



**T. C.
NUH NACİ YAZGAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETİK
ANABİLİM DALI**

**ALANYA'DA YETİŞTİRİLEN
HASS VE FUERTE AVOKADO YAPRAKLARINDAN
HAZIRLANAN EKSTRELERDE
TOTAL ANTİOKSİDAN ve TOPLAM FENOLİK
BİLEŞEN TAYİNİ**

**Dyt. Kübra YAVUZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Neriman İNANÇ**

**KAYSERİ
2022**

**T. C.
NUH NACİ YAZGAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETİK ANABİLİM DALI**

**ALANYA'DA YETİŞTİRİLEN
HASS VE FUERTE AVOKADO
YAPRAKLARINDAN
HAZIRLANAN EKSTRELERDE
TOTAL ANTİOKSİDAN ve TOPLAM FENOLİK
BİLEŞEN TAYİNİ**

**Dyt. Kübra YAVUZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Neriman İNANÇ**

Bu çalışma; Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2021/SA-BP-6 kodlu proje ile desteklenmiştir.

**KAYSERİ
2022**

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Prof. Dr. Neriman İNANÇ danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Dyt. Kübra YAVUZ

KABUL VE ONAY SAYFASI

Prof. Dr. Neriman İnanç danışmanlığında **Kübra Yavuz** tarafından hazırlanan “**Alanya’da Yetiştirilen Hass ve Fuerte Avokado Yapraklarından Hazırlanan Ekstrelerde Total Antioksidan ve Toplam Fenolik Bileşen Tayini**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

..... / / 2022

JÜRİ

Danışman:

Üye :

Üye :

ONAY

Bu tezin kabulü Enstitü Kurulunun tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../2022

Prof. Dr. Hülya UÇAR

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans programı boyunca yanımda olan anlayışı ve sabrıyla bana yol gösteren, akademik yaşamda ise benden destek ve teşviklerini esirgemeyen değerli tez danışmanım Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanı ve Beslenme ve Diyetetik Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Neriman İNANÇ’a,

Çalışma ve tez yazım süresince benden yardımlarını esirgemeyen Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmokognozi Anabilim Dalı öğretim üyesi Sayın Dr. Öğr. Üyesi Leyla PASAYEVA’ya,

Tüm lisansüstü eğitim yaşamım ve tez süreçlerimde yanımda olup desteklerini her zaman hissettiren Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü Arş. Gör. Yusuf AYKEMAT’a

Tüm yaşamım boyunca bana inanıp güvenerek yanımda olan canım annem, babam ve kardeşime,

Tüm eğitim hayatımda her zaman yanımda olan arkadaşlarıma,

Kalbimden gelen en içten duygularla teşekkürlerimi sunarım...

Dyt. Kübra YAVUZ

Kayseri, 2022

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	ii
KABUL ve ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
KISALTMA LİSTESİ	ix
ÖZET	xi
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Avokado Bitkisinin Tarihçesi	2
2.2. Avokado Meyvesinin Özellikleri	3
2.3. Avokadonun Enerji ve Besin Ögesi İçerikleri.....	4
2.4. Avokadonun Biyobileşenleri.....	9
2.5. Avokadonun Vitamin, Antioksidan ve Fenolik Bileşenleri	10
2.5.1. Antioksidan Vitaminler	10
2.5.2. K ₁ Vitamini (filokinon)	10
2.5.3. B Vitamini	11
2.5.4. Fitokimyasallar	11
2.5.4.1. Karotenoidler	11
2.5.4.2. Fenolik Bileşenler	12
2.5.4.3. Fitosteroller	13
2.6. Avokadonun Sağlık Yararları	13
2.6.1. Ağırlık Yönetimi	14
2.6.2. Sağlıklı Yaşlanma	15
2.6.2.1. DNA Hasar Koruması.....	15
2.6.2.2. Osteoartrit	16
2.6.2.3. Göz Sağlığı	16
2.6.2.4. Cilt Sağlığı	17
2.6.3. Kanser	17
2.7. Avokado Yaprığı	19
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	21
3.1. Gereç	22
3.1.1. Bitkisel Materyal	22
3.1.2. Kullanılan Kimyasal Madde ve Çözücüler	23
3.1.3. Kullanılan Cihazlar	23
3.2. Yöntem	23
3.2.1. Ekstraksiyon	23

3.2.2. Toplam Fenolik Madde Tayini	28
3.2.3. Toplam Flavonoit Madde Tayini	29
3.2.4. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH•) Radikalini Süpürücü Etki Tayini.....	30
3.2.5. 2,2'-azino-bis (3-etilbenztiazolin-6-sulfonik asit) (ABTS ⁺ •) Radikalinin Süpürücü Etki Tayini	31
3.2.6. Demir İndirgeme Antioksidan Gücünün (FRAP) Tayini.....	32
3.2.7. İstatistiksel Analiz	34
4. BULGULAR.....	34
4.1. Toplam Fenolik Madde ve Flavonoit Miktar Tayin Sonuçları.....	34
4.2. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH•) Radikalini Süpürücü Etki Tayini Sonuçları	38
4.3. 2,2'-azino-bis (3-etilbenztiazolin-6-sulfonik asit) (ABTS+•) Radikalinin Süpürücü Etki Tayini Sonuçları.....	39
4.4. Demir İndirgeme Antioksidan Gücünün (FRAP) Tayini Sonuçları	41
5. TARTIŞMA.....	43
6. SONUÇLAR.....	49
7. ÖNERİLER.....	53
8. KAYNAKÇA.....	54
9. EKLER.....	66
9.1. İntihal Raporu	66

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Hass Avokado Türünün (*Persea Americana*) Yenilebilir Kısımının Enerji ve Besin Öğeleri İçerikleri (USDA, 2011)

Tablo 2. Avokadonun Su, Makro ve Mikro Besin Ögesi İçeriklerinin Eşit Miktarda Enerji İçeren Bazı Sert Kabuklu Meyvelerle (Badem, Antep Fıstığı ve Fındık) Karşılaştırılması (USDA, 2011)

Tablo 3. Çalışmada Kullanılan Bitkiye Ait Bilgiler

Tablo 4. Çalışmada Kullanılan Cihazlar, Markaları ve Ülkeleri

Tablo 5. Avokado Yapraklarından Elde Edilen Ekstrelerin Verimleri (%)

Tablo 6. Hass ve Fuerte Avokado Yaprak Ekstrelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarları

Tablo 7. Hass ve Fuerte Avokado Yaprak Ekstrelerinin Toplam Flavanoit Madde Miktarları

Tablo 8. Hass ve Fuerte Avokado Yaprak Ekstrelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarlarının Karşılaştırılması

Tablo 9. Hass ve Fuerte Avokado Yaprak Ekstrelerinin Toplam Flavonoit Madde Miktarlarının Karşılaştırılması

Tablo 10. Avakado Yaprak Ekstrelerinin ABTS Radikalini Süpürücü Etki Sonuçları

Tablo 11. Hass ve Fuerte Avokado Yaprak Ekstrelerinin ABTS Radikalini Süpürücü Etkilerinin Karşılaştırılması

Tablo 12. Hass ve Fuerte Avakado Yaprak Ekstrelerinin Demir-İndirgeme Antioksidan Gücü ($\text{mmol Fe}^{2+}/\text{g}_{\text{ekstre}}$; $\text{mmol Fe}^{2+}/\text{Troloks}$) (FRAP) Sonuçları

Tablo 13. Hass ve Fuerte Avokado Yaprak Ekstrelerinin Demir-İndirgeme Antioksidan Gücü ($\text{mmol Fe}^{2+}/\text{g}_{\text{ekstre}}$; $\text{mmol Fe}^{2+}/\text{Troloks}$) (FRAP) Etkilerinin Karşılaştırılması

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Araştırma Aşamaları

Şekil 2. Ekstrelerin Rotavaporda Yoğunlaştırılması

Şekil 3. Soxhlet Ekstraksiyonu

Şekil 4. Ultrasonik Banyoda Ses Destekli Ekstraksiyon

Şekil 5. Liyofilizasyon Sonrası Kuru Olarak Elde Edilen Ekstreler

Şekil 6. Toplam Fenolik Bileşen ve Flavanoit Tayin Uygulamaları

Şekil 7. Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisi

Şekil 8. Kateşin Kalibrasyon Eğrisi

Şekil 9. DPPH• Radikalini Süpürücü Etki Tayin

Şekil 10. ABTS⁺• Radikalinin Süpürücü Etki Tayini

Şekil 11. Troloks Kalibrasyon Eğrisi

Şekil 12. FRAP Tayini

Şekil 13. FeSO₄ Ait Kalibrasyon Eğrisi

Şekil 14. Avokado Yaprak Ekstrelerinin DPPH Radikalini Süpürücü Etki Tayini Sonuçları

KISALTMA LİSTESİ

ABTS	2,2'-azino-bis (3-etilbenztiazolin-6-sulfonik asit)
ADA	Amerikan Diyabet Birliği
AEPA	Persea americana'nın sulu ekstresi
AF	Avokado Fuerte
AFİ	Avokado Fuerte İnfüzyon
AFM	Avokado Fuerte Maserasyon
AFS	Avokado Fuerte Soxhlet
AFU	Avokado Fuerte Ses Dalgası Destekli
AH	Avokado Hass
AHİ	Avokado Hass İnfüzyon
AHM	Avokado Hass Maserasyon
AHS	Avokado Hass Soxhlet
AHU	Avokado Hass Ses Dalgası Destekli
BHA	Bütürl Hidroksi Anizol
BKİ	Beden Kütle İndeksi
CCl₄	Karbon tetraklorür
DDPH	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
Fe₂SO₄	Demir (I) Sülfat
FeSO₄ • 7H₂O	Demir (II) sülfat heptahidrat
FeCl₃	Demir (III) Klorür
FRAP	Demir-İndirgeme Antioksidan Gücü
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
HDL	Yüksek Dansiteli Lipoprotein
HPCL	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
IC₅₀	Yarı Maksimum İnhibitör Konsantrasyonu
IOM	Amerika Tıp Enstitüsü
K₂S₂O₈	Potasyum Persülfat
KVH	Kardiyovasküler Hastalık
LC-MS	Sıvı Kromatografi-Kütle Spektrometresi
LDL	Düşük Dansiteli Lipoprotein
M	Mol
MAE	Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon
MDA	Malonidialdehit
mg	Miligram
Mmol	Milimol
MUFA	Tekli Doymamış Yağ Asidi
NaOH	Sodyum hidroksit
NHANES	Ulusal Sağlık ve Beslenme Sınavı Anketi
NLEA	Beslenme Etiketleme ve Eğitim Yasası
OA	Osteoartrit
PON-1	Paraoksonaz-1

PTP1B	Protein tirozin fosfataz 1B
PUFA	Çoklu Doymamış Yağ Asidi
T-CHOL	Toplam Kolesterol
TAG	Trigliseroller
TE	Trolox Eşdeğeri
tHcy	Açlık Total Homosisteinemi
TPTZ	2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
USDA	Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
UV	Ultraviyole
WBC	White Blood Cell
µl	Mikrolitre



**ALANYA'DA YETİŞTİRİLEN HASS VE FUERTE AVOKADO
YAPRAKLARINDAN HAZIRLANAN EKSTRELERDE TOTAL
ANTIOKSİDAN ve TOPLAM FENOLİK BİLEŞEN TAYİNİ**

Kübra YAVUZ

Nuh Naci Yazgan Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Mart 2022

Danışman: Prof. Dr. Neriman İNANÇ

ÖZET

Bu araştırma Alanya'da yetişen Hass (AH) ve Fuerte (AF) avokado türü yapraklarının toplam fenolik madde ve flavanoit içeriği ve antioksidan etkisinin en optimal içeriğinin ekstraksiyon yöntemini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Hass ve Fuerte çeşidi avokado yaprakları biyoaktif bileşenlerinin analizi için ekstrakt infüzyon (AHİ, AFİ), maserasyon (AHM, AFM), Soxhlet (AHS, AFS) ve ses dalgaları destekli ekstraksiyon (AHU, AFU) olmak üzere 4 farklı yöntemle elde edilmiştir. Hazırlanan ekstraktların fenolik bileşen ve flavanoit miktarları hesaplanmış; total antioksidan aktiviteleri 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH•) radikalini süpürücü etki tayini, 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit) (ABTS⁺•) radikalini süpürücü etki tayini ve Demir İndirgeme Antioksidan Gücünün (FRAP) tayini yöntemleri ile ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar tek yönlü varyans analizi ve Tukey-HSD testi ile değerlendirilmiştir (p<0,05). Avokado ekstraktlarında en yüksek toplam fenolik madde miktarının AHS, AHU, AHM ve AFS ekstraktlarında; flavanoit miktarının ise AFM, AFS ve AHS ekstraktlarında bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yürütülen antioksidan aktivite deneyleri sonucu avokado yaprağı ekstraktlarının en yüksek etkinliği ABTS⁺• radikalini süpürücü etki deneyinde kullanıldığı deney düzeninde gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre avokado 'Hass' türü yapraklarının AHU ve AHS ekstraktları, 'Fuerte' türü yapraklarının ise, AFU ve AFS ekstraktlarının en yüksek düzeyde ABTS radikalini süpürücü etki gösterdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca ekstraktların DPPH sisteminde zayıf etki gösterdikleri, FRAP deneyinde ise ekstraktlardan troloks kadar etkili olmasa da avokado 'Fuerte' ve 'Hass' türü yapraklarından Soxhlet yöntemi ile hazırlanan ekstraktlarla etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Avokado Yaprığı, Fenolik Bileşen, Flavanoit Bileşen, Total Antioksidan Aktivite

**DETERMINATION OF TOTAL ANTIOXIDANT AND TOTAL PHENOLIC
COMPONENT IN EXTRACTS PREPARED FROM HASS AND FUERTE
AVOCADO LEAVES GROWN IN ALANYA**

Kübra YAVUZ

Nuh Naci Yazgan University, Institute of Health Sciences

March 2022

Supervisor: Prof. Dr. Neriman İNANÇ

ABSTRACT

This research was carried out to determine the optimal extraction method to obtain the total phenolic substance and flavonoid content and antioxidant effect of Hass (AH) and Fuerte (AF) avocado leaves grown in Alanya. For the analysis of bioactive components of Hass and Fuerte variety avocado leaves, extracts were obtained by 4 different methods: infusion (AHI, AFI), maceration (AHM, AFM), Soxhlet (AHS, AFS) and sound wave assisted extraction (AHU, AFU). The phenolic component and flavonoid amounts of the prepared extracts were calculated, besides the determination of total antioxidant activities in the leaves was carried out with the use of scavenging effect of 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil (DPPH●) radical, scavenging effect of 2,2'-azino-bis (3 ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS+●) radical, and determination of iron-reducing antioxidant power (FRAP) methods. Obtained results were evaluated with one-way analysis of variance and Tukey-HSD test ($p < 0.05$). The highest amount of total phenolic substance in avocado extracts was found in AHS, AHU, AHM and AFS extracts, while the highest amount of flavonoids was found in AFM, AFS and AHS extracts. In addition, as a result of the antioxidant activity experiments carried out, it was determined that the avocado leaf extracts showed the highest efficiency in the experimental setup in which the ABTS+● radical was used. According to these results, It was determined that AHU and AHS extracts of 'Hass' type leaves of avocado and AFU and AFS extracts of 'Fuerte' leaves showed the highest level of ABTS radical scavenging effect. In addition, it has been observed that the extracts have a weak effect in the DPPH system; although it is not as effective as trolox, it has been observed that the extracts had high activity in FRAP system and in this system extracts that prepared by the Soxhlet method from the leaves of the 'Fuerte' and 'Hass' type of avocado showed the highest activity.

Keywords: Avocado Leaf, Phenolic Component, Flavanoid Component, Total Antioxidant Activity

ALANYA'DA YETİŞTİRİLEN HASS VE FUERTE AVOKADO YAPRAKLARINDAN HAZIRLANAN EKSTRELERDE TOTAL ANTİOKSİDAN ve TOPLAM FENOLİK BİLEŞEN TAYİNİ

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Avokado (*Persea americana*) Lauraceae (Defnegiller) familyasına ait olup, subtropik bir meyvedir. Avokado, kalın koyu yeşil, morumsu siyah ve pütürlü bir kabukla kaplı yaklaşık 136 g, kremsi, pürüzsüz dokulu yenilebilir meyve içermektedir. Avokado çekirdeği ve kabuğu toplam meyve ağırlığının yaklaşık %33'ünü oluşturmaktadır (USDA, 2011). Avokadonun doğal kabuğu, paketlenme ihtiyacını ortadan kaldırmakta ve çevresel açıdan sürdürülebilir yollarla yetiştirilmelerini sağlayan bazı hastalıklara ve böceklerle karşı dirençli olmasını sağlamaktadır. Dünyada Meksika, Peru gibi ülkelerde kültürü yapılan avokadonun bazı çeşitlerinin Türkiye'ye getirilmesi ile Alanya gibi bazı yörelerde avokado üretimi yapılmaya başlanmıştır. Avokado meyvesi ve yaprağının besinsel içeriklerinden ötürü çeşitli sağlık yararlarının olduğu belirtilmektedir. Anason kokusuna sahip avokado yapraklarının da total antioksidan ve fenolik bileşen içeriklerinden zengin olması nedeniyle farmakolojik ve nütrosotik etkileri; farklı deney dizaynları ile araştırmacılar tarafından farklı hastalıklarda çalışılmış ve literatürde verilen bazı çalışmalarca da çeşitli sağlık yararlarının olduğu göze çarpmaktadır. Bu araştırma Alanya'da yetişen Hass ve Fuerte avokado türlerinin yapraklarının toplam fenolik madde ve flavonoit içeriği ve antioksidan etkisinin belirlenmesi ve biyoaktif bileşen içeriklerinin hangi ekstraksiyon koşullarında en optimal olarak elde edilebileceğinin ortaya konulması amacıyla planlanıp yürütülmüştür. Çalışmada avakado yapraklarından hazırlanacak %2'lik infüzyonu yanında maserasyon, Soxhlet ve ses dalgaları-destekli sıvı ekstraksiyonu yöntemleri ile elde edilecek %70'lik etanol ekstresinin toplam fenolik madde ve flavonoit miktarları; aynı zamanda farklı yöntemlerle toplam antioksidan düzeyleri araştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Avokado (*Persea americana*) anavatanı Meksika ve Orta Amerika olan çiçekli bitkiler (kapalı tohumlular) sınıfından Defnegiller (Lauraceae) familyasına ait bir ağacın meyvesidir (Chen ve ark., 2008). Amerikan armudu anlamını taşıyan Avokado, İspanyolca'dan türemiş bir isimdir (Bayram, 2010).

En fazla avokado üretimi Meksika, Dominik Cumhuriyeti, Peru, Endonezya, Kolombiya, Brezilya ve Kenya gibi ülkelerde yapılmaktadır. 1970 yılında Kaliforniya'dan ülkemize 7 çeşit avokado fideleri getirilerek adaptasyon çalışmaları yapılmıştır. Fuerte, Hass, Bacon ve Zutano çeşitlerinin Alanya/Antalya ekolojik koşullarına uyum sağladığı bulunmuştur (Bayram, 2010). Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2019 verilerine göre 2017'de dünya çapında avokado üretimi 5.924.398 tondur. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2019 verilerine göre ülkemizde 2017 yılında 2.765 ton, 2018 yılında 3.164 ton avokado üretimi olmuştur. 2018 yılı için üretim miktarı ise; Antalya'da 2.567, Mersin'de 496, Muğla'da 79 ve Hatay'da 22 tondur.

2.1 Avokado Bitkisinin Tarihçesi

Avokado kullanımı ile ilgili en eski olgulara Coxcatlán, Puebla, Meksika'da M.Ö 10.000 yılına ait bilgileri içeren bir mağarada rastlanmıştır. Tarihi kayıtlar, M.S. 900 yılında İnka öncesi Chan Chan şehrinde ampirik olarak şekil yönünden avokadoya benzeyen bir meyve bulunduğunu göstermektedir. Avrupa'da avokado ile ilgili bilinen en eski yazılı kayıt Martín Fernández de Enciso tarafından 1518 ya da 1519 yıllarında yazılan, *Suma De Geographia Que Trata De Todas Las Partidas Y Provincias Del Mundo* kitabındadır. Bilinen ilk 'avocado' kelimesinin kullanıldığı İngilizce yayında Hans Sloane tarafından 1696'da yapılan Jamaika bitkileri indeksindedir. Bitki Endonezya'ya 1750'de Brezilya'ya 1809'da Levant'a 1908'da girmiştir ve Güney Afrika, Avustralya 'ya 19. yy sonunda giriş yapmıştır (Bayram, 2010).

Meksika'dan Amerika Birleşik Devletleri'ne ilk kez 1871'de gelen avokado ağaçlarla birlikte, California'da takdim edilmiştir. 1950'lerde, Kaliforniya'da ticari olarak paketlenen ve sevk edilen 25'in üzerinde avokado çeşidinin bulunduğu ve Fuerte, üretimin yaklaşık üçte ikisini oluşturduğu bilinmektedir. Global pazarda en çok üretimi yapılan ve en yaygın avokado türleri olan Hass ve Fuerte 1970'ler sonrasında tür olarak yerini almıştır (Bayram, 2010).

2.2 Avokado Meyvesinin Özellikleri

Avokado, kalın koyu yeşil, morumsu siyah ve pütürlü bir kabukla kaplı yaklaşık 136 g, kremi, pürüzsüz dokulu yenilebilir meyve içermektedir. Avokado çekirdeği ve kabuğu toplam meyve ağırlığının yaklaşık %33'ünü oluşturmaktadır (USDA, 2011). Avokadonun doğal kabuğu, paketleme ihtiyacını ortadan kaldırmakta ve çevresel açıdan sürdürülebilir yollarla yetiştirilmelerini sağlayan bazı hastalıklara ve böceklerle karşı dirençli olmasını sağlamaktadır.

Avokado ağacı 20 metreye kadar uzayabilmekte ve sıralı ve 12–25 cm uzunlukta yaprakları bulunmaktadır. Çiçekleri yeşilimsi sarı renkte 5 ile 10 mm genişliğindedir. Armut şeklinde olan meyvesi 7-20 cm uzunluğunda olup, ağırlığı 100 ile 1000 gram, ortasında bulunan geniş tohumu 5 cm ile 6,4 cm uzunluğundadır (Dowling ve Morton, 1987).

Avokado çiçekleri hem dişi hem erkek organa sahip olmasına rağmen, bu organlar aynı anda işlev yapmazlar. Çiçekler iki eşeyli bir açılma düzeni gösterir. Her çiçek ilk açıldığında dişi safhadadır. Bu safhada dişi organ başka çiçeklerden gelen çiçek tozlarını kabul eder, erkek organlar çiçek tozu saçmazlar. Bu safhaya “Dişi Safha” denir. Daha sonra çiçek kapanır, gece kapalı kalır, ertesi gün aynı çiçek tekrar açılır. Bu açılışta ise erkek organlar çiçek tozu saçarken dişi organ artık kabul edici değildir. Dişicik tepesi kararmış ve kurumaya başlamış olabilir. Bu safhaya da “Erkek Safha” denir. Avokado çiçeğinin bu durumu bilimsel olarak “Senkronoiz Dikogami” olarak adlandırılır. Yani erkek ve dişi organların olgunlaşması farklı zamanda ama günün hep aynı saatlerinde olmaktadır.

Avokado çeşitleri çiçek tipi bakımından A ve B tipi olarak 2 grupta sınıflandırılmaktadır;

A tipi çeşitlerde çiçek ilk günün sabahı dişi, ertesi gün gündüz geç saatlerde veya öğleden sonra erkek safhadadır.

