

Alanya Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Hass ve Fuerte Avokado Çeşitlerinin Bazı Fitokimyasal İçerikleri ile Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi

Zehra Tuğba MURATHAN^{1*}, Armağan KAYA²

¹Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Battalgazi Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Battalgazi/Malatya, ²Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Temel Bilimleri Bölümü, Alanya/Antalya

¹<http://orcid.org/0000-0002-1468-7240>, ²<http://orcid.org/0000-0002-6776-3497>

✉: zehra.murathan@ozal.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Alanya ekolojik koşullarında yetiştirilen Hass ve Fuerte avokado çeşitlerinin meyve ve yaprak dokularında toplam fenolik madde, toplam flavanoid madde, toplam askorbik asit ve pigment içerikleri ile antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda yaprak ekstraktlarının meyve ekstraktlarına oranla daha yüksek toplam fenolik madde, toplam flavanoid madde, toplam askorbik asit içeriği ile antioksidan kapasiteye sahip oldukları belirlenmiştir. Ekstraktların ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radikali süpürücü aktivitelerinin %35.9 (Hass meyve ekstraktı) ile %60.5 (Fuerte yaprak ekstraktı), DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radikali süpürücü aktivitelerinin %30.7 (Hass meyve ekstraktı) ile %51.4 (Fuerte yaprak ekstraktı), FRAP (Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç) değerlerinin ise 130.8 $\mu\text{mol FeII g}^{-1}$ (Hass meyve ekstraktı) ile 267.5 $\mu\text{mol FeII g}^{-1}$ (Fuerte yaprak ekstraktı) arasında değiştiği belirlenmiştir. Ekstraktlarda klorofil a değerlerinin klorofil b değerlerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. En yüksek toplam klorofil içeriği Hass ve Fuerte çeşitlerinin yaprak ekstraktlarında (sırasıyla 22.89 ve 21.72 $\mu\text{g g}^{-1}$) tespit edilmiştir. Toplam karotenoid içeriği yine yaprak örneklerinde meyve örneklerine göre daha yüksek bulunurken, bu değerlerin 0.07 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Hass meyve ekstraktı) ile 4.16 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Fuerte yaprak ekstraktı) arasında değiştiği belirlenmiştir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 14.01.2020

Kabul Tarihi : 29.05.2020

Anahtar Kelimeler

Antioksidan

Avokado

Fenolik

Persea americana

Pigment

Investigation of Some Phytochemical Contents and Antioxidant Activities of Hass and Fuerte Avocado Cultivars Grown in Alanya Ecological Conditions

ABSTRACT

In this study, total phenolic, total flavanoid, total ascorbic acid and pigment contents with antioxidant capacities were determined based on three different methods of leaf and fruit methanolic extracts of Hass and Fuerte avocado cultivars grown in Alanya ecological conditions. As a result of the study, it was determined that leaf extracts contain higher total phenolic content, total flavanoid content, total ascorbic acid content and antioxidant capacity than those of fruit extracts. ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical scavenging activity of extracts was 35.9% (Hass fruit extract) and 60.5% (Fuerte leaf extract), DPPH radical scavenging activity was (1,1-diphenyl-2-) picrylhydrazyl) between 30.7% (Hass fruit extract) and 51.4% (Fuerte leaf extract), FRAP (Ferric ion reducing antioxidant power) value was 130.8 $\mu\text{mol FeII g}^{-1}$ (Hass fruit extract) and 267.5 $\mu\text{mol FeII g}^{-1}$ (Fuerte leaf extract) has been determined. The chlorophyll a values of the extracts were found to be higher than the chlorophyll b values. The highest total chlorophyll content was found in leaf extracts of Hass and Fuerte cultivars (22.89 and 21.72 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectively). Total carotenoid content was higher in leaf samples than fruit samples and it was found that it ranged from 0.07 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Hass fruit extract) to 4.16 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Fuerte leaf extract).

Research Article

Article History

Received : 14.01.2020

Accepted : 29.05.2020

Keywords

Antioxidant

Avocado

Phenolic

Persea americana

Pigment

To Cite : Murathan ZT, Kaya A 2020. Alanya Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Hass ve Fuerte Avokado Çeşitlerinin Bazı Fitokimyasal İçerikleri ile Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1435-1440. DOI: 10.18016/ksutarimdog.a.vi.674647.

