



## Antalya ekolojik koşullarında bazı avokado (*Persea americana* Mill.) çeşitlerinin yağ asitleri içerikleri

Fatty acid contents of some avocado (*Persea americana* Mill.) cultivars in Antalya ecological conditions

Bekir ŞAN<sup>1\*</sup>, Adnan Nurhan YILDIRIM<sup>1</sup>, Fatma YILDIRIM<sup>1</sup>, Selçuk BİNİCİ<sup>1</sup>, Civan ÇELİK<sup>2</sup>,  
Süleyman BAYRAM<sup>3</sup>, Mustafa YILMAZER<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye.

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Isparta, Türkiye.

<sup>3</sup>Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya, Türkiye.

<sup>4</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Isparta, Türkiye.

### MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

#### Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1128282](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1128282)

Geliş tarihi /Received:09.06.2022

Kabul tarihi/Accepted:07.07.2022

#### Keywords:

Avocado, *Persea americana* Mill., fatty acids, seed, fruit.

\*Corresponding author: Bekir ŞAN

✉: [bekirsan@isparta.edu.tr](mailto:bekirsan@isparta.edu.tr)

### ÖZET / ABSTRACT

**Aims:** In the study, it was aimed to determine the fatty acid contents of the seeds and fruits of 'Hass', 'Fuerte', 'Zutano' and 'Bacon' avocado cultivars grown in Antalya ecological conditions.

**Methods and Results:** In the study, oil samples obtained from the seeds and flesh of 'Hass', 'Fuerte', 'Zutano' and 'Bacon' avocado cultivars were converted into methyl esters by using a mixture of sodium methoxide and methanol. Fatty acids were analyzed using a 'Shimadzu GC 2010 Plus' brand device with a 'CP-WAX52CB 60m' column. The ratio of unsaturated fatty acids varied between 41.62% and 63.90% in the oil obtained from the seeds and between 78.87% and 87.48% in the oils obtained from the flesh, according to the cultivars. The content of linoleic acid, one of the omega-6 fatty acids, in avocado seed oil was quite high and varied between 21.35% and 34.47% according to the cultivars. The palmitic acid (11.33-19.80%) from saturated fatty acids, oleic acid (56.76%-69.80%) from monounsaturated fatty acids and linoleic acid (11.08-14.11%) from polyunsaturated fatty acids were found as high values in flesh. Our results showed that avocado fruits also contain alpha-linolenic acid (0.24-0.35%), which is one of the omega-3 fatty acids, even if it is low.

**Conclusions:** Avocado fruits were very rich in unsaturated fatty acids. These results showed oils obtained from fruit flesh contain higher mono and polyunsaturated fatty acids than seed oil.

**Significance and Impact of the Study:** Due to the increase in cardiovascular diseases in recent years, it is important to consume foods rich in mono and polyunsaturated fatty acids. As a result of this study, which determined the fatty acid content of avocado cultivars grown in Antalya ecological conditions, it is predicted that avocado consumption may increase.

**Atf / Citation:** Şan B, Yıldırım AN, 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(3) : 525-531. DOI: [10.37908/mkutbd.1128282](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1128282)

### GİRİŞ

Avokado herdem yeşil tropik iklim meyvelerinden birisi olup, anavatanı Orta ve Güney Amerika'nın Meksika ve

Guatemala bölgelerinin dağlık alanları ile Pasifik Okyanusu kıyılarıdır. Arkeolojik kaynaklara göre avokado meyvesinin yaklaşık 9000-10000 yıl öncesinde insanlar tarafından tüketildiği ifade edilmektedir. Kültürü yapılan

