

***Salvia hispanica* L. TOHUMLARININ
FİTOKİMYASAL VE BİYOLOJİK AKTİVİTE
AÇISINDAN ARAŞTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Hilal DOĞAN

Eskişehir 2019

***Salvia hispanica* L. TOHUMLARININ
FİTOKİMYASAL VE BİYOLOJİK AKTİVİTE
AÇISINDAN ARAŞTIRILMASI**

Hilal DOĞAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Farmakognozi Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Gülmira ÖZEK**

**Eskişehir
Anadolu Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Mayıs 2019**

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Hilal DOĞAN'ın "*Salvia hispanica* L. Tohumlarının Fitokimyasal ve Biyolojik Aktivite Açısından Araştırılması" başlıklı tezi 29/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca, Farmakognozi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

	Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	:Doç. Dr. Gülmira ÖZEK Anadolu Üniversitesi	
Üye	: Prof. Dr. İlkay ERDOĞAN ORHAN Gazi Üniversitesi	
Üye	: Prof. Dr. Ayşegül KÖROĞLU Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi	



Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Nalan GÜNDOĞDU-KARABURUN
Müdür,

FINAL APPROVAL FOR THESIS

This thesis titled “Investigation of *Salvia hispanica* L. Seeds for Phytochemical Properties and Biological Activity” has been prepared and submitted by Hilal DOĞAN in partial fulfillment of the requirements in “Anadolu University Directive on Graduate Education and Examination” for the Degree of Master of Science in Pharmacognosy Department has been examined and approved on 29/05/2019.

Committee Members		Signature
Member (Supervisor)	:Assoc. Prof. Dr. Gülmira ÖZEK	
Member	:Prof. Dr. İlkay ERDOĞAN ORHAN	
Member	:Prof. Dr. Prof. Dr. Ayşegül KÖROĞLU	

Director Graduate School of

Prof. Dr. Nalan GÜNDOĞDU-KARABURUN
Müdür

ÖZET

Salvia hispanica L. TOHUMLARININ FİTOKİMYASAL VE BİYOLOJİK AKTİVİTE AÇISINDAN ARAŞTIRILMASI

Hilal DOĞAN

Farmakognozi Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Mayıs 2019

Danışman: Doç.Dr. Gülmira ÖZEK

Salvia hispanica L., chia adıyla bilinen, tropikya da ılıman iklimde yetişen, beyaz ya da siyah renkli olup üzerindeki renkli noktalar bulunan Lamiaceae temsilcisidir. Bu çalışmada, *S. hispanica* tohumları metanol ve kloroform ile ayrı ayrı ekstre edilerek fitokimyasal ve biyolojik profilleri araştırılmıştır. Kimyasal kompozisyonları, taşıdığı toplam fenol ve flavonoid miktarları, serbest radikal süpürücü etkileri, Trolox'a eşdeğer antioksidan kapasitesi, anti- α -amilaz aktivitesi araştırılmıştır. Serbest yağ asitlerinin verimi (SYA) %75,7, polar ve apolar ekstraktların ise sırasıyla %1,6 ve %12,7 olarak saptanmıştır. Tüm ekstraktların serbest radikal süpürücü etkileri model DPPH[•] radikalini kullanarak spektrofotometrik yöntemle tayin edilmiştir. Metanollü ekstre en yüksek inhibisyon etkisini göstermiştir (IC₅₀ 1,63±0,15 mg/mL). Lipofilik ekstre ve SYA fraksiyonu sırasıyla %55,08±5,0 ve %27,5±0,4 aktivite göstermiştir. Tüm ekstraktların kimyasal profilleri kromatografik tekniklerle aydınlatılmıştır (GC-FID/MS, LC-MS/MS, UPCC). GC/MS tekniği ile tohumun %99,5'ini oluşturan toplam 14 yağ asidi teşhis edilmiştir. Linolenik (%62,4), linoleik (%19,8), oleik (%5,5), palmitik (%7,2) ve stearik (%3) asitler olarak saptanmıştır. SYA fraksiyonunda UPCC-MS tekniği ile oleik, linoleik, palmitik, stearik, 11-eikosenoik, palmitoleik, linolenik ve behenik asitler tespit edilmiştir. Metanollü ekstrede LC-MS/MS analizi sonucunda; rozmarinik asit glukozit ve rozmarinik asit tespit edilmiştir. Toplam fenolik bileşik miktarı en yüksek metanollü ekstrede tespit edilmiştir (0.107 mgGAE/g). Kloroformlu ekstre fenolik bileşikler açısından daha zayıf bulunmuştur. Toplam flavonoid miktarları kloroformlu ekstrede (0.019 RuE mg/g) metanollü ekstreye göre (0.010 RuE mg/g) daha yüksek bulunmuştur. Sabit yağların TEAK deneyinde kayda değer etkiye sahip olmadığı ancak metanollü ekstrenin (TEAK 0,25 mM) belirgin bir etki ortaya koyduğu gözlemlenmiştir. Ekstraktların α -amilaz enzimi üzerinde düşük etkisi olup en yüksek inhibisyon SYA fraksiyonunda saptanmıştır (24,23 mg/mL).

Anahtar Sözcükler: *Salvia hispanica*, Sabit Yağ Asitleri, Ekstraksiyon, Aktivite.

ABSTRACT

PHYTHORCHEMICAL AND BIOLOGICAL ACTIVITY INVESTIGATION OF *Salvia hispanica* L. SEEDS

Hilal DOĞAN

Department of Pharmacognosy

Anadolu University, Institute of Health Sciences, May 2019

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Gülmira ÖZEK

Salvia hispanica L., is known as chia, grows in tropical and subtropical climate, has white or black breed brown seeds. In this study, phytochemical and biological profiles of *S. hispanica* seeds extracted separately with methanol and chloroform have been investigated. The chemical composition, total amount of phenol and flavonoids, free radical scavenging effect, Trolox equivalent antioxidant capacity and anti- α -amylase activity have been investigated. The yield of the free fatty acids (FFA) obtained from the seeds was found to be 75,7%, while the polar and apolar extracts yields were as 1,6% and 12,7%, respectively. The free radical scavenging effects of all the extracts were determined with spectrophotometric method using model DPPH[•] model radical. The methanol extract of the seeds showed the highest inhibitory effect (IC₅₀ 1,63 $\pm$ 0,15 mg/mL). The lipophilic extract and FFA fraction demonstrated inhibition as 55,08 $\pm$ 5,0% and 27,5 $\pm$ 0,4%, respectively. The chemical profiles of all extracts were elucidated by chromatographic techniques (GC-FID/MS, LC-MS/MS, UPC²). In total, fourteen fatty acids constituted 99,5% of the seed oil, were identified with GC/MS technique. Linolenic (62,4%), linoleic (19,8%), oleic (5,5%), palmitic (7,2%) and stearic (3,0%) were determined. Rosmarinic acid glucoside and rosmarinic acid were detected by LC-MS/MS technique in the methanol extract. The total amount of phenolic compounds was determined as the highest in the methanol extract of the seeds (0,107 mgGAE/g). The total flavonoid amount was higher in the chloroform extract (0,019 RuE mg/g) than in the methanol extract (0,010 RuE mg/g). In the TEAK experiment, demonstrated noteworthy activity with TEAK 0,25 mM. The extracts demonstrated low effect on α -amylase enzyme and the highest inhibition value was found in the FFA fraction (24,23%).

Keywords: *Salvia Hispanica*, Fatty Acids, Extraction, Activity.

29/05/2019

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....
Hilal DOĞAN

ÖNSÖZ

Öncelikle, yüksek lisans eğitimim boyunca, yeri geldiğinde anne, yeri geldiğinde hoca olarak her gün kendimi biraz daha geliştirmemde büyük katkısı olan hem bilimsel hem de manevi anlamda desteğini hissettiğim,danışmanım olduğu için kendimi çok şanslı hissettiğim, çok değerli hocam Doç. Dr. Gülmira Özek'e,

Laboratuvar çalışmalarında her ihtiyaç duyduğumda, tecrübelerini ve bilgilerini esirgemeyen Ceyda Afşin Berdanoğlu, Benan Okyay ve sevgili Araş. Gör. Dr. Hülya Tuba Kıryan 'a,

Lisansüstü eğitimim boyunca benden manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili arkadaşlarım; Çiğdem Rüstemoğlu,Esma Çakmak, Canan Kahraman, Tuçe Gülsoy, Asiye Can, Elif Yatgın'a

Tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteklerini esirgemeyen,muhtelif kısımlarında yardımları dokunmuş olan velayatımdaki varlıkları için her zaman minnettar olacağım annem İlknur Doğan, ablam Zülal Tombul,abim Seyyid Tombul'a, yeğenim Y. Uras Tombul'a

Tez yazım aşamasında sevgisini,ilgisini ve vaktini benden esirgemeyen yol arkadaşım Samet Güney'e

Uzaklık, çalışma hayatı ve yoğun hayat tempoma rağmen pes etmeyip motivasyonumu yüksek tuttuğum için kendime,

Tüm içtenliğimle, sonsuz teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	iii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
1.1. Sağlıklı Yaşam İçin Bitkisel Ürünlerin Kullanımının Önemi	1
1.2. Obezite, Diyabet ve Kardiyovasküler Hastalıklarında Bitkisel Ürünlerin Önemi.....	2
1.3. Chia Tohumunun Fonksiyonel Gıda Olarak Önemi.....	5
2.KAYNAK BİLGİSİ	8
2.1. Botanik Bilgiler	8
2.1.1. Lamiaceae familyası genel özellikleri	8
2.1.2. <i>Salvia</i> L. cinsi özellikleri	8
2.1.3. <i>Salvia hispanica</i> L. türü	9
2.2. Kimyasal Bilgiler	10
2.2.1. Chia tohumu bileşimi.....	13
2.2.1.1. Chia tohumu protein içeriği.....	13
2.2.1.2. Chia tohumu yağ içeriği	14
2.2.1.3. Chia tohumu karbonhidrat içeriği	16
2.2.1.4. Chia tohumu lif içeriği.....	16
2.2.1.5. Chia tohumu fenolik bileşikleri	17
2.2.1.6. Chia tohumu vitamin içeriği	20
2.2.1.7. Chia tohumu mineral içeriği.....	20