GİRİŞ

Avokado (*Persea americana*) defnegiller familyasına mensup, subtropik bir meyvedir. İsmi İspanyolca'dan türemiş ve "Amerikan armudu" anlamına gelmektedir. Meksika'da 10.000 yıl önceden beri yetiştirildiği bilinmektedir (Bayram, 2010). FAO (2019) verilerine göre dünya genelinde avokado üretimi 2017 yılı için 5.924.398 tondur. Dünyada en fazla avokado üretimi yapan ülkeler Meksika, Dominik Cumhuriyeti, Peru, Endonezya, Kolombiya, Brezilya ve Kenya gibi ülkelerdir. 1970 yılında Kaliforniya (ABD)'dan ülkemize 7 çeşit getirilerek adaptasyon çalışmaları yapılmış ve Fuerte, Hass, Bacon ve Zutano çeşitlerinin Alanya/Antalya ekolojik koşullarına uyum sağladığı belirlenmiştir (Bayram, 2010). TÜİK (2019) verilerine göre ülkemizde avokado üretimi 2017 yılında 2.765 ton iken, 2018 yılında 3.164 ton olmuştur. 2018 yılında gerçekleşen bu üretimi 2.567 tonla Antalya, 496 tonla Mersin, 79 tonla Muğla ve 22 tonla Hatay illeri desteklemiştir.

Avokado meyvesi besinsel içeriğinden ötürü birçok diyet uzmanları tarafından önerilmektedir. Meyve yaklaşık %80 oranında su ve bol miktarda çözünbilir diyet lifi içermektedir. Meyvede doymamış yağ oranı yüksek iken, şeker oranı düşüktür. İçeriğinde A, D ve E vitaminleri ile Fe, P, Mg, S ve Cu elementleri bol miktarda bulunmaktadır. Ayrıca glutatyon, lutein, antraksantin, neoksantin, violaksantin gibi karotenoid antioksidanlar, fenolik antioksidanlar ve fitosteroller de içermektedir (Yeşiloğlu, 2006). Bütün bu yararlı besin bileşenleri sayesinde katarakt oluşumu, vasküler ve diyabetik hastalıklar, obezite, kanser, kolesterol ve iltihabi hastalıkların önlenmesinde, ayrıca yaşlanma sürecinin yavaşlatılmasında oldukça büyük bir öneme sahiptir (Lidebjer ve ark., 2007; Lo ve ark., 2012; Tabeshpour ve ark., 2017). Avokado yaprağı da halk arasında böbrek taşı, depresyon ve astım gibi hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Baytop, 1984).

Bu çalışmada Alanya ekolojik koşullarında yetiştiriciliği yapılan Hass ve Fuerte avokado çeşitlerinin meyve ve yaprak dokusu ekstraktlarının toplam fenolik madde, toplam flavanoid madde, toplam askorbik asit, klorofil ve toplam karotenoid içerikleri ile üç farklı metoda göre antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Bitkisel Materyaller

Çalışmada Alanya ilçesinin Kestel mevkiindeki Ziraat Odası'na ait tropikal bitkiler bahçesinde yer alan Hass ve Fuerte avokado çeşitlerine ait meyve ve yaprak

örnekleri kullanılmıştır. Çeşitlere ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

Fuerte: 1911 yılında Meksika'da bulunmuştur. 1913 yılında Kaliforniya'daki aşırı soğuklara dayandığı için kuvvetli anlamına gelen 'Fuerte' ismi verilmiştir. Ağaçları kuvvetli, iri ve dağınık büyümektedir. Yapraklarında anason kokusu bulunmaktadır. Meyveleri armut şekilli 170-500 g ağırlıklı, meyve kabuğu hafif pürüzlü, yeşil, sert, incedir. Olgunluk zamanı Kasım-Haziran ayları arasındadır (Tuzcu, 1996).

Hass: Meyve ağırlığı yaklaşık 300 g'dır. Meyve armut şeklindedir. Meyve kabuğu yeşilken, olgunlaştıkça mor renge dönüşür. Meyve kabuğu hafif pürüzlü ve parlaktır (Tuzcu, 1996).