avokado çeşitlerinin Doğu Hindistan, Guetamala ve Meksika olmak üzere 3 farklı tipi bulunmaktadır. Doğu Hindistan tipi avokadoların soğuğa hassas (-2°C) meyveleri iri ve yağ oranı %5-10 civarındadır. Guatemala tipi avokadoların orta iri meyveli, %8 ile %20 arasında yağ içeren ve -4 °C'ye kadar soğuğa dayanabilen özelliklere sahip olduğu bildirilmektedir. Meksika tipi avokadolar ise soğuğa diğerlerine göre daha dayanıklı (-6 °C) küçük meyveli, yaprakları anason kokulu ve yağ oranları %28'e kadar çıkabilmektedir (Martinez Pacheco ve ark., 2011; Duarte ve ark., 2016; Mendez-Zuniga ve ark., 2019; Demircan ve Velioğlu, 2021; Gümüştepe ve ark., 2022). Türkiye'de avokado yetiştiriciliği 1970'li yıllarda Kaliforniya'dan getirilen 'Hass', 'Fuerte', 'Zutano' ve 'Bacon' çeşitleri ile kurulan adaptasyon bahçeleri ile başlamıştır (Demirkol ve ark., 2004; Demircan ve Velioğlu, 2021). 1980'li yıllarda ticari bahçeler kurulmaya başlansa da yeterince yaygınlaşmamıştır. Ancak son yıllarda besin değerinin yüksek olması nedeniyle tüketimi artmış ve buna paralel olarak geniş alanlarda bahçeler kurulmaya başlanmıştır. 2021 yılı verilerine göre Türkiye avokado üretiminin 9081 tona ulaştığı görülmektedir. Meyve veren yaştaki ağaç sayısının 121000 adet, meyve vermeyen yaştaki ağaç sayısının ise 594000 adet (TÜİK, 2022) olduğu göz önüne alındığında, önümüzdeki yıllarda üretimin çok hızlı bir şekilde artacağı tahmin edilmektedir. Meyvelerinin yağ, protein, fenolik bileşikler, lifler ve vitaminler bakımından zengin olması tüketiminin artmasında önemli rol oynamaktadır. Ayrıca potasyum, magnezyum ve fosfor başta olmak üzere mineral madde içeriğinin de yüksek olduğu bilinmektedir (Dabas ve ark., 2013; Tavlı ve Eroğlu Özkan, 2020; Rozan ve ark., 2021). Avokadonun besin değeri dışında kanser ve kardiyovasküler hastalıklar başta olmak üzere bazı hastalıkların geleneksel tedavi yöntemlerinde de kullanıldığı ifade edilmiştir. Bu amaçla meyve, tohum, yaprak, kök, kabuk, çiçek ve taze sürgünlerinin antifungal, antibakteriyel, antidiyabetik, antikanser, antiviral gibi etkilerinin olduğu bildirilmektedir (Dreher ve Davenport, 2013; Dabas ve ark., 2013; Tavlı ve Eroğlu Özkan, 2020; Demircan ve Velioğlu, 2021; Gümüştepe ve ark., 2022). Avokado meyvesinden elde edilen yağın doymamış yağ asitleri oranının yüksek olması sağlık açısından önemlidir. Özellikle antikanserojen etkileri ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde doymamış yağ asitlerinin önemli rolü vardır. Yapılan bir çalışmada avokado tüketen kişilerde, tüketmeyenlere göre kardiyovasküler hastalık riskinin %16, koroner kalp hastalık riskinin ise %21 daha düşük olduğu belirlenmiştir (Pacheco ve ark., 2022). Avokado yağı insan vücudunda sentezlenememesi nedeniyle mutlaka dışarıdan alınması

gereken ve beslenmede önemli yeri olan omega-3 ve omega-6 yağ asitlerini de içermektedir. Omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin günlük diyetlerde yer alması kadar dengeli bir şekilde alınması da önemlidir. Omega-6 yağ asitlerinin kanser hücrelerinin oluşumunu ve inflamasyonu başlatıcı etkisinin olduğu, omega-3 yağ asitlerinin ise anti kanserojen ve anti-inflamasyon etkiye sahip olduğu yani omega-6 yağ asitlerinin bu olumsuz etkisini ortadan kaldırdığı bildirilmektedir. Bu nedenle dünya sağlık örgütü tarafından alınması gereken omega-6/omega-3 oranının 3 olması gerektiği, bu oranın 10'un üzerine çıkmaması gerektiği ifade edilmektedir (Çakmakçı ve Tahmas-Kahyaoğlu, 2012). Halbuki bu oranın günümüz diyetlerinde 50'ye kadar çıkabildiği görülmektedir. Uygun oranın yakalanabilmesi için deniz ürünlerinin kullanılma zorunluluğu olmakla birlikte, omega-3 yağ asitlerini içeren bitkisel kaynakların da araştırılması önem arz etmektedir (Çakmakçı ve Tahmas-Kahyaoğlu, 2012; Akbulut, 2022). Avokado meyvesi önemli oranda omega-6 ve az miktarda omega-3 yağ asitlerini de içermektedir. Meyve türlerinde yağ asitleri içeriği üzerine ekoloji, toprak yapısı, meyvenin olgunluk durumu ve rakım gibi faktörlerin etkili olduğu bilinmektedir (Carvalho ve ark., 2015; Murathan ve Kaya, 2020). Bu bakımdan farklı ekolojilerde yetiştirilen avokado meyvelerinin besin değerinin araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada Antalya ekolojisinde yetiştirilen 'Hass', 'Fuerte', 'Bacon' ve 'Zutano' çeşitlerinin yağ asitleri kompozisyonu belirlenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Araştırmada Antalya ili Alanya ilçesinde mevcut olan bir üretici bahçesinden temin edilen 'Hass', 'Fuerte', 'Bacon' ve 'Zutano' çeşitlerine ait meyveler materyal olarak kullanılmıştır. Çeşitlerin özellikleri aşağıda verilmiştir.

**Fuerte:** Meksika ile Guetamala ırklarının melezi olan bu çeşit 1911 yılında bulunmuştur. Yapraklarında anason kokusu vardır. -2.8°C'ye kadar soğuklara dayanabilmektedir. B tipi çiçek yapısına sahip olup, çiçeklenme zamanı mart ayından mayıs ayının ilk haftasına kadar devam etmektedir. Kasım ayında hasat olumuna gelmekte olup, ağaç üzerinde nisan ayına kadar kalabilmektedir. Ağaç başına 50-55 kg meyve verebilmektedir. Meyve iriliği 170 ile 500 g arasında değişmekte olup, Antalya koşullarında ortalama 300 g'dır. Meyve etinin yağ oranı %19-20 civarındadır (Bayram ve Demirkol, 2003; Demirkol ve ark., 2004).