B tipi çeşitlerinde ise çiçek birinci gün öğleden sonra dişi, sonrasında kapanıp ertesi sabah erkek safhadadır.

Avokadonun kültür türlerinin sınıflandırılması ise;

A tipi kültür türleri: Hass, Gwen, Lamb Hass, Pinkerton, Reed.

B tipi kültür türleri: Fuerte, Sharwil, Zutano, Bacon, Ettinger, Sir Prize, Walter Hole'dir (Balerdi ve ark., 2007).

Avokado ağaçları yağışlı ve sıcak iklimde yetişir ve soğuğa karşı fazla dayanıklı değildir. Soğuğa dayanıklılığı daha yüksek olduğu için Meksika tipi avokado tohumları daha çok tercih edilmektedir.

Avokadonun hasat dönemi, türüne göre değişiklik gösterir. En uygun hasat dönemi Bacon'da Aralık'ın birinci haftası, Fuerte'de Aralık'ın son haftası, Hass'da Ocak ayının birinci haftası ve Zutano'da ise Kasım'ın son haftasıdır (Bayram ve Aşkın, 2006). Hasat zamanı meyvenin kalitesini etkileyen en önemli göstergedir. Hasat zamanı ve hasat sonrasında bekleme süresine bağlı olarak antioksidan içeriğinde değişiklikler meydana geldiği bilinmektedir. Ocak-Mart ayları arasında hasat edilen meyvelerin antioksidan içeriği, diğer mevsimlerde toplananlara göre daha yüksektir. Ocak-Mart aylarında toplanan meyvelerin yaklaşık olarak 35 gün soğuk depolarda saklanması, meyvede bulunan fenolik bileşik miktarının artmasını sağlamaktadır. Diğer dönemlerde hasat edilen meyvelerin fenolik bileşik içeriklerinde bir değişiklik olmaması ya da azalması beklenmektedir (Wang ve ark., 2012).

Avokadonun büyüme ve gelişme süreci diğer meyvelerden farklıdır. Meyve hasat edildikten sonra da oda sıcaklığında 25 C°'de 5-7 gün içinde olgunlaşmaktadır. (Villa-Rodríguez ve ark., 2011). Olgunlaşma sırasında meyvede bulunan tekli doymamış yağ asidi (MUFA) miktarı artmakta, çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) miktarı ise azalmaktadır. Hasat sonrası meyvenin hemen olgunlaşması istenmediğinde, düşük sıcaklıklarda depolanması önerilmektedir. Hasat edildikten sonra en uygun depolama şekli meyvenin 4-7°C'de ve nem oranı %85-90 olan depolarda bekletilmesidir. En fazla depolama süreci iki aydır. Daha düşük ısılarda depolama avokadonun yağ miktarını olumsuz yönde etkilemektedir (Duarte ve ark., 2016; Villa Rodriguez ve ark., 2011).

2.3 Avokadonun Enerji ve Besin Ögesi İçerikleri

Fulgoni ve ark. tarafından, 2010 yılında yürütülen bir araştırmada diyetle alınan bir porsiyon avokadonun eşit miktarda enerji içeren farklı bir yağın tüketimine oranla daha fazla miktarda diyet lifi, K ve E vitaminleri, potasyum ve magnezyum alındığı ortaya konulmuştur (Fulgoni ve ark., 2010). Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Beslenme Etiketleme ve Eğitim Yasası (The Nutrition Labeling and Education Act) (NLEA), bir avokado porsiyonunu bir meyvenin beşte biri veya 30 g (1 ons) olarak tanımlamaktadır. ½ meyvenin (68 gram, yaklaşık 2 porsiyon) ve bir porsiyon meyvenin besin öğeleri içerikleri ise Tablo 1'de gösterilmiştir (USDA, 2011; ADA, 2009).

Avokado yağı; ekli doymamış yağ asitleri (MUFA) bakımından zengin bir yağ içerir ve meyve fitokimyasal biyoyararlılığı arttıran; diyet lifinin tadı ve dokusunu maskeleyen su bazlı bir matrise sahiptir (USDA, 2011; Unlu ve ark., 2005). Avokado, orta derecede enerji yoğunluğu olan bir meyvedir -yenilebilir avokadonun yaklaşık %80'i su (%72) diyet lifi (%6,8) içerir- yağdan gelen enerji yoğunluğunun az olması nedeniyle olarak ağır kontrolü üzerine olumlu etkilerinin olduğu gösterilmiştir. (USDA, 2011; Bes-Rastrollo ve ark., 2008) (Tablo 2'de avokadonun eşit miktarda enerji içeren yağ kaynakları ile karşılaştırıldığında içerdiği su, makro ve mikro besin ögesi miktarları verilmiştir).



Tablo 1. Hass Avokado Türünün (*Persea Americana*) Yenilebilir Kısımının Enerji ve Besin Öğeleri İçerikleri (USDA, 2011)

Besin/fitokimyasal	Meyve (1/2 adet meyve, 68 g)*	Meyve (1 porsiyon, 30 g)**
Su (g)	49	21.7
Enerji (kcal)	114	50.0
Enerji (kcal) (çözünmez posa çıkarıldığında)	101	44.0
Protein (g)	1.34	0.59
Total lipid (g)	10	4.62
Kül (g)	1.13	0.50
Karbonhidrad (g)	5.90	2.59
Toplam diyet lifi (g)	4.60	2.00
Toplam şeker (g)	0.21	0.09
Nişasta (g)	0.08	0.03
Yağ asitleri, toplam doymuş (g)	1.45	0.64
16:0 (g)	1.41	0.62
Yağ asitleri, toplam tekli doymamış (g)	6.65	2.94
18:1 (g)	6.15	2.71
Yağ asitleri, toplam çoklu doymamış (g)	1.24	0.55
18:2 (g)	1.14	0.50
18:3 (g)	0.09	0.04
Kolesterol (mg)	0	0
Stigmasterol (mg)	1.5	1.0
Kampesterol (mg)	3.5	2.0
Beta-sitosterol (mg)	51.5	23.0
Kalsiyum (mg)	9.0	4.0
Demir (mg)	0.42	0.18
Magnezyum (mg)	19.5	9.0
Fosfor (mg)	36.5	16.0
Potasyum (mg)	345	152
Sodyum (mg)	5.5	2.0
Çinko (mg)	0.46	0.20
Bakır (mg)	0.12	0.05

Manganez (mg)	0.10	0.05
Selenyum (ug)	0.25	0.10
C Vitamini (mg)	6.0	2.60
Thiamin (mg)	0.05	0.02
Riboflavin (mg)	0.09	0.04
Niasin (mg)	1.30	0.57
Pantotenik asit (mg)	1.00	0.44
Vitamin B-6 (mg)	0.19	0.09
Folat (μ g)	60.5	27.0
Kolin (mg)	9.65	4.30
Betain (mg)	0.5	0.2
B-12 vitamini (μ g)	0.0	0.0
A vitamini (μ g RAE)	5.0	2.0
Beta Karoten (μ g)	43.0	19.0
Alfa Karoten (μ g)	16.5	7.0
Beta kriptoksantin (μ g)	18.5	8.0
Lutein + zeaxanthin (μ g)	185	81.0
E vitamini (alpha-tocopherol) (mg)	1.34	0.59
Beta tokoferol (mg)	0.03	0.01
Gamma tokoferol (mg)	0.22	0.10
Delta tokoferol (mg)	0.02	0.01
K ₁ vitamini (filokinon) (μ g)	14.3	6.30

**NHANES'e Göre Günlük Alım Önerisi*

**NLEA' Porsiyon Miktarı*

Tablo 2. Avokadonun Su, Makro ve Mikro Besin Ögesi İçeriklerinin Eşit Miktarda Enerji İçeren Bazı Sert Kabuklu Meyvelerle (Badem, Antep Fıstığı ve Fındık) Karşılaştırılması (USDA, 2011)

Besin Ögesi	Hass avokado 1 meyve (136 g)	Badem 1.5 oz (42.5 g)	Antep Fıstığı 1.5 oz (42.5 g)	Fındık 1.5 oz (42.5 g)
Su (g)	98.4	1.1	0.8	1.7
Kalori (kcal)	227	254	240	278
Kalori (kcal) (Sindirilmeyen posa çıkarıldığında)	201	239	235	269
Toplam Yağ (g)	21.0	22.1	19.1	27.7
Tekli Doymamış Yağ (g)	13.3	13.8	10.1	3.8
Çoklu Doymamış Yağ (g)	2.5	5.5	5.7	20
Doymuş Yağ (g)	2.9	1.7	2.3	2.6
Protein (g)	2.7	9.0	9.0	6.5
Total Karbonhidrat (g)	11.8	9.0	12.2	5.8
Diyet Lifi (g)	9.2	4.6	4.2	2.9
Potasyum (mg)	690	303	450	188
Magnezyum (mg)	39.0	120	48	68
Vitamin C (mg)	12.0	0.0	1.4	0.6
Folat (mcg)	121	23	21	42
Vitamin B-6 (mg)	0.4	0.05	0.5	0.2
Niasin (mg)	2.6	1.5	0.6	0.5
Riboflavin (mg)	0.2	0.4	0.1	0.06
Tiamin (mg)	0.1	0.04	0.3	0.15
Pantothenik asid (mg)	2.0	0.1	0.2	0.2
Vitamin K (ug)	28.6	0.0	6.3	1.2
Vitamin E (α -Tokoferol) (mg)	2.7	10.1	0.9	0.3
γ -Tokoferol (mg)	0.44	0.3	9.0	8.9
Lutein + zantin (ug)	369	0.0	494	4.5
Total Fitosterol	113	54	123	30

2.4. Avokadonun Biyobileşenleri

Fitosterol, yapısı kolesterole çok benzeyen bitkisel kökenli bir maddedir. Fitosteroller, bağırsakta kolesterol emiliminin inhibe etmekte ve karaciğer kolesterol sentezini azaltmaktadır (Brufau ve ark. 2008). Ayrıca, Yüksek Dansiteli Lipoprotein (HDL) ve trigliserid düzeyinde bir değişikliğe neden olmaz iken, toplam kolesterol ve Düşük Dansiteli Lipoprotein (LDL) kolesterolde düşüş sağlamaktadır (Salgado ve ark., 2008a).

Avokado, lipid fraksiyonlu fitosterollerden zengindir. Bilinen en önemli avokado fitosterolü ise β -sitosteroldür (Salgado ve ark., 2008b; Santos ve ark, 2014b). Mevcut veriler fitosteroller açısından zengin diyetlerin toplam kolesterol ve LDL kolesterolün azalmasına neden olabildiğini göstermiştir (Lottenberg ve ark., 2002). 2011 yılında Meksika'da yürütülen bir çalışmada bir hafta boyunca günde bir kez avokado tüketen 45 gönüllünün kan kolesterol seviyelerinde ortalama %17'lik bir düşüş sağlandığı gözlenmiştir (Borges ve Melo, 2011).

Avokadodaki β -sitosterol ayrıca bağışıklık sistemi ile ilgili kanser, HIV ve enfeksiyonlar gibi hastalıkların tedavisine katkıda bulunur. Kanser oluşumunu baskıladığı, HIV'de bağışıklık sistemini güçlendirdiği belirtilmektedir (Bouic, 2002). Bu bileşiğin, istilacı mikroorganizmaları inaktive eden lenfosit proliferasyonunu ve doğal öldürücü hücre aktivitesini artırdığı bildirilmektedir (Bouic ve ark., 1996). Avokadoda bulunan luteinin prostat kanseri, katarakt ve makula dejenerasyonu gibi göz hastalıklarına karşı korunmaya yardımcı olduğu da bilinmektedir (Johnson, 2005).

Çalışmalarda, β -sitosterol aktivitesinin doyumluğu arttırıp ve yağ birikimini azaltarak ağırlık kaybına neden olduğu gösterilmiştir. (Senai, 2006; Murta, 2013).

Sterollerin ve stanollerin sağlık üzerindeki etkileri çeşitli çalışmalara konu olmuştur. Vitamin çözünürlüğünü etkilemeden esterifikasyon yoluyla margarin, sürülebilir ürünler ve bitkisel yağların formülasyonlarına dahil edilen bu tür bileşiklerin günde 2 g tüketilmesiyle koroner kalp hastalığı riskinde %25'lik bir azalmaya neden olduğu gösterilmiştir (Turatti, 2002). Aynı zamanda avokado yağı, aynı miktarda enerji içeren bitkisel başka bir yağ veya margarin ile karşılaştırıldığında daha fazla sterol içermekte ve kolesterol seviyeleri üzerine önemli etkileri olan β -sitosterol; diğer bitkisel yağ çeşitlerinde toplam sterollerin yalnızca %2,3'nü içerirken avokado meyvesinde toplam sterollerin %71,8'ini oluşturmaktadır (Salgado ve ark., 2008b; Santos ve ark., 2014b).

2.5. Avokadonun Vitamin, Antioksidan ve Fenolik Bileşenleri

2.5.1. Antioksidan Vitaminler

Avokado, önemli düzeyde hem C vitamini hem de E vitamini içeren birkaç besinden biridir (Tablo 1., Tablo 2.). Bu vitaminler; LDL-kolesterolü oksidasyona karşı koruması ve E vitaminini onarması gibi dolaşımdaki bazı aktiviteleri nedeniyle damar sağlığı ve arteriyel plak stabilizasyonu üzerine önemli etkilere sahiptir (IOM, 2000). Bir derlemede, C vitamininin kardiyovasküler hastalık (KVH) gelişme riskini -sigara içenler, obezler ve tip 2 diyabetliler gibi belirli risk grupları da dahil olmak üzere- azalttığı gösterilmiştir (Honarbakhsh ve Schachter, 2009). Randomize bir klinik çalışmada C vitamini ve E kombinasyonunun hiperkolesterolemik kişilerde aterosklerotik ilerlemeyi yavaşlatabileceğini öne sürülmüştür (Salonen ve ark., 2003). Avokadonun da mevcut antioksidan içeriği ile kronik hastalıklara karşı koruyucu olabileceği düşünülmektedir (Dreher ve Davenport, 2013). Örneğin Wang ve arkadaşlarının 2020 yılında yürütmüş oldukları randomize kontrollü bir denemede başlangıça ve kontrol grubuna kıyasla, avokado tüketen bireylerin dolaşımdaki okside LDL düzeylerinin azaldığı (-7.0 U/L, %-8.8, $P = 0.0004$), plazma lutein konsantrasyonunun ise arttığı (19.6 nmol/L, %68.7, $P < 0.0001$) gösterilmiştir. ($P \leq 0.05$) (Wang ve ark., 2020).

2.5.2. K₁ Vitamini (filokinon)

K₁ Vitamini, kan pıhtılaşması ve kemik metabolizmasında rol alan bir dizi proteinin biyolojik olarak aktif formunun sentezi sırasında bir koenzim olarak işlev görmektedir (IOM, 2001). Bitki bazlı gıdalardaki filokinon (K₁), insan beslenmesindeki K vitamininin birincil kaynağı olarak kabul edilir. İndirgenmiş formundaki K₁ vitamini, pıhtılaşma aktivitesini kolaylaştıran enzimler için bir kofaktördür (McCann ve Ames, 2009). Avokadoda bulunan K₁ vitamini miktarı sırasıyla 30 g ve yarım meyve başına 6,3 µg ve 14,3 µg'dir (USDA, 2011). National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) çalışmasının sonuçlarına göre avokado tüketen bireylerin sağlıklı yeme indekslerinin daha yüksek olduğu sebze meyve ve diyet lifi ile beraber E ve K vitaminleri alımlarının daha iyi olduğu gösterilmiştir (Fulgoni ve ark., 2013).

2.5.3. B vitaminleri

Homosistein, metionin metabolizması için bir metil grubu donörü görevi gören, kükürt içeren bir ara amino asittir. Artan serum konsantrasyonlarının (hiperhomosisteinemi $\geq 10 \mu\text{mol/l}$), artmış kardiyovasküler risk ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Genellikle sistasyon beta-sentaz eksikliğine bağlı olarak seyrek görülen bir genetik hastalık olan homosistinüri, ciddi şekilde yüksek serum homosistein değerleri ($\geq 150 \mu\text{mol/l}$) ile sonuçlanmakta ve hastalarda kardiyovasküler hastalıklar (KVH) görülmektedir. Bununla birlikte, yaşlılarda anahtar enzimlerin (örneğin N5,N10-metilen-tetrahidrofolat redüktaz) fonksiyonel gen polimorfizmleri ve diyet B-vitamini (özellikle B6, folat ve B12) eksikliklerinin de hiperhomosistemi tablolarına neden olduğu bilinmektedir. Homosisteinemi "Batılı" diyetlerde daha sık görülmekte, oto-oksidatif potansiyeli nedeniyle aterotromboz ve endotel disfonksiyonu gibi diğer vasküler etkilerle ilişkilendirilmekte ve nedeniyle reaktif oksijen türlerinin üretimini arttırmaktadır. Bu nedenle homosisteini düşüren terapötik müdahalelerin, aterosklerozun önlenmesi ve tedavisinde önemli olduğu belirtilmektedir. B vitamini takviyesi (folik asit=B9 vitamini, B6 vitamini ve B12 vitamini) homosisteini düşürmek için etkili ve güvenli bir tedavi olduğu kabul edilmekte ve açlık total homosisteinemi (tHcy) %30-50 oranında azaltarak kardiyovasküler morbidite ve mortaliteyi azalttığı gösterilmiştir; Ayrıca yeterli miktarda B vitaminlerinin alımının hiperhomosisteinemiye karşı koruyucu olduğu da bilinmektedir. Tüm bunlara ek olarak folik asit takviyesinin nörotübüler doğum kusurlarını (spina bifida) azalttığı, hatta neredeyse tamamen ortadan kaldırdığı ve megaloblastik anemi oranını önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir. Avokadonun 1 porsiyonu (30 g) her iki vitamin içinde günlük ihtiyacın yaklaşık %8'ini karşılamakta ve sırasıyla 27 μg folat ve 0,09 mg B₆ vitamini içermektedir (USDA, 2011).

2.5.4. Fitokimyasallar

2.5.4.1. Karotenoidler

Avokadodaki temel karotenoidler, yağda çözünebilen ksantofillerdir (Voutilainen ve ark., 2006) (USDA, 2011) (Tablo 1). Lutein gibi ksantofiller, karotenlerden (β -karoten dahil olmak üzere diğer karotenoid alt sınıfları) daha polar olduğundan, pro-oksidan aktiviteleri daha zayıftır (McNulty ve ark., 2008). Avokadonun meyve ve sebzeler

arasında en yüksek toplam lipofilik antioksidana sahip meyve olduğu bildirilmektedir. Artan meyve ve sebze (avokado) tüketimi ile başta ksantofil karotenoidleri olan lutein, β -kriptoksantin ve zeaksantin olmak üzere serum karotenoid düzeylerinde önemli ölçüde artış sağlanmaktadır. Ksantofillerin, vasküler hasarın başlaması ve ilerlemesi için bir ön belirleyici olan, dolaşımdaki oksitlenmiş LDL kolesterolü azalttığı bilinmektedir (Hozawa ve ark., 2007). İleriye dönük bir çalışmanın bulguları, yüksek plazma ksantofil düzeylerinin, erken ateroskleroza karşı koruyucu olabilecek karotis intima-media kalınlığının ilerlemesi ile ters ilişkili olduğunu göstermiştir (Dwyer ve ark., 2001; Dwyer ve ark., 2004).

Hass avokado karotenoid seviyeleri, hasat mevsimi Ocak'tan Eylül'e kadar ilerledikçe önemli ölçüde artma eğilimindedir. Hass avokadolarında, ksantofiller lutein ve kriptoksantin, toplam karotenoidlerin yaklaşık %90'ına katkıda bulunan karotenlere göre daha baskındır (Lu ve ark., 2009). USDA, lutein ve zeaksantini sırasıyla 30 g ve bir yarım meyve için 81 μ g ve 185 μ g olarak kriptoksantini ise sırasıyla 30 g ve yarım meyve başına 44 μ g ve 100 μ g olarak bildirmektedir (USDA, 2011). Bununla birlikte, kapsamlı bir avokado analizinde, hasat zamanında 30 g başına 350-500 μ g ile yarım meyve başına 800-1100 μ g arasında değişen çok daha yüksek seviyeler bulunmuştur (Lu ve ark., 2009). Avokado etinin rengi, derinin hemen altındaki koyu yeşilden, etin orta kısmındaki soluk yeşile, tohuma yakın sarıya kadar değişmektedir (Lu ve ark., 2009). Lu ve ark.; 2005 yılında yapmış oldukları bir çalışmada toplam karotenoid konsantrasyonlarının, kabuğa yakın koyu yeşil ette en yüksek olduğunu bulmuşlardır (Lu ve ark., 2005).

Karotenoidlerin bağırsaktan absorpsiyonu, diyet yağının varlığına bağlıdır (Reboul ve ark., 2007; Ashton ve ark., 2006). Avokado meyvesi karotenoidlerin emilimini arttıracak doğal bir yağ-su matriksine sahiptir. Salatalarda kullanılan soslar salatalardaki karotenoidlerin kaybına neden olmaktadır (Brown ve ark., 2004). Bu durumun aksine başka bir müdahale olmaksızın salataya eklenen avokadonun karotenoid biyoyararlanımını 2-5 kat artırdığını gösterilmiştir (Unlu ve ark., 2005).

2.5.4.2. Fenolik Bileşenler

Meyvelerdeki fenolikler, oksidatif ve inflamatuvar stresi azaltarak, kan akışını ve arteriyel endotel sağlığını geliştirerek ve damar sağlığının korunmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, trombosit agregasyonunu inhibe ederek KVH riskini azaltmada yararlı etkilerini olduğu da bilinmektedir (Chong ve ark., 2010; Arts and Hollman, 2005;

Ghosh ve Scheepens, 2009; Victor ve ark., 2009). Avokado, sırasıyla 30 g ve yarım meyve başına 60 mg ve 140 mg Gallik Asit Eşdeğerine (GAE) (fenolik bileşen ölçümünde kullanılan standart ölçüm yöntemine ait birim) katkıda bulunan orta düzeyde fenolik bileşikler içerir. Avokado ayrıca 30 g başına 600 µmol Trolox Eşdeğeri (TE) (toplam antioksidan miktarı ölçümünde kullanılan standart ölçüm yöntemine ait birim) veya yarım meyve başına 1350 µmol TE toplam antioksidan kapasitesine sahiptir (Wu ve ark., 2004; Wu ve ark., 2007). Avokadonun, lipofilik antioksidan kapasitesi en yüksek meyvelerden biri olması nedeniyle, serum lipid peroksidasyonunu azaltmaya ve damar sağlığını korumaya yardımcı olabileceği vurgulanmaktadır (Wu ve ark., 2007).

2.5.4.3. Fitosteroller

Diğer meyveler, porsiyon başına yaklaşık 3 mg fitosterol içerirken; avokado, sırasıyla 30 g ve yarım meyve başına yaklaşık 26 mg ve 57 mg ile fitosterol içermektedir (Duester, 2001; USDA, 2011). Avokadonun fitosterol içeriği besin desteklerine oranla zayıf olsa da avokado, fitosterol emilimine yardımcı yağ-su matriksi sebebi ile fitosterol açısından iyi bir kaynak olduğu kabul edilmektedir (Lin ve ark., 2009). Kanada'da yürütülen bir çalışmada fitosterollü besinlerden elde edilen potansiyel sağlık yararları değerlendirilmiş; avokadonun kardiyovasküler hastalık riskini azaltarak kronik hastalık sebepli sağlık maliyetlerini düşürebilecek bir besin olduğu düşünülmüştür (Gyles ve ark., 2010).

