtreden geçirilip 20 µL'si HPLC cihazına enjekte edilmiştir. Sonuçlar µg/g cinsinden ifade edilmiştir (Ekstraksiyon çözültüsü: %1 HCl içeren %80 metanol).

İstatistiksel Analizler

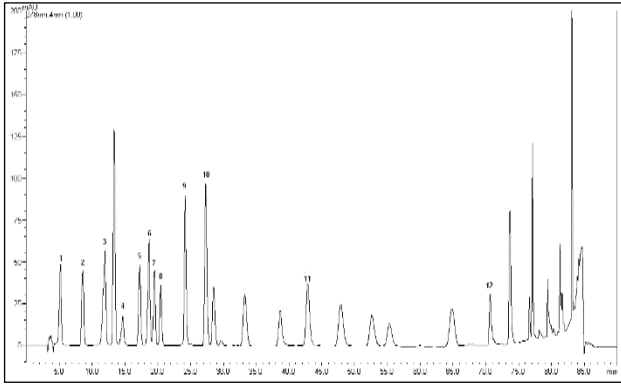
Araştırma elde edilen veriler MİNİTAB paket programı kullanılarak Varyans analizine tabi tutulmuştur. Çeşitler arasındaki önemli farklılıkların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada avokado çeşitlerinin farklı dokularından elde edilen ekstraktlar analiz edilmeden önce standart bir kromatogram oluşturulmuş ve sonuçlar bu kromatograma göre analiz edilmiştir (Şekil 1).

Avokado çeşitlerinin tohumlarında bulunan fenolik bileşenlerin (protokateşik asit, kateşin, kafeik asit, epikateşin, p-kumarik asit, rutin, kuersetin) miktarları Çizelge 1 ve Şekil 2'de sunulmuştur. Buna göre yüksek protokateşik asit (91.1 µg/g), kateşin (949.1 µg/g), kafeik asit (45.8

$\mu\text{g/g}$), epikateşin (365.1 $\mu\text{g/g}$), ve kuersetin (33.0 $\mu\text{g/g}$) miktarı “Bacon” çeşidinde tespit edilmiştir. En yüksek rutin (4.9 $\mu\text{g/g}$) ve p-kumarik asit (1.6 $\mu\text{g/g}$) miktarı ise “Hass” çeşidinde belirlenmiştir. Genel olarak, her çeşidin fenolik bileşen profili farklıdır. “Bacon” çeşidi, birçok fenolik bileşeni en yüksek seviyede içerirken, diğer çeşitlerde bu bileşenlerin miktarları farklılık göstermiştir. En düşük fenolik bileşenlerin ise genel olarak “Fuerte” çeşidinde olduğu saptanmıştır. Bu veriler, avokado tohumlarının farklı besin profillerine sahip olduğunu göstermektedir.



(1:gallik asit, 2: protokateşik asit, 3:kateşin, 4:klorojenik asit, 5:kafeik asit, 6:epikateşin, 7:siringik asit, 8:vanilin 9: p-kumarik asit, 10:ferulik asit, 11:rutin, 12:kuersetin).

Şekil 1. Fenolik bileşiklerin analiz edilmesinde kullanılan standart kromatogram

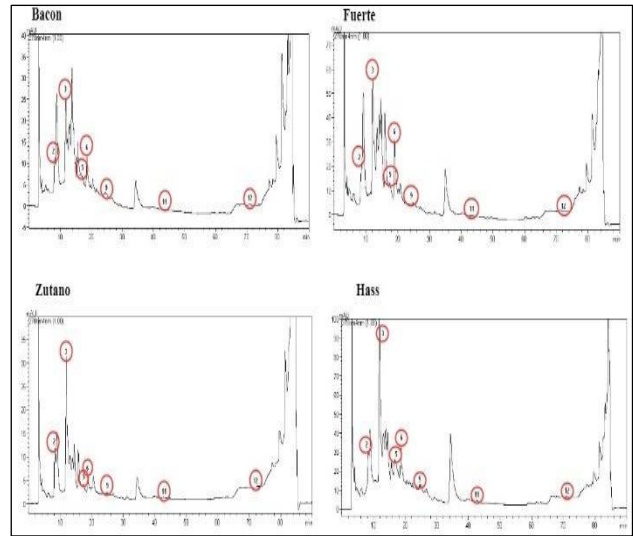
Çizelge 1. Avokado tohumlarının fenolik bileşen içeriği