**Hass:** 1935 yılında Kaliforniya'da seçilen bu çeşit Meksika ile Guetamala tiplerinin melezi olmakla birlikte baskın olarak Guetamala özelliklerini taşımaktadır. A tipi çiçek

yapısına sahip olup, mart ayından mayıs ayının sonuna kadar çiçeklenme devam etmektedir. Kış soğuklarına dayanımı oldukça düşük olup,  $-1.1^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar dayanabilmektedir. Meyve iriliği 140 ile 400 g arasında değişmekte olup, Antalya koşullarında ortalama 160-180 g olduğu belirtilmiştir. Ağaç başına 75-80 kg verim vermektedir. Meyve kabuğu siyahımsı mor, meyve eti koyu sarıdır. Meyveleri Şubat ayında hasat olumuna gelmekte ve haziran ayına kadar ağaç üzerinde kalabilmektedir. Meyve etinin yağ oranı %15-17'dir (Bayram ve Demirkol, 2003; Demirkol ve ark., 2004).

**Bacon:** 1928 yılında Kaliforniya'da bulunan bu çeşit Meksika ve Guatemala tiplerinin melezedir. Yapraklarında anason kokusu vardır. Kış soğuklarına  $-4.4^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar dayanabilmektedir. B tipi çiçek yapısına sahip olup, mart ayının ilk haftasından mayıs ayının ilk haftasına kadar çiçeklenme devam etmektedir. Meyve ağırlığı 170 ile 510 g arasında değişmekle birlikte, Antalya ekolojisinde 250-260 g olduğu bildirilmektedir. Ağaç başına 75-80 kg verim vermektedir. Meyveleri kasım ayı başında hasat olumuna gelmekte, ocak ortasına kadar ise ağaç üzerinde kalabilmektedir. Meyve etinin yağ oranı %15-16 olarak rapor edilmiştir (Bayram ve Demirkol, 2003; Demirkol ve ark., 2004).

**Zutano:** 1926 yılında Kaliforniya'da selekte edilen bu çeşit Meksika ile Guatemala tiplerinin melezedir. Kış soğuklarına  $-3.3^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar dayanabilmektedir. B tipi çiçek yapısına sahip olup, şubat ayının ortasından mayıs ayının ortasına kadar çiçeklenme devam etmektedir. Meyve ağırlığı 200 ile 400 g arasında değişmekle birlikte Antalya ekolojisinde 280-290 g olduğu bildirilmektedir. Ağaç başına 75-80 kg verim vermektedir. Meyveleri kasım ayı başında hasat olumuna gelmekte, aralık ayı sonuna kadar ağaç üzerinde kalabilmektedir. Meyve etinin yağ oranı %15-18 olarak rapor edilmiştir (Bayram ve Demirkol, 2003; Demirkol ve ark., 2004).

### Yöntem

Çalışmada materyal olarak kullanılan meyveler 7 Şubat tarihinde hasat edilmişlerdir. 7 Şubat tarihi 'Hass' ve 'Fuerte' çeşitleri için normal hasat, 'Zutano' ve 'Bacon' çeşitleri için geç hasat zamanıdır. Meyve ve tohum örneklerinin yağları Soxlet yöntemi kullanılarak çıkarılmıştır. Çözücü olarak hekzan kullanılmıştır.

Tohum ve meyvelerden elde edilen yağ örnekleri Knothe (2013) tarafından belirtilen yöntemle göre sodyum metoksit ve metanol karışımı kullanılarak metil esterlerine dönüştürülmüştür. Yağ asitlerinin analizleri 'CP-WAX52CB 60m' kolonlu 'Shimadzu GC 2010 Plus' marka cihaz kullanılarak yapılmıştır. Taşıyıcı olarak 3ml/min akış hızında helyum gazı kullanılmıştır. Kolon sıcaklığı  $80^{\circ}\text{C}$ , dedektör sıcaklığı  $265^{\circ}\text{C}$  ve enjeksiyon

bloğu sıcaklığı  $250^{\circ}\text{C}$ 'dir. Fırının sıcaklık programı;  $80^{\circ}\text{C}$  başlangıç sıcaklığında 4 dakika tutulduktan sonra  $20^{\circ}\text{C}/\text{dak}$  artış hızı ile  $175^{\circ}\text{C}$  sıcaklığa çıkarılmış ve 25 dakika bekletilmiştir. Devamında  $4^{\circ}\text{C}/\text{dak}$  artış hızı ile  $215^{\circ}\text{C}$ 'ye çıkarılarak 2 dak bekletilmiş ve son olarak  $2^{\circ}\text{C}/\text{dak}$  artış hızı ile  $250^{\circ}\text{C}$ 'ye çıkarılmış ve 20 dak tutulmuştur. Meyve ve tohum örneklerinin yağ asitleri metil esterleri standartların (37 FAME mix, Supelco) pik verme zamanı ile karşılaştırılarak belirlenmiştir.