2.6. Avokadonun Sağlık Yararları

Avokado ile ilgili klinik çalışmalar 1990'larda yapılmış; sağlıklı, hiperkolesterolemik ve tip 2 diyabetliler üzerinde yürütülmüş, kan lipidleri üzerinde olumlu etkiler göstermiştir (Colquhoun ve ark., 1992; Alvizouri-Munoz ve ark., 1992; Lerman-Garber ve ark., 1994; Carranza ve ark., 1995; Lopez-Ledesma ve ark., 1996; Carranza-Madrigal ve ark., 1997) Örneğin Colquhoun ve ark., 1992 yılında yapmış oldukları klinik denemede, avokado ile zenginleştirilmiş tekli doymamış yağ asitleri bakımından yüksek bir diyetin ve yüksek kompleks karbonhidrat içeren diyetlerin kan lipid konsantrasyonları üzerindeki etkilerini karşılaştırmak amacıyla yaşları 37 ile 58 arasında değişen 15 kadın katılımcı ile klinik bir deneme yapmışlardır. Üç hafta süren diyet müdahalelerinin sonuçlarına göre her iki diyetin de kan kolesterol seviyeleri üzerine etkili olduğu ortaya konulmuş; ayrıca avokado içeren diyetin kompleks karbonhidrat içeren diyetle göre toplam kolesterolü daha fazla düşürdüğü (sırasıyla %8,2 ve %4,9) belirlenmiştir ($p<0,05$). (Colquhoun ve ark., 1992). Carranza-Madrigal ve arkadaşlarının 1997 yılında yapmış oldukları araştırmada ise tekli doymamış yağ kaynağı olarak avokado içeren vejetaryen bir diyetin serum lipidleri

üzerindeki etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmaya dislipidemisi olan 13 hasta katılmıştır. Hastalar 3 gruba ayrılarak gruplara enerji kısıtlaması içeren bir vejeteryan diyeti ve yağdan gelen enerjinin %75'inin avokadodan sağlandığı bir diyetin yanı sıra enerji kısıtlaması yapılmayan fakat USDA önerisi doğrultusunda avokado içeren diyetler verilmiştir. Her üç diyet modelinin de trigliserit seviyelerini önemli ölçüde azalttığı; aynı zamanda HDL düzeylerini iyileştirdiği gözlenirken serbest avokado diyetinin LDL düzeylerini önemli miktarda azalttığı gösterilmiştir ($p<0,05$). Carranza-Madrigal ve ark., 1997).

2013 yılında Dreher ve Davenport tarafından hazırlanan derlemenin sonuçlarına göre hiperkolesterolemi yaşayan bireylerin katıldığı klinik avokado denemelerinde; farklı miktarlarda avokado ile zenginleştirilmiş diyetlerin yüksek karbonhidratlı diyetlere veya avokado içermeyen diğer diyetlere kıyasla LDL-kolesterol ve trigliseritleri düşürerek ve HDL-kolesterolü artırarak kan lipid profillerini iyileştirdiği gösterilmiştir. Normolipidemik katılımcılarla yapılan çalışmalarda ise avokado ile zenginleştirilmiş diyetlerin, trigliseritleri yükseltmeden veya HDL-kolesterolü düşürmeden LDL-kolesterolü düşürerek lipid profili üzerine olumlu etkilerinin olduğu belirtilmiştir. Yazarlar bu çalışmaların, avokado ile zenginleştirilmiş diyetlerin, düşük yağlı, yüksek karbonhidratlı diyetlere veya tipik Amerikan diyetine kıyasla kan lipidleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu gösterdiğini belirtmişlerdir (Dreher ve Davenport, 2013) Mendez ve Hernandez ise 2007 yılında deney hayvanları üzerinde yürüttükleri bir araştırmada avokadoların, lipofilik antioksidan kapasitesini artırabilen ve oksitlenmiş LDL kolesterolü oksitlenmemiş formuna geri dönüştürmeye yardımcı olan paraoksonaz 1 aktivitesini (PON-1) artırarak HDL kolesterolün yapısını değiştirebileceğini bulmuşlardır (Mendez ve Hernandez, 2007).

2.6.1. Ağırlık Yönetimi

Sebze ve meyveler de dahil olmak üzere sağlıklı gıdaların bulunabilirliği ve tüketimi daha düşük ağırlık (Bes-Rastrollo ve ark., 2008) beden kitle indeksi (BKİ) (de Oliveira ve ark., 2008) ile ilişkilidir. Son birkaç on yılda, yağ bakımından zengin yiyeceklerin tüketilmesinin kilo alımına yol açabileceği ve düşük yağlı diyetlerin kilo kontrolünü daha etkili bir şekilde destekleyeceği ve kronik hastalık riskini azaltacağı genel bir algı olmuştur (Walker ve O'Dea, 2001). Randomize, bir klinik çalışmada, orta derecede yağlı bir diyetin ağırlık kaybetme planının ve kronik hastalık riskinin azaltılmasının etkili bir parçası olabileceği bulunmuştur (Sacks ve ark., 2009). Güçlü ve tutarlı olan beslenme

modellerinin yetişkinler arasında kilo kaybını ve kilonun korunmasını iyileştirdiğini gösterilmektedir. Ağırlık kaybının hedeflendiği üç randomize kontrollü denemede, meyve ve sebze alımını artırarak alınan enerji yoğunluğunu düşürmenin önemli ağırlık kaybı ile ilişkili olduğunu bulunmuştur (de Oliveira ve ark., 2008; Saquib ve ark., 2008; Ello-Martin ve ark., 2007). Diyetin enerji yoğunluğu, toplam kalori miktarının tüketilen toplam besin miktarına bölünmesiyle tahmin edilir ve sırasıyla düşük, orta ve yüksek enerji yoğunluklu diyetler g başına 1.3 kcal, 1.7 kcal ve 2.1 kcal içermektedir (Savage ve ark., 2008).

Avokado, hem 1.7 kcal / g orta enerji yoğunluğuna sahipken aynı zamanda yapısında tokluğu arttırdığı çalışmalarla kanıtlanmış viskoz su, diyet lifi ve meyve yağı matrisi bulunmaktadır (Wien ve ark., 2011; Bes-Rastrollo ve ark., 2008). Birkaç ön klinik çalışma, avokadonun kilo yönetimine yardımcı olabilecek bir meyve olduğunu göstermiştir. İlk deneme; ağırlık kaybı programına bir buçuk avokado (200 g) dahil etmenin etkisini incelemiştir. Bu çalışmada, altmış bir sağlıklı, herhangi bir fiziksel engeli bulunmayan fazla kilolu ve obez katılımcı; margarin ve sıvı yağ gibi 30 g karışık yağ yerine 200 g / gün avokado (30.6 g yağ) tüketen bir gruba veya kontrol grubuna 6 hafta boyunca randomize olarak atanmışlardır (Pieterse ve ark., 2005). Yapılan araştırmanın sonuçlarına göre avokado tüketiminin ağırlık, BKİ ve yağ yüzdesi parametreleri üzerine anlamlı ve olumlu etkilerinin olduğu gösterilmiştir (p <0.001).

26 sağlıklı, aşırı kilolu yetişkin üzerinde yapılan randomize, tek kör, çapraz dizaynli bir çalışmada öğle yemeğinde tüketilen bir buçuk avokadonun, kontrol yemeğine kıyasla, kişinin bildirdiği açlığı ve yeme arzusunu önemli ölçüde azalttığı ve doyunluğunu arttırdığı gösterilmiştir (p <0.002) (Wien ve ark., 2011). Ek olarak, bazı gözlemsel çalışmalar, MUFA açısından zengin diyetlerin (1 orta boy avokado 13,3 g MUFA içermektedir) abdominal yağ birikimine ve diyabetik komplikasyonlarına karşı korumaya yardımcı olduğunu göstermektedir (Tentolouris ve ark., 2008; Paniagua ve ark, 2007a; 2007b).

2.6.2. Sağlıklı Yaşlanma

2.6.2.1. DNA Hasar Koruması

DNA'ya zarar verdiği ve yaşlanma sürecini potansiyel olarak hızlandığı bilinen yüksek düzeyde kozmetik iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalan 82 erkek hava yolu pilotu ile çok sık uçak ile seyahat eden yolcuların katıldığı bir çalışma yürütülmüştür (Yong ve ark., 2009). Meyve ve sebzelerden C vitamini, beta-karoten, β -kriptoksantin ve lutein-zeaksantin alımı ile kümülatif DNA hasarının bir biyo belirteci olan kromozom

translokasyonu sıklığı arasında anlamlı ve ters bir ilişki bulunmuştur ($p < 0.05$). Konu ile ilgili literatürde avokado ile yapılmış spesifik çalışmalar bulunmasa da beta-karoten, β -kriptoksantin ve lutein-zeaksantinden zengin olan avokadonun tüketiminin de (sırasıyla ½ meyve için) 43, 18.5 ve 185 mcg DNA hasarına karşı koruyucu olabileceği düşünülmektedir. Başka bir çalışmada, lipid peroksidasyonu (8-epiprostaglandin F2a), plazma ksantofil seviyeleri ile ters orantılı bulunmuştur (Haegeler ve ark., 2000). Diğer çalışmalarda, lutein ile oksidatif DNA hasarı arasında, kuyruklu yıldız testi ile ölçüldüğü üzere ve beta-karotenin aksine ters korelasyonlar bulunmuştur (Hughes ve ark., 2009; Thomson ve ark., 2007). Ayrıca NHANES çalışmasının sonuçları ksantofil alımının yaşlanmayla birlikte azaldığını göstermektedir (Johnson ve ark., 2010).

2.6.2.2. Osteoartrit

Osteoartrit (OA), eklem kıkırdağında ilerleyici bozulma ve buna bağlı işlev bozukluğu ile karakterizedir (Dinubile, 2010; Helmick ve ark., 2008). Bu eklem bozulması oksidatif ve inflamasyon stresi tarafından tetiklenerek eklem hücre dışı matrisinin biyosentezinde ve bozulmasında işlev kaybına yol açan bir dengesizliğe neden olabilir (Dinubile, 2010; Gabay ve ark., 2008; Jacques ve ark., 2006; Goldring ve Berenbaum, 2004; van der Kraan ve van den Berg, 2000; Lotz ve ark., 1995). Kesitsel bir çalışmada, lutein ve zeaksantin (avokadodaki birincil karotenoidler) bakımından zengin meyve ve sebzelerin, OA'nin erken bir göstergesi olan diz eklemi yaralanmaları riskinde azalma ile ilişkili olduğunu bildirilmiştir (Wang ve ark., 2007).

2.6.2.3. Göz Sağlığı

Lutein ve zeaksantin seçici olarak gözün makulası içine alınan besin öğeleridir (Caepentier ve ark., 2009). Bağlı lutein ve zeaksantin alımı yaşla birlikte azalır ve biyolojik düzeyleri kadınlarda erkeklerden daha düşüktür (Johnson ve ark., 2010). Amerika Birleşik Devletleri'ndeki en yüksek avokado tüketicileri arasında bulunan Meksikalı Amerikalıların diğer etnik kökenlerden daha fazla lutein ve zeaksantin aldıkları bilinmektedir. Bazı gözlemsel çalışmalar, zeaksantin diyetle düşük miktarda alımlarının alımının ve plazma konsantrasyonunun yaşa bağlı göz fonksiyon bozukluğunu artırabileceğini göstermektedir ((Ma ve ark., 2009; Parekh ve ark., 2009; Chong ve ark., 2009; Moeller ve ark., 2008; Cho ve ark., 2008; Wang ve ark., 2007). Women's Health Initiative Observation Study araştırması, MUFA açısından zengin diyetlerin yaşa bağlı göz fonksiyon bozukluğuna karşı koruyucu olduğunu bulmuştur (Chong ve ark., 2009; Moeller ve ark., 2008) Avokadonun, MUFA ve lutein / zeaksantin

kombinasyonunu içermesi nedeniyle diğer meyve ve sebzelerdeki karotenoid emilimini artırmaya yardımcı olarak göz sağlığına katkıda bulunabileceği belirtilmektedir. Avokado, yarım meyve başına 185 µg lutein / zeaksantin içerir. Aynı zamanda avokado biyobileşenlerinin biyoyararlanımlarının diğer meyve ve sebze kaynaklarının çoğundan daha yüksek olduğu düşünülmektedir (Unlu ve ark., 2005).

2.6.2.4. Cilt sağlığı

Cilt genellikle yaşlanmanın ilk görünür belirtisini göstermektedir. Bazı meyve ve sebzelerin veya bunların avokado gibi ekstrelerini topikal olarak uygulanması veya tüketimi cilt sağlığı için önerilmektedir (Roberts ve ark, 2009; Morganti ve ark., 2002; 2004). Yüz sıklıkla ultraviyole (UV) maruziyetiyle devam eden oksidatif ve enflamatuar hasara maruz kalmakta, görünür radyasyon ve karotenoidler bu hasarla mücadele edebilmektedir. Yapılan bir klinik bir çalışmada, derideki karotenoid konsantrasyonunun doğrudan meyve ve sebze alım seviyesiyle ilişkili olduğunu gösterilmiştir. (Rerksuppaphol ve Rerksuppaphol, 2006). Avokadonun biyoyararlanımı oldukça yüksek olan lutein ve zeaksantin, cildi hem UV hem de görünür radyasyonun zararlarından korumaya yardımcı olabileceği düşünülmektedir (Roberts ve ark., 2009). Birkaç çalışmada, topikal veya oral luteinin foto-koruyucu aktivite sağlayabileceği vurgulanmaktadır (Puizina, 2008; Palombo ve ark., 2007; Morganti ve ark., 2002).

2.6.3. Kanser

Avokado, karotenoidler, terpenoidler, D-mannoheptuloz, persenon A ve B, fenoller ve glutatyon gibi kanser önleyici özelliklere sahip olduğu bildirilen bir dizi biyoaktif fitokimyasal içerir (Ames, 1983; Ding ve ark., 2009; Jones ve ark., 1992). Avokadodaki bu fito-kimyasalların bazılarının konsantrasyonlarının potansiyel olarak etkili olabileceği belirtilmektedir (Jones ve ark., 1992). Ancak günümüzde hala, avokadonun doğrudan anti-kanser aktivitesi, insan kanser hücre dizileri üzerinde *in vitro* çalışmalara dayanan tüm veriler henüz başlangıç niteliğindedir. Larinks kanseri, yutak ve ağız boşluğu, avokadonun en çok çalışıldığı kanser türleridir. Üç amino asitten (glutamik asit, sistein ve glisin) oluşan bir tripeptit olan glutatyon, bir antioksidan olarak işlev görür. Ulusal Kanser Enstitüsü, avokadonun 30 g başına 8,4 mg veya yarım meyve başına 19 mg glutatyon seviyelerinin diğer meyvelerden birkaç kat daha yüksek olduğunu belirtmektedir (Flagg ve ark., 1994). Gıdalar tüketildiğinde vücut glutatyonu tek tek amino asitlere kadar sindirse de geniş popülasyon tabanlı vaka kontrollü bir çalışmada, artan glutatyon alımları ile azalmış oral ve faringeal kanser riski arasında önemli bir

korelasyon olduğu gösterilmiştir (Castillo-Juarez ve ark., 2009). Baş-boyun kanseri 52 hastanın dahil edildiği bir klinik denemede, plazma lutein ve toplam ksantofil düzeylerinin oksidatif stres biyobelirteçlerinin (hem toplam F2-izoprostanlar hem de 8-epi-prostaglandin idrar konsantrasyonları) negatif yönde ilişkili olduğu gösterilmiştir ($p<0,05$) (Hughes ve ark., 2009). Ksantofil açısından zengin avokado ekstrelerinin tükettirildiği bir hayvan çalışmasında ise, avokado ekstrelerinin mide kanseri riski ile ilişkili olabilecek gastrit ülserlerine neden olan *Helicobacter pylori* bakterisi üzerine antimikrobiyal etkilerinin olduğu gösterilmiştir (Castillo-Juarez ve ark., 2009).

Diyet karotenoidleri, antioksidan aktivite, apoptoz indüksiyonu ve meme hücresi proliferasyonunun inhibisyonu dahil olmak üzere potansiyel meme kanserini koruyucu biyolojik aktiviteler gösterir. Meyve ve sebzelerin ve karotenoid tüketiminin meme kanseri nüksü ile ilgili rolünü inceleyen çalışmalar sınırlıdır ve çelişkili sonuçlar bildirmektedir (Thomson ve ark., 2007). Klinik öncesi çalışmalarda, toplam karotenoidler ve lutein, göğüs kanseri için potansiyel bir tetikleyici olan oksidatif stresi azalttığı görülmektedir (Ding ve ark., 2007). Daha önce meme kanseri tedavisi gören kadınlarda, toplam plazma karotenoid konsantrasyonları ile oksidatif stres arasında önemli bir ters ilişki bulunmuş, (Thomson ve ark., 2007), ancak bu bulguyu doğrulamak için daha fazla klinik araştırmaya ihtiyaç olduğu bildirilmiştir.

Mamografik yoğunluk, meme kanseri riskinin en güçlü belirleyicilerinden biridir (Tamimi ve ark., 2009). Mamografik yoğunluğun bir fonksiyonu olarak karotenoidler ve meme kanseri riski arasındaki ilişki, Hemşirelerin Sağlık çalışmasında; 604'ü meme kanseri vakası, 626'sı kontrol olmak üzere 1230 katılımcıda prospektif olarak dolaşım karotenoid düzeyleri ve mamografik yoğunlukları ile takip edilmiştir. Genel olarak, dolaşımdaki toplam karotenoidler meme kanseri riski ile ters orantılı bulunmuştur ($p = 0.01$). En yüksek mamografik yoğunluk grubundaki kadınlar arasında, kandaki yüksek α -karoten, β -kriptoksantin, likopen ve lutein / zeaksantin seviyeleri meme kanseri riskinde %40-50 azalma ile ilişkilendirilmiştir ($p < 0.05$). Buna karşın, mamografik yoğunluğu düşük olan kadınlar arasında karotenoidler ile meme kanseri riski arasında ilişki bulunamamıştır. Bu sonuçlar, plazma karotenoid seviyelerinin, özellikle mamografik yoğunluğu yüksek olan kadınlar arasında meme kanseri riskini azaltmada rol oynayabileceğini göstermektedir (Tamimi ve ark., 2009). Prostat kanseri hücre hattı ile çalışılan bir başka *in vitro* denemede ise avokado ekstrelerinin anti-tümör etkileri ortaya konulmuştur (Lu ve ark., 2005).

2.7. Avokado Yapağı

Anason kokusuna sahip avokado yapraklarının da total antioksidan ve fenolik bileşen içeriklerinden zengin olduğu bildirilmiştir. 2020 yılında Murathan ve Kaya, yapmış oldukları çalışmada Alanya'da yetişen Hass ve Fuerte avokadolarının meyveleri ile birlikte yapraklarının da toplam antioksidan kapasite ve flavanoit miktarlarını incelemişlerdir. Araştırmacılar 100'er gramlık örnekleri inceledikleri çalışmada hem Hass hem de Fuerte çeşitleri için meyve yapraklarını hem total antioksidan hem de fenolik bileşen içerikleri yönünden bitkinin yapraklarının meyveye göre daha zengin olduğunu ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar çalışmalarında analiz metodu olarak 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic Acid) (ABTS), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ve demir indirgeme antioksidan gücü (FRAP) yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre Hass meyve etinin 100 gramı 145.2 ± 10.3 mg toplam fenolik madde ve 65.6 ± 8.9 mg toplam flavanoit madde içerirken, yaprakların 261.1 ± 16.9 mg toplam fenolik madde ve 89.8 ± 5.6 mg toplam flavanoit madde içerdiği tespit edilmiştir. Öte yandan Fuerte avokadoların meyve ve yaprakları incelendiğinde ise Fuerte meyve etinin 100 gramı 216.9 ± 17.5 mg toplam fenolik madde ve 56.3 ± 1.9 mg toplam flavanoit madde içerirken yaprakları 352.3 ± 30.1 mg toplam fenolik madde ve 85.6 ± 1.7 mg toplam flavanoit madde içerdiği tespit edilmiştir ($p < 0,05$) (Murathan ve Kaya, 2020).

Zengin biyoaktif bileşenleri nedeniyle avokado yapraklarının farmakolojik ve nütrosotik etkileri; farklı deney dizaynları ile araştırmacılar tarafından farklı hastalıklarda çalışılmıştır.