Fenolik bileşenler ($\mu\text{g/g}$)	Bacon	Fuerte	Zutano	Hass
Protokateşik Asit	91.1 a*	45.9 d	81.8 b	57.1 c
Kateşin	949.1 a	489.7 d	899.8 b	831.8 c
Kafeik Asit	45.8 a	22.1 d	26.3 c	33.4 b
Epikateşin	365.1 a	213.9 c	116.1 d	275.7 b
P-kumarik asit	1.5 a	0.9 b	0.37 c	1.6 a
Rutin	3.1 c	3.4 c	3.83 b	4.9 a
Kuersetin	33.0 a	11.1 d	17.1 b	14.6 c

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önem bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

Farklı avokado çeşitlerinin meyve etinde bulunan fenolik bileşenlerin (klorojenik asit, epikateşin, vanilin, p-kumarik asit, ferulik asit, gallik asit, protokateşik asit, siringik asit, kuersetin) miktarları Çizelge 2 ve Şekil 3’te sunulmuştur. Buna göre klorojenik asit, “Hass” çeşidinde (83.3 $\mu\text{g/g}$) en yüksek miktarlarda bulunurken, “Zutano” (29.1 $\mu\text{g/g}$) çeşidinde ise en düşük miktarda tespit edilmiştir. Epikateşin miktarı “Hass” (33.5 $\mu\text{g/g}$) ve “Fuerte” (16.2 $\mu\text{g/g}$) çeşitlerinde yüksek ancak “Bacon” (5.7 $\mu\text{g/g}$) ve “Zutano” (4.2 $\mu\text{g/g}$) çeşitlerinde daha düşük olduğu saptanmıştır. Vanilin miktarının “Hass” (0.7 $\mu\text{g/g}$) çeşidinde en yüksektir, diğer çeşitlerde ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. P-kumarik asit, en

yüksek “Zutano” (0.2 $\mu\text{g/g}$) çeşidinde bulunurken, “Hass” çeşidinde tespit edilememiştir. Ferulik asit miktarının “Hass” (2.40 $\mu\text{g/g}$) çeşidinde en yüksek diğer çeşitlerde daha düşük olduğu saptanmıştır. Gallik asit sadece “Zutano” (1.7 $\mu\text{g/g}$), protokateşik asit “Fuerte” (3.7 $\mu\text{g/g}$), siringik asit “Bacon” (0.4 $\mu\text{g/g}$) ve kuersetin ise “Bacon” (0.8 $\mu\text{g/g}$) ve “Zutano” (1.4 $\mu\text{g/g}$) çeşitlerinde tespit edilmiştir. Genel olarak, her bir avokado çeşidinin farklı fenolik bileşenlere sahip olduğunu ve bu bileşenlerin miktarlarının çeşitler arasında farklılık gösterdiğini, “Hass” çeşidinin, birçok fenolik bileşeni yüksek miktarlarda içerdiğini ancak diğer çeşitlerde farklı bileşenlerin hâkim olduğunu söylemek mümkündür.



(1:gallik asit, 2: protokateşik asit, 3:kateşin, 4:klorojenik asit, 5:kafeik asit, 6:epikateşin, 7:siringik asit, 8:vanilin 9: p-kumarik asit, 10:ferulik asit, 11:rutin, 12:kuersetin).