2.3. Chia Tohumunun Biyolojik Etkileri.....	21
2.3.1. Antioksidan aktivite araştırmalarının önemi	21
2.3.2. Antiobezite aktivite	22
2.3.3. Kardiyovasküler hastalıklar üzerine etkisi.....	23
2.3.4 Tip 2 diyabet üzerine etkisi	27
2.3.5. Çölyak hastalığı üzerine etkisi	27
2.3.6. Sanayide kullanımı.....	28
2.3.8. Chia tohumunun tarımı.....	28
3. MATERYAL VE METOD	30
3.1 Bitkisel Materyal	30
3.2. Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Çözücüler.....	30
3.3. Kullanılan Aletler ve Cihazlar	31
3.4 Ekstrelerin hazırlanması.....	32
3.4.1. Metanollü ekstrenin eldesi.....	32
3.4.2. Toplam lipitleri içeren ekstrenin eldesi.....	32
3.4.3. Serbest yağ asitlerinin eldesi	33
3.4.4. Sabit yağ asitlerinin metillenmesi	36
3.5. Ekstrelerin Kromatografik Analizleri.....	37
3.5.1. Sabit yağ asitlerinin GC-FID/MS analizi	37
3.5.2. LC-MS/MS analizi	37
3.5.3. UPCC analizi	38
3.5.4. Ekstrelerin toplam fenol miktar tayini	38
3.5.4. Ekstrelerin toplam flavonoit miktar tayini.....	39
3.5.5. Ekstrelerinin antioksidan etkilerinin belirlenmesi	40
3.5.5.1. Serbest radikal süpürücü etkisinin incelemesi (DPPH testi)	40
3.5.5.2. Troloks'a eşdeğer antioksidan kapasitesinin incelenmesi (TEAK)...	41
3.5.5.3. Anti- α -amilaz etkisinin incelenmesi	42
4. BULGULAR.....	44
4.1. Ekstrelerin verim bilgileri	44
4.2. Sabit yağ asitlerinin kimyasal kompozisyonu	44

4.3. Ekstrelerin kimyasal kompozisyonu.....	45
4.4 UPCC Analizi.....	47
4.5. Ekstrelerde Toplam Fenol Miktarı.....	48
4.6. Ekstrelerde Toplam Flavonoit Miktarı	49
4.7. Ekstrelerin Antioksidan Aktivitesi	50
4.7.1. Ekstrelerin serbest radikal süpürücü etkileri (DPPH deneyi).....	50
4.7.2. Ekstrelerin Troloks'a eşdeğer antioksidan kapasitesi (TEAC)	50
4.7.3. Ekstrelerin anti- α -amilaz aktivitesi	51
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	53
5.1. Ekstrelerin Verim Bilgileri	53
5.2. Ekstrelerin Kimyasal Kompozisyonu	53
5.2.1. GC/MS sonuçları.....	53
5.2.3. UPCC analizi	55
5.3. Ekstrelerde Toplam Fenol Miktarı.....	55
5.4. Ekstrelerde Toplam Flavonoit Miktarı	56
5.5. Ekstrelerin Antioksidan Aktivitesi	57
5.5.1. Ekstrelerin serbest radikal süpürücü etkileri (DPPH deneyi).....	57
5.5.2. Ekstrelerin Troloks'a eşdeğer antioksidan kapasitesi (TEAK).....	58
5.5.3. Ekstrelerin anti- α -amilaz aktivitesi	59
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	60
ÖZGEÇMİŞ	77
EKLER	81

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. <i>S. hispanica</i> bitkisi	9
Şekil 2.2. Chia tohumu (siyah ve beyaz)	10
Şekil 2.3. Chia tohumu ile ilgili araştırmaların istatistiksel verileri	12
Şekil 2.4. Chia tohumu ile yapılan antioksidan aktivitesi ile ilgili araştırmaların istatistiksel verileri	12
Şekil 2.5. Chia tohumu ile yapılan antioksidan aktivitesi ile ilgili araştırmaların istatistiksel verileri	13
Şekil 2.6. Chia tohumu için rapor edilen fenolik bileşiklerin yapıları	19
Şekil 2.7. Chia tohumu için rapor edilen izoflavonoidlerin yapıları	19
Şekil 2.8. Chia tohumu dünyada yayılışı	29
Şekil 2.9. Chia tohumu dünyada ticareti	29
Şekil 3. 1. Bitkisel materyal örneği	30
Şekil 3. 2. Metanollü ekstrenin eldesi	32
Şekil 3.3. Chia tohumlarının ekstraksiyona hazırlanışı	33
Şekil 3.4. Chia tohumlarının maserasyonu	33
Şekil 3.5. Chia tohumundan elde edilen ekstre	34
Şekil 3.6. Folch metodu ile elde edilen toplam lipid fraksiyonu	34
Şekil 3.7. Ekstrelerin filtrasyon işlemi	35
Şekil 3.8. Ekstrenin rotavaporda kurutulması	35
Şekil 3.9. Boron triflorür reaktifi ile yağ asitlerinin metillenme tepkimesi	36

Şekil 3.10. Yağ asitlerinin dietil eterli fazda toplanması.....	37
Şekil 3.11. Flavonoit ve AlCl ₃ reaktifi arasında gerçekleşen tepkime	39
Şekil 3.12. Serbest radikal DPPH ve antioksidan arasındaki tepkime	40
Şekil 3.13. ABTS katyon radikalının eldesi	41
Şekil 4. 1. Chia tohumunun metanollü ekstresinin LC-MS/MS tekniğinde elde edilen genel kromatografik profili.....	45
Şekil 4.2. Chia tohumunun metanollü ekstresinde tespit edilen Rozmarinik asit glikozidinin spektrumu.....	45
Şekil 4. 3. Chia tohumunun metanollü ekstresinde tespit edilen Rozmarinik asidin spektrumu.....	46
Şekil 4.4. Chia tohumunun metanollü ekstresinde tespit edilen (9Z,12Z)-15,16-Dihidroksi-9,12-oktadekadienoik asit spektrumu	46
Şekil 4. 5. Chia tohumunun metanollü ekstresinde tespit edilen m/z 474 ve m/z 562 Linoleik asit türevlerinin spektrumları	47
Şekil 4. 6. Gallik asit kalibrasyon eğrisi.....	48
Şekil 4. 7. Rutin kalibrasyon eğrisi.....	49
Şekil 4. 8. Kersetin kalibrasyon eğrisi.....	50
Şekil 4. 9. Trolox kalibrasyon eğrisi.....	51
Şekil 5.1. Chia tohumu yağ asitleri gaz kromatografik profili.....	53
Şekil 5.2. Chia tohumu ekstrelerin toplam fenol miktarı deneyi sonuçları	55
Şekil 5.3. Chia tohumu ekstrelerin toplam flavonoit miktarı deneyi sonuçları.....	56
Şekil 5.4. Chia tohumu ekstrelerin DPPH serbest radikal süpürme etkisi deneyi sonuçları	57
Şekil 5.5. Chia tohumu ekstrelerinin TEAK deneyi sonuçları	58

Şekil 5.6. Chia tohumunun anti α -amilaz etkisi deney sonuçları.....	59
--	----

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Türkiye’de diyabet tedavisinde halk arasında kullanılan bazı tıbbi bitkiler	4
Çizelge 2.1. Chia tohumunun enerji ve besin ögesi bileşimi (USDA, 2017).....	11
Çizelge 2.2. Chia tohumu aminoasit miktarları.....	14
Çizelge 2.3. Chia tohumu lipit içeriği.....	14
Çizelge 2.4. Chia tohumu fenolik bileşikler içeriği.....	17
Çizelge 2.5. Chia tohumu vitamin içeriği.....	20
Çizelge 2.6. Chia tohumu mineral içeriği.....	20
Çizelge 2.7. Chia tohumu ile yapılan obezite ve diyabet klinik çalışmaları	24
Çizelge 3.1. Kimyasal madde ve kaynakları.....	30
Çizelge 3.2. Alet ve cihaz bilgileri	31
Çizelge 4.1. Chia tohumlarının farklı ekstraların verimleri.....	44
Çizelge 4.2. Chia tohumun sabit yağ asitlerinin kimyasal kompozisyonu.....	44
Çizelge 4.3. Chia tohumlarının UPCC analizi.....	47
Çizelge 4.4. Chia tohumları ekstralarının toplam fenol miktarları.....	48
Çizelge 4.5. Chia tohumu ekstralarının toplam flavonoid miktarları.....	49
Çizelge 4.6. Chia tohumu ekstralarının serbest radikal süpürme etkileri.....	50
Çizelge 4.7. Chia tohumu ekstralarının trolox’a eşdeğer antioksidan kapasitesi	51
Çizelge 4.8. Chia tohumu ekstralarının α amilaz enzimi üzerinde inhibisyon sonuçları	52
Çizelge 5.1. Chia tohumu yağının yağ asitleri bileşimi (%).....	54

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

Abs	: Absorbans
ABTS	: 2,2'-Azino-bis(3-etilbenztiyazoline-6-sulfonik asit)
ACE	: Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim
ALA	: α -Linolenik Asit
BHT	: Bütillenmiş hidroksi toluen
CAT	:Katalaz
CRP	:C-Reaktif Protein
ÇDYA	: Çoklu doymamış yağ asidi
DHA	: Dokosahekzanik asit
DM	: Diyabetes mellitus
DPPH	: 1,1-Difenil-2-pikril hidrazil radikali
DYA	: Doymuş yağ asitleri
E	:Eser miktarda
EPA	: Eikosapentaneoik asit
GAE	: Gallik asite eşdeğer miktar
GC-FID	:Gaz Kromatografi-Alev İyonizasyon Dedektörü
GC-FID/MS	:Gaz Kromatografi-Alev İyonizasyon Dedektörü/Kütle Spektrometresi
GC/MS	:Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi
GİB	: Glüten içermeyen besin
GF	: Glütensiz Formülasyon
GPx	: Glutasyon Peroksidaz
GRd	: Glutasyon Reduktaz
HT	: Hipertansiyon
IC ₅₀	:%50 İnhibisyon gösteren konsantrasyon
%İnh	: Yüzde İnhibisyon
KE	: Kersetine eşdeğer miktar
KVH	: Kardiyovasküler hastalık
LA	: Linoleik asit

LC-MS	: Sıvı Kromatografisi/Kütle Spektrumu
LC-MS/MS	: Sıvı Kromatografisi-Kütle/Kütle Spektrometresi
RRI	: Relative Retention Index
RuE	Rutine Eşdeğer Miktar
SR	:Serbest Radikal
SS	:Standart Sapma
TEAK	: Trolox’a Eşdeğer Antioksidan Kapasite
TDYA	: Tekli doymamış yağ asidi
TURDEP	: Türkiye Diyabet Prevalansı
UPC ²	: UltraPerformance Convergence Chromatography
UHPLC	:Ultra Yüksek Performans Likit Kromatografisi
UPC ² -MS	:UltraPerformance Convergence Chromatography – Mass Spectrometry
UV	:Ultraviyole
YDYA	: Yüksek doymuş yağ asitleri
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

1.GİRİŞVE AMAÇ

1.1. Sağlıklı Yaşam İçin Bitkisel Ürünlerin Kullanımının Önemi

Gelişen teknoloji, artan çevre kirliliği, kullanılan zirai ilaçlar, sigara ve alkol kullanımı, ultraviyole (UV) ışınlar ve birçok etken, canlıların özellikle de insanların, farklı zararlı etmenler ile karşı karşıya kalmasına sebep olmaktadır. İnsanlarda çevresel ve psikolojik etkiler, Serbest Radikal (SR) oluşumuna neden olmaktadır. Bu şekilde oluşan radikal artışı ile çeşitli hastalıklar artmakta ve bu da insan sağlığını kötü yönde etkilemektedir. İnsanların sağlığını olumsuz etkileyen bu faktörlere ve hastalıklara çözüm getirmek, öncelikle bu faktörlerin ortadan kaldırılmasıyla ve hastalıkların oluşumunu engellemekle gerçekleştirilebilir. Bu durumun engellenmesi için de ilaç kullanımının yerine doğal besinlerin ve gıdaların tüketilmesi önem kazanmaktadır (Hochstein vd.,1988; Benzie,2003).