Avokado yapraklarının metanolik ve sulu ekstreleri, bir *in vitro* modelde α -amilaz ve α -glukozidaz inhibe edici aktiviteler göstermiştir. Uysal ve ark. bu çalışmada avokado yapraklarının diyabet yönetimi için potansiyel bir kaynak olarak kabul edilebileceğini göstermişlerdir (Uysal ve ark., 2015). Bir başka çalışmada avokado yapağı ile hazırlanan ekstrelerin antidiyabetik etkilerinin araştırılması amacıyla bir laboratuvar çalışması planlanmıştır. Bitkinin yapraklarından elde edilen sulu ekstre ve fraksiyonları, tip 2 diyabetin hedefi olarak Protein tirozin fosfataz 1B'nin (PTP1B) inhibe edici aktivitesi açısından değerlendirilmiştir. Sonuçlar, *P. americana*'dan elde edilen sulu ekstre, ekstre konsantrasyonuna bağlı bir şekilde PTP1B'nin enzimatik aktivitesini inhibe ettiğini ortaya konmuştur. Marrero-Faz ve arkadaşları yapmış oldukları araştırma ile avokado yapağının, umut verici antidiyabetik özelliklere sahip olduğunu göstermişlerdir. (Marrero-Faz ve ark., 2014). 2012 yılında Wientarsih ve ark. avokado

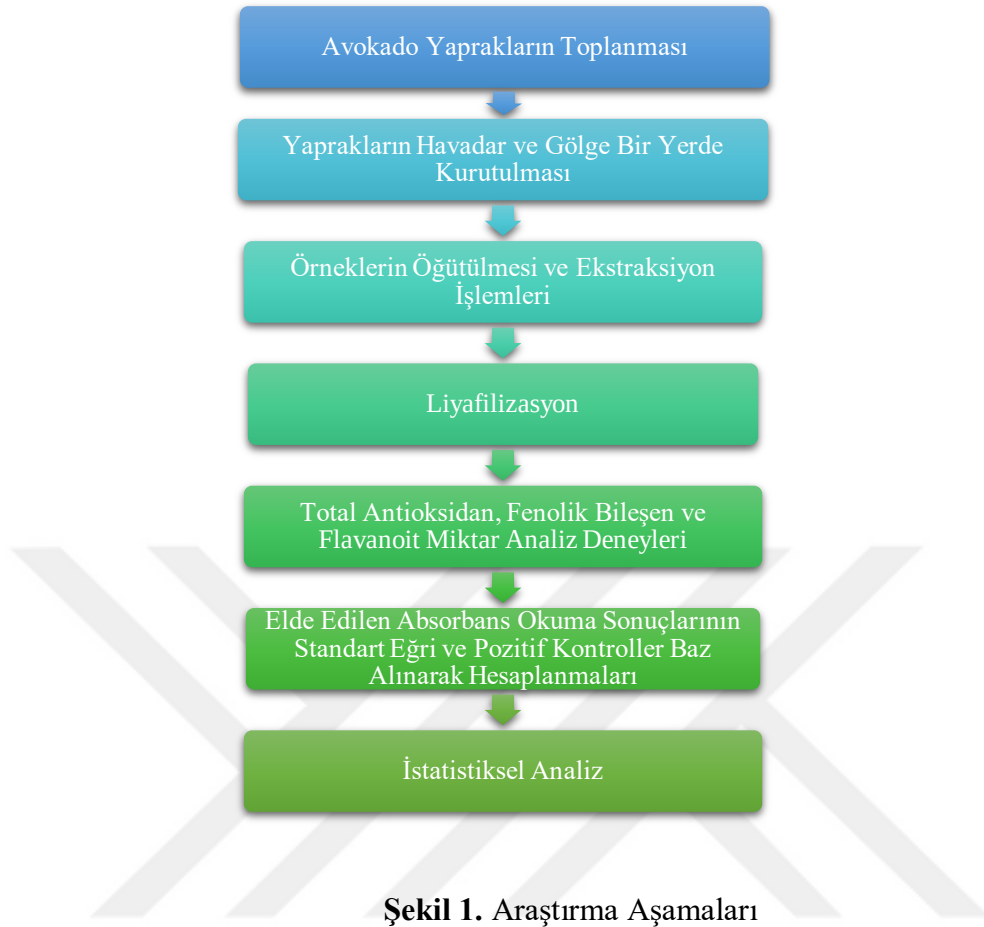
yapraklarının (*Persea americana* Mill) etilen glikol ile indüklenen nefrolitiasis modeli geliştirilmiş albino erkek ratlar üzerinde anti lithiasis aktivitesini incelemek amacıyla bir çalışma planlamışlardır. Avokado yapraklarının ekstresini elde etmek için etanol ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Yirmi yetişkin erkek albino rata; sırasıyla 100 ve 300 mg/kg canlı ağırlıkta aquadest, %0,75 etilen glikol ve %2 amonyum klorür verilmiş ve avokado yaprağı ekstresi şeklinde 4 farklı tedavi uygulanmıştır. Büyüme oranlarını belirlemek için vücut ağırlıkları günlük olarak ölçülmüştür. Denemenin sonunda, böbreğin kalsiyum seviyesi ve kalsiyum oksalat kristallerinin oluşumunu engelleme aktivitesi incelenmiştir. Çalışma sonucunda, avokado yaprağı ekstresi ile tedavi edilen ratların taş oluşumu için önemli bir parametre olan böbrek kalsiyum seviyelerinin, etilen glikol %0,75 ve amonyum klorür ile %2 tedavi edilen sıçanlardan önemli ölçüde azaldığını göstermiştir ($p<0.05$) (Wientarsih ve ark., 2012). 2020 yılında yapılan bir başka çalışmada Brai ve ark., CCl_4 intoksikasyon oluşturulmuş albino ratlarda, avokado (*Persea americana*) yaprağı ekstresinin toplam kolesterol, trigliseroller, protein ve hematolojik parametreler üzerindeki etkilerinin araştırılmasını amaçlamışlardır. Karbon tetraklorür (CCl_4) ile intoksikasyon olan Wistar erkek albino ratlarda *Persea americana*'nın sulu ekstresi (AEPA) ile ön tedavinin protein, toplam kolesterol (T-CHOL), trigliseroller (TAG) ve hematolojik parametreler üzerindeki olası etkileri değerlendirilmiştir. Ratların AEPA ile ön tedavisi, tek başına CCl_4 'e kıyasla toplam proteinde belirgin artış ($p < 0.05$) ve toplam kolesterolde (%19-34) azalma ile sonuçlanmıştır. Ayrıca, ratlara yapılan uygulama sonrası serum trigliserol konsantrasyonunda önemli bir düşüş ($p < 0.05$) gözlenmiştir. Ayrıca farklı dozlarda AEPA uygulamalarının, White Blood Cells (WBC) sayımını düzelttiği ($p < 0.05$) ve CCl_4 intoksikasyonunun neden olduğu nötropeni ve lenfositozu iyileştirdiği gözlemlenmiştir (Brai B.I.C. ve ark., 2020). Ogunmoyole ve ark., 2021 yılında yaptığı bir başka çalışmada, albino ratlarının karaciğer, böbrek ve kalbindeki karbon tetraklorür ve rifampisin kaynaklı toksisite üzerindeki yaprak ekstresinin iyileştirici potansiyellerini araştırılmıştır. Bu çalışmada, bitkinin karaciğer, böbrek ve kalp hastalıkları üzerine potansiyellerini değerlendirme amaçlanmış, kırk (40) rat rastgele her biri beş hayvandan oluşan sekiz (8) gruba ayrılmıştır. Grup I ve II'ye sırasıyla sadece distile su ve karbon tetraklorür (CCl_4) uygulanmıştır. Grup V hayvanları 14 gün boyunca kg başına 100 mg'lık ağızdan silimarin alırken Grup III ve IV hayvanları 3.0 ml/kg CCl_4 almıştır ve sırasıyla 50 mg/kg ve 100 mg/kg ekstrasyon ile tedavi edilmiştir. Grup VI hayvanlarına sadece rifampisin (250 mg/kg) verilirken, grup VII ve VIII hayvanlarına gem rifampisin verilmiş, ayrıca sırasıyla 50 mg ve 100 mg/kg ekstre

ile tedavi edilmişlerdir. Kreatin kinaz, aspartat amino transferaz, alanin amino transferaz, alkalın fosfataz, süperoksit dismutaz, katalaz aktivitelerinin yanı sıra üre, ürik asit, bilirubin ve malonidialdehit (MDA) seviyeleri test edilmiştir. Karaciğer ve böbrek kesitlerinin lipid profilleri ve histopatolojik incelemeleri de yapılmıştır. *P. americana* ile tedavi, tüm bozulmuş biyokimyasal parametreleri (kreatin kinaz, aspartat amino transferaz, alanin amino transferaz, alkalın fosfataz, üre, ürik asit, bilirubin, MDA, lipid profilinin yanı sıra süperoksit dismutaz ve katalaz) önemli ölçüde ($p < 0.05$) doza bağlı olarak iyileştirmiştir. Normal karaciğer ve böbrek doku parankiminin de *P. americana* tedavisinin ardından iyileştiği gözlemlenmiştir (Ogunmoyole, ve ark., 2021).

Bu araştırma Alanya’da yetişen Hass ve Fuerte türüne ait avokado yapraklarının total antioksidan ve toplam fenolik bileşen miktarlarının tayin edilmesi amacıyla planlanıp yürütülmüştür.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma; Alanya’da yetiştirilen Hass (AH) ve Fuerte (AF) avokado yapraklarının toplam antioksidan ve fenolik bileşenlerini tayin etmek amacıyla Temmuz 2021-Ocak 2022 ayları arasında planlanmış ve yürütülmüş deneysel bir çalışmadır. 30.09.2021 tarihinde Alanya’da yetişen *Persea americana* Mill.cv, Hass ve *Persea americana* Mill. cv, Fuerte tipi avokado yaprakları tür başına 1’er kilogram toplanmış, doğrudan güneş almayan havadar bir ortamda çürüme veya küflenme belirtileri görülmeyecek derecede kurumaya bırakılmıştır. Yaprakların ekstrasyon ve liyafilizasyon işlemlerinin ardından elde edilen örnekler Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmakognozi Anabilim dalı Araştırma Laboratuvarında örneklerin toplam fenolik ve flavonit madde miktarları ölçülmüştür. Araştırmanın aşamaları aşağıda Şekil 1.’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Araştırma Aşamaları

3.1. GEREÇ

3.1.1. Bitkisel Materyal

İki farklı avakado türüne (*Persea americana* Mill., cv Hass ve *Persea americana* Mill., cv Fuerte) ait yaprakların toplandığı yer ve tarih Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Çalışmada Kullanılan Bitkiye Ait Bilgiler

Bitki adı/Kodu	Toplanma Yeri	Toplanma Tarihi
<i>Persea americana</i> Mill., cv Has (AH)	Alanya, Doğu Hadım, 1500 m ²	30.09.2021
<i>Persea americana</i> Mill., cv Fuerte (AF)	Alanya, Doğu Hadım, 1500 m ²	30.09.2021

3.1.2. Kullanılan Kimyasal Madde ve Çözücüler

Deneyisel çalışmalarda kullanılan kimyasal çözücü ve maddeler (etanol, distile su, DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), Demir (1) Sülfat (Fe_2SO_4), TPTZ (2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine)) analitik kalitededir (Merck KGaA, Almanya; Sigma Aldrich, ABD).

3.1.3. Kullanılan Cihazlar

Deneyisel çalışmalarda kullanılan cihazlar ve ilgili bilgiler Tablo 4’ de verilmiştir.

Tablo 4. Çalışmada Kullanılan Cihazlar, Markaları ve Ülkeleri

Cihaz Adı	Cihaz Markası	Ülkesi
Liyofilizatör	Labconco Freeze	ABD
Rotavapor	Büch	Almanya
UV Lambası	Camag Tip: 29000	İsviçre
Ultrasonik Banyo	Wiseclean WUC- DOGH/ DIOH/ D22H	Almanya
Etüv	Memmert Expertsin Thermostatics	Almanya
Vorteks karıştırıcı	Velp scientifica	İtalya
Su banyosu	Memmert	Almanya
Plate Reader	Bioteck	ABD
pH metre	(Inolab pH 720 WTW)	Türkiye
Spektrofotometre	(Shimadzu UV-1800)	Japonya
Öğütücü	Memmert Expertsin Thermostatics	Almanya

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Ekstraksiyon

Çalışma kapsamında her iki türe ait yapraklar Eylül ayında toplanarak -doğrudan güneş altında kurutmanın etkilerinin incelendiği; farklı bitkilerde ve/ veya bitki yapraklarında yürütülmüş bazı çalışmaların negatif sonuçları göz önünde bulundurularak (Çoklar ve Akbulut, 2017; Goulas ve ark., 2013; İzli, 2017)- gölgeli ve havalandırılmış odalarda kurutulmuşlardır. Daha sonra öğütücü yardımıyla toz haline getirilerek 4 farklı ekstraksiyon yöntemi ile ekstre edilmişlerdir. Bu amaçla her türe ait bitkisel materyalden infüzyon, maserasyon, Soxhlet ve ses dalgaları destekli ekstraksiyon yöntemleriyle ekstreler hazırlanmıştır. Tüm ekstrelerin çözücülerini yüksek ısılarının organik materyallere

zarar vermesini engellemek amacıyla 38°C’de, alçak basınç altında uzaklaştırılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Ekstrelerin Rotavaporda Yoğunlaştırılması

İnfüzyon: 10 g bitkisel materyalden sıcak su ile %5’lik infüzyon hazırlanarak ekstreler süzgeç kağıdı yardımıyla süzölmüştür. Elde edilen ekstrenin çözücüsü rotavaporda yaprak örneklerindeki 38°C’de, alçak basınç altında uzaklaştırılmıştır

Maserasyon: 30g bitkisel materyal %70’lik etanol ile oda ısısında, 24 saat süreyle maserasyona (çözücü ile çözünenin kapalı ortamda uzun süre beraber tutulması) bırakılmış, daha sonra maserat süzölerek çözücüsü rotavaporda 38°C’de, alçak basınç altında uzaklaştırılmıştır.

Soxhlet ekstraksiyonu: 30g bitkisel materyal %70’lik etanol ile Soxhlet apareyinde 8 saatlik süre ile ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Elde edilen ekstrenin çözücüsü rotavaporda 38°C’de, alçak basınç altında uzaklaştırılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Soxhlet Ekstraksiyonu

Ses dalgaları destekli ekstraksiyon: 30g bitkisel materyal %70'lik etanol ile ultrasonik banyoda oda ısısında, %50 sonikasyon amplitudu ve 30 dk süreyle ekstraksiyona bırakılmıştır. Elde edilen ekstrenin çözücüsü rotavoporda 38°C'de, alçak basınç altında uzaklaştırılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Ultrasonik Banyoda Ses Destekli Ekstraksiyon

Rotavoporda çözücüsü kuruluğa kadar uzaklaştırılan ekstreler liyofilize (dondurarak kurutulmuş) edilmiş (Şekil 5) ve çalışma anına kadar -20°C’de saklanmışlardır. Ekstre verimleri Tablo 5’de verilmiştir. Ekstraksiyon verimi; “*Kuru ekstre miktarı (g)/ Kuru bitki materyalı miktarı (g) x 100*” formülü ile hesaplanmıştır.



Şekil 5. Liyafilizasyon Sonrası Kuru Olarak Elde Edilen Ekstreler

Tablo 5. Avokado Yapraklarından Elde Edilen Ekstrelerin Verimleri (%)

Bitki adı Ekstre Kodu	İnfüzyon	Maserasyon	Soxhlet	Ses Dalgası Destekli Ekstraksiyon
<i>Persea americana</i> Mill., cv Hass (AH)	AHİ	AHM	AHS	AHU
	50	15	25	20
<i>Persea americana</i> Mill., cv Fuerte (AF)	AFİ	AFM	AFS	AFU
	30	16	20	15

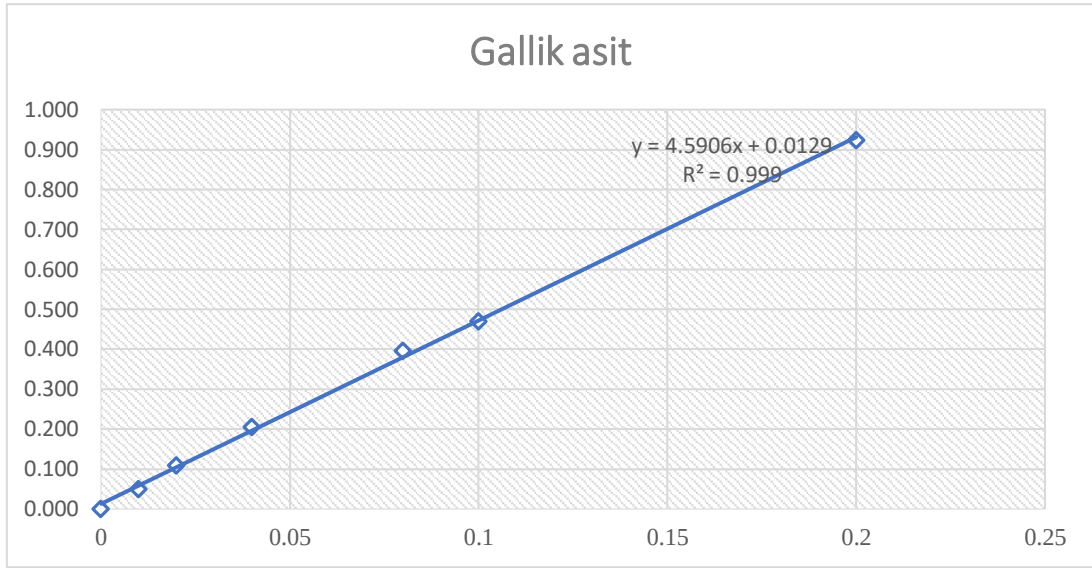
AHİ:Avokado Hass İnfüzyon, **AHM:** Avokado Hass Maserasyon, **AHS:** Avokado Hass Soxhlet, **AHU:** Avokado Hass Ses Dalgası Destekli, **AFİ:** Avokado Fuerte İnfüzyon, **AFM:** Avokado Fuerte Maserasyon, **AFS:** Avokado Fuerte Soxhlet, **AFU:** Avokado Fuerte Ses Dalgası Destekli

3.2.2. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Ekstrelerin içerdikleri toplam fenolik madde miktarı gallik asite eşdeğer Saeed ve ark. (2012)'nin çalışmalarında kullanılan metodun mevcut laboratuvar koşullarına optimizasyonu ile yapılmıştır. Ekstrelerden öncelikle doğru derişimi yakalayabilmek için 5 farklı seyreltme yapılmıştır. Daha sonra 96'lık plaka'ya 150 µl örnek çözelti ve 125 µl Folin-Ciocalteu reaktifi ilave edilmiştir. Örnekler 5 dakika karanlıkta bekletildikten sonra 75 µl %7'lik Na₂CO₃ ilave edilip 90 dk süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Örneklerin (Şekil 6) absorbansı 725 nm'de ölçülmüştür. Toplam fenolik madde miktarı örneklerle beraber çalışılan gallik asite ait okuma sonuçlarından elde edilen gallik asit kalibrasyon eğrisinden (Şekil 7) yararlanılarak mg gallik asit eşdeğeri/g_{ekstre} (GAE/g_{ekstre}) olarak hesaplanmıştır (Saeed ve ark., 2012). Deneyler üç paralel olacak şekilde yürütölmüş ve sonuçlar ortalama değlerler olarak verilmiştir.



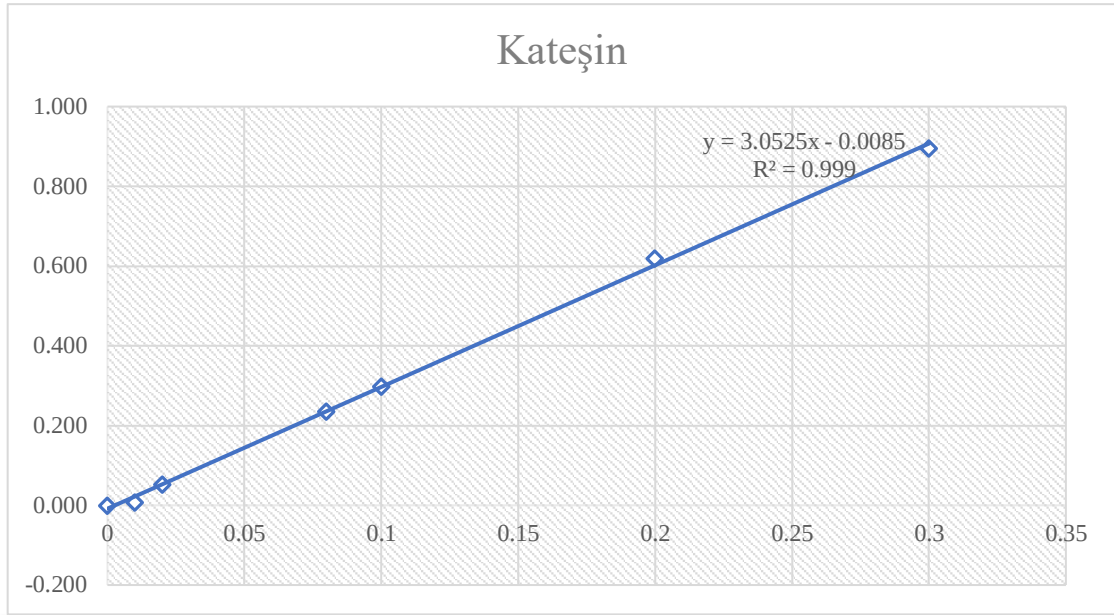
Şekil 6. Toplam Fenolik Bileşen ve Flavanoit Tayin Uygulamaları



Şekil 7. Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisi

3.2.3. Toplam Flavonoit Miktar Tayini

Ekstrelerin toplam flavonoit analizi Ribarova ve ark. (2005)'nin çalışmalarında kullanılan metodun mevcut laboratuvar koşullarına optimizasyonu ile yapılmıştır. Ekstrelerden öncelikle doğru derişimi yakalayabilmek için 5 farklı seyreltme yapılmıştır. Daha sonra 100 µl ekstre 96'lık plaka'da 75 µl %5'lik NaNO₂ çözeltisi ile karıştırılmış ve 5 dakika bekletilmiştir. 5. dakika'da 75 µl %10'luk AlCl₃.6H₂O çözeltisi ilavesinden sonra, 6. dakika'da plakalara 50 µl 1 M Sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi eklenmiş ve bekleme olmaksızın 510 nm'de köre karşı absorbsansları ölçülmüştür (Şekil 6). Ekstrelerin içerdikleri toplam flavonoit miktarları örneklerle beraber çalışılan kateşine ait okuma sonuçlarından elde edilen kateşin kalibrasyon eğrisinden (Şekil 8) yararlanılarak mg kateşin eşdeğeri/ g_{ekstre} kateşine eşdeğer olarak mg CE/ g_{ekstre} olarak hesaplanmış (Ribarova ve ark., 2005), bütün ölçümler 3 paralel tekrar olacak şekilde yürütülmüş ve ortalama değerler baz alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

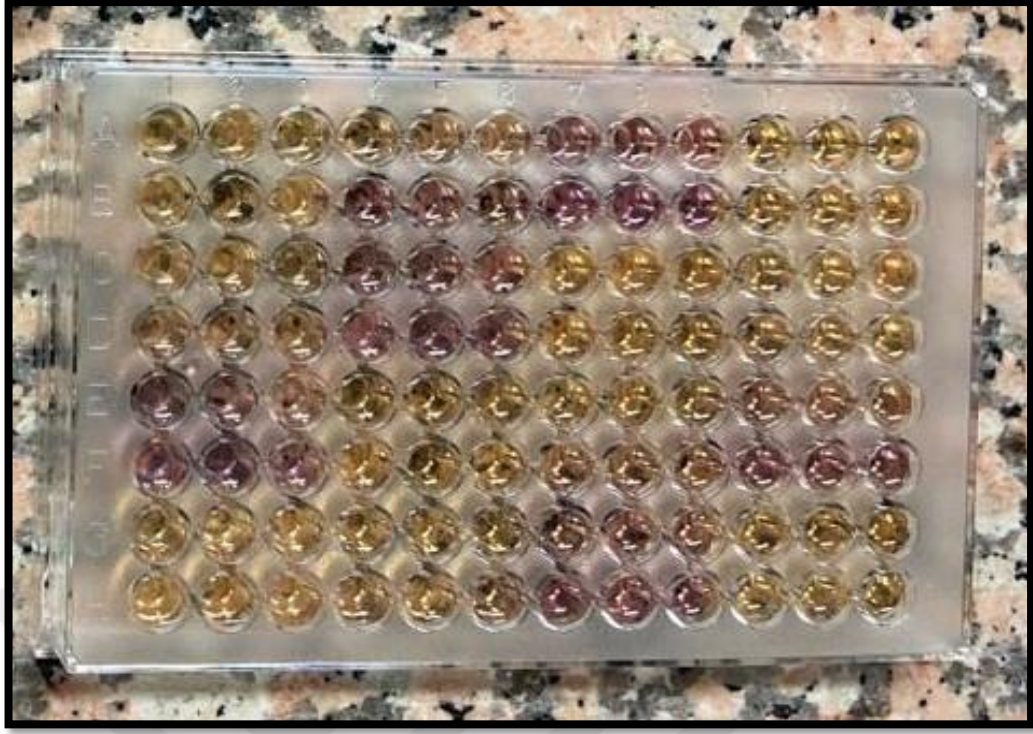


Şekil 8. Kateşin Kalibrasyon Eğrisi

3.2.4. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH•) Radikalini Süpürücü Etki Tayini

Ekstrelerin DPPH radikalini süpürücü etkileri Gyamfi ve ark. (1999) metoduna uygun şekilde, mevcut laboratuvar koşullarında adapte edilmesi ile ölçülmüştür. Doğru ölçümlerin yakalanabilmesi için örneklerden 5 farklı seyreltme yapılmıştır. 20 µl ekstre çözeltisi 96'lık plakada 150 µl Tris-HCl tamponu (50 nM, pH 7,4) ve 150 µl 0,1 mM metanolde hazırlanmış 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil çözeltisi (DPPH•) ile karıştırılmıştır. Kontrol olarak ekstre içermeyen reaktif karışımı ve pozitif kontrol olarak antioksidan aktivitesi bilinen bir bileşik olan Bütürl Hidroksi Anizol (BHA) kullanılmıştır. Örnekler oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dakika inkübe edildikten sonra (Şekil 9) absorbanslar 517 nm'de okunmuş, inhibisyon yüzdesi (Gyamfi ve ark.,1999) aşağıdaki eşitlik (*) kullanılarak hesaplanmıştır. Yarı maksimum İnhibitör Konsantrasyonu (IC₅₀) değerleri nonlineer regregasyon eğrileri kullanılarak (GraphPad Prism Software Version 8.0 (La Jolla, CA, USA) hesaplanmıştır. Analizler 3 paralel olarak tekrarlanmış ve ortalama değerler kullanılarak % inhibisyon değerleri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