Şekil 2. Avokado tohumlarının fenolik bileşen kromatogramı

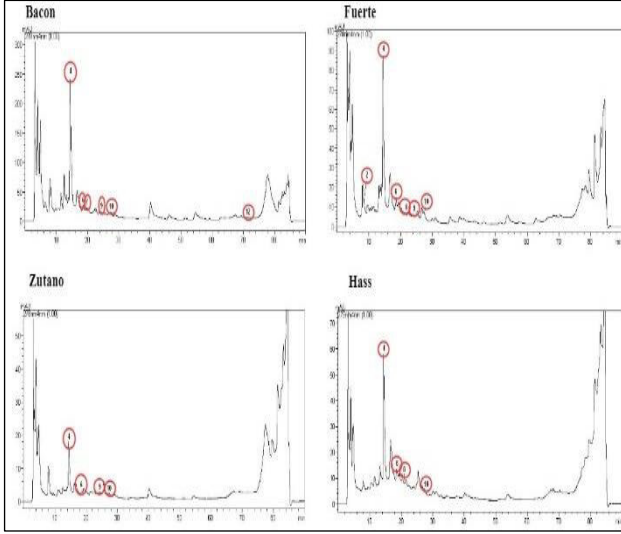
Çizelge 2. Avokado meyve etinin fenolik bileşen içeriği

Fenolik Bileşenler ($\mu\text{g/g}$)	Bacon	Fuerte	Zutano	Hass
Klorojenik Asit	57.9 c	64.6 b	29.1 d	83.3 a
Epikateşin	5.7 c	16.2 b	4.2 c	33.5 a
Vanilin	0.1 c	0.2 b	0.1 c	0.77 a
P-kumarik Asit	0.10 b	0.10 b	0.20 a	-
Ferulik Asit	0.60 c	1.90 b	0.83 c	2.40 a
Gallik Asit	-	-	1.70	-
Protokateşik Asit	-	3.70	-	-
Siringik Asit	0.40	-	-	-
Quercetin	0.80	-	1.40	-

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önem bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

Avokado çeşitlerinin yapraklarında bulunan bazı fenolik bileşenlerin (epikateşin, kafeik asit, rutin) miktarları Çizelge 3 ve Şekil 4’te sunulmuştur. Buna göre en yüksek epikateşin miktarı “Zutano” (295.0 $\mu\text{g/g}$) çeşidinde saptanmıştır. Onu “Hass” (187.2 $\mu\text{g/g}$) çeşidi takip etmiştir. “Bacon” (121.1 $\mu\text{g/g}$) ve “Fuerte” (89.8 $\mu\text{g/g}$) çeşitlerinde ise daha düşük

epikateşin miktarının daha düşük olduğu belirlenmiştir. “Zutano” ve “Hass” çeşitlerinin yapraklarında kafeik asit tespit edilmezken en yüksek kafeik asit miktarı “Fuerte” (31.8 µg/g) çeşidinde olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, bu verilere göre, farklı avokado çeşitleri farklı fenolik bileşenlere sahiptir. Özellikle epikateşin, kafeik asit ve rutin bakımından çeşitler arasında belirgin farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıklar, avokado çeşitlerinin kimyasal bileşimlerinin çeşitliliğini göstermektedir.



(1:gallik asit, 2: protokateşik asit, 3:kateşin, 4:klorojenik asit, 5:kafeik asit, 6:epikateşin, 7:siringik asit, 8:vanilin 9: p-kumarik asit, 10:ferulik asit, 11:rutin, 12:kuersetin)

Şekil 3. Avokado meyve etinin fenolik bileşen kromatogramı

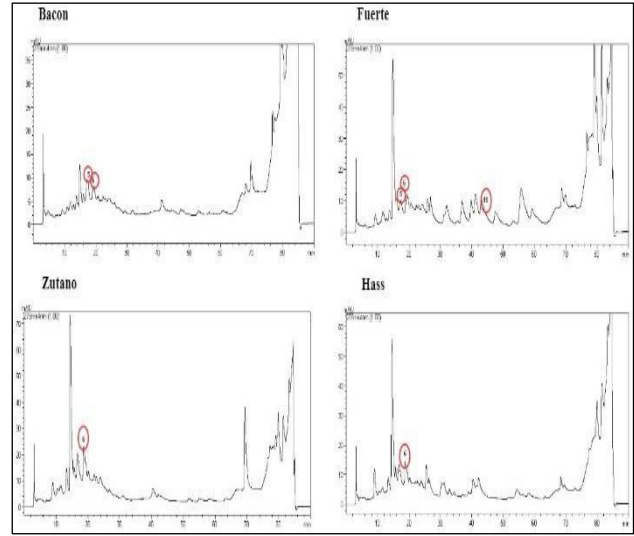
Çizelge 3. Avokado yapraklarının fenolik bileşen içeriği