Dünyada çok eski çağlardan beri birçok bitkinin tıbbi amaçlarla kullanıldığı bilinmektedir. Tarihte tıbbi bitkiler ve onların kullanımları ile ilgili en eski bilgiler Çin, Mısır ve Yunan tarihinden gelmekte olup, Anadolu'da da Hititler döneminde bazı drogların üretilip ihraç edildiği bilinmektedir. Günümüzde ise dünyada kullanılan bitki sayısının 20.000 civarında olduğu, bunlardan 4000 drogun yaygın şekilde kullanıldığı, yaklaşık 400 kadarının ise ticaretinin yapıldığı bildirilmektedir (Alpınar vd.,1997; Baytop, 1999). İnsanlık tarihi boyunca birçok hastalık (şeker hastalığı, sarılık, nefes darlığı vb.) bitkiler kullanılarak tedavi edilmeye çalışılmış ve çalışılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre, dünya nüfusunun %80'i bitkisel ilaçlarla tedavi olmaktadır (Karabulut vd.,2016). WHO'ya göre insanlar zamanlarının ve ekonomik imkanlarınınönemli bir kısmını sağlıksız beslenmelerinden kaynaklanan sorunları çözebilmek için harcamaktadırlar (Sarah,2001). Bitkilerle tedavinin birçoğunun etkinliği henüz tam olarak bilimsel yönden kanıtlanmasa da hastalıkların tedavisinde veya şikayetlerin azaltılmasında tüm dünyada kullanımı hızla artmaktadır. Hastalar kullanım nedenlerini tam olarak açıklayamamakta; ancak, özellikle kronik hastalıklarda tamamlayıcı tedavi yöntemlerinden olan bitkilerin kullanımını, modern tıptan daha başarılı olarak algılamaktadır. Bu konuda dikkat edilmesi gereken konu hastaların yapılan ya da yapılması gereken modern tıbbi tedavileri geciktirmemeleri ve/veya terk etmemeleridir (Özçelik vd.,2015;Panel,1997; Grey vd.,2003).

1.2. Obezite,Diyabet ve Kardiyovasküler Hastalıklarında Bitkisel Ürünlerin Önemi

Obezite, sağlıklı olumsuz etkileyen vücutta anormal ve aşırı yağ birikimi olarak tanımlanır (WHO,2017). Diyabetes mellitus (DM) ise insülin salınımını, insülinin dokular üzerindeki etkisi veya her ikisinin de bozulması sonucunda oluşan hiperglisemi ile karakterize metabolik bir hastalıktır (ADA,2016). Tüm diyabetlilerin %90-95'inde Tip 2 DM vardır. Tip 2 DM; insülin direnci ve insülin sekresyonunda bozulma ile karakterizedir. Tip 2 DM'li kişilerin yaklaşık %90'ı aşırı kilolu veya obez olduğu için obezite, DM'nin gelişiminde en önemli faktör olarak görülmektedir (Nurs,2010).

Obezitenin, kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet, hipertansiyon, dislipidemi, metabolik sendrom, hormon bağımlı bazı kanserler ve obstrüktif uyku apnesi sendromu gibi çeşitli hastalıklar için risk oluşturduğu bilinmektedir. KVH için de en büyük risk faktörü bireyin obez oluşu ve buna bağlı olarak vücuttaki kan yağlarındaki bozulmalardır (Efil,2005; Deshmukh vd.,2005; İnsel P vd.,2007; García-Álvarez vd.,2007; Bakhshi E vd.,2008).

Obezite, DM, KVH ve bu üç hastalığın neden olduğu komplikasyonlar, hastaların hayat kalitesini ileri derecede etkilemesinin yanında ülke ekonomisine de ciddi yük getirmektedir. Bu noktada obezitenin önlenmesinin yanı sıra obez kişilerde DM gelişmesine ve diyabetik komplikasyonlara neden olan fizyopatolojik mekanizmaların aydınlatılması da önemlidir.

Sağlık Bakanlığı tarafından yapılan Türkiye Diyabet Prevalansı (TURDEP-I) çalışmasında 1997'den 1998 yılına kadar 540 merkezde, 20 yaş ve üzeri yaklaşık 24788 kişi incelenmiş, obezite kadınlarda %30, erkeklerde %13, genel toplumda %22,3 düzeyinde bildirilmiştir. TURDEP-I çalışmasından 12 yıl sonra, aynı merkezlerde 26500 erişkinin katılımı ile yapılan Türkiye Diyabet Prevalans-II çalışmasında (TURDEP-II), kadınlarda obezite prevalansı %44, erkeklerde %27 ve genel toplumda %35 olarak bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları, TURDEP-I popülasyonunun yaş grubu ve cinsiyet dağılımlarına göre düzenlendiğinde, Türkiye'de erişkinlerde obezite prevalansının 1998'deki %22,3'den, %40 oranında artarak 2010'da %31,2'e ulaştığı bulunmuştur. 12 yılda kadınlarda obezitenin %34, erkeklerde %107 oranında arttığı görülmektedir (Obezite.,2014).

TURDEP-II çalışmasına göre; Türkiye de yaşayan 6.503.027 (%13,7) kişiye diyabet, 13.812.899 (%28,7) kişiye ise prediyabet tanısı konmuştur. TURDEP-I'e göre 20-80 yaş grubunda diyabet sıklığı %7,2 iken 2010 yılında yapılan TURDEP-II

alışmasında lke genelinde 20 yaşı üzerinde 26.499 kişi incelenmiş ve Tip 2 DM sıklığı %13,7 olarak saptanmıştır. Türkiye’de DM sıklığının 12 yılda %90 arttığı grlmştr (Satman vd., 2002-2013).

Ülkemizde DM grlme oranı beklenenin çok üstünde artmaktadır. WHO, Türkiye’de 2000 yılında yaklaşık 3 milyon olan DM’li sayısının 2030 yılında 6,5 milyona ulaşacağını tahmin etmiş, ancak 2030 için tahmin edilen bu değer 2014 yılında aşılmış ve lkemizdeki DM’li sayısı 7 milyonun üstüne çıkmıştır. Hastalık tedavisinde çok çeşitli yöntemler vardır. DM tedavisinde sentetik ilaçların yanında artık tıbbi beslenme tedavisi ve doğal yöntemler daha önemlidir. Dünya Diyabet Atlası’na göre piyasada bulunan sentetik veya yarı-sentetik ilaçların yan etkileri, pahalı olmaları, kanserojen, toksik, alerjen olmaları; diğer taraftan tıbbi beslenme tedavisinin doğal olması, yan etkileri düşük veya olmaması, ucuz olması ve günlük yaşam kalitesinin arttırılması,tıbbi beslenme tedavisinin sentetik ilaçlara karşı avantajlarıdır(Whiting vd., 2011)

Çalışmalarda mevcut tıbbi bitkilerden elde edilen geleneksel ilaçların yeni antidiyabetik ilaçların keşfi için büyük bir potansiyel sunduğu görülmektedir. Son zamanlarda bazı tıbbi bitkilerin dünya çapında DM için yararlı olduğu rapor edilmiştir ve bunlar antidiyabetik ilaçların yanında ampirik olarak kullanılmaktadır (Jung vd., 2006; Malviya vd.,2010; Chan vd., 2012). Bitkilerin antihiperглиsemik aktivitesi; insülin salınımının artması, glukozun intestinal sistemden absorpsiyonunun inhibisyonu ya da pankreatik doku fonksiyonlarını tamir etme yeteneklerinden kaynaklanmaktadır. Hipoglysemik aktiviteye sahip 400’den fazla bitki türü literatürde yer almaktadır. Tespit edilen bitkiler familyalarına göre sıralandığında en fazla kullanılan familyalar sırasıyla; Rosaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Fabaceae, Urticaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Moraceae, Berberidaceae, Cistaceae, Liliaceae, Loranthaceae ve Polygonaceae’dır (Jung vd.,2006; Malviya vd.,2010; Chan vd.,2012).

Türkiye’de geleneksel tıpta antidiyabetik amaçlı olarak kullanılan bitkiler vardır. Bunlardan en yaygın kullanılanları; tür, cins ve familyalar üzerinden değerlendirilmiştir. Yapılan literatür taramaları sonunda hazırlanan Türkiye’de diyabette kullanılan bitkilerizelge 1.1’de derlenmiştir.