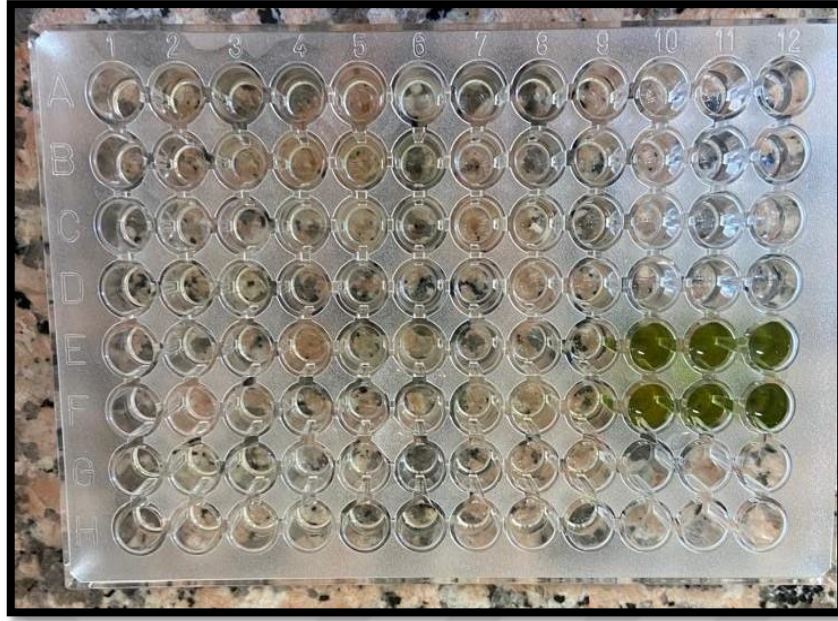
$$\% \text{ İnhibisyon} = [(Abs_{\text{kontrol}} - Abs_{\text{örnek}}) / Abs_{\text{kontrol}}] \times 100 (*)$$



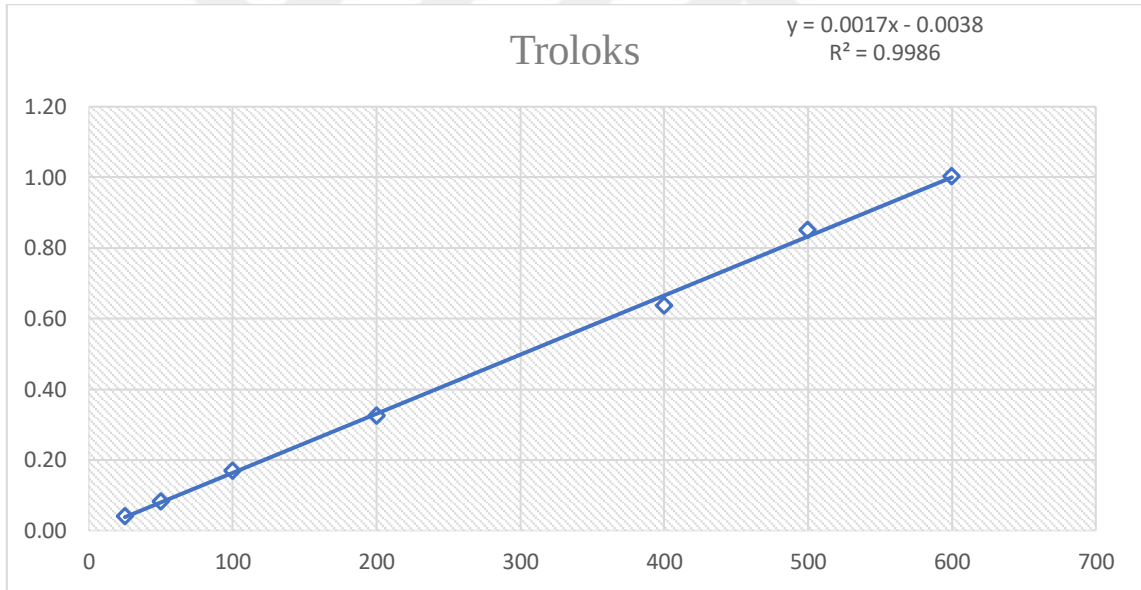
Şekil 9. DPPH• Radikalini Süpürücü Etki Tayin

3.2.5. 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit) (ABTS⁺) Radikalini Süpürücü Etki Tayini

Ekstrelerin ABTS radikalini süpürücü etkileri Thaipong ve ark. (2006) yöntemine uygun olarak mevcut laboratuvar koşullarında yürütülebilmesi ve sonuçların plate readerda okunabilmesi için değişiklik yapılarak ölçülmüştür. Doğru ölçümlerin yakalanabilmesi için örneklerden 5 farklı seyreltme yapılmıştır. ABTS radikali (7 mM) ABTS' in sulu çözeltisi ile Potasyum persülfat $K_2S_2O_8$ (2,6 mM) karanlıkta 12 saat bekletilmesiyle hazırlanmış ve absorbansı oda sıcaklığında 734 nm'de $1,1 \pm 0,02$ olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan radikal çözeltisi (100 μ l) ile numune çözeltisi (50 μ l) 96'lık plaka'da karıştırılarak ve oda ısısında 30 dk. inkübe edilmiştir (Şekil 10). Adsorbanslar 734 nm'de ölçülerek inhibisyon yüzdeleri Troloks analitinden elde edilen sonuçların kullanımıyla oluşturulan Troloks kalibrasyon eğrisinin (Şekil 11) kullanımı ile Troloks'a eşdeğer (TE) olarak hesaplanmıştır (Thaipong ve ark., 2006). Deneyler üç paralel olarak tekrarlanmış ve hesaplamalarda ortalama değerler kullanılmıştır.



Şekil 10. ABTS⁺• Radikalinin Süpürücü Etki Tayini

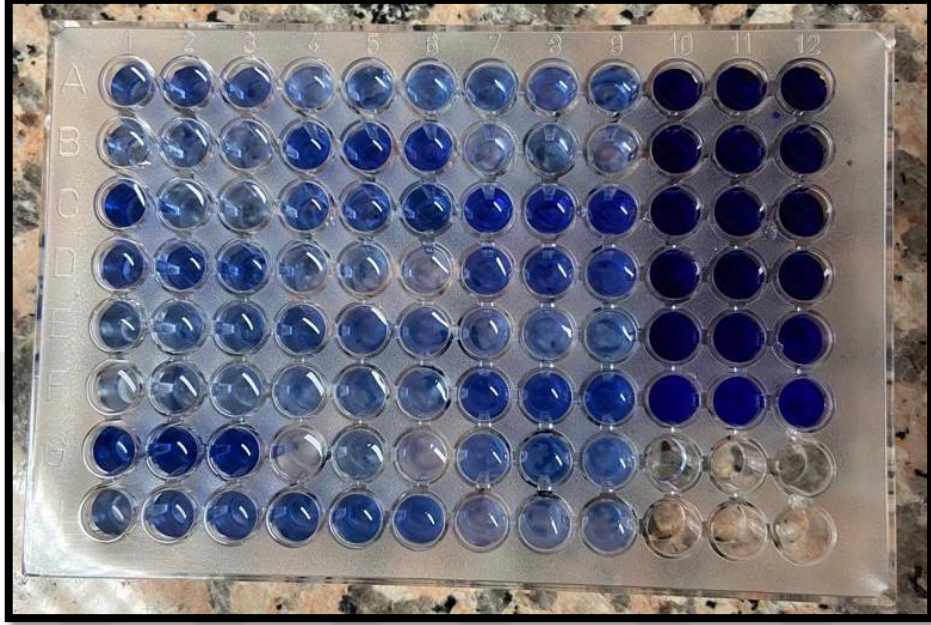


Şekil 11. Troloks Kalibrasyon Eğrisi

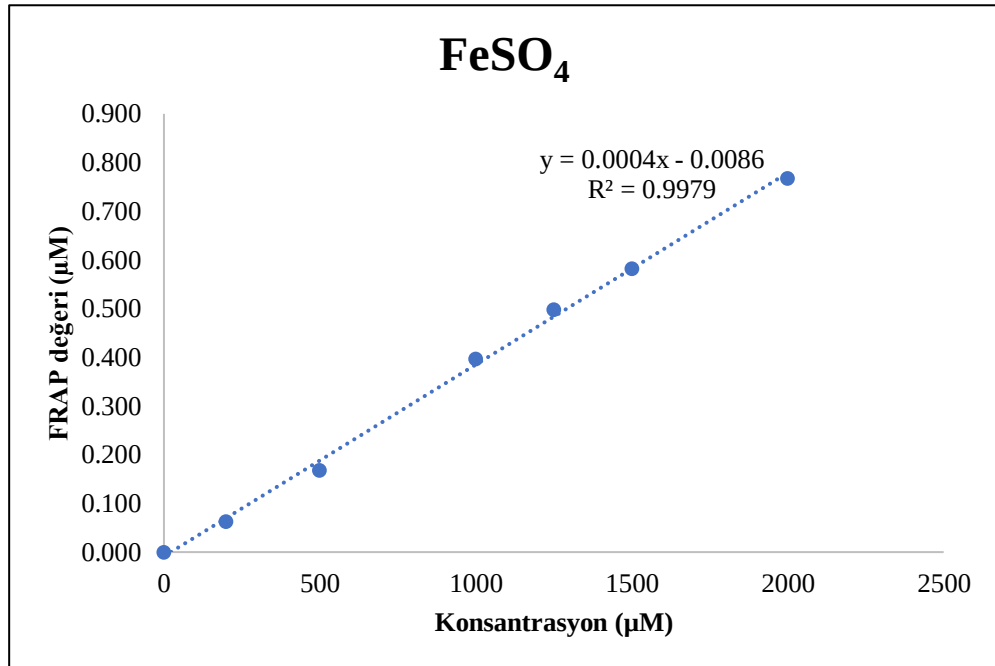
3.2.6. Demir İndirgeme Antioksidan Gücünün (FRAP) Tayini

Ekstrelerin demir indirgeme antioksidan gücü (FRAP), Guo ve ark. (2002) yöntemine göre 2, 1 ve 0,5 mg/mL konsantrasyonlarda tayin edilmiş ve referans olarak troloks analiti kullanılmıştır. Yönteme göre; örneklerden 20 µl alınarak, 280 µl FRAP çözeltisi (sodyum asetat tamponu, TPTZ ve Demir (III) Klorür (FeCl₃); 10:1:1) ilave edilmiştir. Elde edilen karışım vortekslenerek 37°C'de 10 dakika inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 12). Süre sonunda absorbanslar kontrole karşı 593 nm dalga boyunda okunmuştur. Her örnek 3

paralel şekilde çalışılmış ve sonuçlar Demir (II) sülfat heptahidrat ($\text{FeSO}_4 \bullet 7\text{H}_2\text{O}$) kimyasalından elde edilen okuma sonuçları ile hazırlanan $\text{FeSO}_4 \bullet 7\text{H}_2\text{O}$ kalibrasyon eğrisi (Şekil 13) kullanılarak indirgenen FeSO_4 'e eşdeğer olarak hesaplanmıştır (Guo ve ark., 2002). Sonuçların yönteme göre yorumlanması, artan absorbansların indirgeme gücünün arttığına işaret etmesi şeklindedir.



Şekil 12. FRAP Tayini



Şekil 13. FeSO_4 Ait Kalibrasyon Eğrisi

3.2.7. İstatistiksel Analiz

Bütün istatistiksel analizler; absorbans hesaplamaları, kalibrasyon eğrileri ve istatistiksel incelemelerin bir arada yapılabilmesi amacı ile GraphPad Prism Software Version 8.0 (La Jolla, CA, USA) istatistik yazılımı ile yapılmıştır. Sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma (S.D.) olarak ifade edilmiştir. Ekstrelerde yapılan ölçümlerin sonuçlarının birbirleriyle karşılaştırılmasında one-way ANOVA testi; alt gruplar arasındaki farklılıkların tespitinde ise Tukey-HSD testi kullanılmıştır. $P<0.05$ değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Toplam Fenolik Madde ve Flavonoit Miktar Tayin Sonuçları

Ekstrelere ait toplam fenolik madde tayin sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde; Hass ve Fuerte avokado türü yapraklarından dört yöntem ile elde edilen ekstrelerin toplam fenolik madde miktarları açısından anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($F=1775.87$, $p<0.001$; $F=50526.84$, $p<0.001$). Hass türü avakado yapraklarının infüzyonla elde edilen ekstrelerinde fenolik madde miktarının, maserasyon, Soxhlet ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen fenolik madde miktarından düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.001$). Soxhlet yöntemi ile elde edilen fenolik madde miktarının infüzyon ve maserasyon yöntemleri ile elde edilen miktarlardan anlamlı olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0.001$). Ancak fenolik madde miktarı açısından maserasyon ve ses dalgası destekli yöntem arasında farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

Fuerte türü avakado yapraklarının infüzyonla elde edilen ekstrelerinde fenolik madde miktarının, maserasyon, Soxhlet ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen fenolik madde miktarından daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0.001$). Fuerte türü avakado yapraklarının maserasyon ile elde edilen ekstrelerinde fenolik madde miktarının, infüzyon, Soxhlet ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen fenolik madde miktarından düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.001$). Ayrıca Soxhlet yöntemi ile elde edilen ekstrelerin fenolik madde miktarı açısından ses dalgası destekli ekstrasyonu ile hazırlanan ekstrelerden farklı olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.001$).

Tablo 6. Hass ve Fuerte Avokado Yaprak Ekstrelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarları

Ekstraksiyon Yöntemi	Toplam Fenolik Madde (mg _{GAE} /g _{ekstre})					
	Hass Avokado (Ort±SS)	F	p	Fuerte Avokado (Ort±SS)	F	p
İnfüzyon	20,121±1,250 ^a	1775.87	<0.001*	31,516±0,174 ^d	50526.84	<0.001*
Maserasyon	40,514±0,345 ^b			22,501±0,474 ^e		
Soxhlet	65,710±1,088 ^c			28,585±0,187 ^f		
Ses Dalgaları Destekli	28,547±0,101 ^b			29,511±1,250 ^g		

*One-Way Anova ve Tukey-HSD Testi, *p< 0.001

Ekstrele ait toplam flavonoit madde tayin sonuçları Tablo 7’de verilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde; Hass türü avakado yapraklarının Soxhlet yöntemi ile elde edilen ekstralarında flavonoit madde miktarının, maserasyon, infüzyon ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen flavonoit madde miktarından daha yüksek olduğu saptanmıştır (p<0.001). Hass türü avakado yapraklarının maserasyon ile elde edilen ekstralarında fenolik madde miktarının, infüzyon, Soxhlet ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen flavonoit madde miktarından düşük olduğu saptanmıştır (p<0.001). Ayrıca infüzyon yöntemi ile elde edilen ekstraların flavonoit madde miktarı açısından ses dalgası destekli ekstrasyonu ile hazırlanan ekstralardan farklı olduğu gözlemlenmiştir (p<0.001).

Fuerte türü avakado yapraklarının ile elde edilen infüzyon ekstralarında flavonit madde miktarının, maserasyon, Soxhlet ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen flavonoit madde miktarından düşük olduğu saptanmıştır (p<0.001). Fuerte avokado yapraklarının maserasyon ve Soxhlet yöntemleriyle hazırlanan ekstraları arasında toplam flavonoit miktarları açısından farklılık olmadığı (p<0,05); ayrıca bu ekstraların toplam flavonoit miktarının infüzyon ve ses dalgaları destekli yöntem ile hazırlanan ekstralarından yüksek olduğu gözlenmiştir (p<0,001).

Tablo 7. Hass ve Fuerte Avokado Yaprak Ekstrelerinin Toplam Flavanoit Madde Miktarları

Ekstraksiyon Yöntemi	Toplam Flavanoit Madde (mg _{CA} /g _{ekstre})					
	Hass Avokado (Ort±SS)	F	p	Fuerte Avokado (Ort±SS)	F	p
İnfüzyon	246,329±0,250 ^a	13675.55	<0.001*	199,515±0,245 ^e	640.20	<0.001*
Maserasyon	237,236±0,105 ^b			354,139±0,104 ^f		
Soxhlet	302,540±0,088 ^c			344,535±0,902 ^f		
Ses Dalgaları Destekli	291,535±0,902 ^d			248,436±0,741 ^g		

*One-Way Anova ve Tukey-HSD Testi, *p< 0.001

Hass ve Fuerte türü avokado yapraklarından hazırlanan tüm ekstrelerin fenolik madde miktarlarının karşılaştırmaları Tablo 8’de verilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde; Hass ve Fuerte türü avokado yapraklarından ses dalgaları destekli yöntemle hazırlanan örneklerin toplam fenolik madde miktarları arasında bir fark olmadığı (p>0,05); iki türe ait diğer tüm ekstrelerin fenolik madde miktarı açısından ikili karşılaştırmalarında ise ölçüm sonuçlarının birbirlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir (p<0,001). Ayrıca tüm ekstreler içerisinde en yüksek fenolik madde miktarına Hass türü avokado yapraklarının Soxhlet ekstraksiyonu ile hazırlanan örneklerin (65,710±1,088 mgGAE /g_{ekstre}) sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 8. Hass ve Fuerte Avokado Yaprak Ekstrelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarlarının Karşılaştırılması

Ekstraksiyon Yöntemi	Avokado Yapağı Türü	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg _{GAE} /g _{ekstre}) (Ort±SS)	F	p
İnfüzyon	Hass	20,121±1,250 ^a	1697.72	<0.001*
	Fuerte	31,516±0,174 ^b		
Maserasyon	Hass	40,514±0,345 ^c		
	Fuerte	22,501±0,474 ^d		
Soxhlet	Hass	65,710±1,088 ^e		
	Fuerte	28,585±0,187 ^c		
Ses Dalgaları Destekli	Hass	28,547±0,101 ^c		
	Fuerte	29,511±1,250 ^c		

*One-Way Anova ve Tukey-HSD Testi, *p< 0.001

Hass ve Fuerte türü avokado yapraklarından hazırlanan tüm ekstraktların flavonoid madde miktarlarının karşılaştırmaları Tablo 9’da verilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde; Fuerte türü avokado yapraklarından maserasyon ve ses dalgaları destekli ekstraksiyon yöntemleriyle hazırlanan örneklerin toplam flavonoid madde miktarları arasında bir fark olmadığı (p>0,05); iki türe ait diğer tüm ekstraktların flavonoid bileşen miktarı açısından ikili karşılaştırmalarında ise ölçüm sonuçlarının birbirlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir (p<0,001). Ayrıca tüm ekstraktlar içerisinde en yüksek flavonoid miktarlarına sırasıyla Fuerte türü avokado yapraklarının Soxhlet ekstraksiyonu ve Hass türü avokado yapraklarının Soxhlet ekstraksiyonu ile hazırlanan örneklerin (sırasıyla 354,139±0,104; 344,535±0,902 mgCE /g_{ekstre}) sahip olduğu tespit edilmiştir.

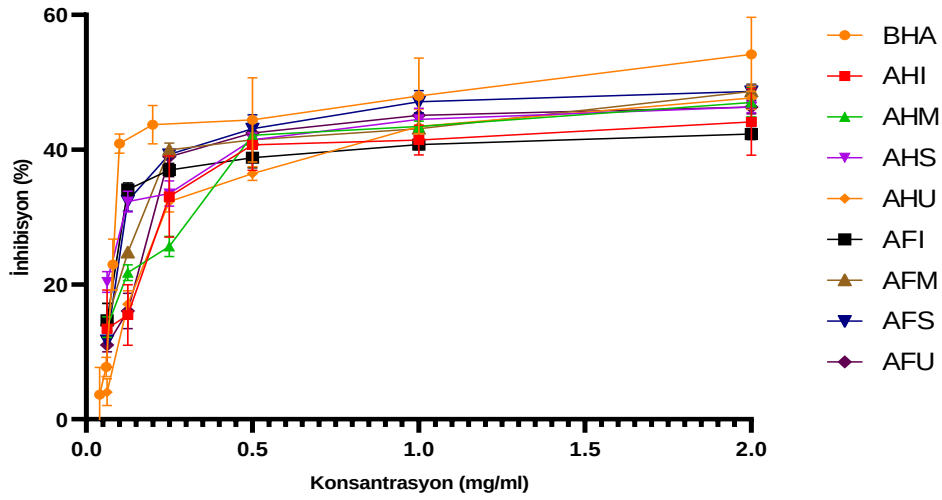
Tablo 9. Hass ve Fuerte Avokado Yaprak Ekstrelerinin Toplam Flavonoit Madde Miktarlarının Karşılaştırılması

Ekstraksiyon Yöntemi	Avokado Yaprak Türü	Toplam Flovonoit Madde Miktarı (mg _{CA} /g _{ekstre}) (Ort±SS)	F	p
İnfüzyon	Hass	246,329±0,250 ^a	31460.29	<0.001*
	Fuerte	199,515±0,245 ^b		
Maserasyon	Hass	237,236±0,105 ^c		
	Fuerte	354,139±0,104 ^d		
Soxhlet	Hass	302,540±0,088 ^e		
	Fuerte	344,535±0,902 ^d		
Ses Dalgaları Destekli	Hass	291,535±0,902 ^f		
	Fuerte	248,436±0,741 ^g		

*One-Way Anova ve Tukey-HSD Testi, *p< 0.001

4.2. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH•) Radikalini Süpürücü Etki Tayini Sonuçları

Ekstrelerin DPPH radikal süpürücü etki tayini deneyine ait sonuçlar Şekil 14’te verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde; hiçbir ekstrenin standart kalibrasyon analiti olan Bütil Hidroksi Anizol (BHA) antioksidanı kadar etkili olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, hiçbir ekstrenin DPPH radikali süpürücü etkisinin standart antioksidan BHA eşdeğer cinsinden bir hesaplama yapılacak kadar yüksek olmadığı saptanmıştır (analiz için cutt-off değeri IC₅₀=0.086±0,052 mg/mL). Bu nedenle 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürücü etkisi yerine ekstrelerin radikali inhibe etme % leri hesaplanmıştır. Ekstreler kendi aralarında kıyaslandığında; 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikalini inhibe etme oranı Fuerte’ türünün yapraklarının AFM ve AFS %48 ve AFU ekstrelerinde ise %46 olduğu belirlenmiştir. Hass türü yapraklarının ise AHU, AHM ve AHS ekstrelerinde inhibisyon oranlarının sırasıyla %47, %46 ve %46) olduğu gözlenmiştir.