### İstatistik analizler

Çalışmada tüm analizler 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Minitab paket programı (MINITAB 17 inc) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testi ile belirlenmiş ve farklı harfler ile gösterilmiştir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada meyve tohumlarının 21 farklı yağ asiti içerdiği tespit edilmiş ve Çizelge 1'de verilmiştir. Tridekanoik asit, miristik asit, oleik asit, heptadekanoik asit, trikosoik asit ve lignoceric asit dışındaki yağ asitleri içeriklerinin çeşitlere göre istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerinden linoleik asit, pentadekanoik asit, palmitik asit ve oleik asit dominant yağ asitleridir. Ticari hasat tarihinden daha geç hasat edilen 'Bacon' ve 'Zutano' çeşitlerinin pentadekanoik asit içeriklerinin (sırasıyla, %40.11 ve %40.18) normal hasat zamanında hasat edilen 'Hass' ve 'Fuerte' çeşitlerine (sırasıyla, %15.02 ve %30.15) göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden olan pentadekanoik asit içeriğindeki bu farklılığın toplam doymuş ve doymamış yağ asitlerine de yansdığı görülmektedir. Yağ asitlerinin çeşitlere göre %35.83 (Hass) ile %58.32'si (Zutano) doymuş yağ asitlerinden, %41.62 (Zutano) ile %63.90'ı (Hass) ise doymamış yağ asitlerinden oluşmuştur. Özellikle hasat tarihi gecikmiş olan 'Bacon' ve 'Zutano' çeşitlerinin tohumlarındaki doymamış yağ asit oranının (sırasıyla, %42.2 ve %41.62) diğer çeşitlere göre düşük olması dikkat çekmektedir (Çizelge 1). Zira hasat zamanının yağ içeriğini ve yağ asit bileşimini etkilediği bazı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Ozdemir ve Topuz, 2004; Carvalho ve ark., 2015). Tohumlarda dominant doymuş yağ asitlerinden olan palmitik asit içeriği çeşitlere göre %12.36 ile %14.17 arasında değişmiş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çeşitlere göre tohumlardan elde edilen yağların oleik asit içeriklerinin de istatistiksel olarak farklı olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada omega-6 yağ asitlerinden olan linoleik asit içeriği 'Hass' çeşidinde

(%34.47) diğer çeşitlerden daha yüksek bulunmuştur. Linoleik asit içeriği bakımından 'Hass' çeşidini %26.71, %21.82 ve %21.35 oranlarıyla sırasıyla 'Fuerte', 'Bacon' ve 'Zutano' çeşitleri takip etmiştir. Araştırmamızda yine tohumda nispeten yüksek oranda bulunan stearik asit, gama-linolenik asit ve cis-11,14-eicosadienoik asit içeriği bakımından 'Hass' çeşidinin diğer çeşitlere göre istatistiksel olarak daha yüksek içeriğe sahip olduğu saptanmıştır. Doymamış/doymuş yağ asit oranı 'Hass' çeşidinde (1.78) diğer çeşitlere göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 1). Adaramola ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada avokado tohumlarından elde edilen yağların fenolik madde ve antioksidan kapasitesinin yüksek olduğu bildirilmektedir. Araştırmacılar avokado tohumu yağının oda sıcaklığında sıvı halde ve

bizim sonuçlarımıza benzer şekilde yüksek doymamış yağ asiti içerdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca avokado tohumu yağının mikroorganizma gelişimini engelleyici bileşimler içerdiği bildirilmektedir. Antifungal ve antibakteriyel etkisi nedeniyle gıda olarak kullanımı dışında cilt enfeksiyonlarını engelleyici özelliğinin de olduğu belirtilmektedir. Araştırmacılar oleic asit içeriğinin yüksek olması nedeniyle immün sistemin iyileştirilmesinde de etkili olduğunu ifade etmişlerdir (Omeje ve ark., 2018). Bu özellikleri ile hem gıda hem de tıp alanında kullanım potansiyelinin yüksek olduğu ifade edilmiştir. Başka araştırmacılar tarafından da avokado tohumu yağının diğer bitkisel yağlara göre biyokimyasal içeriklerinin daha yüksek olduğu ve kozmetik sanayinde tercih edildiği bildirilmektedir (Ge ve ark., 2017; Ge ve ark., 2018).