Fenolik bileşenler (µg/g)	Bacon	Fuerte	Zutano	Hass
Epikateşin	121.2 c	89.8 d	295.0 a	187.2 b
Kafeik asit	26.1 b	31.8 a	-	-
Rutin	-	71.2	-	-

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önem bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

Rosero vd. [22], avokado kabuğu ve tohumlarının en aktif fraksiyonlarında kateşin, epikateşin, altı kuersetin türevi, dört dimerik prosiyanidin (üç tip B ve bir tip A) ve üç trimerik prosiyanidin (iki tip B ve bir tip A) olduğunu tespit etmişlerdir. Yine Figueroa vd. [23] avokado meyvesinin protokateşik asit, kateşin, kafeik asit, epikateşin, p-kumarik asit, rutin, kuersetin dahil 61 adet bileşen tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Saavedra vd. [24], avokado tohumlarında kateşin miktarını 102,29 mg/100 g, klorojenik asit miktarını 72,45 mg/100 g, kafeik asit miktarını 23,51 mg/100 g olarak belirlemişlerdir. Araujo vd. [25] avokado tohumlarında yapmış oldukları fenolik bileşen analizinde 20 adet fenolik bileşen (kafeoilkinik asit, kateşin, epikateşin,

protokateşik asit vs.) tespit ettiklerini ve yüksek oranda biyoaktif içeriğe sahip olduğunu bildirmişlerdir. Kosinska vd. [26], “Hass” ve “Shepard” avokado çeşitlerinin öğütülmüş kabukları ve tohumlarının fenolik bileşenlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar ekstraktların dört polifenolik sınıf içerdiğini (flavanol monomerleri, proantosiyaniidinler, hidroksisinnamik asitler ve flavonol glikozitler) bildirmişlerdir. Ayrıca her iki çeşidin tohumlarında da p-kumarik asit ve prosiyanidin A trimerlerinin olduğunu saptamışlardır.



(1:gallik asit, 2: protokateşik asit, 3:kateşin, 4:klorojenik asit, 5:kafeik asit, 6:epikateşin, 7:siringik asit, 8:vanilin 9: p-kumarik asit, 10:ferulik asit, 11:rutin, 12:kuersetin)

Şekil 4. Avokado yapraklarının fenolik bileşen içeriği

Golukcu ve Özdemir [27] “Bacon”, “Zutano”, “Fuerte” ve “Hass” avokado çeşitlerinin fenolik bileşenleri üzerine çalışma yürütmüşlerdir. Avokado meyvelerinin taze yenilebilir kısımlarında belirlenen ana fenolikler flavonoidler olarak (-)-epikateşin ve rutin, fenolik asitler olarak ise kafeik asit ve protokateşik asit olduğunu bildirmişlerdir. Tüm çeşitlerde (-)-epikateşin bileşeninin en fazla bulunan fenolik bileşen olduğunu ve en yüksek miktarda (-)-epikateşin içeren çeşitlerin sırayla Zutano (289,59 mg/kg), Fuerte (285,94 mg/kg), Bacon (230,15 mg/kg) ve Hass (225,29 mg/kg) olduğunu saptamışlardır. Çalışmamızda ise avokado tohumlarında en yüksek epikateşin miktarının “Bacon” (365.1 µg/g), meyve etinde “Hass” (33.5 µg/g) ve yapraklarda ise “Zutano” (295.0 µg/g) çeşidinde olduğu saptanmıştır. Avokado meyvesinin fenolik bileşenleri üzerine bugüne kadar nispeten az sayıda araştırma rapor edilmiştir. Golan vd. [28]. “Fuerte” ve “Lerman” çeşitlerinin meyve etindeki fenoliklerin kafeik, protokateşik, ferulik ve p-kumarik asitler olduğunu bildirmişlerdir. Torres vd. [29] 16 fenolik bileşen tanımlamıştır (p-