BHA: Bütıl Hidroksi Anizol (Kalibrasyon Analiti)

Şekil 14. Avokado Yaprak Ekstrelerinin DPPH Radikalini Süpürücü Etki Tayini Sonuçları

4.3. 2,2'-azino-bis (3-etilbenztiazolin-6-sulfonik asit) (ABTS⁺) Radikalini Süpürücü Etki Tayini Sonuçları

Ekstrelerin 0,05 mg/ml konsantrasyonda 2,2'-azino-bis (3-etilbenztiazolin-6-sulfonik asit) ABTS radikalini süpürücü etki sonuçları Tablo 10'da verilmiştir. Sonuçlara göre; avakado 'Hass' türü yaprak ekstrelerinin ABTS radikalini süpürücü etkisi açısından yöntemler arasında farklılık olduğu saptanmıştır ($F=347.08$, $P<0.001$). Hass türü avokodo yaprak eksterlerinden infüzyonla elde edilen ekstrenin maserasyon ekstrasından ABTS radikalini daha düşük oranda süpürdüğü belirlenmiştir ($p<0.001$). Bu radikali troloks eşdğerine göre Soxhlet ve ses dalgası destekli ekstrelerde farklılık bulunmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Soxhlet yöntemi ile elde edilen eksterlerin ABTS radikalini süpürücü etkisinin maserasyon yönteminden daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0.001$). 'Fuerte' türü yaprak ekstrelerinin ABTS radikalini süpürücü etkisi açısından yöntemler arasında farklılık olduğu saptanmıştır ($F=347.08$, $P<0.001$). Fuerte türü avokodo yaprak eksterlerinden infüzyonla elde edilen ekstrenin maserasyon ekstresinden ABTS radikalini daha düşük oranda süpürdüğü belirlenmiştir ($p<0.001$). Ayrıca Soxhlet ve ses dalgası destekli yöntemle ait ekstrelerde farklılık bulunmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Soxhlet yöntemi ile elde edilen eksterlerin ise ABTS radikalini süpürücü etkisinin maserasyon yönteminden daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0.001$).

Tablo 10. Avakado Yaprak Ekstrelerinin ABTS Radikalini Süpürücü Etki Sonuçları

Ekstraksiyon Yöntemi	ABTS (μM Troloks/ g_{ekstre})					
	Hass Avokado (Ort $\pm$ SS)	F	p	Fuerte Avokado (Ort $\pm$ SS)	F	p
İnfüzyon	0,555 $\pm$ 0,003 ^a	347.08	<0.001*	474,667 $\pm$ 4,041 ^d	347.17	<0.001*
Maserasyon	0,596 $\pm$ 0,002 ^b			510,001 $\pm$ 2,121 ^e		
Soxhlet	0,615 $\pm$ 0,004 ^c			961,636 $\pm$ 2,082 ^f		
Ses Dalgaları Destekli	0,617 $\pm$ 0,003 ^c			864,343 $\pm$ 3,055 ^f		

*One-Way Anova ve Tukey-HSD Testi, *p< 0.001

Hass ve Fuerte türü avokado yapraklarından hazırlanan tüm ekstrelerin, ABTS radikalini süpürücü etki sonuçlarının karşılaştırmaları Tablo 11’de verilmiştir. Sonuçlara göre, Hass ve Fuerte türü avokado yapraklarından Soxhlet ve ses dalgaları destekli yöntemle hazırlanan her iki türe ait dört örneğin ikili karşılaştırmalarında ABTS radikalini süpürücü etkisi açısından aralarında herhangi bir fark olmadığı ($p>0,05$); iki türe ait diğer tüm ekstrelerin ABTS radikalini süpürücü etkilerinin ikili karşılaştırmalarında ise ölçüm sonuçlarının birbirlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,001$). Ayrıca tüm ekstreler içerisinde en yüksek ABTS radikalini süpürücü etkiye Hass ve Fuerte türü avokado yapraklarının Soxhlet ve ses dalgaları destekli ekstraksiyon yöntemlerinin kullanımıyla elde edilen dört ekstrenin sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 11. Hass ve Fuerte Avokado Yaprak Ekstrelerinin ABTS Radikalini Süpürücü Etkilerinin Karşılaştırılması

Ekstraksiyon Yöntemi	Avokado Yaprak Türü	ABTS (μM Troloks/g _{ekstre}) (Ort $\pm$ SS)	F	p
İnfüzyon	Hass	0,555 $\pm$ 0,003 ^a	302.44	<0.001*
	Fuerte	0,565 $\pm$ 0,003 ^b		
Maserasyon	Hass	0,596 $\pm$ 0,002 ^c		
	Fuerte	0,586 $\pm$ 0,002 ^d		
Soxhlet	Hass	0,615 $\pm$ 0,004 ^e		
	Fuerte	0,614 $\pm$ 0,003 ^e		
Ses Dalgası Destekli	Hass	0,617 $\pm$ 0,003 ^e		
	Fuerte	0,616 $\pm$ 0,002 ^e		

*One-Way Anova ve Tukey-HSD Testi, *p<0.001

4.4. Demir İndirgeme Antioksidan Gücünün (FRAP) Tayini Sonuçları

Ekstrelerin 1 mg/mL konsantrasyonlarda tayin edilen demir indirgeme antioksidan gücüne ait bulgular Tablo 12’de verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde ekstrelerden hiçbirisi troloks kadar etkili olmasa da; Hass türü avakado yapraklarının Soxhlet yöntemi ile elde edilen ekstrelerinde FRAP sistemindeki aktivitesinin, maserasyon, infüzyon ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen FRAP sistemindeki aktivitesine kıyasla yüksek olduğu saptanmıştır (p<0.001). Hass türü avakado yapraklarının infüzyon ile elde edilen ekstrelerinde FRAP sistemindeki aktivitesinin, maserasyon, Soxhlet ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen FRAP sistemindeki aktivitesinden düşük olduğu saptanmıştır (p<0.001). Ayrıca maserasyon yöntemi ile elde edilen FRAP sistemindeki aktivitesi açısından ses dalgası destekli ekstrasyonu ile hazırlanan ekstrelerden farklı olduğu gözlemlenmiştir (p<0.001).

Fuerte türü avakado yapraklarının Soxhlet yöntemi ile elde edilen ekstrelerinde FRAP sistemindeki aktivitesinin, maserasyon, infüzyon ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen FRAP sistemindeki aktivitesine kıyasla yüksek olduğu saptanmıştır (p<0.001). Fuerte türü avakado yapraklarının infüzyon ile elde edilen ekstrelerinde FRAP sistemindeki aktivitesinin, maserasyon, Soxhlet ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen FRAP sistemindeki aktivitesinden düşük olduğu saptanmıştır

($p<0.001$). Ayrıca maserasyon yöntemi ile elde edilen FRAP sistemindeki aktivitesi açısından ses dalgası destekli ekstrasyonu ile hazırlanan ekstraktlardan farklı olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.001$).

Tablo 12. Hass ve Fuerte Avokado Yaprak Ekstrelerinin Demir İndirgeme Antioksidan Gücü ($\text{mmol Fe}^{2+}/\text{g}_{\text{ekstre}}$; $\text{mmol Fe}^{2+}/\text{Troloks}$) (FRAP) Sonuçları

Ekstraksiyon Yöntemi	Demir-İndirgeme Antioksidan Gücü ($\text{mmol Fe}^{2+}/\text{g}_{\text{ekstre}}$)					
	Hass Avokado (Ort $\pm$ SS)	F	p	Fuerte Avokado (Ort $\pm$ SS)	F	p
İnfüzyon	474,667 $\pm$ 4,041 ^a	1940.97	<0.001*	694,541 $\pm$ 3,512 ^e	1961.54	<0.001*
Maserasyon	510,001 $\pm$ 2,121 ^b			840,112 $\pm$ 2.474 ^f		
Soxhlet	961,636 $\pm$ 2,082 ^c			1369,578 $\pm$ 1,789 ^g		
Ses Dalgaları Destekli	864,343 $\pm$ 3,055 ^d			923,589 $\pm$ 3,856 ^h		

*One-Way Anova ve Tukey-HSD Testi, * $p<0.001$

Hass ve Fuerte türü avokado yapraklarından hazırlanan tüm ekstraktların FRAP etkilerinin sonuçlarının karşılaştırmaları Tablo 13’de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde; Hass türüne ait avokado yapraklarından Soxhlet ve ses dalgası destekli ekstraksiyon yöntemleri ile hazırlanan ekstraktların birbirine benzer olduğu ($p>0,05$), her iki türe ait diğer tüm ekstraktların birbirleriyle ikili karşılaştırmalarında ise FRAP etkilerinin birbirlerinden farklı olduğu görülmüştür ($p<0.001$). Ayrıca tüm ekstraktlar içerisinde en yüksek FRAP aktivitesinin Fuerte türü avokado yapraklarının Soxhlet ekstraksiyonu ile olduğu ($1369,578\pm1,789 \text{ mmol Fe}^{2+}/\text{g}_{\text{ekstre}}$) sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 13. Hass ve Fuerte Avokado Yaprak Ekstrelerinin Demir İndirgeme Antioksidan Gücü (mmol Fe²⁺/g_{ekstre}/; mmol Fe²⁺/Troloks) (FRAP) Etkilerinin Karşılaştırılması

Ekstraksiyon Yöntemi	Avokado Yaprak Türü	Demir-İndirgeme Antioksidan Gücü (mmol Fe ²⁺ /g _{ekstre}) (Ort±SS)	F	p
İnfüzyon	Hass	474,667±4,041 ^a	1048.06	<0.001*
	Fuerte	694,541±3,512 ^b		
Maserasyon	Hass	510,001±2,121 ^c		
	Fuerte	840,112±2,474 ^d		
Soxhlet	Hass	961,636±2,082 ^e		
	Fuerte	1369,578±1,789 ^f		
Ses Dalgası Destekli	Hass	864,343±3,055 ^e		
	Fuerte	923,589±3,856 ^g		

*One-Way Anova ve Tukey-HSD Testi, *p<0.001

5. TARTIŞMA

Bu araştırma Alanya’da yetişen Hass ve Fuerte türüne ait avokado yapraklarının total antioksidan ve toplam fenolik bileşen miktarlarının tayin edilmesi amacıyla planlanıp yürütülmüştür. Araştırma kapsamında kurutulan Hass ve Fuerte türüne ait avokado yapraklarından infüzyon, maserasyon, Soxhlet ve ses destekli ekstraksiyon olmak üzere 4 farklı ekstaksiyon yöntemi ile toplamda 8 farklı ekstre hazırlanmıştır (AHI, AHM, AHS, AHU, AFI, AFM, AFS ve AFU). Ekstre hazırlama aşamalarının tamamlanmasının ardından ise ekstrelerin içerdikleri toplam fenolik ve flavanoit madde tayinlerinin yapılmasının yanısıra yaprakların total antioksidan düzeyleri de DPPH•, ABTS• ve FRAP yöntemleriyle ölçülmüştür.

Yürütmüş olduğumuz çalışmada toplam fenolik madde ve toplam flavonoit miktar tayinine yönelik deneyler en yüksek toplam fenolik madde miktarının AHS ve AHM ekstrelerinde (65,710±1,088 ve 40,514±0,345 mg_{GAE}/g_{ekstre}), flavonoit miktarının ise AFM, AFS ve AHS ekstrelerinde (354,139±0,104, 344,535±0,902, 302,540±0,088 mg_{CA}/g_{ekstre}, sırasıyla) olduğunu göstermiştir. Bu sonuçların istatistiksel anlamlı farklar ile desteklenmesi ile (p<0.001) avakado ‘Hass’ türünün yapraklarından Soxhlet ekstraksiyonu ile hazırlanan ekstrenin hem fenolik madde hem de flavonoit içeriğinin zengin olduğu, dolayısıyla da bu türün yapraklarından fenolik ve flavonoit bileşiklerini elde etmek için en uygun ekstraksiyon yönteminin Soxhlet ekstraksiyonu olduğunu

göstermiştir. Ayrıca çalışma sonuçlarından hareketle avakado ‘Fuerte’ türünün yapraklarının “Hass” türüne göre flavonoit içeriğinin daha zengin olduğunu ve bu bileşikler elde etmek için en uygun ekstraksiyon yönteminin de sonuçların istatistiksel anlamlı farklılıkların varlığı ile birlikte ($p < 0,001$) Soxhlet ve maserasyon ekstraksiyon yöntemleri olduğu düşüncesine varılmıştır.

Literatür incelendiğinde fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu için önerilen ekstraksiyon yönteminin mikrodalga destekli ekstraksiyon kullanımı olduğu görülmektedir (Garcia-Salas ve ark. 2010; Proestos ve Komaitis, 2006; Laghari ve ark., 2011). Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu için kapalı kap ve açık kap olmak üzere iki mikrodalga destekli ekstraksiyon (MAE) sistemi bulunduğu; kapalı kap sisteminde ekstraksiyon yüksek basınç ve sıcaklıkta gerçekleşirken, açık kap sisteminde fenolik bileşik ekstraksiyonunun yüksek ısı varlığında atmosfer basıncında gerçekleştirildiği bildirilmiştir. Yöntem zaman ve maliyetin azaltılması, yüksek verim ve daha düşük sarf kullanımı gibi bazı açılardan avantajlara sahip olmakla birlikte aynı zamanda yüksek ısı kullanımı nedeniyle organik bazı moleküller bozulmasına neden olabileceği için çeşitli dezavantajlara da sahiptir (Garcia-Salas ve ark. 2010). Proestos ve Komaitis ve ark. farklı aromatik bitkilerden fenolik maddelerin farklı çözücülerle mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemiyle gerçekleştirmiş ve diğer ekstaksiyon yöntemlerine kıyasla fenolik bileşen ekstraksiyonunun daha kısa sürede, daha az solvent kullanımı ile daha verimli olarak gerçekleştirilebileceğini ortaya koymuşlardır (Proestos C ve Komaitis M., 2006). Ayrıca Memon ve ark. *Cassia angustifolia*'nın yaprak ve çiçeklerinin flavonoitlerinin ekstraksiyonu, tanımlanması ve antioksidatif özelliklerini araştırdıklarında benzer sonuçlar elde etmişlerdir (Laghari AQ ve ark., 2011). Bizim çalışmamızda mikrodalga destekli ekstaksiyon yönteminde kullanılan yüksek ısının avokado yaprağının içerdiği organik moleküllere verebileceği potansiyel zarardan ötürü mikrodalga destekli ekstraksiyon tercih edilmemiştir. Sonuçlarımız incelendiğinde ise avakado ‘Hass’ türünün yapraklarından Soxhlet ekstraksiyonu ile hazırlanan ekstrenin hem fenolik madde hem de flavonoit içeriğinin zengin olduğu, dolayısıyla da bu türün yapraklarından fenolik ve flavonoit bileşiklerini elde etmek için en uygun ekstraksiyon yönteminin Soxhlet ekstraksiyonu olduğu; ayrıca avakado ‘Fuerte’ türünün yapraklarının ise flavonoit içeriği zengin olmakla birlikte bu bileşikler elde etmek için en uygun ekstraksiyon yönteminin Soxhlet ve maserasyon yöntemi olduğu düşüncesine varılmış ve bu yöntemlerin fenolik bileşen ve flavanoit tayin deneylerin ekstraksiyon yöntemi olarak kullanılabileceği düşünülmüştür. Murathan ve Kaya 2020 yılında Alanya ekolojik

yetiştirilen Hass ve Fuerte avokadonun fitokimyasal içerikleri ile antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada yalnızca bir ekstraksiyon yöntemi kullanılmış; bitkilerin meyveleri ile birlikte yaprak, kabuk ve çekirdekleri de çalışılmıştır. Bu çalışmada da bizim çalışmamıza benzer şekilde toplam fenolik ve flavanoit maddenin yanı sıra total antioksidan kapasite ve toplam askorbik asit tayini yapılmıştır. Araştırmacılar en yüksek toplam fenolik madde içeriğinin Fuerte çeşidinin yaprak ekstrelerinde ($352.3 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca hem Hass hem de Fuerte çeşidi avokado yapraklarının toplam flavanoit madde açısından (sırasıyla $89.8 \pm 5.6 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ve $85.6 \pm 1.7 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) zengin olduğunu gözlemlemişlerdir. Bizim çalışmamızda ise en yüksek toplam fenolik madde miktarının AHS ve AHM ekstrelerinde; en yüksek flavanoit düzeylerinin ise farklı ($p < 0,001$) olmak üzere AHM, AHS, AFM ve AFS ekstrelerinin sahip olduğu gözlenmiştir. Çalışma sonuçlarımız avokado yapraklarının toplam fenolik bileşen ve flavanoit madde miktarı açısından zengin olduğu hususunda Murathan ve Kaya (2020)'nın çalışmasını desteklemiş olsa da bizim çalışmamızda bahsedilen çalışmanın aksine Hass çeşidi avokadoların daha yüksek toplam fenolik bileşene sahip olduğu ve her iki yaprak çeşidinin de flavanoit madde miktarı bakımından zengin ve benzer olduğunu gözlenmiştir. Aynı yöreden alınan aynı türdeki yaprak numunelerinin fenolik bileşen sonuçları arasında ortaya çıkan bu farklılık; bitkinin yetiştirme koşulları ve yöntem farklılığından kaynaklanıyor olabilir. Her iki çeşidin de farklı iki araştırmada hem fenolik bileşen hem de flavanoit madde miktarı açısından zengin bulunmasının her iki çeşitteki avokado yapraklarından da besin ürünü/ besin destek ürünü geliştirilebileceğini göstermesi dolayısıyla olumlu olduğu düşünülmüştür.

Uzun yıllardır fenolik bileşen ve toplam flavanoit miktarı açısından zengin olması nedeniyle yeşil çay üzerinde araştırmalar sürdürülmektedir. Ayrıca yeşil çayın bu içerikleri nedeniyle sağlık üzerine önemli etkilerinin olduğu bildiren çalışmalar mevcuttur (Lorenzo ve Munakata, 2016; Chacko ve ark., 2020). Coello ve ark., 2020 yılında Venezuela'da yapmış oldukları bir araştırmada ticari olarak satılan bazı yeşil çayların fenolik bileşen ve toplam flavanoit miktarlarını incelemişlerdir. Yapılan araştırmanın sonuçlarına göre birinci ve ikinci markaların fenolik içeriklerinin sırasıyla 201.34 ± 3.98 ve $178.32 \pm 2.22 \text{ mgGAE/g}$ ürün; aynı markaların toplam flavanoit miktarlarının ise sırasıyla 118.32 ± 2.09 ve $101.43 \pm 2.39 \text{ mgCA/g}$ ürün olduğu tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise Hass türü avokado yapraklarından Soxhlet yöntemi ile hazırlanan ekstrenin $65,710 \pm 1,088 \text{ mgGAE/g}$ ekstre; Fuerte türü avokado

yapraklarından ise maserasyon ve Soxhlet yöntemleri ile hazırlanan ekstrelerin toplam flavanoit miktarlarının sırasıyla $354,139 \pm 0,104$ ve $344,535 \pm 0,902$ mgCA/g ekstre olduğu tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere çalışmamızın sonuçları ve Coello ve ark.'nın çalışma sonuçları karşılaştırıldığında avokado yapraklarının yeşil çay kadar fenolik bileşen içermediği fakat özellikle Fuerte türünün yeşil çayın çok üstünde toplam flavanoit içerdiği görülmektedir. Bu nedenle çalışma sonuçlarımız avokado yapraklarının zengin flavanoit içerikleri nedeniyle sağlık üzerine etkileri ile ilgili çalışmalar yapılmasının yararlı olabileceğini göstermektedir.

Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı TÜRKOMP'ta fenolik madde ve toplam flavonoit miktarı ile ilgili bilgi bulunmamaktadır. Bu nedenle USDA verileri incelendiğinde, tüm besinlerin fenolik madde ve toplam flavonoit miktarlarının antosiyanidin, flavanon, flavanoller gibi gruplamalarla tek tek ve mg/ mcg cinsinden verildiği (kateşin, epigallakateşin, hesperedin gibi) görülmektedir. Farklı cinsten fenolik bileşen ve flavanoitlerin farklı mgGAE ve mgCA etkinlikleri olacağından çalışma metodolojimiz ile avokado yapraklarının hangi fenolik bileşen ve flavanoitten kaç mg içerdiğini gösterememiştir. Besinlerde veya bitkisel ekstrelerde bu tip kalitatif ve kantitatif analizler için yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), sıvı kromatografi-kütle spektrometresi (LC-MS) gibi yöntemlerin kullanılmaktadır (Pires ve ark., 2017; Kaşkonien ve ark., 2009; Yu ve ark., 2013). Fenolik madde içeriğini ve toplam flavanoit miktarını zengin bulduğumuz avokado yapraklarının hangi fenolik bileşen ve/veya flavanoiti ne miktarda içerdiğinin tespiti için ilgili yöntemleri içeren çalışmaların planlanıp yürütülmesi; farklı fenolik ve flavanoit türevi bileşenleri farklı sağlık yararlarının olduğu da dikkate alınarak avokado yapraklarının sağlık üzerine olumlu etki potansiyelinin ortaya çıkarılması açısından yararlı olacaktır.

Fenolik bileşiklerin ve flavanoitlerin biyoyararlanımı, organizmanın polifenollerini gıda matrisinden alma kabiliyetine ve polifenoller ile kan proteini ve hücre taşıyıcıları arasındaki etkileşime bağlı olarak önemli ölçüde farklılık gösterebilir. Bu nedenlerle, diyetimizde en bol bulunan polifenoller, mutlaka en yüksek biyoyararlanımı gösterenler ve en yüksek aktif metabolit konsantrasyonlarına yol açanlar olmayabilir. Özellikle alının besin ürününün yapısı (matriksi) biyoyararlanımı doğrudan etkileyebilecek bir parametredir (Angelino ve ark., 2017). Fenolik bileşikler ve flavanoitler doğada ağırlıklı olarak O-veya C-glikozit konjugatları olarak mevcuttur ve üst gastrointestinal sistem boyunca sadece hafif değişikliklerin meydana geldiği kanıtlanmıştır. Bu durumun aksine ince

bağırsakta fenolik bileşen ve flavanoitler sitozolik β -glukozidazı serbest bırakabilen enzimler tarafında metabolik değişikliklere uğratılırlar ve bu durumda biyoyararlanımlarını doğrudan etkileyebilmektedir (Croizer ve ark., 2009; Walle ve ark., 2005; Terao ve ark., 2011). Farklı besinlerdeki farklı oranlardaki farklı fenolik bileşen ve flavanoit türleri için farklı biyoyararlanımlar söz konusu olacağından özellikle flavanoit içeriğini zengin bulduğumuz avokado yaprağı ekstreleri ile farklı çözücü ve formlarda (örneğin çözünür çay fraksiyonu geliştirilmesi veya bazı yağların avokado yaprağı ekstresi ile zenginleştirilmesi gibi) *in vivo* biyoyararlılık çalışmalarının yapılması faydalı olacaktır.