Çeşitlerden meyve ve yaprak örnekleri Mayıs ayında toplanarak laboratuvara getirilmiştir. Yaprak örnekleri hemen ekstrakte edilirken, meyve örnekleri olgunlaşmaları için 3 gün oda sıcaklığında bekletildikten sonra ekstrakte edilmiştir.

Ekstraksiyon Metodu

5'er g meyve eti ve yaprak örneği 50 ml metanolla (%80) Ultra-Turrax (WiseTis® homogenizer, HG 15A) ile homojenize edildikten sonra 24 saat dairesel çalkalamalı inkübatörde (ACMI 006) 4 °C'de bekletilmiş ve sonrasında 10 dk süreyle 10000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatant toplam flavanoid madde, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite ölçümlerinde kullanılmıştır. Toplam askorbik asit ölçümleri için metanol yerine okzalik asitle (%0.4) aynı ekstraksiyon metodu kullanılarak elde edilen süpernatant kullanılmıştır.

Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenmiştir (Spanos ve Wrolstad, 1992). Bunun için 200 µl ekstrakt, 1000 µl folin-ciocalteu ve 800 µl (%7.5) Na₂CO₃ karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 2 saat inkübe edilmiştir. Daha sonra karışımın toplam fenolik madde içeriği spektrofotometrede 750 nm dalga boyunda belirlenmiştir. Numunelerin toplam fenolik madde içerikleri gallik asit standardından faydalanılarak mg 100 g⁻¹ cinsinden hesaplanmıştır.

Toplam Flavanoid Madde Tayini

Toplam flavanoid madde tayini Quettier ve ark. (2000)'na göre tespit edilmiştir. 1 ml ekstrakt ile 1 ml %2'lik AlCl₃ karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 1 saat inkübe edilmiştir. Numunelerin toplam flavanoid madde miktarları 415 nm dalga boyunda

spektrofotometre ile belirlenmiş ve quersetin ile hazırlanmış olan kalibrasyon eğrisinden faydalanılarak mg 100 g⁻¹ cinsinden hesaplanmıştır.

Toplam Askorbik Asit Tayini

Toplam askorbik asit tayini AOAC (1990)'a göre belirlenmiştir. 100 µl ekstrakt, 400 µl %0.4'lük okzalik asit ve 4.5 ml 2,6-diklorofenolindofenol çözeltisi ile karıştırıldıktan sonra çözeltinin absorbansı spektrofotometrede 520 nm'de ölçülmüştür. Toplam askorbik asit miktarı askorbik asit standardı kullanılarak hazırlanan kalibrasyon grafiği ile mg 100 g⁻¹ cinsinden hesaplanmıştır.

Antioksidan Kapasite Tayini

DPPH Serbest Radikali Süpürücü Aktivite

4 ml DPPH solüsyonu (0.1 M) ile 1 ml ekstrakt birleştirilmiş, 30 dk karanlık bir ortamda, çalkalayıcıda inkübe edilmiştir. Absorbans ölçümleri 515 nm dalga boyunda spektrofotometrede yapılmıştır. DPPH radikali süpürücü aktivite %DPPH=(Akontrol-Aörnek)/Akontrol x 100 formülüyle belirlenmiştir (Rezaeirad ve ark., 2013).

ABTS Serbest Radikali Süpürücü Aktivite

ABTS serbest radikali süpürücü aktivite Re ve ark. (1999)'nın kullandığı metoda göre yapılmıştır. Bunun için 7 mM ABTS ile 2.45 mM potasyum per sülfattan 1:1 oranında stok solüsyon hazırlanmış, 16 saat karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Stok solüsyonun absorbansı 734 nm dalga boyunda 0.7±0.05 olana kadar metanolla seyreltilmiştir. 150 µl ekstrakt 2.85 ml seyreltilmiş ABTS solüsyonuyla birleştirilmiş ve 6 dk oda sıcaklığında bekletildikten sonra karışımın absorbansı 734 nm'de ölçülmüştür. ABTS radikali süpürücü aktivite %ABTS=(Akontrol-Aörnek)/Akontrol x 100 formülüyle belirlenmiştir.

Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP)

FRAP yöntemi Benzie ve Strain (1996)'in kullandığı metoda göre yapılmıştır. Bunun için 25 ml sodyum asetat tamponu (300 mM, pH3.6), 2.5 ml TPZT çözeltisi (10 mM in 40 mM HCl) ve 2.5 ml FeCl₃.6H₂O (20 mM) çözeltisinin karışımıyla FRAP çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan çözelti 37 °C'de su banyosunda ılıtılmıştır. Daha sonra 100 µl ekstrakt ve 3 ml FRAP çözeltisi ile karıştırılmıştır. Karışımın absorbansı 4 dk sonra spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda belirlenmiştir. Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç FeSO₄ standart eğrisi kullanılarak µmol Fe(II) g⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Pigment Tayini

Pigment tayini De-Kok ve Graham (1980)'in kullandığı metoda göre yapılmıştır. Bunun için 1 g meyve veya yaprak numunesi aseton (50 ml) ile homojenize edilmiş

ve 30 dk çalkalamalı etüvde inkübe edilmiştir. Bir gece buzdolabında bekletildikten sonra örnek filtre edilmiş ve beşte biri kadar distile su ile karıştırılmıştır. Daha sonra 15 dk çalkalamalı inkübatörde (ACMI 006) 25 °C'de bekletilmiş ve 10 dk 3000 rpm'de santrüfuj edilmiştir. Süpernatantların absorbansı 470, 645 ve 662 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Lichtenthaler and Welburn, 1983);

Klorofil a: 11.75*A662-2.35*A662

Klorofil b: 18.61*A645-3.96*A662

Toplam Karotenoid: (1000*A470-2.27*Klorofil a-81.4*Klorofil b)/227

Toplam klorofil: Kla+Klb

İstatistiksel Analizler

Çalışmada her meyve ve yaprak numunesi için üç tekrarlı analiz yapılarak ortalama değerler belirlenmiştir. Ortalama değerler ve standart sapmalar SPSS 20.0 paket programı ile belirlenmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan (1955) çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (p<0.05).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Avokado meyve ve yaprak ekstraktlarının bazı biyoaktif bileşen içerikleri ile antioksidan kapasite sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre yaprak ekstraktlarının meyve ekstraktlarına oranla daha yüksek toplam fenolik madde, toplam flavanoid madde ve toplam askorbik asit içerdikleri belirlenmiştir. En yüksek toplam fenolik madde içeriği Fuerte çeşidinin yaprak ekstraktlarında (352.3 mg 100 g⁻¹), en düşük içerik ise Hass çeşidinin meyve ekstraktlarında (145.2 mg 100 g) görülmüştür. Toplam flavanoid madde içeriği Hass ve Fuerte çeşitlerinin yaprak ekstraktlarında benzer bulunmuş ve istatistiksel olarak bir farklılığa rastlanmamıştır (p<0.05). En düşük toplam flavanoid madde içeriği Fuerte çeşidinin meyve ekstraktında (56.3 mg 100 g⁻¹) tespit edilmiştir. Örneklerin toplam askorbik asit içeriği 219.2 mg 100 g⁻¹ (Hass meyve ekstraktı) ile 354.1 mg 100 g⁻¹ (Fuerte yaprak ekstraktı) arasında değişiklik göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında Wu ve ark. (2004) avokado meyve etlerinin her 30 gramında 60-140 mg arasında fenolik bileşen bulunduğunu bildirmişlerdir. Tremocoldi ve ark. (2018) Brezilya'da yetiştirilen Hass ve Fuerte çeşitlerinin kabuk ve tohumlarının toplam fenolik madde içeriklerinin sırasıyla 63.5, 120.3 mg g⁻¹ ile 57.3, 59.2 mg g⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir. Wang ve ark. (2010) 8 avokado çeşidinin meyve etinde toplam fenolik madde içeriğinin 0.6 ile 4.9 mg g⁻¹ arasında değiştiğini, Hass çeşidinde ise bu değer 4.9 mg g⁻¹ olduğunu tespit etmişlerdir. Segovia ve ark. (2018) avokado çekirdeklerinin etanol/su (1:1) ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriğinin 30.98 mg g⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir. Rotta ve ark. (2016) avokado

kabuklarının toplam fenolik madde içeriğinin 621.36 mg kg⁻¹, toplam flavanoid madde içeriğinin ise 536.89 mg kg⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir. Diğer yandan Wang ve ark. (2016) avokado meyvesinin iyi miktarda askorbik asit içeriğine sahip olduğunu bildirmiştir. Çalışma sonuçları arasındaki bu farklılıklar bitkilerin yetiştiği ortamın iklimsel ve coğrafik özelliklerinden kaynaklanabileceği gibi, metotsal farklılıklar ve hasat zamanlarındaki farklılıklar da sonuçları etkileyebilmektedir.