Çizelge 1.1. Türkiye’de diyabet tedavisinde halk arasında kullanılan bazı tıbbi bitkiler*

Kullanılan Bitkilerin Familya adı	Kullanım Sıklığı,%	Kullanılan Bitkilerin Cins adı	Kullanım Sıklığı,%	Kullanılan Bitkilerin Tür adı	Kullanım Sıklığı,%
Rosaceae,	21	<i>Urtica</i> sp.	23	<i>Urtica dioica</i>	3,6
Lamiaceae	14	<i>Rosa</i> sp.	3,5	<i>Rosa canina</i>	2,9
Asteraceae	12,6	<i>Teucrium</i> sp.	3,5	<i>Teucrium polium</i>	2,9
Fabaceae	5,6	<i>Thymus</i> sp.	3,5	<i>Cerasus mahaleb</i>	2,16
Urticaceae	4,9	<i>Morus</i> sp.	2,82	<i>Viscum album</i>	2,16
Apiaceae	4,2	<i>Rubus</i> sp.	2,82	<i>Tymus</i>	2,16
Brassicaceae	3,5	<i>Allium</i> sp.	2,11		
Moraceae	2,8	<i>Artemisia</i> sp.	2,11		
Berberidaceae	2,1	<i>Berberis</i> sp.	2,11		
Cistaceae	2,1	<i>Cerasus</i> sp.	2,11		
Liliaceae	2,1	<i>Cistus</i> sp.	2,11		
Loranthaceae	2,1	<i>Crataegus</i> sp.	2,11		
Polygonaceae	2,1	<i>Mentha</i> sp.	2,11		

*Sarıkaya vd.,2010

Bilimsel buluşlar doğrultusunda vücutta bulunan serbest radikallerin oksidasyona uğraması birçok günümüz hastalığının mekanizmasında yer almaktadır. KVH,kanser gibi hastalıkların patogeneğinde serbest radikallerin ve indirgenme reaksiyonlarının rol aldığı kanıtlanmış bir olaydır. Bu tür hastalıkların oluşma ihtimalini en aza indirmek amacıyla oksidasyonu inhibe eden antioksidan etkili maddelere ihtiyaç vardır(Lewis vd., 2000). Son yıllarda, doğal antioksidanların güvenilir olması ve yan etkileri olmaması nedeniyle sentetik antioksidanlara kıyasla daha fazla tercih edilir duruma gelmişlerdir (Pellegrini vd., 2009; Tozoğlu,2011). İnsan vücudunda oksidanlara karşı enzimatik antioksidanlar (süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) gibi) devamlı üretilmektedir. Buna ek olarak beslenme ile dışarıdan alınan gıdaların antioksidan içerikleri de antioksidan savunma sisteminin güçlenmesine ciddi katkı sağlamaktadır (Pellegrini vd., 2009; Yılmaz ,2010).

Günlük beslenme alışkanlıklarına omega-3 yağ asidi katılması KVH, hipertansiyon(HT), bağışıklık, allerji ve sinirsel bozuklukları önlediğine yönelik çalışmalar çoktur (Lewis vd., 2000). Omega-3 yağ asitleri; vücutta biyokimyasal ve fizyolojik aktivitelerde önemli görevler üstlendiği; bunların insan vücudunda göz, beyin, testis ve plasentada toplandığı, göz ve beyin fonksiyonlarının eksiksiz olarak

yerine getirilmesine yardımcı olduğu ve kandaki yağ konsantrasyonunu düzenlediği bilinmektedir (Canpulat vd.,2008).

1.3. Chia Tohumunun Fonksiyonel Gıda Olarak Önemi

*Salvia hispanica*L., bitkisinin tohumları son zamanlarda obezite, diyabet ve kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde fonksiyonel gıda olarak büyük önem kazanmıştır. *S. hispanica* tohumları chia tohumu olarak birçok araştırmalarda ele alınmıştır (da Silva Marineli vd.,2014).

Beslenme alanı, gıdaların temel besin gereksinimlerini karşılamanın ötesinde faydalarına odaklanmaya başlamıştır. Bu gıdalara “fonksiyonel gıdalar” denir. Chia tohumunun zengin bir besin bileşimi ve omega-3 içeriği chia tohumunu yeni bir fonksiyonel gıda olarak düşündürmektedir. Hem KVH hem de Tip 2 DM gelişimindeki obezitenin temel etkisi nedeniyle, beslenme araştırmaları, iştah regülasyonuna giderek daha fazla önem vermiştir. Chia tohumu gibi bazı fonksiyonel gıdalar obezite riskini azaltmaya yardımcı olabilir(Lee, 2009). Bu doğrultuda, chia tohumu doğal yöntemler arasında kullanılmaya başlanmıştır (M. Guevara-Cruz vd., 2011).Chia tohumu; anavatanı Meksika’nın güneyi ve Guetamala’nın kuzeyi olan Lamiaceae ailesine ait yıllık otsu bir bitkidir (Bodoira vd.,2017). Tarihsel kayıtlar, chia tohumunun Maya ve Aztek uygarlıklarının ve kolomb öncesi dönemde Orta Amerika’nın temel gıdalarından biri olduğunu belirtmektedir (Chicco vd., 2009; Peiretti ve Gai, 2009; Verdu vd., 2017).

Bazı ön çalışmalarda chia tohumunun, hastalıkların olası risk faktörleri üzerindeki potansiyel yararlı fizyolojik etkileri gösterilmiştir:

- Chia tohumu bir besin kaynağıdır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, chia tohumları tüketmenin sistolik kan basıncını azaltabildiğini ve postprandiyal kan şekeri düşürdüğünü göstermektedir. Bu sonuçlar da chia'yı popüler hale getirmiştir (Jin F vd., 2012).
- Chia tohumu doygunluk indeksini artırır, KVH önler, iltihap, sinir sistem bozuklukları ve DM'den korumaya yardımcı olur (Imran vd., 2015).
- Yüksek doymuş yağ asitleri (YDYA) ve düşük çoklu doymamış yağ asidi (ÇDYA) alımı ile KVH, DM, metabolik sendrom gibi hastalıklar yaygın olarak görülmektedir. α -linolenik asit (ALA) ve n-3'ün eklenme etkisi ile uzun zincirli ÇDYA'nın kalp koruyucu etki gösterdiği gözlenmiştir (Segura-Campos vd., 2010).

- Doymuş yağ asidi alımının artması ve ÇDYA alımının azalması KVVH, DM ve metabolik sendrom gibi kronik hastalıkların riskini artırmaktadır. Chia tohumu; n-3 yağ asitlerinin doğal bir kaynağı olarak kan trigliseridinin düşmesi ve β -sterol içeriği sayesinde kan kolesterol düzeylerinin düzenlenmesinde etkili olmaktadır (Alonso-Calderón vd., 2013).

Chia bitkisinin gelişim süreci; erken, orta, geç bitki, filizlenme ve tomurcuklanma olmak üzere beş aşamada incelenmiştir. Bitkinin olgunlaşma sürecinde ALA içeriğinde %23'lük bir azalma, linoleik asit (LA) ve lignin içeriğinde ise artış olmaktadır. Chia tohumunun enerji ve besin ögesi içeriği iklim koşullarına, yetiştiği toprağın denizden yüksekliğine ve besin ögesi içeriğine göre değişiklik göstermektedir. Örneğin, bitkinin protein içeriği sıcaklık arttıkça azalmakta yağ içeriği ise topraktaki tuz oranı arttıkça azalmaktadır (Ayerza ve Coates, 2011).

Literatür tarama sonucunda chia tohumu üzerinde Türkiye'de yapılmış birkaç araştırmanın sonuçlarına rastlanmıştır. Bu çalışmalarda da chia tohumunun sadece gıda olarak özellikleri araştırılmıştır. Ancak kapsamlı kimyasal ve biyolojik aktivite profilini ortaya koyan, aynı zamanda chia tohumunun karbonhidrat sindiriminde önemli olan α -amilaz enzim üzerindeki etkisinin araştırılmasıyla ilgili sonuçlar bulunmamıştır. Son zamanlarda Türkiyede chia tohumunun kullanımı gittikçe artmaktadır. Bu doğrultuda, Türkiye piyasasında bulunan ve tüketiciye sunulan chia tohumları üzerinde hem kimyasal kompozisyonu hem çeşitli biyolojik aktivite açısından araştırma ihtiyacı oluşmuştur.

Çalışmamızın amacı piyasada bulunan chia tohumlarının üzerinde kapsamlı fitokimyasal ve biyolojik aktivitesini değerlendirmektir. Bu doğrultuda belirtilen amaca yönelik aşağıdaki hedefler belirlenmiştir:

- Türkiye piyasasında bulunan tüketiciye sunulan chia tohumu örneği alınarak farklı polaritedeki çözücülerle ekstraktlar elde edilmesi,
- Chia tohumlarından sabit yağ elde edilmesi,
- Sabit yağ ve ekstraktların kimyasal profilleri kromatografik yöntemlerle araştırılması,
- Ekstraktların taşıdığı toplam fenol ve toplam flavonoid miktar tayinleri spektrofotometrik yöntemle yapılması,
- Ekstraktların ve sabit yağın serbest radikal süpürme etkileri model radikal

(DPPH[•]) kullanarak saptanması,

- Ekstrelerin ve sabit yağın serbest radikal süpürme etkileri model olarak ABTS^{•+} katyon radikali kullanılarak incelenmesi,
- Ekstrelerin ve sabit yağın α -amilaz enzimi inhibe etme etkileri *in vitro* şartlarda spektrofotometrik yöntemle değerlendirerek diyabet üzerindeki etkileri incelenmesidir.

2.KAYNAK BİLGİSİ

2.1. Botanik Bilgiler

2.1.1.Lamiaceae familyası genel özellikleri

Lamiaceae familyası çoğunlukla ot ve çalı formunda olup tek yıllık veya çok yıllık aromatik bitkilerden oluşmaktadır. Bu familya dünyanın her tarafında bulunur ve çoğunlukla Kuzey-Batı Asya ve Akdeniz bölgesine yayılmış, yaklaşık 220 cinsi ve 3500 türü de bünyesinde barındırır. Türkiye’de 38 cins, 400 tür yetişir ve bu türlerin 240’ı endemiktir. Endemik bitki bakımından oldukça zengin olan Lamiaceae familyasının uçucu yağ verimi oldukça yüksek olup, bilinen önemli cinsleri, *Thymbra*, *Thymus*, *Origanum*, *Satureja*, *Mentha*, *Teucrium*, *Ballota*, *Stachys*, *Salvia*, *Ajuga*, *Prunella*, *Melissa*, *Lamium*, *Sideritis* ve *Marrubium*’dur. Bu familya yaygın olarak Türkiye’nin Akdeniz Bölgesindeki dağlık alanlarda yayılış göstermekte olup familyanın endemizm oranı %42,2 olarak belirtilmektedir (Kocabaş ve Karaman, 2001; Özkan, 2007).

Türkiye farklı iklim kuşaklarının kesişme noktasında yer alması nedeniyle, bitki tür ve çeşitliliği açısından oldukça zengin bir ülkedir. Dünya pazarında, çay bitkileri ve baharat ihracatında söz sahibi ülkelerden biri olup, ticareti yapılan bitki türleri arasında ilk sırayı Lamiaceae familyası almaktadır. Ayrıca, Türkiye alternatif tıpta da önemli bir yeri olan Lamiaceae bitkileri bakımından önemli bir gen merkezidir (Kocabaş ve Karaman, 2001; Özkan, 2007). Bu familyaya ait olan türlerin yüksek biyolojik ve farmakolojik aktiviteleri yıllardır bilinmektedir. Bu bitkilerin fitoterapötik özelliği çoğunlukla içeriğindeki doymamış yağlardan ileri gelmektedir (Bozin vd., 2006).