Yürütmüş olduğumuz çalışmada avokado yapraklarının total antioksidan kapasitelerinin incelenmesi için 3 farklı yöntem (DPPH• Radikalini Süpürücü Etki Tayini, ABTS⁺• Radikalini Süpürücü Etki Tayini ve FRAP Yöntemi) kullanılmıştır. DPPH• Radikali kullanılan deneyde incelendiğinde hiçbir ekstrenin standart antioksidan olan BHA ($IC_{50}=0.086\pm0,052$ mg/mL) kadar etkili olmadığı belirlenmiştir. ABTS⁺• radikali ile çalışılan deneyde ise ekstrelerin (Avakado ‘Hass’ türü yapraklarından elde edilen AHU ve AHS ekstreleri sırasıyla, 0,05 mg/ml konsantrasyonda $0,617\pm0,003$ ve $0,615\pm0,004$ μ M Troloks eşdeğeri; avakado ‘Fuerte’ türünün yapraklarından elde edilen AFU ve AFS ekstreleri ise 0,05 mg/ml konsantrasyonda sırasıyla $0,614\pm0,003$ ve $0,616\pm0,002$ μ M Troloksa eşdeğeri) yüksek aktivite gösterdikleri tespit edilmiştir. Son olarak FRAP tayin yönteminde ise ekstrelerin bir pozitif kontrol analiti olan Troloks kadar ($5638,030\pm2,274$ mmol Fe^{2+} /g ekstre) antioksidan aktivite göstermedikleri ortaya koyulmuştur. Bu sonuçlara ek olarak hem ABTS⁺• radikali ile çalışılan deneyde, hem de FRAP yöntemiyle AHS, AHU ve AFS, AFU ekstrelerinden elde edilen sonuçların diğer tüm ekstrelerden daha yüksek olmasıyla beraber istatistiksel olarak da anlamlı olacak derecede farklı olduğu gözlenmiştir ($p<0,001$). Mevcut verilere ek olarak DPPH• yönteminde ekstreler kendi aralarında kıyaslandığında en yüksek DPPH radikal süpürücü etkinin avakado ‘Fuerte’ türünün yapraklarının AFM, AFS ve AFU ekstrelerinde (%48, %48 ve %46), avakado ‘Hass’ türünün yapraklarının ise AHU, AHM ve AHS ekstrelerinde (%47, %46 ve %46) olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre AFM ve AFS ekstrelerinin diğerlerine göre yüksek DPPH• antioksidan etkisinin diğer yöntemlere kıyasla farklı sonuçlara sahip olmasının mevcut literatür verileri de göz önünde bulundurularak (Floegel ve ark., 2011) lipofilik karakterli, zengin flavonoit içeriğinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Öte yandan AH ekstrelerinde de en yüksek inhibisyon yüzdesinin birbirine çok yakın olmakla birlikte aynı ekstraksiyon yöntemlerinden elde edilen ekstrelerde görülmesi kullanılan

ekstraksiyon yönteminin bitkisel materyal için en uygun yöntem olduğunu doğrular niteliktedir. Total antioksidan kapasiteyi incelemeye yönelik olarak yürütmüş olduğumuz deney sonuçları avokado yapraklarının antioksidan aktiviteleri her iki tür için de en yüksek düzeyde Soxhlet ve ses dalgası destekli ekstraksiyonda gösterebildiklerini ortaya koymuştur. Antioksidan deneylerinin sonuçları fenolik bileşen ve flavanoit miktar tayin deneyleri ile karşılaştırıldığında ise avokado yapraklarından ekstre hazırlamada kullanılacak en uygun yöntemin Soxhlet yöntemi olduğu söylenebilir. Bu yöntemin ekstre veriminin fenolik bileşen/ flavanoit miktar tayin deneylerindeki yüksek sonuçlara sahip olan maserasyon yöntemi ve total antioksidan kapasite deneylerindeki diğer yüksek aktiviteye sahip olan ses destekli ekstraksiyon yönteminin her ikisinden daha fazla ekstre verimine sahip olması da bir başka avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır.

Besinlerdeki antioksidan aktivitenin incelenmesi için çok çeşitli inceleme metodları geliştirilmiştir. Deneylerimizde kullandığımız 3 farklı yöntemin de (DPPH[•] radikalini süpürücü etki tayini, ABTS⁺ radikalini süpürücü etki tayini ve FRAP yöntemi) besinlerde kullanılabileceği gösterilmiştir (Xiao ve ark., 2020). Bu bulguların yanı sıra literatürdeki bazı çalışmalar besinlerin antioksidan değerlerinin ölçümünde ABTS⁺ radikalini süpürücü etki testinin DPPH[•] radikalini süpürücü etki tayini testine göre daha çok tercih edildiğini ve daha optimal olduğunu bildirmiştir (Floegel ve ark., 2011). Bizim çalışmamızda ise elde ettiğimiz ekstrelerin DPPH[•] standart antioksidan olan BHA kadar etki göstermediği; fakat ABTS⁺ ve FRAP antioksidan testlerinde yüksek aktivite gösterdikleri ve dolayısıyla da avokado yapraklarının iyi düzeyde antioksidan aktiviteye sahip olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak avokado yapraklarıyla yürütmüş olduğumuz çalışmanın da besinlerde total antioksidan kapasitenin incelenmesinde ABTS⁺ yönteminin DPPH[•] yönteminden daha üstün olduğu; aynı zamanda FRAP yönteminin de kullanılabilecek bir yöntem olduğu görüşünü desteklediği söylenebilir. Murathan ve Kaya (2020) Alanya’da yetişen avokado meyvesi ve yapraklarıyla yapmış oldukları çalışmada hem meyvenin hem de yaprakların DPPH[•], ABTS⁺ ve FRAP aktivitelerini incelemişlerdir. Yürütmüş oldukları 3 deneyde de Fuerte çeşidi avokado yapraklarının Hass çeşidi avokado yapraklarından -yalnızca DPPH[•] yönteminde aradaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiş de olsa ($p < 0,05$)- daha yüksek düzeyde antioksidan aktiviteye sahip olduklarını gözlemlemişlerdir. Bizim çalışmamızda ise ABTS⁺ radikali ile çalışılan deneyde, hem de FRAP yöntemiyle AHS, AHU ve AFS, AFU ekstrelerinden elde edilen sonuçların diğer tüm ekstrelerden daha yüksek olmasıyla beraber istatistiksel olarak da anlamlı olacak derecede farklı olduğu gözlenmiştir ($p < 0,$

05). Murathan ve Kaya (2020)'nın yürütmüş oldukları ABTS⁺ ve FRAP deneylerinin sonuçları ile bizim deney sonuçlarımız karşılaştırıldığında ise total antioksidan aktivite açısından Hass ve Fuerte çeşidi avokadoların birbirine üstünlüğü olmadığı görülmektedir. Çalışma kapsamında elde edilen antioksidan deney sonuçları göz önünde bulundurularak her iki türün yüksek antioksidan etkisinin toplam fenolik madde ve flavonoid içeriklerinin zenginliğinden kaynaklandığı söylenebilir (Kim ve ark., 2003). Bunun dışında ekstraların ABTS⁺ ve FRAP antioksidan testlerinde daha iyi etki gösterirken DPPH[•] testinde bu etkinin görülmemesi ekstraların sadece hidrofobik antioksidan sistemlerinde değil, aynı zamanda hidrofilik antioksidan sistemlerinde değerlendirilebileceğini göstermekle birlikte bu etkinin sadece flavonoidlerden değil flavonoid yapısında olmayan fenolik bileşiklerden kaynaklandığını da ortaya koymaktadır (Floegel ve ark., 2011). Bu verilerden yola çıkarak her iki avakado türüne ait yaprak ekstralarının çalışmada düşük konsantrasyonlarda bile ABTS deneyinde etkili olması bu ekstralar üzerinde ileri çalışmalar yapıldıktan sonra diyet ürünü olarak geliştirebilmesinin mümkün olabileceğini göstermektedir. Ayrıca her iki türe ait sonuçların çok az farkla birbirine yakın olması da her iki türün de yapraklarının farklı alanlarda doğal antioksidan ajan olarak değerlendirilebileceği fikrini ortaya koymaktadır.

6. SONUÇLAR

Alanya'da yetişen Hass ve Fuerte çeşidi avakado yapraklarının fenolik ve flavonoid miktar içerikleri ile total antioksidan aktivitelerinin farklı ekstraksiyon yöntemleri ile araştırıldığı çalışmamızda;

1-Hass avakado türü yapraklarından dört yöntem ile elde edilen ekstraların toplam fenolik madde miktarları açısından anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($F=1775.87$, 0.001).

2- Hass türü avakado yapraklarının infüzyonla elde edilen ekstralarında fenolik madde miktarının, maserasyon, Soxhlet ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen fenolik madde miktarından düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.001$).

3-Soxhlet yöntemi ile elde edilen fenolik madde miktarının infüzyon ve maserasyon yöntemleri ile elde edilen miktarlardan anlamlı olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0.001$). Ancak fenolik madde miktarı açısından maserasyon ve ses dalgası destekli yöntem arasında farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

4-Fuerte türü avakado yapraklarının infüzyonla elde edilen ekstralarında fenolik madde miktarının, maserasyon, Soxhlet ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen fenolik madde miktarından daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0.001$).

5-Fuerte türü avakado yapraklarının maserasyon ile elde edilen ekstralarında fenolik madde miktarının, infüzyon, Soxhlet ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen fenolik madde miktarından düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.001$). Ayrıca Soxhlet yöntemi ile elde edilen ekstraların fenolik madde miktarı açısından ses dalgası destekli ekstrasyonu ile hazırlanan ekstralardan farklı olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.001$).

6-Hass türü avakado yapraklarının Soxhlet yöntemi ile elde edilen ekstralarında flavonoid madde miktarının, maserasyon, infüzyon ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen flavonoid madde miktarından daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0.001$).

7-Hass türü avakado yapraklarının maserasyon ile elde edilen ekstralarında fenolik madde miktarının, infüzyon, Soxhlet ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen flavonoid madde miktarından düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.001$).

8-İnfüzyon yöntemi ile elde edilen ekstraların flavonoid madde miktarı açısından ses dalgası destekli ekstrasyonu ile hazırlanan ekstralardan farklı olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.001$). Forte türü avakado yapraklarının ile elde edilen infüzyon ekstralarında flavonoid madde miktarının, maserasyon, Soxhlet ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen flavonoid madde miktarından düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.001$).

9-Fuerte avokado yapraklarının maserasyon ve Soxhlet yöntemleriyle hazırlanan ekstraları arasında toplam flavonoid miktarları açısından farklılık olmadığı ($p>0,05$); ayrıca bu ekstraların toplam flavonoid miktarının infüzyon ve ses dalgaları destekli yöntem ile hazırlanan ekstralarından yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0,001$).

10- Hass ve Forte türü avokado yapraklarından ses dalgaları destekli yöntemle hazırlanan örneklerin toplam fenolik madde miktarları arasında bir fark olmadığı ($p>0,05$); iki türe ait diğer tüm ekstraların fenolik madde miktarı açısından ikili karşılaştırmalarında ise ölçüm sonuçlarının birbirlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,001$). Tüm ekstralar içerisinde en yüksek fenolik madde miktarına Hass türü avokado yapraklarının Soxhlet ekstraksiyonu ile hazırlanan örneklerin ($65,710\pm1,088$ mgGAE /g_{ekstre}) sahip olduğu tespit edilmiştir.

11- Forte türü avokado yapraklarından maserasyon ve ses dalgaları destekli ekstraksiyon yöntemleriyle hazırlanan örneklerin toplam flavonoid madde miktarları arasında bir fark olmadığı ($p>0,05$); iki türe ait diğer tüm ekstraların flavonoid bileşen miktarı açısından ikili karşılaştırmalarında ise ölçüm sonuçlarının birbirlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,001$). Ayrıca tüm ekstralar içerisinde en yüksek flavonoid miktarlarına sırasıyla Forte türü avokado yapraklarının Soxhlet ekstraksiyonu ve Hass türü avokado

yapraklarının Soxhlet ekstraksiyonu ile hazırlanan örneklerin (sırasıyla 354,139±0,104 344,535±0,902 mgCE /gekstre) sahip olduğu tespit edilmiştir.

12- Hiçbir ekstrenin standart kalibrasyon analiti olan Bütil Hidroksi Anizol (BHA) antioksidanı kadar etkili olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, hiçbir ekstrenin DPPH radikali süpürücü etkisinin standart antioksidan BHA eşdeğer cinsinden bir hesaplama yapılacak kadar yüksek olmadığı saptanmıştır (analiz için cutt-off değeri $IC_{50}=0.086\pm0,052$ mg/mL).

13- 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürücü etkisi yerine ekstrelerin radikali inhibe etme % leri hesaplandığında; 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikali inhibe etme oranı Fuerte' türünün yapraklarının AFM ve AFS %48 ve AFU ekstrelerinde ise %46 olduğu belirlenmiştir. Hass türü yapraklarının ise AHU, AHM ve AHS ekstrelerinde inhibisyon oranlarının sırasıyla %47, %46 ve %46) olduğu gözlenmiştir.

14- Hass' türü yaprak ekstrelerinin ABTS radikali süpürücü etkisi açısından yöntemler arasında farklılık olduğu saptanmıştır ($F=347.08$, $P<0.001$).

15-Hass türü avokado yaprak eksterlerinden infüzyonla elde edilen ekstrenin maserasyon ekstresinden ABTS radikali daha düşük oranda süpürdüğü belirlenmiştir ($p<0.001$). Bu radikali troloks eşdeğerine göre Soxhlet ve ses dalgası destekli ekstrelerde farklılık bulunmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Soxhlet yöntemi ile elde edilen eksterlerin ABTS radikali süpürücü etkisinin maserasyon yönteminden daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0.001$).

16- Fuerte' türü yaprak ekstrelerinin ABTS radikali süpürücü etkisi açısından yöntemler arasında farklılık olduğu saptanmıştır ($F=347.08$, $P<0.001$). Fuerte türü avokado yaprak eksterlerinden infüzyonla elde edilen ekstrenin maserasyon ekstresinden ABTS radikali daha düşük oranda süpürdüğü belirlenmiştir ($p<0.001$). Ayrıca Soxhlet ve ses dalgası destekli yöntemle ait ekstrelerde farklılık bulunmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Soxhlet yöntemi ile elde edilen eksterlerin ise ABTS radikali süpürücü etkisinin maserasyon yönteminden daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0.001$).

17- Ekstrelerin hiçbirisi troloks kadar etkili olmasa da; Hass türü avakado yapraklarının Soxhlet yöntemi ile elde edilen ekstrelerinde FRAP deneyindeki aktivitesinin, maserasyon, infüzyon ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen FRAP deneyindeki aktivitesine kıyasla yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0.001$). Hass türü avakado yapraklarının infüzyon ile elde edilen ekstrelerinde FRAP sistemindeki aktivitesinin, maserasyon, Soxhlet ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen

FRAP deneyindeki aktivitesinden düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.001$). Ayrıca maserasyon yöntemi ile elde edilen FRAP deneyindeki aktivitesi açısından ses dalgası destekli ekstrasyonu ile hazırlanan ekstrelerden farklı olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.001$).

18- Fuerte türü avakado yapraklarının Soxhlet yöntemi ile elde edilen ekstrelerinde FRAP sistemindeki aktivitesinin, maserasyon, infüzyon ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen FRAP deneyindeki aktivitesine kıyasla yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0.001$). Fuerte türü avakado yapraklarının infüzyon ile elde edilen ekstrelerinde FRAP deneyindeki aktivitesinin, maserasyon, Soxhlet ve ses dalgaları destekli yöntemleriyle elde edilen FRAP deneyindeki aktivitesinden düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.001$). Ayrıca maserasyon yöntemi ile elde edilen FRAP aktivitesi açısından ses dalgası destekli ekstrasyonu ile hazırlanan ekstrelerden farklı olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.001$).

19- Hass türüne ait avokado yapraklarından Soxhlet ve ses dalgası destekli ekstraksiyon yöntemleri ile hazırlanan ekstrelerin birbirine benzer olduğu ($p>0,05$), her iki türe ait diğer tüm ekstrelerin birbirleriyle ikili karşılaştırılmalarında ise FRAP etkilerinin birbirlerinden farklı olduğu görülmüştür ($p<0.001$). Ayrıca tüm ekstreler içerisinde en yüksek FRAP aktivitesinin Fuerte türü avokado yapraklarının Soxhlet ekstraksiyonu ile olduğu ($1369,578\pm1,789$ mmol $\text{Fe}^{2+}/\text{g}_{\text{ekstre}}$) sahip olduğu tespit edilmiştir.

7. ÖNERİLER

Çalışma sonuçlarımız, %99 güvenilirlik düzeyiyle farklı ekstraksiyon yöntemlerinin kullanımının her iki çeşit avokado yapraklarından hazırlanan ekstreler için de hem elde edilen fenolik bileşen ve flavanoit miktarını; hem de gözlemlenen antioksidan süpürücü aktivitelerini doğrudan etkilediğini göstermiştir. Elde edilen ölçüm sonuçları; avokado yapraklarından ekstre hazırlamada Soxhlet ve ses destekli ekstraksiyon yöntemlerinin daha uygun olduğunu göstermiştir. Bu nedenle avokado yaprakları ile yürütülecek gelecek çalışmalarda ekstraksiyon için Soxhlet ve ses destekli ekstraksiyon yöntemlerinin kullanımı yararlı olacaktır.

Çalışma sonuçlarımız her iki yaprağın fenolik bileşen ve flavanoit miktar açısından zengin olduğunu; ayrıca DPPH• standart antioksidan olan BHA kadar etki gösteremese de ABTS⁺• ve FRAP sistemlerinde yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduklarını göstermektedir. Farklı antioksidan sistemlerindeki bu farklı aktivite düzeylerinin ise avokado yapraklarının daha hidrofobik karakterli, potansiyel flavanoit içeriklerinden kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle avokado yapraklarının hangi bileşenleri ne düzeyde içerdiğinin detaylı analizi için gelecek çalışmalarda HPLC, LC-MS gibi yöntemlerle içerik analizlerinin yapılmasının yanısıra potansiyel bazı yeni sağlık yararlarının da ortaya konulabilmesi için *in vitro/in vivo* bazı çalışmaların planlanıp yürütülmesinin yararlı olacağı düşünülmüştür.

8. KAYNAKÇA

- ADA (American Dietetic Association). (2009). Position of the American Dietetic Association: Functional foods. *J. Am. Diet. Assoc.* 109:735–746.
- Alvizouri-Munoz, M., Carranza-Madrigal, J., Herrera-Abarca, J. E., Chavez- Carbajal, F. and Amezcua-Gastelum, J. L. (1992). Effects of avocado as a source of monounsaturated fatty acids on plasma lipid levels. *Arch. Med. Res.* 23:163–167.
- Ames, B. (1983). Dietary carcinogens and anticarcinogens: Oxygen radicals and degenerative diseases. *Science*. 221:1256–1263.
- Arts, I. C. W. and Hollman, P. C. H. (2005). Polyphenols and disease risk in epidemiologic disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 8:317S–25S.
- Ashton, O. B. O., Wong, M., McGhie, T. K., Vather, R., Wang, Y., Requejo- Jackman, C., Ramankutty, P. and Woolf, A. B. (2006). Pigments in avocado tissue and oil. *J. Agric. Food Chem.* 54:10151–10158.
- Balerdi CF., I Maguire (2007). "Avocado Growing in the Florida Home Landscape". University of Florida.
- Bayram, S. (2010). Avokado (*Persea americana* Mill.). *2010 Yılı Avokado Gelişim Raporu*. BATEM 39.
- Bayram, S. ve Aşkın, M.A. (2006) Bazı Avokado çeşitlerinde hasat zamanının belirlenmesinde yağ ve kuru ağırlık parametrelerinin kullanımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 1(2):38-48.
- Bes-Rastrollo, M., van Dam, R. M., Martinez-Gonzalez, M. A., Li, T. Y., Sampson, L. L. and Hu, F. B. (2008). Prospective study of dietary energy density and weight gain in women. *Am. J. Clin. Nutr.* 88(3):769–767.
- Borges, M.H.C. ve Melo, B. (2011). A cultura do abacateiro. 1 Şubat 2022 tarihinde
- Bouic, P. J., Etsebeth, S., Liebenberg, R. W., Albrecht, C. F., Pegel, K., & Van Jaarsveld, P. P. (1996). beta-Sitosterol and beta-sitosterol glucoside stimulate human peripheral blood lymphocyte proliferation: implications for their use as an immunomodulatory vitamin combination. *International journal of immunopharmacology*, 18(12), 693–700. [https://doi.org/10.1016/s0192-0561\(97\)85551-8](https://doi.org/10.1016/s0192-0561(97)85551-8)
- Bouic, P.J. (2002). Sterols and sterolins: new drugs for the immune system? *Drug Discovery Today*. v.7, n.14, p.775-778.

- Brai, Bartholomew & Falode, John & Adisa, Rahmat & Odetola, A. (2020). Effects of aqueous leaf extract of avocado (*Persea americana*) on total cholesterol, triacylglycerols, protein and haematological parameters in CCl₄-intoxicated rats. *Clinical Phytoscience*. 6. 10.1186/s40816-020-00159-y.
- Brown, M. J., Ferruzzi, M. G., Nguyen, M. L., Cooper, D. A., Schwartz, S. J. and White, W. S. (2004). Carotenoid bioavailability is higher from salads ingested with full-fat than with fat reduced salad dressings as measured with electrochemical detection. *Am. J. Clin. Nutr.* 80:396–403.
- Brufau, G. et al. (2008). Phytosterols: physiologic and metabolic aspects related to cholesterol-lowering properties. *Nutrition Research*. v.28, p.217-225.
- Caepentier, S., Knausi, M. and Suhi, M. (2009). Associations between lutein, zeaxanthin, and age-related macular degeneration: An overview. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 49:313–326.
- Carranza-Madrigal, J., Herrera-Abarca, J. E., Alvizouri-Munoz, M., Alvarado- Jimenez, M. D. R. and Chavez-Carbajal, F. (1997). Effects of a vegetarian diet vs. a vegetarian diet enriched with avocado in hyper-cholesterolemic patients. *Arch. Med. Res.* 28(4):537–41.
- Carranza, J., Alvizouri, M., Alvarado, M. R., Chavez, F., Gomez, M. and Herrera, J. E. (1995). Effects of avocado on the level of blood lipids in patients with phenotype II and IV dyslipidemias. *Arch. Inst. Cardiol. Mex.* 65: 342–8.
- Castillo-Juarez, I., Gonzalez, V., Jaime-Aguilar, H., Martinez, G., Linares, E. and Romero, I. (2009). Anti-Helicobacteria pylori activity of plants used in Mexican traditional medicine for gastrointestinal disorders. *J. Ethnopharmacol.* 122(2):402–405.
- Chen, H.; Morrell, P. L.; Ashworth, V. E. T. M.; De La Cruz, M.; Clegg, M. T. (2008). "Tracing the Geographic Origins of Major Avocado Cultivars". *Journal of Heredity*. 100(1). ss. 56-65.
- Cho, J., Hankinson, S. E., Rosner, B., Willett, W. C. and Colditz, C. A. (2008). Prospective study of lutein/zeaxanthin intakes and risk of age-related macular degeneration. *Am. J. Clin. Nutr.* 87:1837–1843.
- Chong, E. W. T., Robman, L. D., Simpson, J. A., Hodge, A. M., Aung, K. Z., Dolphin, T. K., English, D. R., Giles, G. G. and Guymer, R. H. (2009). Fat consumption and its association with age-related macular degeneration. *Arch. Ophthalmol.* 127(5):674–680.
- Chong, M. F. F., Macdonald, R. and Lovegrove, J. A. (2010). Fruit polyphenols and CVD risk: A review of human intervention studies. *Br. J. Nutr.* 104:S28–S39.