hidroksibenzoik, protokatekuik, β -resorsiklik, γ -resorsiklik, resorsiklik, gallik, izovanillik, vanilik, siringik, o-kumarik, m-kumarik, p-kumarik, kafeik, ferulik ve sinapik asitler) ancak avokado meyvesindeki bireysel fenolik miktarları hakkında bilgi mevcut değildir. Gölükcü ve Ozdemir [27], en yüksek gallik asit değerinin "Hass" (2.46 mg/kg) çeşidinde olduğunu bu sırasıyla "Fuerte" (1.57 mg/kg), "Zutano" (1.55 mg/kg) ve "Bacon" (1.42 mg/kg) çeşitlerinin takip ettiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda avokado tohum ve yapraklarında gallik asit bileşenleri tespit edilmemiştir. Meyve etinde ise sadece "Zutano" (1.7 μ g/g) çeşidinde saptanmıştır. Gölükcü [30] "Bacon", "Zutano", "Fuerte" ve "Hass" avokado çeşitlerinde 9 adet fenolik asit (gallik, protokateşuik, a-resorsilik, y-resorsilik, kafeik, ferulik, p-kumarik, m-kumarik, o-kumarik) ve 3 adet flavonoid ((-)- epikateşin, rutin, quersetin) olmak üzere 12 adet fenolik bileşen tespit etmiştir. Ayrıca avokado meyvesinin tüketilebilir kısmında, diğer fenolik bileşenlere kıyasla (-)-epikateşin ve rutin gibi flavonoidlerin, aynı zamanda kafeik ve protokateşuik asit gibi fenolik asitlerin oldukça yüksek seviyelerde bulunduğunu belirtmiştir. Tremocoldi vd. [31] "Hass" ve "Fuerte" çeşitlerinin tohumlarında epikateşin bileşeninin yüksek konsantrasyonlarda bulunan bileşen (sırasıyla 10.27 ve 11.06 μ g/mg) olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim çalışmamızda ta tohumlarda yapmış olduğumuz fenolik bileşen analiz sonucunda yüksek miktarlarda epikateşin bileşeni tespit edilmiştir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Fenolik bileşenler bitkilerde yaygın olarak bulunan kimyasal bileşenlerdir ve birçok bitki türünde bulunurlar. Fenolik bileşenler bitkilere renk, aroma ve tat verirken, bitkilerin çevresel streslere karşı direnç göstermelerine yardımcı olurlar. Ayrıca, fenolik bileşenler bitkilerin hastalıklara ve zararlı organizmalara karşı savunma mekanizmalarının bir parçası olarak işlev görürler. Fenolik bileşenlerin insan sağlığına olan potansiyel faydaları büyük ilgi çekmektedir. Antioksidan özellikleri, anti-enflamatuvar etkileri, kardiyovasküler etkileri, bağışıklık sistemi desteği, kanser önleme, nörolojik sağlık, diyabet kontrolü ve yaraların daha hızlı iyileşmesine yardımcı olabilirler. Bu neden bu bileşenler ile ilgi daha fazla çalışmaya gereksinim duyulmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmada, farklı avokado çeşitlerinin meyve, tohum ve yapraklarında bulunan fenolik bileşenlerin miktarlarını belirlenmiştir. Her çeşidin fenolik bileşen profili farklıdır ve bu bileşenlerin miktarları çeşitler arasında

değişmektedir. Özellikle "Bacon" çeşidi, birçok fenolik bileşeni en yüksek seviyede içerirken, diğer çeşitlerde bu bileşenlerin miktarları farklılık göstermektedir. Ayrıca, farklı avokado çeşitlerinin yapraklarında da farklı fenolik bileşenlerin ve miktarlarının bulunduğu görülmüştür.