Lamiaceae familyasında bulunan bitkiler uçucu yağlar, aromatik yağlar ve benzeri sekonder metabolitler açısından oldukça, zengin olduğu için birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle tıp, eczacılık, gıda, kozmetik gibi alanlarda kullanılmaktadır (Kahraman vd., 2009).

2.1.2.SalviaL. cinsi özellikleri

Türkiye de *Salvia* türleri, halk arasında farklı isimlerle anılmaktadır; adaçayı, elma çalpası, meryemiye, gevrek şalpa gibi isimlendirilmiştir. *Salvia* türleri; genel olarak gaz söktürücü, midevi, ter kesici ve idrar arttırıcı olarak kullanılmaktadır haricen yara iyi edici ve antiseptik olarak da kullanılmaktadırlar (Baytop,1984).

Türkiye de *Salvia* genusunun 97 tür, 4 alt tür ve 8 varyetesi vardır.

Salvia türlerinin 51 tanesi ülkemizde endemiktir yani bu cinsin endemizim oranı %52,5 olup oldukça yüksektir. Bu türlerin Türkiye'deki fitocoğrafik olarak bulundukları yerler; 58 tanesi (% 59,7) İran-Turan, 27 tanesi (%27,8) Akdeniz, 5 tanesi (%5) Avrupa-Sibirya, kalan 7 tanesi ise (%7) birden fazla fitocoğrafik bölgede bulunmaktadır (Akıcı,2018; Doğan vd., 2008).

Salvia türleri halk arasında ilaç olarak kullanımları yaygın olan türlerdir. Literatür araştırmaları *Salvia* türlerinin antibakteriyel, antitüberküloz, antiviral, sitotoksik, kardiyovasküler ve karaciğer koruyucu etkisinin olduğunu göstermiştir. Antioksidan özelliklerinden dolayı *salvia* türleri gıda koruyucu olarak kullanılmaktadır (Tel vd., 2010;Akıcı, 2018; Doğan vd., 2008).

Salvia türleri tıbbi değer taşımalarının yanı sıra güzel görünümlü çiçekleri nedeniyle bahçe ve parklarda dekoratif süs bitkileri olarak yetiştirilmektedir (Bağcı ve Koçak, 2008).

2.1.3. *Salvia hispanica* L. türü

S. hispanica, tropik ya da ılıman iklimlerde yetişen tek yıllık ve hermafrodit bir bitkidir. Yaz aylarında çiçeklenen bu bitkinin rengi mor, oval yaprakları vardır. Boyu yaklaşık bir metre, yapraklarının uzunluğu 4-8 cm ve genişliği 3-5 cm'i bulabilmektedir. Bunun yanında chia, 11- 36 °C arasındaki sıcaklıkta büyüyüp tohum üretebilmektedir. Kumlu ve tınlı topraklarda yetişir ancak seçici değildir. Bitki çok düşük sıcaklıklara duyarlı olduğu için tohumun gelişim süreci için en ideal sıcaklık 16-26 °C'dir (Bochicchio vd., 2015). Düşük miktarda besin ögesi içeren, pH değeri 6,0- 8,5 arasında olan yarı kurak topraklar bitki için idealdir (Yeboah vd., 2014). Şekil 2.1'de *S. hispanica* bitkisinin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2.1. *S. hispanica* bitkisi

Chia tohumu yaklaşık olarak 2 mm boyunda, oval görünümlü, gri, siyah, kahverengi ya da beyaz renkli olup üzerinde koyu renkli noktalar bulunmaktadır. Chia tohumu; kabuk, embriyo ve endosperm olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır (Valdivia-Lopez ve Tecante 2015).

Chia tohumu hidroskopik özelliğinden dolayı 20-65 °C ve %7-91 nemli ortamda özelliklerini kaybetmeden saklanabilmektedir. Tohumun su ile teması sonucu kabuktaki musilaj oluşturabilecek polisakkarit yapı suyu tutarak tohum etrafında kapsül gibi jelatin bir yapı oluşturmaktadır (Moreira vd., 2012). Bu jelatinimsi musilaj yapıda ksiloz, glikoz ve 4-metil glukuronik asit gibi bileşenler bulunmaktadır (Orona-Tamayo vd., 2016).

Bitki küçük, beyaz ve koyu tohumlar üretir. Bugün ticari olarak yetiştirilen chia popülasyonunun çoğu düşük oranda beyaz tohum içerir. Şekilleri oval ve genelde beyaz tohumlar, siyah olanlardan daha büyüktür (Segura-Campos vd., 2014). Şekil 2.2’de tohum halleri gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Chia tohumu (siyah ve beyaz)

2.2. Kimyasal Bilgiler

Çeşit ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak chia tohumunun kimyasal bileşimi, %15-20 arasında protein, %30-33 arasında yağ, %4-5 arasında kül, %26-41 arasında karbonhidrat ve %18-30 arasında liften oluşmaktadır (Coelho vd., 2015; Zettel vd., 2016). İyi bir linoleik ve linolenik asit kaynağı olarak kabul edilen chia tohumu, genel olarak düşük oranda DYA ve yüksek oranda ÇDYA içermektedir (Segura-Campos vd., 2014; de Mello vd., 2017; Sandri vd., 2017).

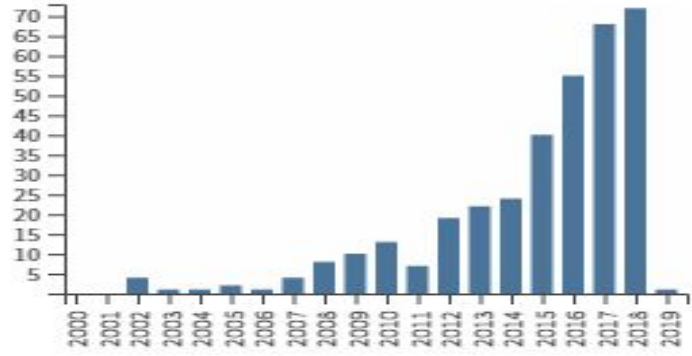
Chia tohumunun enerji ve besin ögesi bileşimi Çizelge 2.1’de gösterilmiştir (Chitwood vd., 2003). Yapılan değerlendirmelerde tohumda herhangi bir ağır metal ve

mitotoksin belirlenmediği bildirilmektedir (EFSA, 2009).

Çizelge 2.1. *Chia tohumunun enerji ve besin ögesi bileşimi (Chitwood vd., 2003)*

BESİN ÖGESİ	MİKTAR(100 gr)
Enerji (kcal)	486
Karbonhidrat (g)	42,1
Protein (g)	16,5
Lösin (g)	1,371
Fenilalanin (g)	1,016
Lizin (g)	0,970
Valin (g)	0,950
İzolösin (g)	0,801
Treonin (g)	0,709
Metionin (g)	0,588
Histidin (g)	0,531
Triptofan (g)	0,436
Yağ (g)	30,7
(DYA) (g)	3,3
TDYA (g)	2,3
ÇDYA (g)	23,6
Linoleik asit (18:2)	5,8
Alfa linolenik asit (18:3)	17,8
Diyet posası (g)	34,4
Kalsiyum (mg)	63,1
Demir (mg)	7,7
Magnezyum (mg)	335
Fosfor (mg)	860
Potasyum (mg)	407
Sodyum (mg)	16
Çinko (mg)	4,5
C vitamini (mg)	1,6
Tiamin (mg)	0,62
Riboflavin (mg)	0,2
Niasin (mg)	8,8
A vitamini (IU)	54

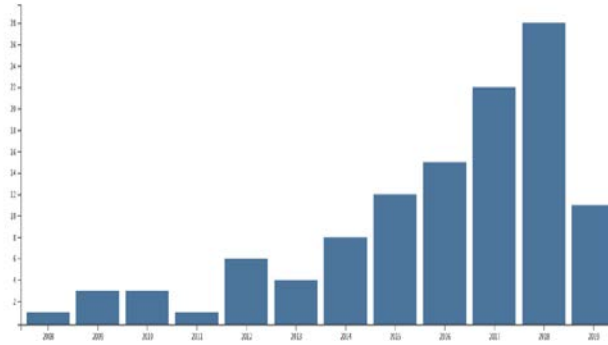
Web of Science veritabanına göre, Dünya’da chia tohumu üzerinde yapılmış çalışmaların sayısında belirgin artış görülmüştür (Şekil 2.3, Şekil 2.4, Şekil 2.5)



Şekil 2.3. Chia tohumu ile ilgili araştırmaların istatistiksel verileri

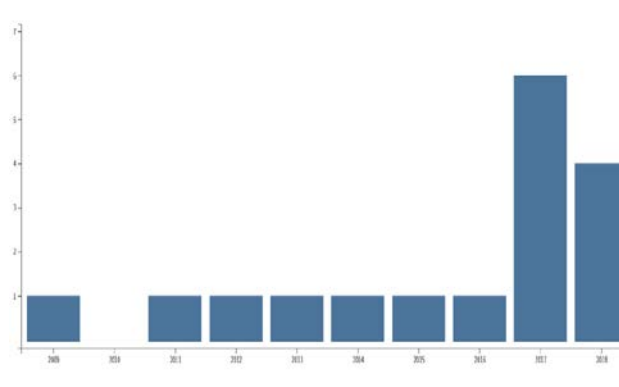
(Web of Science-Ocak-2019)

Bu grup yayınların içerisinde hem fitokimyasal hem biyolojik aktivite araştırmaların sonuçları da yer almıştır. Bu tür araştırmaların da yayın sayısında gözlemlenen artış şunu ortaya koymaktadır: chia tohumuna karşı ilgi ve kullanım alanları geniş bir kitleye yayılmıştır ve araştırmaların devam edilmesi söz konusudur.



Şekil 2.4. Chia tohumu ile yapılan antioksidan aktivitesi ile ilgili araştırmaların istatistiksel verileri

(Web of Science-Ocak-2019)



Şekil 2.5. *Chia tohumu ile yapılan antioksidan aktivitesi ile ilgili araştırmaların istatistiksel verileri*

(Web of Science-Ocak-2019)

2.2.1. Chia tohumu bileşimi

2.2.1.1. *Chia tohumu protein içeriği*

Protein, makrobesinler içinde en doyurucu besin grubu olduğu görülmüştür. Protein, hem iştahı hem de besin alımını karbohidrat tüketimine kıyasla azaltır. Protein uzun süreler boyunca dolgunluk hissi verir. Chia tohumu tüketimi, bir süre boyunca dolgunluk hissi ve besin alımını azaltabilir (Lee,2009).