Avokado bitkisinin yaprakları, meyve eti, tohumu, kabukları ve kökleri gibi kısımlarından elde edilen ekstraktların farklı düzeylerde antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve bu sayede oksidatif stres ve hücrel oksidasyon reaksiyonlarını nötralize ettiği bildirilmiştir (Abdulazeez ve Ponnusamy, 2016; Wang ve ark., 2016). Çalışmada yaprak dokularının meyve etinden daha fazla antioksidan kapasiteye de sahip olduğu, her üç metoda göre de en yüksek antioksidan kapasitenin Fuerte çeşidinin yapraklarında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Ekstraktların ABTS radikali süpürücü aktivitelerinin %35.9 (Hass meyve ekstraktı) ile %60.5 (Fuerte yaprak ekstraktı), DPPH radikali süpürücü aktivitelerinin %30.7 (Hass meyve ekstraktı) ile %51.4 (Fuerte yaprak ekstraktı), FRAP değerlerinin ise 130.8 µmol FeII g⁻¹ (Hass meyve

ekstraktı) ile 267.5 µmol FeII g⁻¹ (Fuerte yaprak ekstraktı) arasında değiştiği belirlenmiştir. DPPH radikali süpürücü aktivite değerlerine göre Hass ve Fuerte çeşitlerinin meyve ekstraktlarında, Hass ve Fuerte çeşitlerinin yaprak ekstraktlarında, yine FRAP değerlerine göre Hass ve Fuerte çeşitlerinin meyve ekstraktlarında istatistiksel olarak farklılık ortaya çıkmamıştır (p<0.05). Owolabi ve ark. (2010) avokado yapraklarından izole ettikleri fitobileşen maddelerinin sahip oldukları antioksidan aktiviteleri DPPH yöntemi kullanılarak değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda avokado yapraklarının iyi derecede antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir. Bir diğer çalışmada ise Asaolu ve ark. (2010) avokado yaprak fitobileşenlerinin önemli oranda antioksidan kapasiteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada, avokadonun antioksidan aktivitesi, bitkinin farklı kısımlarından elde edilen ekstraktlarda farklılıklar göstermiştir. DPPH metodunun kullanıldığı analizlerde antioksidan kapasite; yaprak> kabuk> yağ> posa şeklinde bulunmuştur (Kumar ve Cumbalı, 2016). Tremocoldi ve ark. (2018) ise Brezilya'da yetiştirilen Hass ve Fuerte çeşitlerinin kabuk ve tohumlarının DPPH radikali süpürücü aktivitelerinin sırasıyla 310 ile 464.9 µmol g⁻¹, 580.8 ile 1004 µmol g⁻¹ ve FRAP değerlerinin ise 656.9 ile 1881 µmol FeII g⁻¹ olduğunu tespit etmişlerdir.

Çizelge 1. Avokado meyve ve yaprak ekstraktlarında bazı biyoaktif bileşenleri ile antioksidan kapasite sonuçları
Table 1. Some bioactive components and antioxidant capacity of avocado fruit and leaf extracts

	Toplam Fenolik Madde (mg 100 g⁻¹)	Toplam Flavanoid Madde (mg 100 g⁻¹)	Toplam Askorbik Asit (mg 100 g⁻¹)	ABTS (%)	DPPH (%)	FRAP (µmol FeII g⁻¹)
Hass meyve eti	145.2±10.3d	65.6±8.9b	219.2±15.8d	35.9±3.60d	30.7±6.4b	130.8±5.9c
Hass yaprak	261.1 ±16.9b	89.8±5.6a	286.5±12.3c	53.8±3.93b	50.9±5.3a	221.7±12.8b
Fuerte meyve eti	216.9±17.5c	56.3±1.9c	302.4±26.8b	40.2±7.4c	32.4±6.8b	146.6±11.9c
Fuerte yaprak	352.3±30.1a	85.6±1.7a	354.1±23.6a	60.5±3.7a	51.4±2.5a	267.5±9.5a

Aynı sütunda gösterilen farklı harfler (a-d) Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (p<0.05).