Çizelge 1. Avokado tohumlarının yağ asitleri içeriğinin çeşitlere göre değişimi (%)

Table 1. Variation of fatty acid content of avocado seeds by cultivars (%)

Yağ asitleri	Hass	Zutano	Fuerte	Bacon
Kaproik asit (C6:0)	0.09 a*	0.05 b	0.05 b	0.04 b
Kaprilik asit (C8:0)	0.13 ab	0.16 a	0.15 a	0.08 b
Kaprik asit (C10:0)	0.08 c	0.66 a	0.31 b	-
Laurik asit (C12:0)	0.11 a	-	0.05 b	0.07 b
Tridekanoik asit (C13:0)	0.14	0.10	0.08	0.09
Miristik asit (C14:0)	0.43	0.42	0.43	0.36
Pentadekanoik asit (C15:0)	15.02 c	40.18 a	30.15 b	40.11 a
Palmitik asit (C16:0)	13.95	12.36	14.17	12.43
Palmitoleik asit (C16:1)	1.74 b	2.13 ab	2.48 a	2.28 a
Heptadekanoik asit (C17:0)	0.32	-	0.25	-
Stearik asit (C18:0)	4.35 a	3.59 ab	2.90 b	3.31 b
Oleik asit (C18:1n9c)	13.68	11.33	13.09	11.12
Linoleik asit (C18:2n6c)	34.47 a	21.35 c	26.71 b	21.82 c
γ-Linolenik asit (C18:3n6)	5.64 a	4.43 b	4.53 b	4.53 b
cis-11-Eikosanoik asit (C20:1)	0.70 a	0.24 b	0.24 b	-
α-Linolenik asit (C18:3n3)	0.96 a	0.32 b	0.45 b	-
Heneicosanoik asit (C21:0)	0.40 a	0.27 b	0.19 b	-
cis-11,14-Eicosadienoik asit (C20:2)	5.79 a	1.36 b	2.26 b	2.45 b
Trikosanoik asit (C23:0)	0.51	0.35	0.38	-
Lignocerik asit (C24:0)	0.30	0.18	0.26	-
cis-5,8,11,14,17-Eikosapentaenoik (C20:5n3)	0.92 a	0.46 b	0.51 b	-
Toplam doymuş yağ asitleri	35.83	58.32	49.37	56.49
Toplam doymamış yağ asitleri	63.90	41.62	50.27	42.20
Toplam yağ asitleri	99.73	99.94	99.64	98.69
Doymamış/doymuş yağ asitleri oranı	1.78	0.71	1.02	0.75

\*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0.05$ ).

Meyve etindeki yağ asit bileşenlerinin çeşitlere göre değişimi Çizelge 2'de verilmiştir. Avokado meyvesinin doymuş yağ asitlerinden palmitik asit ve stearik asit içerdiği tespit edilmiştir. Çalışmada en yüksek palmitik asit içeriği 'Hass' çeşidinde (%19.80) tespit edilmiş olup diğer çeşitlerin palmitik asit içerikleri %11.33 ile %14.47 arasında değişmiştir. En yüksek stearik asit içeriği

'Fuerte' çeşidinde (%1.36) belirlenmiş olup, bu çeşidi %1.29 ile 'Hass' çeşidi takip etmiştir. Çalışmada avokado çeşitlerinin tekli doymamış yağ asitlerinden palmitoleik ve oleik asitleri, çoklu doymamış yağ asitlerinden ise linoleik, gama-linolenik ve alfa-linolenik asitleri farklı oranlarda içerdikleri tespit edilmiştir. Avokado çeşitlerinin oleik asit içeriklerinin oldukça yüksek olduğu

ve çeşitlere göre %56.76 (Hass) ile %69.80 (Zutano) arasında değiştiği belirlenmiştir. Ranade ve Thiagarajan (2015) avokado meyvelerinin yaklaşık %28 oranında palmitik asit, %51 oranında da oleik asit içerdiğini bildirmiştir. Palmitik içeriği bizim elde ettiğimiz sonuçlardan yüksek, oleik asit içeriği ise bizim sonuçlarımızdan düşük olarak tespit edilmiştir. Bu farklılığın çeşit, ekoloji ve olgunluk oranı gibi sebeplerden kaynaklandığı söylenebilir. Oleik asit içeriklerinin 'Bacon' ve 'Zutano' çeşitlerinde diğer çeşitlere göre daha yüksek, palmitik asit içeriklerinin ise daha düşük olduğu görülmüştür. Bu farklılığın genetik yapıdan kaynaklanabileceği gibi 'Bacon' ve 'Zutano' çeşitlerinin geç dönemde hasat edilmesinden de kaynaklanmış olabileceği öngörülmektedir. Zira avokado meyvelerinin yağ asit içeriği ve bileşiminin genetik yapı yanında hasat zamanı, rakım ve ekolojik koşullar tarafından da etkilenebildiği araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Lu ve ark., 2009; Özdemir ve ark., 2009; Villa-Rodriguez ve ark., 2011; Carvalho ve ark., 2015; Ferreyra ve ark., 2016). Özdemir ve Topuz (2004) 'Hass' ve 'Fuerte' çeşitlerinde yaptıkları çalışmada hasat tarihinin gecikmesi ile birlikte oleik asit içeriklerinin arttığını, palmitik asit içeriklerinin ise azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar 'Hass' ve 'Fuerte' çeşitlerinde oleik asit içeriğinin hasatın gecikmesi ile birlikte sırasıyla %47 ve %59'dan (kasım ayı), %59 ve %73'e (ocak ayı) yükseldiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar aynı tarih aralığında 'Hass' ve 'Fuerte' çeşitlerinin palmitik asit içeriklerinin ise sırasıyla %23 ve %22'den %19 ve %12'ye düştüğünü belirlemişlerdir. Tekli doymamış yağ asitlerinden palmitoleik asit içeriği en yüksek 'Hass' çeşidinde (%6.86) tespit edilmiştir. Omega-6 yağ asitlerinden olan linoleik asit 'Hass' ve 'Fuerte' çeşitlerinde (sırasıyla, %14.11 ve %13.64) daha yüksek bulunmuştur. Geç hasat edilen 'Bacon' ve 'Zutano'