Chia tohumunun protein içeriği %15 ile %23 arasında değişmektedir. Dolayısıyla mısır (%14), buğday (%14), pirinç (%8,5), arpa (%9,2), yulaf (%15,3) ve amarant (%14,8) tahıllarının protein içeriğine kıyasla daha yüksektir (EFSA, 2009). Tohum, tüm elzem amino asitleri uygun miktarlarda içermektedir. Gluten içermediği için çölyak hastaları için güvenilir bir besindir (Marcinek ve Krejpcio,2017; USDA, 2017).

Chia tohumu, globülin (%52), albümin (%17,3), gliadin (%14,5) ve prolamin (%12,7) proteinlerini içerir (Sandoval-Oliveros ve Paredes - López, 2012). En yüksek oranda globülin proteini; glutamik asit, aspartik asit, treonin ve histidin içermektedir. Glutamik asit, metabolik aktiviteler için önemli bir amino asit olup merkezi sinir sistemini uyarır, immün fonksiyonları artırır ve sporcular için dayanıklılığın artmasında önemlidir (Brosnan ve Brosnan 2013; McCormack vd., 2015).

Chia tohumu, kan basıncının dengelenmesini sağlayan peptitler bakımından da iyi bir kaynaktır. Albümin, globülin, prolamin ve glutelin proteinlerinin farklı peptidazlar (pepsin, tripsin ve kimotripsin) ile hidrolizi sonucunda oluşan peptidler, anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibisyonu ile antihipertansif etki gösterir (Orona-Tamayo vd., 2015). Ayrıca chia tohumu prolin, lösin, izolösin ve fenilalanin gibi hidrofobik amino asitleri yüksek miktarda içerir. Hidrofobik aminoasitlerden üretilen peptitler de

ACE'nin inhibisyonu üzerine etki gösterir (Salazar-Vega vd., 2012) Chia tohumu aminoasit miktarları Çizelge 2.2 de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. *Chia tohumu aminoasit miktarları**

Aminoasit	g/100 g chia tohumu
Aspartik asit	1.689
Trenonin	0.709
Serina	1.049
Glutamik asit	3.500
Glisin	0.943
Alanin	1.044
Valin	0.950
Sistein	0.407
Metiyonin	0.588
İzolösin	0.801
Lösin	1.371
Triptofan	0.436
Tirozin	0.563
Fenilalanin	1.016
Lizin	0.970
Histidin	0.531
Arjinin	2.143
Prolin	0.776
*Steele vd., (2016)	

2.2.1.2. Chia tohumu yağ içeriği

Chia tohumu lipidleri profili üzerinde birçok araştırma yapılmıştır. Kaynak taraması sonunda elde edilen lipidler kompozisyonu ile ilgili bilgiler Çizelge 2.3'te özetlenmiştir.

Çizelge 2.3. *Chia tohumu lipid içeriği*

Yağ asidi	Miktar (%)	Kaynak
	Toplam yağ asidi	
Araşidonik asit	0,13	Segura-Campos vd. (2014a)

Çizelge 2.4. (Devam)*Chia tohumu lipit içeriği*

Yağ asidi	Miktar (%)	Kaynak
	Toplam yağ asidi	
α -Linoleik asit (C18:3)	57,71- 69,3	Coelho vd. (2014), Ayerza (2013b), Amato vd (2015), Taga vd. (1984), Da Silva Marineli vd (2014), Ayerza (1995), Ixtaina vd (2011)
Linoleik asit (C18:2)	15,3 - 20,8	Ayerza (2013b), Amato vd. (2015), Coelho vd., (2014), Taga vd., (1984), Segura-Campos vd.(2014a), da Silva, Marineli vd.,(2014), Ayerza (1995), Ixtaina vd (2011)
Oleik asit(C18:1)	2,43-10,55	Ayerza (2013b), Coelho vd., (2014), Amato vd.,(2015), Taga vd., (1984), Segura, Campos vd.,(2014a), da Silva Marineli vd.,(2014), Ayerza (1995), Ixtaina vd., (2011)
Palmitoleik asit(C16:1)	0,06- 0,09	Coelho vd., (2014) Segura-Campos vd., (2014a) da Silva Marineli vd.,(2014)
Sterik asit(C18:0)	0,29 – 4.4	Ayerza (2013b), Coelho vd., (2014), Amato vd.,(2015), Taga vd., (1984), Segura, Campos vd., (2014a), da Silva Marineli vd., (2014), Ayerza (1995), Ixtaina vd., (2011), Ayerza ve Coates (2004)
Palmitik asit (C16:0)	5,2-12,32	Amato vd., (2015), Taga vd. (1984), Ayerza (2013b) Coelho vd.,(2014) Segura-Campos vd., (2014a), da Silva Marineli vd., (2014), Ayerza (1995)

Chia tohumu yaklaşık %33 yağdan oluşmaktadır. Bunun%68'i omega-3 ÇDYA, %19 omega-6 ÇDYA,%6 TDYA ve %16,4 doymuş yağ asidi formundadır. Omega-3 ÇDYA, alfa-linolenik asit (ALA) formundadır. ÇDYAomega-3 yağ asitleri; ALA, EPA ve DHA içerir. Hem EPA hem de DHA; HT, KVH, insülin direnci ile ilişkili risk faktörlerini azaltır (Lee,2009; Segura-Campos vd., 2014a; da Silva Marineli vd.,2014).

Chia tohumundaki yağın n-6/n-3 oranı 0,3 olarak belirlenmiş olup bu oranın düşük olması KVH riskini azaltıcı etki göstermektedir (Timilsena vd., 2017).

2.2.1.3. Chia tohumu karbonhidrat içeriği

Chia tohumu; %34'ü diyet lifi olmak üzere %35'i toplam karbonhidrattan oluşur. Böylece sadece %1 oranında chia tohumu mevcut karbonhidrattır (Lee,2009).

2.2.1.4. Chia tohumu lif içeriği

Amerikan Diyetisyenler Derneği'ne göre (ADA) diyet lif kullanımı sağlığın korunması ve hastalığın önüne geçilmesine faydası olduğunu göstermiştir. Yetişkinler için alınması gereken diyet lif miktarı genel olarak 20-35g/gün'dür.

Chia tohumu içerisindeki diyet lifi; yüksek molekül ağırlığında tetrasakkarit yapıya sahip 4- metil- α -D-glukoronopiranozil ve dallı yapıya sahip β -D-ksilopronozil polisakkaritlerinden oluşmaktadır. Monosakkarit yapısının ise %16'sını D-ksiloz ve D-mannoz, %2'sini D-arabinoz, %6'sını D-glikoz, %3'ünü D-galaktüronik asit ve %12'sini glukronik asit oluşturmaktadır (Capitani vd., 2012).

Chia tohumunun %35'i karbonhidrat olmasına rağmen,%34'ü lif formundadır. Böylece sadece%1 i mevcut karbonhidrat içerir. Bu, liflerin %2,3'ü çözünür ve%32'si çözünmez liftir. Her iki lif türünün sağlık üzerinde olumlu etkileri vardır.Çözünür liflerin kan glikozu üzerindeki olumlu etkileri daha belirgindir, postprandial glisemiye azalttığı gözlemlenmiştir.Hem çözünür hem de çözünmez lifin, iştahı ve/veya sonraki gıda alımını azalttığı görülmüştür. Çözünür lif mide boşalmasında gecikme ile besinlerin midede daha uzun süre kalması anlamına gelir, bu da daha uzun süre dolgunluk hissi yaratır. Çözünür lif bakımından zengin gıdalar, lifin sindirilmemesi ve çözünür bileşen midede şişer (Lee,2009)

Chia tohumunun önemli bir özelliği çözünen liflerin oluşturduğu yüksek diyet lifi oranına sahip olmasıdır (Goh vd., 2016). Fırıncılık ürünlerinde diyet lifi ilavesi ile su tutma kapasitesi artırılarak tazeliği korumak mümkün olsa da, aşırı diyet lifi ilavesi

son üründe olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Zettel vd., 2016). Chia tohumu müsilağı ise, yüksek oranda üronik asit içeren, yüksek su emme ve tutma kapasitesine sahip bir tetrasakkarittir ve hidrokolloid gibi davranarak son ürün özelliklerini olumlu etkilemektedir (Zettel vd., 2016; Verdu vd., 2017). Bu özelliklerinin yanında chia tohumunun doayunluk hissini arttırdığı; KVH, DM, dislipidemi gibi hastalıkların riskini azalttığı; ağrı kesici, antidepresan, laktasif etkilerinin olduğu ve bağışık sistemini güçlendirdiği bildirilmiştir (Coelho vd., 2015).

Diyette lif alımı; kilo kaybı sağlamakta, lipid profili ve kan şekeri artışını engellemekte ve kan basıncını düşürmektedir. Gastrik boşalmayı geciktirerek bağırsak motalitesini stabilize etmektedir (Lattimervd., 2010).

2.2.1.5. Chia tohumu fenolik bileşikleri

Chia tohumu bazı fenolik bileşikler, tokoferol, karotenoid, vitaminler ve bazı peptitler gibi antioksidan bileşikler içermektedir. Flavonoidler ve tokoferol tohumun antioksidan kapasitesinden sorumlu temel yapılardır. Gallik asit, kafeik asit, klorojenik asit, rozmarinik asit, myristin, kersetin ve kamferol gibi fenolik bileşikler belirli miktarlarda içermektedir (Muñoz vd., 2013).Kaynak taraması sonunda elde edilen verilerde chia tohumunun fenolik bileşiklerinin içerikleri Çizelge 2.4'te özetlenmiştir.