Different letters (a-d) within the columns indicate statistically significant differences by Duncan's multiple range test at p<0.05.

Klorofiller bitkilerde antioksidan potansiyele sahip en önemli bileşenlerdendir (Lanfer-Marquez ve ark., 2005). Çalışmada avokado meyve ve yaprak ekstraktlarının pigment analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre ekstraktlarda klorofil a değerlerinin klorofil b değerlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek klorofil a değeri Hass ve Fuerte çeşitlerinin yaprak ekstraktlarında (sırasıyla 14.94 ve 14.23 µg g⁻¹), en düşük değer ise Hass ve Fuerte çeşitlerinin meyve ekstraktlarında (sırasıyla 5.88 ve 6.60 µg g⁻¹) tespit edilmiştir. En yüksek toplam klorofil içeriği Hass ve Fuerte çeşitlerinin yaprak ekstraktlarında (sırasıyla 22.89 ve 21.72 µg g⁻¹) tespit edilmiştir. Mooz ve ark. (2012) 4 farklı çeşit (Avocado, Guatemala, Dickinson ve Butter pear) avokado meyve etinde klorofil miktarını 8.09-

16.39 mg ml⁻¹ arasında tespit etmişlerdir.

Karotenoidler A vitamini öncül maddesi olan ve en iyi bilinen antioksidanlardandır. Avokadoda en fazla bulunan karotenoidler zeaksantin, lutein ve b-karotendir. Avokado meyveleri özellikle ksantofil karotenoidleri bakımından çok zengindir (Lu ve ark., 2005). Avokado meyvesi olgunlaştıkça meyve etindeki karotenoid miktarı azalmaktadır (Ashton ve ark., 2006). Çalışmamızda, toplam karotenoid içeriği yine yaprak örneklerinde meyve örneklerine göre daha yüksek bulunmuş olup, bu içeriğin 0.07 µg g⁻¹ (Hass meyve ekstraktı) ile 4.16 µg g⁻¹ (Fuerte yaprak ekstraktı) arasında değiştiği belirlenmiştir. Mooz ve ark. (2012) avokado meyve etinde karotenoid miktarını 1.72-5.65 mg ml⁻¹ arasında tespit etmişlerdir. Requejo-Jackman ve ark. (2005) Yeni

Zelanda'da soğuk sıkım avokado yağında klorofil ve karotenoid değerlerini 40-60 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve 3.2 $\mu\text{g g}^{-1}$ olarak bildirmişlerdir. Wang ve ark. (2010) ise 8 avokado çeşidinin meyve etinde klorofil a değerlerini 0.5 ile 14.8 $\mu\text{g g}^{-1}$, klorofil b değerlerini 1.4 ile 13.8 $\mu\text{g g}^{-1}$, toplam klorofil değerlerini 2.7 ile 28.7 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve toplam karotenoid değerlerini ise 1.5 ile 7.1 $\mu\text{g g}^{-1}$ arasında tespit etmişlerdir. Ham avokado meyvelerinin et rengi koyu yeşilken, olgunlaştıkça sarıya dönmektedir.

Toplam karotenoid miktarı en fazla oranda ham meyvelerde tespit edilmiştir (Lu ve ark., 2005). Avokado meyvelerinin hipolipidemik etkiye sahip olduğu, bu etkinin de meyvenin içerdiği yüksek karotenoid miktarına bağlı olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular, Dzeufiet ve ark. (2014)'nın günlük öğünlerde avokadonun yer almasının önemli olduğunu bildiren görüşünü vurgulamaktadır.