Bu sonuçlar, avokado çeşitlerinin besin profillerinin ve kimyasal bileşimlerinin çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu çeşitlilik, avokadonun farklı kullanım alanlarına uygun olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, avokado yan ürünlerinin fenolik bileşenler açısından zengin olduğu ve değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu çalışma, avokado ve yan ürünlerinin biyoçeşitliliği hakkında önemli bilgiler sunmaktadır ve gelecekteki araştırmalara temel oluşturabilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Makale yazarı çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ BEYANI

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKLAR

1. Bernal, E., Díaz, D. 2005. Tecnología para el Cultivo de aguacate, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Corpoica, Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia. Manual Técnico (5):1-241.
2. Rodríguez-Carpena, J.G., Morcuende, D., Andrade, M.J., Kylli, P., Estévez, M. 2011. Avocado (*Persea americana* Mill.) phenolics, in vitro antioxidant and antimicrobial activities, and inhibition of lipid and protein oxidation in porcine patties. Journal of Agricultural and Food Chemistry 59(10):5625-5635.
3. Çelik, C., Binici, S., Yıldırım, A., Yıldırım, F., Şan, B., Bayram, S. 2023. Antalya ekolojik koşullarında yetiştirilen 4 avokado (*Persea americana* Mill.) çeşidinin meyve özellikleri ile farklı dokularının bazı biyokimyasal içeriklerinin belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 38(1):173-186.
4. Şan, B., Yıldırım, A.N., Yıldırım, F., Binici, S., Çelik, C., Bayram, S., Yılmaz, M. 2022. Antalya ekolojik koşullarında bazı avokado (*Persea americana* Mill.) çeşitlerinin yağ asitleri içerikleri. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 27:525-531.