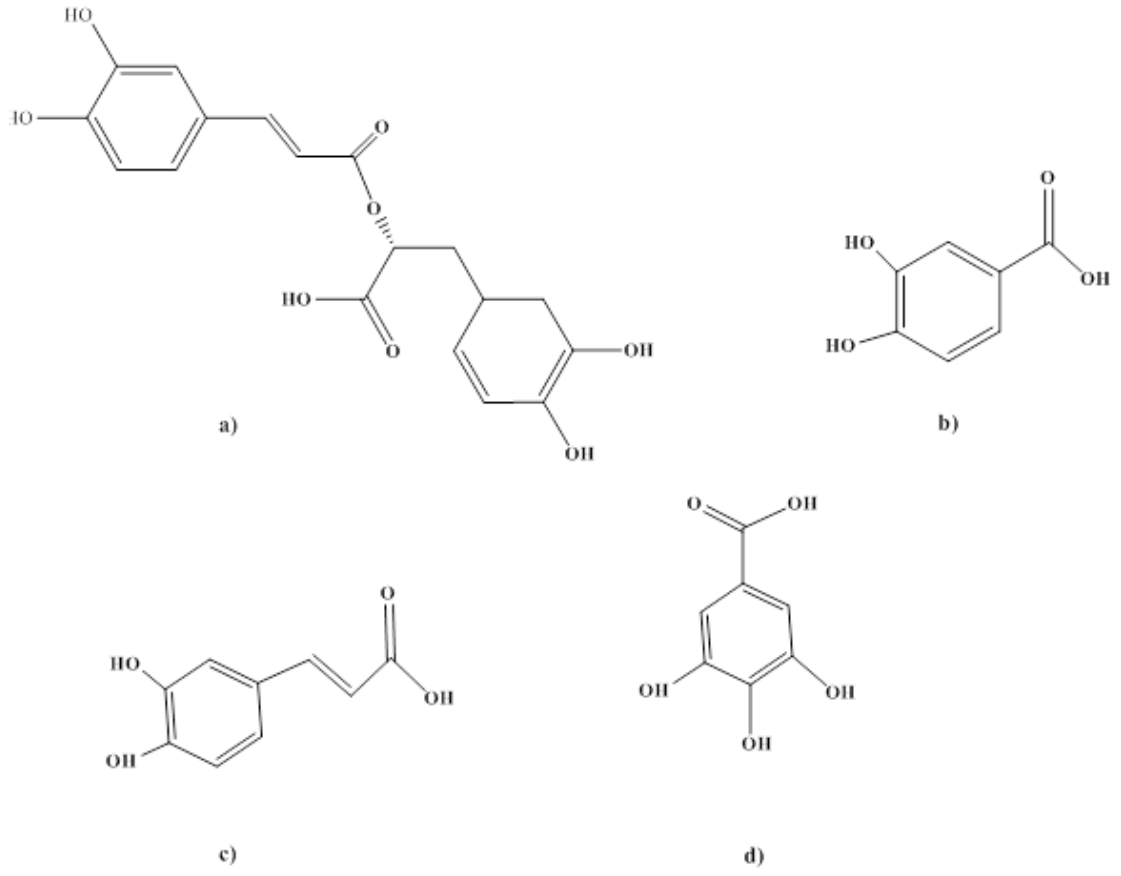
Çizelge 2.5. Chia tohumu fenolik bileşikler içeriğı

Fenolik bileşikler	Miktar (mg/g)	Kaynak
Kafeik asit	0.0274 mg/g	Lo'pez vd. (2014)
	0.139-0.149	Ayerza (2013b)
	0.003-0.006	Reyes-Caudillo vd. (2008)
	0.030 mg/g	Coelho vd. (2014)
	$6,6 \times 10^{-3}$ mol/kg	Taga vd. (1984)
Klorojenik asit	0.226-0.218 mg/g	Ayerza (2013b)
	0.102-0.045 mg/g	Reyes-Caudillo vd. (2008)
	0.0004 mg/g	Coelho vd. (2014)
Rozmarinik asit	0.9267 mg/g	Marti'nez-Cruz and Paredes-Lo'pez vd. (2014)

Çizelge 2.6. (Devam) *Chia tohumu fenolik bileşikler içeriği*

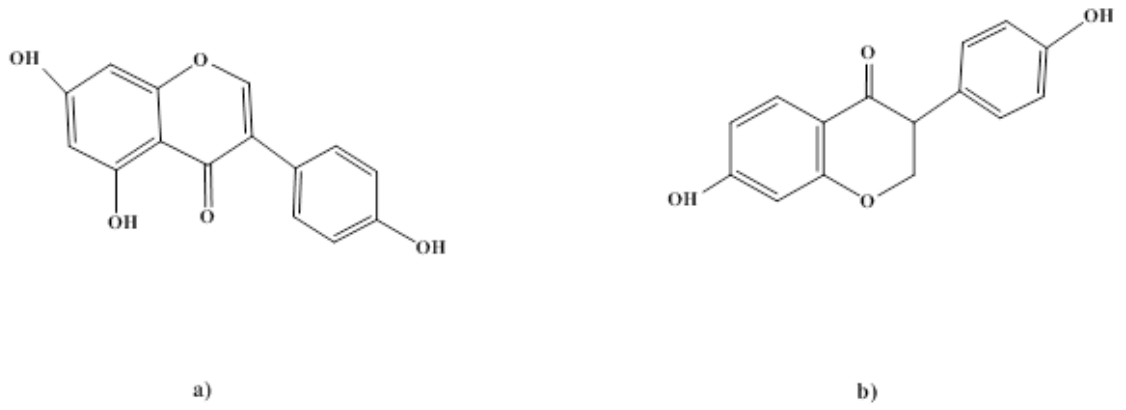
Fenolik bileşikler	Miktar (mg/g)	Kaynak
Mirisetin	3,1×10 ⁻³ mol/kg	Taga vd. (1984)
	0.115-0.121 mg/g	Ayerza (2013b)
Kersetin	0,2×10 ⁻³ mol/kg	Taga vd. (1984)
	0.150-0.268 mg/g	Reyes-Caudillo vd. (2008)
	0.007-0.006 mg/g	Ayerza (2013b)
	0,17 µg/g	Coelho vd. (2014)
Kemferol	1.1×10 ⁻³ mol/kg	Taga vd. (1984)
	0.360-0.509 mg/g	Reyes-Caudillo vd. (2008)
	0.025-0.024 mg/g	Ayerza (2013b)
Daidzin	0.006 mg/g	Martí'nez-Cruz ve Paredes-Lo'pez vd. (2014)
Genistin	0.0051 mg/g	Martí'nez-Cruz ve Paredes-
	0.006 mg/g	Lo'pez et vd.(2014)
		Ayerza (2013b)

Chia tohumlarından fenolik bir fitokimyasal profil elde etmek için; Martinez ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada; toplam fenolik bileşikler, antioksidan aktivitesi, fenolik asitler ve izoflavonlar ultra yüksek performanslı sıvı kromatografisi (UHPLC) ile analiz edilmiştir. Bu yöntemle tanımlanan başlıca bileşikler rosmarinik asit (0,92 mg/g), proto-kateşik asit 0,74, kafeik asit 0,02, gallik asit 0,01 ve daidzin 0.006 mg/g'dır. Ek olarak, ferulik asit, glisin, genistin, glisitin ve genistein saptanmıştır. Rozmarinik asit, tespit edilen majör bileşiktir(Martinez vd., 2014). Protokateşik asit, kantitatif olan ikinci ana bileşiktirProtokateşik asit; antitümör etkileri olan güçlü bir antioksidandır (Uğur vd.,2009). Kafeik asit konsantrasyonu; mango, papaya ve yabanmersininden yüksek, fakat şeftaliden düşüktür. Kafeik asit antioksidan, enzim inhibitörü ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucudur. Chia tohumundaki gallik asit konsantrasyonu, yabanmersini için bildirilenden daha yüksektir. Gallik asit, antitümör bir aktiviteye sahiptir. Flavonlar, izoflavonlar; anti-kanserojen maddeler olarak bilinmektedir ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde etkilidir (Aruoma vd.,1993; Haslam,1996; Martinez vd., 2014;). Chia tohumunda bulunan bazı fenolik bileşikler ve izoflavonlar Şekil 2.6 ve Şekil 2.7'de gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Chia tohumu için rapor edilen fenolik bileşiklerin yapıları:

a) rozmarinik asit, b)protokateşik asit, c)kafeik asit, d) gallik asit



Şekil 2.7. Chia tohumu için rapor edilen izoflavonoitlerin yapıları:

a) genistein, b)diadzein

2.2.1.6. Chia tohumu vitamin içeriği

Chia tohumu, iyi bir B vitamini kaynağıdır. Diğer tahıllar ile karşılaştırıldığında; mısır, soya fasulyesi ve pirinçten daha yüksek niasin içeriğine sahiptir. Tiamin ve riboflavin içeriği ise, pirinç ve mısır ile benzerdir (Beltrán-Orozco vd., 2003). Kaynak taraması sonunda elde edilen verilerde vitamin içerikleri Çizelge 2.5'te özetlenmiştir

Çizelge 2.7. Chia tohumu vitamin içeriği

Vitaminler	Miktar/100 g*	Miktar/100 g**
CVitamini	1,60 mg	1,82 mg
Tiamin	0,62 mg	0,65 mg
Riboflavin	0,17 mg	0,28 mg
Niasin	8,83 mg	7,95 mg
Folat	49,00 µg	-
A Vitamini	54,00 IU	-
E Vitamini	0,50 mg	8237.64 µg

*ABD Tarım Bakanlığı (2011); **Da Silva (2017)

2.2.1.7. Chia tohumu mineral içeriği

Chia tohumu mineral profili üzerinde birçok araştırma yapılmıştır. Kaynak taraması sonunda elde edilen mineral kompozisyonu ile ilgili bilgiler Çizelge 2.6'da özetlenmiştir.

Çizelge 2.8. Chia tohumu mineral içeriği

Mineraller	Miktar, mg / 100 g*	Miktar/100 g**
Makroelementler		
Kalsiyum	631	480
Fosfor	407	640
Potasyum	335 mg	620
Magnezyum	860 mg	350
Mikroelementler		
Selenyum	55.2 µg	200 µg
Bakır	0.924 mg	1,32 mg
Demir	7,72 mg	9,39 mg
Manganez	2.723 mg	4,05 mg

Çizelge 2.9. (Devam)*Chia tohumu mineral içeriği*

Mineraller	Miktar, mg / 100 g*	Miktar/100 g**
Molibden	0,2 mg	1,32 mg
Sodyum	16 mg	13,2 mg
Çinko	4,58 mg	3,65 mg

Kaynak: *Ayerza ve Coates (2001), **Da Silva (2017).

2.3. Chia TohumununBiyolojik Etkileri

2.3.1. Antioksidan aktivite araştırmalarının önemi

İnsan vücudunun serbest radikaller tarafından oluşturulabilecek oksidatif stresi ortadan kaldırmak için en önemli silahı antioksidanlardır. Antioksidanlar serbest radikalleri temizleyebilen ve hücre hasarını engelleyebilen maddelerdir. İnsanda bulunan antioksidanlar ya vücut tarafından doğal olarak üretilirler ya da dışarıdan besinle alınırlar. Hem endojen hem de ekzojen antioksidanlar serbest radikal süpürücü olarak hareket ederler. Bundan dolayı savunma sisteminin etkisini artırarak hastalık riskini de azaltırlar (Shinde vd.,2012). Antioksidanlar, normal hücre metabolizmasının toksik yan ürünü olan serbest radikalleri etkisiz hale getirerek koruyucu etki gösterirler (Sen vd., 2010). Antioksidanlar Reaktif Oksijen Türlerinin oluşumunu engellemek, bu maddelerin meydana getirdiği hasarları önlemek ve detoksifikasyonu sağlamak üzere vücutta görev yapan savunma sistemlerine “antioksidan savunma sistemleri” ya da “antioksidan” adı verilir (Sizer vd.,1997).