- Colquhoun, D., Moores, D., Somerset, S. M. and Humphries, J. A. (1992). Comparison of the effects on lipoproteins and apolipoproteins of a diet high in monounsaturated fatty acids, enriched with avocado, and a high-carbohydrate diet. *Am. J. Clin. Nutr.* 56:671–677.
- Çoklar, H. ve Akbulut, Mehmet. (2017). Effect of Sun, Oven and Freeze Drying on Anthocyanins, Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Black Grape (Ekşikara) (*Vitis vinifera* L.). *South African Journal for Enology and Viticulture*. 38. 264-272. 10.21548/38-2-2127.
- de Oliveira, M. C., Sichieri, R. and Venturim-Mozzer, R. (2008). A low-energy- dense diet adding fruit reduces weight and energy intake in women. *Appetite*. 51(2):291–295.
- Ding H., Han C., Guo D., Chin YW, Ding Y., Kinghorn AD, D'Ambrosio SM. (2009). Selective induction of apoptosis of human oral cancer cell lines by avocado extracts via a ROS-mediated mechanism. *Nutr Cancer*. 61(3):348-56. doi: 10.1080/01635580802567158. PMID: 19373608.
- Ding, H., Han, C., Guo, D., Chin, Y. W., Kinghorn, A. D. and D'Ambrosio, S. M. (2007). Chemopreventive characteristics of avocado fruit. *Seminars in Cancer Biology*. 17:386–394.
- Dinubile, N. A. (2010). A potential role for avocado-and soybean-based nutritional supplementation in the management of osteoarthritis: A review. *Phys. Sportsmen*. 38(2):71–81.
- Dowling, C. F., Morton, J. F. (1987). *Fruits of warm climates*. Miami, Fla: J.F. Morton. ISBN 0-9610184-1-0.
- 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. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.556759>
- Duarte PF, Chaves MA, Borges CD, Mendonça CRB. (2016). Avocado: characteristics, health benefits and uses. *Cienc Rural*. 46(4):747-754.
- Duester, K. C. (2001). Avocado fruit is a rich source of beta-sitosterol. *J. Am. Diet. Assoc.* 101(4):404–405.
- Dwyer, J. H., Navab, M., Dwyer, K. M., Hassan, K., Sun, P., Shircore, A., Levy, S. H., Hough, G., Wang, X., Bairey-Merz, C. N. and Fogelman, A. M. (2001). Oxygenated carotenoid lutein and progression of early atherosclerosis: The Los Angeles atherosclerosis study. *Circulation*. 103:2922– 2927.

- Dwyer, J. H., Paul-Labrador, M. J., Fan, J., Shircore, A. M., Bairey-Merz, C. N. and Dwyer, K. M. (2004). Progression of carotid intima-media thickness and plasma antioxidants: The Los Angeles atherosclerosis study. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* 24:313–319.
- Ello-Martin. J. A., Roe, L. S., Ledikwe, J. H., Beach, A. M. and Rolls, B. J. (2007). Dietary energy density the treatment of obesity: A year-long trial comparing 2 weight-loss diets. *Am. J. Clin. Nutr.* 85(6):1465–1477.
- Flagg, E. W., Coates, R. J., Jones, D. P., Byers, T. E, Greenberg, R. S., Gridley, G., McLaughlin, J. K., Blot, W. J., Haber, M. and Preston, S. (1994). Dietary glutathione intake and risk of oral and pharyngeal cancer. *Am. J. Epidemiol.* 139(5):453–465.
- Floegel, A., Kim, D. O., Chung, S. J., Koo, S. I., & Chun, O. K. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of food composition and analysis*, 24(7), 1043-1048.
- Fulgoni, V.L., M. Dreher and A.J. Davenport. (2013). Avocado consumption is associated with better diet quality and nutrient intake and lower metabolic syndrome risk in US adults: Results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2001-2008. *Nutr. J.*, Vol. 12. 10.1186/1475-2891-12-1.
- Gabay, O., Gosset, M. and Levy, A. (2008). Stress-induced signaling pathways in hyalin chondrocytes: Inhibition by avocado-soybean unsaponifiables (ASU). *Osteoarthr. Cartilage.* 16(3):373–384.
- Garcia-Salas P., Morales-Soto A., Segura-Carretero A., Fernández-Gutiérrez A. (2010). Phenolic-compound-extraction systems for fruit and vegetable samples. *Molecules.* 15(12):8813-8826.
- Ghosh, D. and Scheepens, D. (2009). Vascular action of polyphenols. *Mol. Nutr. Food Res.* 53(3):322–331.
- Goldring, M. B. and Berenbaum, F. (2004). The regulation of chondrocyte function by proinflammatory mediators: Prostaglandins and nitric oxide. *Clin. Orthop. Relat Res.* 427:S37–S46.
- Goulas, V., Orphanides, A., Gekas, V. (2013). Effect of Drying Method on the Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Spearmint. *Czech J. Food Sci.* 31. 509.
- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J., & Jiang, Y. (2003). Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition research*, 23(12), 1719-1726.

- Gyamfi, M. A., Yonamine, M., & Aniya, Y. (1999). Free-radical scavenging action of medicinal herbs from Ghana: *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries. *General Pharmacology: The Vascular System*, 32(6), 661-667.
- Gyles, C. L., Carlberg, J. G., Gustafson, J., Davlut, D. A. and Jones, P. J. H. (2010). Economic valuation of the potential health benefits from foods enriched with plant sterols in Canada. *Food & Nutr.* 54:1–6.
- Haeghele, A. D., Gillette, C., O'Neill, C., Wolfe, P., Heimendinger, J., Sedlacek, S. and Thompson, H. J. (2000). Plasma xanthophyll carotenoids correlate inversely with indices of oxidative DNA damage and lipid peroxidation AMC cancer. *Cancer Epid. Biomarkers & Prev.* 9:421–425.
- Helmick, C. G., Felson, D. T. and Lawrence, R. C. (2008). National Arthritis Data Workgroup. Estimates of the prevalence of arthritis and other rheumatic conditions in the United States Part I. *Arthritis Rheum.* 58(1):15–25.
- Hozawa, A., Jacobs, D. R., Steffes, M. W., Gross, M. D., Steffen, L. M. and Lee, L.-H. (2007). Relationships of circulating carotenoid concentrations with several markers of inflammation, oxidative stress, and endothelial dysfunction: The coronary artery risk development in young adults (CARDIA)/young adult longitudinal trends in antioxidants (YALTA) study. *Clin. Chem.* 53(3):447–455.
- Hughes, K. J., Mayne, S. T., Blumberg, J. B., Ribaya-Mercardo, J. D., Johnson, E. J. and Cartmel, B. (2009). Plasma carotenoids and biomarkers of oxidative stress in patients with prior head and neck cancer. *Biomarker Insights.* 4:17–26.
- IOM (Institute of Medicine). (2000). Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium and Carotenoids. Chapter 5. Vitamin C. pp. 95–122. National Academies Press, Washington, DC.
- IOM (Institute of Medicine). (2001). Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Chapter 5. Vitamin K. pp. 162–173. National Academies Press, Washington, DC.
- İzli, G. (2017). Total phenolics, antioxidant capacity, colour and drying characteristics of date fruit dried with different methods. *Ciência e Tecnologia de Alimentos.* 37. 139-147. 10.1590/1678-457x.14516.
- Jacques, C., Gosset, M., Berenbaum, F. and Gabay, C. (2006). The role of IL-1 and IL-1Ra in joint inflammation and cartilage degradation. *Vitam. Horm.* 74:371–403.

- Johnson, E., Maras, J. E., Rasmussen, H. M. and Tucker, K. L. (2010). Intake of lutein and zeaxanthin differ with age, sex and ethnicity. *J. Am. Diet. Assoc.* 110:1357–1362.
- Johnson, E.J. (2005). Carotenoid actions and their relation to health and disease. *Molecular Aspects of Medicine*. v.26, n.6, p.459-516.
- Jones, D. P., Coates, R. J., Flagg, E. W., Eley, J. W., Block, G., Greenberg, R. S., Gunter, E. W. and Jackson, B. (1992). Glutathione in foods listed in the NCI's health habits and history food frequency questionnaire. *Nutr. Cancer*. 17(1):57–75.
- Kim, D.-O., Chun, O.K., Kim, Y.J., Moon, H.Y., Lee, C.Y., 2003. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51, 6509–6515.
- Laghari AQ, Memon S, Nelofar A, Laghari AH. (2011). Extraction, identification and antioxidative properties of the flavonoid-rich fractions from leaves and flowers of *Cassia angustifolia*. *AJAC*. 02(08):871-878
- Lerman-Garber, I., Ichazo-Cerro, S., Zamora-Gonzalez, J., Cardoso-Saldana, G. and Posadas-Romero, C. (1994). Effect of a high-monounsaturated fat diet enriched with avocado in NIDDM patients. *Diabetes Care*. 17:311–315.
- Lin, X., Ma, L., Racette, S. B., Anderson-Spearie, C. L. and Ostlund, R. E. (2009). Phytosterol glycosides reduce cholesterol absorption in humans. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol*. 296:G931–G935.
- Lopez-Ledesma, R., Frati Munari, A. C. and Hernandez Dominguez, B. C. (1996). Monounsaturated fatty acid (avocado) rich diet for mild hypercholesterolemia. *Arch. Med. Res.* 27:519–523.
- Lottenberg, A.M.P. et al. (2002). Plant sterol ester efficiency on the plasma lipid reduction in moderate hipercholesterolemic subjects. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. v.79, n.2, p.139- 142.
- Lotz, M., Rosen, F. and McCabe, G. (1995). Interleukin 1 beta suppresses transforming growth factor-induced inorganic pyrophosphate (PPI) production and expression of the PPI-generating enzyme PC-1 in human chondrocytes. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 92(22):10364–10368.
- Lu, Q.-Y., Arteaga, J. R., Zhang, Q., Huerta, S., Go, V. L., and Heber, D. (2005). Inhibition of prostate cancer cell growth by an avocado extract: Role of lipid-soluble bioactive substances. *J. Nutr. Biochem.* 16:23–30.

- Lu, Q.-Y., Zhang, Y., Wang, Y., Lee, R.-P., Gao, K., Byrns, R. and Heber, D. (2009). California Hass Avocado: Profiling of carotenoids, tocopherols, fatty acids, and fat content during maturation and from different growing areas. *J. Agric. Food Chem.* 57:10408–10413.
- Ma, L., Lin, X. M., Zou, Z. Y., Xu, X. R., Li, Y. and Xu, R. (2009). A 12-week lutein supplementation improves visual function in Chinese people with long- term computer display light exposure. *Br. J. Nutr.* 102:186–190.
- Marrero-Faz E, Sanchez-Calero J, Young L, Harvey A. (2014). Inhibitory effect of *Persea americana* mill leaf aqueous extract and its fractions on PTP1B as therapeutic target for type 2 diabetes. *B LATINOAM CARIBE PL.* 13: 144–151.
- McCann, J. C. and Ames, B. N. (2009). Vitamin K, an example of triage theory: Is micronutrient inadequacy linked to disease of aging? *Am. J. Clin. Nutr.* 90:889–907.
- McNulty, H., Jacob, R. F. and Mason, R. P. (2008). Biologic activity of carotenoids related to distinct membrane physiochemical interactions. *Am. J. Cardio.* 101:20–29.
- Mendez, P. O. and Hernandez, G. L. (2007). HDL-C size and composition are modified in the rat by a diet supplementation with “Hass” avocado. *Arch. Cardiol. Mex.* 77(1):17–24.
- Moeller, S. M., Volland, R., Tinker, L., Blodi, B. A., Klein, M. L., Gehrs, K. M., Johnson, E. J., Snodderly, M., Wallace, R. M., Chappell, R. J., Parekh, N., Ritenbaugh, C. and Mares, J. A. (2008). Associations between age-related nuclear cataract and lutein and zeaxanthin in the diet and serum in the carotenoids in age-related eye disease study (CAREDS), an ancillary study of the women’s health initiative. *Arch. Ophthalmol.* 126(3):354–364.
- Morganti, P., Bruno, C., Guarneri, F., Cardillo, A., Del Ciotto, P. and Valenzano, F. (2002). Role of topical and nutritional supplement to modify the oxidative stress. *Inter J. Cosmetics Sci.* 24:331–339.
- Morganti, P., Fabrizi, G. and Bruno, C. (2004). Protective effects of oral antioxidants on skin and eye function. *Skinmed.* 3(6):310–316.
- Murathan, Z. T. ve Kaya, A. (2020). Alanya Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Hass ve Fuerte Avokado Çeşitlerinin Bazı Fitokimyasal İçerikleri ile Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (6), 1435-1440. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.674647
- Murta, B. (2013). Óleo de abacate e seus benefícios. *Revista Exame*.

- Ogunmoyole, T., Dada, I. & Adebamigbe, O.A. (2021). Ameliorative potentials of *Persea americana* leaf extract on toxicants - induced oxidative assault in multiple organs of wistar albino rat. *Clin Phytosci*, 7, 27. <https://doi.org/10.1186/s40816-020-00237-1>
- Özdemir F, Topuz A, Demirkol A, Gölükçü M. (2004). Hasat zamanı ve hasat sonrası olgunluğa bağlı olarak bazı avokado (*persea americana* mill) çeşitlerinin bileşimindeki değişimler. *Gıda Dergisi*. 29(2):177- 183
- Palombo, P., Fabrizi, G., Ruocco, V., Ruocco, E., Fluhr, J., Roberts, R. and Morganti, P. (2007). *Skin Pharmacol. Physiol.* 20(4):199–210.
- Paniagua, J. A., de la Sacristana, A. G., Romero, I., Vidal-Puig, A., Latre, J. M., Sanchez, E., Perez-Matinez, P., Lopez-Miranda, J. and Perez- Junenez, F. (2007a). Monounsaturated fat-rich diet prevents central body fat distribution and decreases postprandial adiponectin expression induced by a carbohydrate-rich diet in insulin-resistant subjects. *Diabetes Care*. 30:1717–1723.
- Paniagua, J. A., de la Sacristana, A. G., Sanchez, E., Romero, I., Vidal-Puig, A., Berral, F. J., Escribano, A., Moyano, M. J., Perez-Matinez, P., Lopez-Miranda, J. and Perez-Junenez, F. (2007b). A MUFA-rich diet improves postprandial glucose, lipid and GLP-1 responses in insulin-resistant subjects. *J. Am. Coll. Nutr.* 26(5):434–444.
- Parekh, N., et al. (2009). Association between dietary fat intake and age-related macular degeneration in the carotenoids in age-related disease study (CAREDS). *Arch. Ophthalmol.* 127(11):1483–1493.
- Pieterse, Z., Jerling, J. C. and Oosthuizen, W. (2005). Substitution of high monounsaturated fatty acid avocado for mixed dietary fats during an energy- restricted diet: Effects on weight loss, serum lipids, fibrinogen, and vascular function. *Nutrition*. 21:67–75.
- Proestos, C., Komaitis, M. (2006). Ultrasonically assisted extraction of phenolic compounds from aromatic plants: Comparison with conventional extraction technics. *Journal of Food Quality*. 29(5):567-582 40.
- Puizina, N. (2008). Skin aging. *Acta Dermatoven APA*. 17:47–55.
- Reboul, E., Thap, S., Tourniaire, F., Andre´, M., Juhe, C., Morange, S., Amiot, M. J., Lairon, D. and Borel, P. (2007). Differential effect of dietary antioxidant classes (carotenoids, polyphenols, vitamins C and E) on lutein absorption. *Br. J. Nutr.* 97:440–446.

- Rerksuppaphol, S. and Rerksuppaphol, L. (2006). Effect of fruit and vegetable intake on skin carotenoid detected by non-invasive Raman spectroscopy. *J. Med. Assoc. Thai*, 89(8):1206–1212.
- Ribarova, F., & Atanassova, M. (2005). Total phenolics and flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the university of chemical technology and metallurgy*, 40(3), 255-260.
- Roberts, R. L., Green, J. and Lewis, B. (2009). Lutein and zeaxanthin in eye and skin health. *Clin. Dermatol.* 27:195–201.
- Sacks, F. M., Bray, G. A., Carey, V. J., Smith, S. R., Ryan, D. H., Anton, S. D., McManus, K., Champagne, C. M., Bishop, L. M., Laranjo, S. D., Leboff, M. S., Rood, J. C., de Jonge, L., Greenway, F. L., Loria, C. M., Obaranek, E. and Williamson, D. A. (2009). Comparison of weight-loss diets with different compositions of fat, protein and carbohydrate. *N. Engl. J. Med.* 360(9):859–873.
- Saeed, N., Khan, M.R. & Shabbir, M. Antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid contents of whole plant extracts *Torilis leptophylla* L. *BMC Complement Altern Med* 12, 221 (2012). <https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-221>
- Salgado, J.M. et al. (2008a). Effect of the hass avocado (*Persea americana* Mill) on hipercolesterolemic rats. *Revista Ciência Tecnologia de Alimentos*. v.28, n.4, p.922-928.
- Salgado, J.M. et al. (2008b). The avocado oil (*Persea americana* Mill) as a raw material for the food industry. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v.28, p.20-26.
- Salonen, R. M., Nyyssonen, K., Kaikkonen, J., Porkkala-Saratabo, E., Voutilainen, S. and Rissanen, T. H. (2003). Six-year effect of combined vitamin C and E supplementation on atherosclerotic progression. *Circulation*. 107:947–953.
- Santos, M.A.Z. et al. (2014b). Profile of bioactive compounds in avocado pulp oil: influence of dehydration temperature and extraction method. *Journal of the American Oil Chemical Society*. v.91, p.19-27.
- Saquib, N., Natarajan, L., Rock, C. L., Flatt, S. W., Madlensky, L., Kealey, S. and Pierce, J. P. (2008). The impact of a long-term reduction in dietary energy density on body weight within a randomized diet trial. *Nutr. Cancer*. 60(1):31–38.
- SENAI (Serviço Brasileiro De Respostas Técnicas). (2006). Óleo de abacate. 1 Şubat 2022 tarihinde <http://www.sbrt.ibict>.

- Tamimi, R. A., Colditz, G. A. and Hankinson, S. E. (2009). Circulating carotenoids, mammographic density, and subsequent risk of breast cancer. *Cancer Res.* 69(24):9323–9329.
- Tarım Kütüphanesi, Avokado Yetiştiriciliği. Available at: http://www.tarimkutuphanesi.com/AVOKADO_YETISTIRICILIGI_00638.html Accessed July 08, 2017.
- Tentolouris, N., Arapostathi, C., Perrea, D., Kyriaki, D., Revenas, C. and Katsilambros, N. (2008). Differential effects of two isoenergetic meals rich in saturated or monounsaturated fat on endothelial function in subjects with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 31:2276–2278.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Byrne, D. H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of food composition and analysis*, 19(6-7), 669-675.
- Thomson, C. A., Stendell-Hollis, N. R., Rock, C. L., Cussier, E. C., Flatt, S. W. and Pierce, J. P. (2007). Plasma and dietary carotenoids are associated with reduced oxidative stress in women previously treated for breast cancer. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 16(10):2008–2015.
- Turatti, J.M., (2002) Lipídeos: aspectos funcionais e novas tendências. *Campinas: ITAL.* 69.
- Unlu, N., Bohn, T., Clinton, S. K. and Schwartz, S. J. (2005). Carotenoid absorption from salad and salsa by humans is enhanced by the addition of avocado or avocado oil. *J. Nutr.* 135:431–436.
- USDA (U.S. Department of Agriculture). (2011). Avocado, almond, pistachio and walnut Composition. Nutrient Data Laboratory. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 24. U.S. Department of Agriculture. Washington, DC.
- Uysal S., Zengin G., Aktumsek A., Karatas S. (2015). Fatty acid composition, total sugar content and anti-diabetic activity of methanol and water extracts of nine different fruit tree leaves collected from mediterranean region of turkey. *Int J Food Prop*, 18: 2268–2276.
- Van der Kraan, P. M. and van den Berg, W. B. (2000). Anabolic and destructive mediators in osteoarthritis. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* 3(3):205–211.

- Victor, V. M., Rocha, M., Sola, E., Banuls, C., Garcia-Malpartida, K. and Hernandez-Mijeres, A. (2009). Oxidative stress, endothelial dysfunction and atherosclerosis. *Current Pharma. Design.* 15:2988–3002.
- Villa-Rodríguez JA, Molina-Corral FJ, Ayala-Zavala JF, Olivas GI, González-Aguilar GA. (2011). Effect of maturity stage on the content of fatty acids and antioxidant activity of ‘Hass’ avocado. *Food Res Int.* 44(5):1231-1237.
- Voutilainen, S., Nurmi, T., Mursu, J. and Rissanen, T. H. (2006). Carotenoids and cardiovascular health. *Am. J. Clin. Nutr.* 83:1265–1271.
- Walker, K. Z. and O’Dea, K. (2001). Is a low fat diet the optimal way to cut energy intake over the long term in overweight people? *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 11:244–248.
- Wang L, Tao L, Hao L, Stanley TH, Huang KH, Lambert JD, Kris-Etherton PM. A Moderate-Fat Diet with One Avocado per Day Increases Plasma Antioxidants and Decreases the Oxidation of Small, Dense LDL in Adults with Overweight and Obesity: A Randomized Controlled Trial. *J Nutr.* 2020 Feb 1;150(2):276-284. doi: 10.1093/jn/nxz231. PMID: 31616932; PMCID: PMC7373821.
- Wang M, Zheng Y, Khuong T, Lovatt CJ. (2012). Effect of harvest date on the nutritional quality and antioxidant capacity in ‘Hass’ avocado during storage. *Food Chem.* 135(2):694-698.
- Wang, W., Connor, S. L., Johnson, E. J., Klein, M. L., Hughes, S. and Connor, W. E. (2007). Effect of dietary lutein and zeaxanthin on plasma carotenoids and their transport in lipoproteins in age-related macular degeneration. *Am. J. Clin. Nutr.* 85:762–769.
- Whiley A. (1 Eylül 2000). *Avocado Production in Australia*. Birleşmiş Milletler Dünya Tarım Örgütü.
- Wien, M., Haddad, E. and Sabaté, J. (2011). Effect of incorporating avocado in meals on satiety in healthy overweight adults. *11th European Nutrition Conference of the Federation of the European Nutrition Societies*. October, 27. Madrid, Spain.
- Wientarsih, Ietje & Purwono, Rini & Prasetyo, Bayu & Aldobrata, Anggara. (2012). Anti Lithiasis Activity of Avocado (*Persea americana* Mill) Leaves Extract in White Male Rats. *Hayati Journal of Biosciences.* 19. 10.4308/hjb.19.1.49.
- Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B. and Prior, R. L. (2004). Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacity of common foods in the U.S. *J. Agric. Food Chem.* 52:4026–4037.

- Wu, X., Gu, L., Holden, J., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E., Beecher, G. R. and Prior, R. L. (2007). Development of a database for total antioxidant capacity in foods: A preliminary study. *J. Food. Comp. Anal.* 17:407–422.
- Xiao, Fan & Xu, Tao & Lu, Baiyi & Liu, Ruihai. (2020). Guidelines for antioxidant assays for food components. *Food Frontiers*. 1. 60-69. 10.1002/fft2.10.
- Yong, L. C., Petersen, M. R., Sigurdson, A. J., Sampson, L. A., Ward, E. M. and Sampson, L. A. (2009). High density antioxidant intakes are associated with decreased chromosome translocation frequency in airline pilots. *Am. J. Clin. Nutr.* 90:1402–1410.





Benzerlik Raporu

Kübra Yavuz adına yüklenen "**ALANYA'DA YETİŞTİRİLEN HASS VE FUERTE AVOKADO YAPRAKLARINDAN HAZIRLANAN EKSTRELERDE TOTAL ANTİOKSİDAN VE TOPLAM FENOLİK BİLEŞEN TAYİNİ**" isimli eserin benzerlik testi yapılmıştır. Test sonucunda benzerlik oranı **%24** bulunmuştur.



Doküman Kodu : 341599_1648993020958

Doküman Kodu ile bu dokümanın doğruluğu
<https://app.intihal.net/kontrol.jsp> adresinden kontrol edilebilir.