Çizelge 2. Avokado meyve ve yaprak ekstraktlarında pigment analiz sonuçları

Table 2. Pigment analysis results of avocado fruit and leaf extracts

	Klorofil a ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Klorofil b ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Toplam klorofil ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Toplam Karotenoid ($\mu\text{g g}^{-1}$)
Hass meyve	5.88±0.04b	4.96±0.08b	10.9±0.09b	0.07±0.004c
Hass yaprak	14.94±0.14a	7.96±0.19a	22.89±0.32a	2.59±0.09b
Fuerte meyve	6.60±0.01b	1.26±0.03c	7.87±0.02c	3.01±0.02b
Fuerte yaprak	14.23±0.15a	7.49±0.07a	21.72±0.08a	4.16±0.01a

Aynı sütunda gösterilen farklı harfler (a-c) Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).

Different letters (a-c) within the columns indicate statistically significant differences by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

SONUÇ

Bilindiği gibi iklimsel ve coğrafik özellikler bitkilerin fitokimyasal bileşimini değiştirmektedir. Bu çalışma sonucunda Alanya ekolojik koşullarında yetiştirilen Hass ve Fuerte avokado çeşitlerinin iyi oranda fenolik içeriğe ve antioksidan kapasiteye sahip oldukları belirlenmiştir. Aynı zamanda bitkilerin yaprak ve meyve etlerinin antioksidan potansiyele sahip klorofil ve karotenoidler gibi pigmentleri fazla oranda içermesi de oldukça önemlidir. Avokado yaprakları dünyanın birçok yerinde tıbbi bitki olarak kullanılırken meyve eti içerdiği besinsel öğelerinin çeşitliliği ve zenginliği nedeniyle diyetlerde yoğun olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde ilk avokado yetiştiriciliği 1970 yılında başlamıştır ve gün geçtikçe üretim değerleri artış göstermektedir. Günümüzde hemen her markette avokado meyvesine rastlanması ve tüketiminin giderek artması sevindirici bir durumdur. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara istinaden avokado meyvesinin tüketiminin daha da yaygınlaştırılması büyük önem arz etmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Abdulazeez SS, Ponnusamy P 2016. Antioxidant and hypoglycemic activity of strawberry fruit extracts against alloxan induced diabetes in rats. Pakistan Journal Pharmaceutical Sciences 29: 255-260.

AOAC 1990. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists 15th ed., Arlington VA, USA, 1058-1059.

Asaolu M, Asaolu S, Fakunle J, Emman-Okon B, Ajayi E, Togun R 2010. Evaluation of *in vitro* antioxidant activities of methanol extracts of *Persea americana* and *Cnidioscolus aconitifolius*. Pakistan Journal of Nutrition 9: 1074-1077.

Ashton OBO, Wong M, McGhie TK, Vather R, Wang Y, Requejo-Jackman C 2006. Pigments in avocado tissue and oil. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54(26): 10151-10158.

Bayram S 2010. Avokado (*Persea americana* Mill.). 2010 Yılı Avokado Gelişim Raporu. BATEM 39.

Baytop T 1984. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, İstanbul, Sanal Matbaacılık.

Benzie IFF, Strain JJ 1996. The ferric reducing Ability of plasma (FRAB) as a measure of "Antioxidant power": The FRAB assay. Analytical Biochemistry 239: 70-76.

De-Kok L, Graham M 1980. Levels of pigments, soluble proteins, amino acids and sulfhydryl compounds in foliar tissue of *Arabidopsis thaliana* during dark induced and natural senescence. Plant Physiology and Biochemistry 27: 133-142.

Duncan DB 1955. Multiplerange and multiple F Tests. Biometrics 11: 1-14.

Dzeufiet PDD, Mogueo A, Bilanda DC 2014. Antihypertensive potential of the aqueous extract which combine leaf of *Persea americana* Mill. (Lauraceae), stems and leaf of *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf. (Poaceae), fruits of *Citrus medical* L. (Rutaceae) as well as honey in ethanol and sucrose experimental model. BMC Complementary Alternative Medicine 14: 507.