çeşitlerinin linoleik asit içeriklerinin normal zamanda hasat edilen 'Hass' ve 'Fuerte' çeşitlerine göre biraz daha düşük olması dikkat çekmektedir. Araştırmada, gama-linolenik asit içeriği 'Zutano' çeşidinde (%1.67) diğer çeşitlere göre istatistiksel anlamda daha yüksek olduğu saptanırken, alfa-linolenik asit içeriğinin %0.24 ile %0.35 arasında değiştiği ve çeşitler arasındaki farklılığı istatistiksel anlamda önemsiz olduğu saptanmıştır. Toplam doymamış yağ asitleri bakımından değerlendirildiğinde 'Hass' çeşidinin diğer çeşitlere göre biraz daha düşük doymamış yağ asitleri içerdiği belirlenmiştir. Toplam doymamış yağ asit oranlarının çeşitlere göre %78.87 ile %87.48 arasında değiştiği belirlenmiştir. Önceki çalışmalar incelendiğinde de avokado meyvelerinin %80'in üzerinde doymamış yağ asitleri içerdiği bildirilmektedir (Pedreschi ve ark., 2016; Mendez-Zuniga ve ark., 2019; Rozan ve ark., 2021). Tüm bitkisel yağlarda olduğu gibi avokado yağının da omega-6 yağ asitlerini (linoleik ve gama-linolenik asit) omega-3 yağ asitlerine (alfa-linolenik asit) göre daha yüksek oranda içerdiği tespit edilmiştir. Halbuki dünya sağlık örgütü tarafından vücuda alınması gereken omega-6/omega-3 oranının 3 olması gerektiği, bu oranın 10'un üzerine çıkmasının kardiyovasküler hastalıklar bakımından riskler taşıdığı belirtilmektedir (Çakmakçı ve Tahmas-Kahyaoğlu, 2012; Akbulut, 2022). Çalışmamızda avokado yağının omega-6/omega-3 oranının 36 ile 62 gibi çok yüksek değerler içerdiği tespit edilmekle birlikte bu oranın da çeşit yanında hasat tarihi ve ekolojik koşullara göre değişebildiği görülmektedir. Nitekim Mardigan ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada başka çeşitlerde ve ekolojide bu oranın 12 ile 25 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu oranlara göre avokado ve diğer bitkisel yağlarla birlikte omega-3 yağ asitleri bakımında zengin olan deniz ürünlerinin tüketimine önem verilmesi gerektiği söylenebilir.

Çizelge 2. Avokadoda meyve eti yağ asitleri içeriğinin çeşitlere göre değişimi (%)

Table 2. Variation of fruit pulp fatty acids content in avocados by cultivars (%)

Yağ asitleri	Hass	Zutano	Fuerte	Bacon
Palmitik asit (C16:0)	19.80 a*	11.33 b	14.47 b	12.52 b
Palmitoleik asit (C16:1)	6.86 a	4.58 b	5.50 b	4.86 b
Stearik asit (C18:0)	1.29 b	1.12 c	1.36 a	0.95 d
Oleik asit (C18:1n9c)	56.76 b	69.80 a	63.82 ab	67.36 a
Linoleik asit (C18:2n6c)	14.11 a	11.08 b	13.64 a	12.52 ab
γ-Linolenik asit (C18:3n6)	0.90 b	1.67 a	0.81 b	0.97 b
α-Linolenik asit (C18:3n3)	0.24	0.35	0.35	0.28
Toplam doymuş yağ asitleri	21.09	12.45	15.83	13.47
Toplam doymamış yağ asitleri	78.87	87.48	84.12	85.99
Toplam yağ asitleri	99.96	99.93	99.95	99.46
Doymamış/doymuş yağ asitleri oranı	3.73	7.02	5.31	6.38

\*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0.05$ ).



Sonuç olarak avokado tohumu yağının çeşitlere göre değişmekle birlikte 21 farklı yağ asiti içerdiği ve özellikle omega-6 yağ asitlerinden olan linoleik asit içeriğinin yüksek olduğu (%21.35-%34.47) tespit edilmiştir. Avokado tohumu yağındaki diğer baskın yağ asitlerinin pentadekanoik asit, palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve  $\gamma$ -linolenik asit olduğu tespit edilmiştir. Avokado meyvelerinin çeşitlere göre %78.87 ile %87.48 oranlarında doymamış yağ asiti içerdiği belirlenmiştir. Doymamış yağ asitlerinin büyük bir çoğunluğunun oleik asitten oluştuğu saptanmıştır.