5. Rozan, M.A., Boriy, E.G., Bayomy, H.M. 2021. Chemical composition, bioactive compounds and antioxidant activity of six avocado cultivars *Persea americana* Mill. (Lauraceae) grown in Egypt. Emirates Journal of Food and Agriculture.
6. Dreher, M.L., Davenport, A.J. 2013. Hass avocado composition and potential health effects. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 53(7):738-750.
7. Dabas, D., Shegog, R.M., Ziegler, G.R., Lambert, J.D. 2013. Avocado (*Persea americana*) seed as a source of bioactive phytochemicals. Curr. Pharm. Des. 19(34):6133-6140.
8. Tavlı, Ö.F., Özkan, E.E. 2020. Ülkemiz kültür bitkilerinden *Persea americana* Mill. (Avokado) ve tıbbi açıdan değerlendirilmesi. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi 10(1):28-36.
9. Demircan, B., Velioglu, Y.S. 2021. Avokado: Bileşimi ve sağlık üzerine etkileri. Akademik Gıda, 19(3):309-324.
10. Sánchez-Salcedo, E.M., Mena, P., García-Viguera, C., Hernández, F., Martínez, J.J. 2015. (Poly) phenolic compounds and antioxidant activity of white (*Morus alba*) and black (*Morus nigra*) mulberry leaves: Their potential for new products rich in phytochemicals. Journal of Functional Foods 18:1039-1046.
11. Thabti, I., Elfalleh, W., Hannachi, H., Ferchichi, A., Campos, M.D.G. 2012. Identification and quantification of phenolic acids and flavonol glycosides in Tunisian *Morus* species by HPLC-DAD and HPLC-MS. Journal of Functional Foods 4(1):367-374.
12. Bayram, S., Arslan, M.A., Turgutoğlu, E. 2006. Türkiye’de avokado yetiştiriciliğinin gelişimi, önemi ve önerilen bazı çeşitler. Derim 23(2):1-13.
13. Naik, S.N., Goud, V.V., Rout, P.K., Dalai, A.K. 2010. Production of first- and second-generation biofuels: a comprehensive review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14(2):578-597.
14. Ayala-Zavala, J.F.N., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodríguez, J.A., Siddiqui, M.W., ... & González-Aguilar, G.A. 2011. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. Food Research International 44(7):1866-1874.
15. Librán Cuervas-Mons, C.M., Mayor López, L., García Castelló, E.M., Vidal Brotons, D.J. 2013. Polyphenol extraction from grape wastes: Solvent and pH effect. Agricultural Sciences 4(9B):56-62.
16. Sharma, K., Mahato, N., Cho, M.H., Lee, Y.R. 2017. Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmentally friendly approaches. Nutrition 34:29-46.
17. FAO, 2004. Avocado: post-harvest operation. Rome.
18. Akram, M., Jamil, M.S., Zahid, M., Muhammad, A., Waqas, M.K., Zafar, I., Asif, H.M. 2011. Fast alignment (FASTA): a review article. Journal of Medicinal Plants Research 5(32):6931-6933.
19. Gong, M., Bassi, A. 2016. Carotenoids from microalgae: A review of recent developments. Biotechnology Advances 34(8):1396-1412.
20. Rodríguez-Carpena, J.G., Morcuende, D., & Estévez, M. 2011. Avocado by-products as inhibitors of color deterioration and lipid and protein oxidation in raw porcine patties subjected to chilled storage. Meat Science 89(2):166-173.
21. Artık, N., Murakami, H., Mori, T. 1998. Determination of phenolic compounds in pomegranate juice by using HPLC.
22. Rosero, J.C., Cruz, S., Osorio, C., Hurtado, N. 2019. Analysis of phenolic composition of byproducts (seeds and peels) of avocado (*Persea americana* Mill.) cultivated in Colombia. Molecules 24(17):3209.
23. Figueroa, J.G., Borrás-Linares, I., Lozano-Sánchez, J., Segura-Carretero, A. 2018. Comprehensive identification of bioactive compounds of avocado peel by liquid chromatography coupled to ultra-high-definition accurate-mass Q-TOF. Food Chemistry 245:707-716.
24. Saavedra, J., Córdova, A., Navarro, R., Díaz-Calderón, P., Fuentealba, C., Astudillo-Castro, C., Galvez, L. 2017. Industrial avocado waste: Functional compounds preservation by convective drying process. Journal of Food Engineering 198:81-90.
25. Araujo, R.G., Rodriguez-Jasso, R.M., Ruiz, H.A., Pintado, M.M.E., Aguilar, C.N. 2018. Avocado by-products: Nutritional and functional properties. Trends in Food Science & Technology 80:51-60.
26. Kosinska, A., Karamac, M., Estrella, I., Hernández, T., Bartolomé, B., Dykes, G.A. 2012. Phenolic compound profiles and antioxidant capacity of *Persea americana* Mill. peels and seeds of two varieties. Journal of Agricultural and Food Chemistry 60(18):4613-4619.
27. Golukcu, M., Ozdemir, F. 2010. Changes in phenolic composition of avocado cultivars during harvesting time. Chemistry of Natural Compounds 46:112-115.
28. Golan, A., Kahn, V., Sadovski, A.Y. 1977. Relationship between polyphenols and browning in avocado mesocarp. Comparison between the Fuerte and Lerman cultivars. Journal of

- Agricultural and Food Chemistry 25(6):1253-1260.
29. Torres, A.M., Mau-Lastovicka, T., Rezaaiyan, R. 1987. Total phenolics and high-performance liquid chromatography of phenolic acids of avocado. Journal of Agricultural and Food Chemistry 35(6):921-925.
30. Gölükcü, M. 2006. Bazı avokado (*Persea americana* Mill.) çeşitlerinin püre üretimine uygunluklarının belirlenmesi ve ürün stabilitesi üzerine depolama sıcaklığının etkisi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 160s, Antalya.
31. Tremocoldi, M.A., Rosalen, P.L., Franchin, M., Massarioli, A.P., Denny, C., Daiuto, É.R., ... & Alencar, S.M.D. 2018. Exploration of avocado by-products as natural sources of bioactive compounds. PloS one 13(2):e0192577.