- FAO Statal Databases. 2019. <http://faostat.fao.org> (17.12.2019)
- Kumar B, Cumbal L 2016. UV-Vis, FTIR and antioxidant study of *Persea americana* (Avocado) leaf and fruit: a comparison. *Revista Farmaceuticas Ciencias Quimico* 14: 13-20.
- Lanfer-Marquez UM, Barros RMC, Sinnecker P 2005. Antioxidant activity of chlorophylls and their derivatives. *Food Research International* 38(8-9): 885-891.
- Lidebjer C, Leanderson P, Ernerudth J, Jonasson L 2007. Low plasma levels of oxygenated carotenoids in patients with coronary artery disease. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 17(6): 448-456.
- Lichtenthaler K, Welburn AR 1983. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Botanisches Institut der Universität, Kaiserstrasse 12, Postfach pp. 591-592.*
- Lo HM, Tsai YJ, Du WY, Tsou CJ, Wu WB 2012. A naturally occurring carotenoid, lutein, reduces PDGF and H2O2 signaling and compromised migration in cultured vascular smooth muscle cells. *Journal of Biomedical Science* 19(1): 18.
- Lu QY, Arteaga JR, Zhang Q, Huerta S, Go VL, Heber D 2005. Inhibition of prostate cancer cell growth by an avocado extract: Role of lipid-soluble bioactive substances. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 16: 23-30.
- Mooz ED, Gaiano NM, Shimano MYH, Amancio RD, Spoto MHF 2012. Physical and chemical characterization of the pulp of different varieties of avocado targeting oil extraction potential. *Food Science and Technology* 32(2): 274-280.
- Owolabi MA, Coker HAB, Jaja SI 2010. Bioactivity of the phytoconstituents of the leaves of *Persea americana*. *Journal of Medicinal Plants Research* 4(12): 1130-1135.
- Quettier-Deleu C, Gressier B, Vasseur J, Dine T, Brunet J, Luyck M, Cazin M, Cazin JC, Bailleul F, Trotin F 2000. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal of Ethnopharmacology* 72: 35-40.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 26(9-10): 1231-1237.
- Requejo-Jackman C, Wong M, Wang Yan McGhie T, Petley M, Woolf A. 2005. The good oil on avocado cultivars: A preliminary evaluation. *Orchardist* 78(10): 54-58.
- Rezaeirad D, Bakhshi D, Ghasemnezhad M, Lahiji HS 2013. Evaluation of some quantitative and qualitative characteristics of local pears (*Pyrus* sp.) in the North of Iran. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 5(8): 882-887.
- Rotta EM, de Moraes DR, Biondo PBF, dos Santos VJ, Matsushita M, Visentainer JV 2016. Use of avocado peel (*Persea americana*) in tea formulation: a functional product containing phenolic compounds with antioxidant activity. *Acta Scientiarum. Technology* 38(1): 23-29.
- Segovia F, Hidalgo G, Villasante J, Ramis X, Almajano M 2018. Avocado seed: A comparative study of antioxidant content and capacity in protecting oil models from oxidation. *Molecules* 23(10): 2421.
- Spanos GA, Wrolstad RE 1992. Phenolic of apple, pear and white grape juices and their changes with processing and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 40(9):1478-1487.
- Tabeshpour J, Razavi BM, Hosseinzadeh H 2017. Effects of Avocado (*Persea americana*) on Metabolic Syndrome: A Comprehensive Systematic Review. *Phytotherapy Research* 31(6): 819-836.
- Tremocoldi MA, Rosalen PL, Franchin M, Massarioli AP, Denny C, Daiuto ER, de Alencar SM 2018. Exploration of avocado by-products as natural sources of bioactive compounds. *PloS one* 13(2): e0192577.
- TUIK (2019). <http://www.tuik.gov.tr> (17.12.2019).
- Tuzcu Ö 1996. Subtropik Meyveler Ders Notları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları (Yayınlanmamış).
- Wang M, Zheng Y, Khuong T, Lovatt CJ 2016. Developmental differences in antioxidant compounds and systems in normal and small-phenotype fruit of 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.). *Scientia Horticulturae* 206: 15-23.
- Wang W, Bostic TR, Gu L 2010. Antioxidant capacities, procyanidins and pigments in avocados of different strains and cultivars. *Food Chemistry* 122: 1193-1198.
- Wu X, Beecher GR, Holden JM, Haytowitz DB, Prior RL 2004. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacity of common foods in the U.S. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 52: 4026-4037.
- Yeşiloğlu T 2006. Subtropik Meyveler, Lisans Ders Notları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü (Yayınlanmamış)