## ÖZET

**Amaç:** Araştırmada Antalya ekolojik koşullarında yetiştirilen ‘Hass’, ‘Fuerte’, ‘Zutano’ ve ‘Bacon’ avokado çeşitlerinin tohum ve meyvelerinde yağ asiti içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Yöntem ve Bulgular:** Araştırmada ‘Hass’, ‘Fuerte’, ‘Zutano’ ve ‘Bacon’ avokado çeşitlerinin tohum ve meyve etinden elde edilen yağ örnekleri sodyum metoksit ve metanol karışımı kullanılarak metil esterlerine dönüştürülmüştür. Yağ asitlerinin analizleri ‘CP-WAX52CB 60m’ kolonlu ‘Shimadzu GC 2010 Plus’ marka cihaz kullanılarak yapılmıştır. Tohumlardan elde edilen yağda doymamış yağ asiti oranı çeşitlere göre %41.62 ile %63.90 arasında, meyveden elde edilen yağlarda ise %78.87 ile %87.48 arasında değişmiştir. Avokado tohumu yağında omega-6 yağ asitlerinden olan linoleik asit içeriğinin oldukça yüksek olduğu ve çeşitlere göre %21.35 ile %34.47 arasında değiştiği belirlenmiştir. Meyvesinde doymuş yağ asitlerinden palmitik asit (%11.33-19.80), tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit (%56.76-69.80), çoklu doymamış yağ asitlerinden ise linoleik asit içeriklerinin (%11.08-14.11) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Avokado meyvelerinin az da olsa omega-3 yağ asitlerinden alfa-linolenik asiti de (%0.24-0.35) içerdiği saptanmıştır.

**Genel Yorum:** Avokado meyvelerinin doymamış yağ asiti bakımından oldukça zengin olduğu tespit edilmiştir. Meyve etinden elde edilen yağların tohum yağına göre daha yüksek tekli ve çoklu doymamış yağ asiti içerdiği görülmüştür.

**Çalışmanın Önemi ve Etkisi:** Kardiyovasküler hastalıkların arttığı son yıllarda tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengin gıdaların tüketilmesi önem arz etmektedir. Antalya koşullarında yetiştirilen avokado çeşitlerinin yağ asitleri içeriğinin belirlendiği bu çalışma sonucunda avokado tüketiminin artabileceği görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Avokado, *Persea americana* Mill., yağ asitleri, tohum, meyve.

## ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

## ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Adaramola B, Onigbinde A, Shokunbi O (2016) Physicochemical properties and antioxidant potential of *Persea americana* seed oil. Chem. Int. 2(3): 168-175.
- Akbulut G (2022) <https://www.aeo.org.tr/reklam/omega-3-6-9-yag-asitleri-ve-saglik-uzerine-etkileri-Doc-Dr-Gamze-Akbulut.pdf>. (02.06.2022).
- Bayram S, Demirkol A (2003) Antalya koşullarında yetiştirilen bazı avokado çeşitlerinin meyve özelliklerinin saptanması üzerine araştırmalar. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi S: 95-98.
- Carvalho CP, Bernal J, Velasquez MA, Cartagena JR (2015) Fatty acid content of avocados (*Persea americana* Mill. cv. Hass) in relation to orchard altitude and fruit maturity stage. Agron. Colomb. 33(2): 220-227.
- Çakmakçı S, Tahmas-Kahyaoğlu D (2012) Yağ asitlerinin sağlık ve beslenme üzerine etkilerine genel bir bakış. Akademik Gıda 10(1): 103-113.
- Dabas D, Shegog RM, Ziegler GR, Lambert JD (2013) Avocado (*Persea americana*) seed as a source of bioactive phytochemicals. Curr. Pharm. Des. 19(34): 6133-6140.
- Demircan B, Velioğlu YS (2021) Avokado: Bileşimi ve sağlık üzerine etkileri. Akademik Gıda 19(3): 309-324.
- Demirkol A, Bayram S, Baktır İ (2004) Adaptation and performance of 15 avocado cultivars grown in Antalya province in Southern Turkey. Proc. XXVI. IHC-Citrus; Subtropical and Tropical Fruit Crops. Acta Hort. 632: 45-52.
- Demirkol A, Bayram S, Arslan A (2004) Antalya İlinde Avokado Adaptasyon Projesi. (Sonuç Raporu) Yayınlanmamış, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya.
- Dreher ML, Davenport AJ (2013) Hass avocado composition and potential health effects. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 53(7): 738-750.

- Duarte PF, Chaves MA, Borges CD, Mendonça CRB (2016) Avocado: characteristics, health benefits and uses. *Cienc. Rural* 46(4): 747-754.
- Ferreyra R, Selles G, Saavedra J, Ortiz J, Zuniga C, Troncoso C, Rivera S A, González-Agüero M, Defilippi BG (2016) Identification of pre-harvest factors that affect fatty acid profiles of avocado fruit (*Persea americana* Mill) cv. 'Hass' at harvest. *S. Afr. J. Bot.* 104: 15-20.
- Ge Y, Si X, Cao J, Zhou Z, Wang W, Ma W (2017) Morphological characteristics, nutritional quality, and bioactive constituents in fruits of two avocado (*Persea americana*) varieties from Hainan Province, China. *J. Agric. Sci.* 9(2): 8-17.
- Ge Y, Si X, Wu B, Dong X, Xu Z, Ma W (2018) Oil content and fatty acid composition of the seeds of 16 avocado (*Persea americana*) accessions collected from southern china and their application in a soap bar. *J. Agric. Sci.* 10(11): 69-78.
- Gümüštepe L, Aydın E, Özkan G (2022) Avokadonun biyoaktif bileşenleri ve sağlık üzerine etkileri. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 10(1): 341-359.
- Kamper W, Trueman SJ, Tahmasbian I, Bai SH (2020) Rapid determination of nutrient concentrations in Hass avocado fruit by Vis/NIR hyperspectral imaging of flesh or skin. *Remote Sens.* 12: 3409.
- Kothe G (2013) Avocado and olive oil methyl esters. *Biomass Bioenergy* 58: 143-148.
- Lu QY, Zhang Y, Wang Y, Wang D, Lee RP, Gao K, Byrns R, Heber D (2009) California Hass avocado: profiling of carotenoids, tocopherol, fatty acid, and fat content during maturation and from different growing areas. *J. Agric. Food Chem.* 57: 10408-10413.
- Mardigan LP, Santos VJ, Silva PT, Visentainer JV, Gomes STM, Matsushita M (2019) Investigation of bioactive compounds from various avocado varieties (*Persea americana* Miller). *Food Sci. Technol. Campinas*, 39(Suppl. 1): 15-21.
- Martinez Pacheco MM, Lopez Gomez R, Salgado Garciglia R, Raya Calderon M, Martinez Munoz RE (2011) Foliates and *Persea americana* Mill. (avocado). *Emir. J. Food Agric.* 23(3): 204-213.
- Mendez-Zuniga SM, Corrales-Garcia JE, Gutierrez-Grijalva EP, Garcia-Mateos R, Perez-Rubio V, Heredia JB (2019) Fatty acid profile, total carotenoids, and free radical-scavenging from the lipophilic fractions of 12 native Mexican avocado accessions. *Plant Foods Hum. Nutr.* <https://doi.org/10.1007/s11130-019-00766-2>.
- Murathan ZT, Kaya A (2020) Alanya ekolojik koşullarında yetiştirilen Hass ve Fuerte avokado çeşitlerinin bazı fitokimyasal içerikleri ile antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.* 23 (6): 1435-1440.
- Omeje KO, Ozioko JN, Opmeje HC (2018) Pharmacological potentials, characterization and fatty acids profile of *Persea americana* Mill. (avocado) seed oil using gas chromatography-mass spectroscopy. *Biochem. Anal. Biochem.* 7: 361.
- Ozdemir F, Topuz A (2004) Changes in dry matter, oil content and fatty acids composition of avocado during harvesting time and post-harvesting ripening period. *Food Chem.* 86: 79-83.
- Özdemir AE, Ertürk Çandır E, Toplu C, Kaplankıran M, Demirköser TH, Yıldız E (2009) The effects of physical and chemical changes on the optimum harvest maturity in some avocado cultivars. *Afr. J. Biotechnol.* 8 (9): 1878-1886.
- Pacheco LS, Li Y, Rimm EB, Manson JE, Sun Q, Rexrode K, Hu FB, Guasch-Ferre M (2022) Avocado consumption and risk of cardiovascular disease in US adults. *J. Am. Heart Assoc.* 11(7) <https://doi.org/10.1161/JAHA.121.024014>.
- Pedreschi R, Hollak S, Harkema H, Otma E, Robledo P, Westra E, Somhorst D, Ferreyra R, Defilippi BG (2016) Impact of postharvest ripening strategies on 'Hass' avocado fatty acid profiles. *S. Afr. J. Bot.* 103: 32-35.
- Ranade SS, Thiagarajan P (2015) A review on *Persea americana* Mill. (Avocado) its fruit and oil. *Int. J. Pharmtech Res.* 8(6): 72-77.
- Rozan MAG, Boriy EG, Bayomy HM (2021) Chemical composition, bioactive compounds and antioxidant activity of six avocado cultivars *Persea americana* Mill. (Lauraceae) grown in Egypt. *Emir. J. Food Agric.* 33(10): 815-826.
- Tavlı ÖF, Eroğlu Özkan E (2020) Ülkemiz kültür bitkilerinden *Persea americana* Mill. (Avokado) ve tıbbi açıdan değerlendirilmesi. *Lokman Hekim Dergisi* 10(1): 28-36.
- TÜİK (2022) Türkiye İstatistik Kurumu. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) (02.06.2022).
- Villa-Rodriguez JA, Molina-Corral FJ, Ayala-Zavala JF, Olivas GI, Gonzalez-Aguilar GA (2011) Effect of maturity stage on the content of fatty acids and antioxidant activity of 'Hass' avocado. *Food Res. Int.* 44: 1231-1237.