Gıdaların antioksidan içerikleri ve antioksidanların biyoyararlılığı, gıda maddelerinin cinsine, hasat zamanı ve hasat yöntemlerine, depolama ve muhafaza ortamının ısisına, ışığına, iklime, nemine, gıdanın hazırlanması, hatta kişi ve toplumun tüketim alışkanlıklarına göre değişebilmektedir (Moure vd., 2000; Cornelli vd.,2009).Antioksidan etki gösteren fenolik bileşikler hücredeki oksidatif dengenin sağlanmasını destekleyerek KVH, DM, kanser gibi kronik hastalıklardan koruyucu olabilmektedir. Kafeik asit, klorojenik asit ve kersetin hücredeki yağlar, proteinler ve DNA’nın serbest radikaller ile okside olmasını engelleyerek antioksidan özelliği gösterebilmektedir (Muñoz vd., 2013; Martinez-Cruz ve Paredes-Lopez, 2014).

Chia tohumu; bazı fenolik bileşikler, tokoferol, karotenit, vitaminler ve bazı peptitler gibi antioksidan bileşikleri içermektedir. Chia tohumu üzerinde antioksidan değerlendirme odaklı birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda uygulanan

ekstraksiyon tekniği, ekstraksiyon şartları (ısı, süre, karıştırma), kullanılan çözücü polaritesi, antioksidan aktivite değeriendirme metodu farklı kaynaklarda çok geniş bir yelpazede değışmektedir. Aktivite farklılıkları çeşit, yetiştirme koşulları, varyasyon gibi faktörlerden de etkilenebilir. Genel olarak chia tohumunun aktivitesi değeriendirme çalışmalarında bilinen yaban mersini, ahududu, çilek vb. gibi doğal antioksidan kaynakları ile kıyaslanmıştır (Lee,2009).

Pellegrini tarafından yapılan çalışmada flavonoidlerin ve tokoferolün chiatohumunun antioksidan kapasitesinden sorumlu temel yapılar olduğu bildirilmiştir (Pellegrini vd., 2003). Antioksidan kapasitenin yüksek olması tohumun uzun süre saklanabilmesini sağlamaktadır. Tokoferoller, chia tohumu (238-427 mg/kg) ve yer fıstığı yağında (398,6 mg/kg) benzer miktarlarda olup chia tohumundaki en önemli antioksidan bileşiklerdir (Muñoz vd.,2013).

Meksika nın farklı bölgelerinde yetişen işlenmemiş chia tohumlarında kersetin ve kamferol ile kafeik ve klorojenik asit miktarlarının yetiştirme bölgesine bağılı olarak farklılık gösterdiği saptanmıştır (Vázquez-Ovando vd., 2010;Muñoz vd.,2013).

Chia'nın *in vivo* olarak antioksidan kapasitesinin değeriendirildiğı çalışmalar ise çok sınırlıdır. Obez ratlar üzerine yapılan bir çalışmada; ratlara 6 ve 12 hafta yüksek yağ ve yüksek fruktoz içeren diyet ile birlikte chia tohumu ve chia yağı verildiğinde chia tohumu ve yağının kanda katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GPx) aktivitesini, karaciğerde glutatyon reduktaz (GRd) aktivitesini artırdığı bunun sonucunda kanda ve karaciğerdeki antioksidan kapasitenin sırasıyla %35 ve %47 oranında artış gösterdiği görülmüştür (da Silva Marineli vd., 2015).

2.3.2. Antiobezite aktivite

Chia tohumunun obezite üzerindeki etkisi hayvanlar üzerinde birçok çalışmada raporedilmiştir. İnsan üzerinde yapılan çalışma sonuçları sınırlı sayıda bulunmuştur. Obeziteyi önlemek ve görölme sıklığını azaltmak amacıyla birçok tedavi yöntemleri geliştirilmesine rağmen uzun vadede bireylerin düşük enerjili diyetlere uyumluluğu zordur. Chia tohumu; diyet posası, mineral, protein, yağ (özellikle ALA) bakımından zengin olması nedeniyle ağırlık kaybı programlarında kullanılabilecek alternatif bir besin olabilmektedir. İçerdiği sağlıklı bileşenler sayesinde ağırlık kaybı sağlamaktadır. Kilolu ve obez tip 2 diyabetli bireyler ile yapılan bir çalışmada enerji kısıtlı diyet ile birlikte günlük 30 g/1000 kcal chia tohumu tüketimi ağırlık kaybı, postprandiyal

glisemide iyileşme ve kan CRP (C-reaktif protein) düzeyinde azalmaya yardımcı olmuştur (Vuksan vd., 2017a).Kaynak taraması sonunda elde edilen klinik çalışmalar chia tohumunun obezitede ağırlık kaybını sağlayabileceğini öngörüsünü sağlamıştır (Çizelge 2.7).

2.3.3.Kardiyovasküler hastalıklar üzerine etkisi

DYA alımının artması ve ÇDYA alımının azalması KVH, DM ve metabolik sendrom gibi kronik hastalıkların riskini arttırmaktadır. Chia tohumunun n -3 yağ asitlerinin doğal bir kaynağı olarak günlük beslenmeye eklenmesi , kan kolesterol düzeylerinin düzenlenmesinde etkili olabilmektedir (Alonso-Calderón vd., 2013).

İnsanlarda chia tohumu tüketiminin KVH üzerine etkisinin değerlendirildiği bir derlemede; chia tohumunun kardiyovasküler risk parametrelerini iyileştirici etkisinin net olmadığı sonucuna varılmıştır (de Souza Ferreira vd., 2015). Ancak dislipidemik ratlar üzerine yapılan çalışmalar kan lipit profilinin iyileşmesi üzerine olumlu etki göstermiştir. Dislipidemik ve insülin direnci olan ratlar üzerine yapılan bir çalışmada; yüksek şükroz içeren diyet ile birlikte bir gruba chia tohumu diğer gruba ise mısır nişastası verilmiş ve üç hafta sonunda chia tohumunun dislipidemi riskini azalttığı görülmüştür. İki ayın sonunda ise tohum tüketimi insülin düzeyleri üzerine etki göstermezken, dislipidemi üzerine olumlu etki göstermiş ve abdominal obezitenin azalmasını sağlamıştır (Chicco vd., 2009). Tam tane halindeki chia tohumunun kan trigliserid seviyesinin düşmesinde; öğütülmüş chia tohumu ve chia yağına kıyasla daha etkili olduğu saptanmıştır (Ayerza ve Coates, 2007).

Çizelge 2.10. *Chia tohumu ile yapılan obezite ve diyabet klinik çalışmaları*

Katılımcı sayısı Katılımcı profili	Metot	Sonuç	Olası mekanizma	Klinik çalışma
56; Sağlıklı; Kadın Postmenapozal BKI ≥ 25 kg/m ²	Diyetler; (1) 50 gram karbonhidrat içeren beyaz ekmeğin içerisine 7, 15 ve 24 gram chia tohumu eklenmiştir. (2) Kontrol grubu 50 gram karbonhidrat içerenekmek tüketmiş.	Kontrol grubu ile kıyaslandığında düşük, orta ve yüksek dozlar kan glikozunu sırasıyla %21, %28 ve %41 oranında ↓ Yüksek dozda 60 dk ve sonraki dakikalarda, düşük dozda ise 120 dk'dan sonra iştah üzerine olumlu etki göstermiştir.	Chia tohumunun yüksek diyet posa içeriği sayesinde tokluk sağlamıştır.	Vuksan vd. (2010)
13; Sağlıklı; Kadın ve erkek	Besin alımından 15, 30, 45, 60, 90 ve 120. dk sonra kapiller kan alınmıştır. 0, 7, 15, 24 g öğütülmüş veya bütün chia tohumu beyaz ekmeğe eklenmiştir. Ekmeklerin enerji, karbonhidrat, protein ve yağ miktarları eşittir	Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında; chia dozunun artışı postprandiyal glikoz düzeyini sırasıyla %20, %28, %35 oranında düşürmüştür. Bütün ya da işlenmiş chia ürünlerinin kan glikozu üzerine etkisinde bir fark bulunamamıştır.	Chia tohumunun içerdiği diyet posası sayesinde post prandiyel glisemiyi ↓	Ho vd. (2013)
200 kişi; Hafif şişman veya obez; Kadın ve erkek	7 çalışmadan oluşan sistematik bir derleme	Bazı çalışmalarda dislipidemi önlediği, kan basıncını ve serum inflamasyon belirteçlerini düşürdüğü sonucuna varılsa da chia tohumu tüketiminin kardiovasküler hastalıklara karşı koruyucu etkisi net değildir.		de Souza Ferreira vd. (2015)

Çizelge 2.11. (Devam)*Chia tohumu ile yapılan obezite ve diyabet klinik çalışmaları*

Katılımcı sayısı Katılımcı profili	Metot	Sonuç	Olası mekanizma	Klinik çalışma
77 Tip-2 diyabet (≥1 yıldır) Kadın ve erkek Hafif şişman veya obez	6 ay; Tüm katılımcılara 500 kcal'lik enerji kısıtlaması yapılmıştır. Diyetler; (1) 30 g/ 1000 kcal/gün chia tohumu (2) 36 g/ 1000 kcal/gün yulaf kepeği	Her iki grubun HbA1C ve açlık glikoz ↔ Chia tohumu tüketen bireylerde yulaf kepeği tüketenler kıyaslandığında chia tohumu tüketenlerin: (1) Kilo kaybı (1,9±0,5 kg) yulaf kepeği tüketen (0,3±0,4 kg) bireylere göre çok daha fazladır (P>0,05). (2) Bel çevresi kaybı (3,5±0,7 cm) yulaf kepeği tüketen (1,1±0,7 cm) bireylere göre fazladır (P>0,05). (3) C-reaktif protein (CRP) değeri (1,1±0,5 mg/L) yulaf kepeği tüketen (0,2±0,4 mg/L) bireylere göre daha çok azalmıştır (P>0,05). (4) Plazma adiponektin düzeyleri artmıştır (P>0,05). Yulaf kepeği tüketen grupta plazma adiponektin düzeyleri değişmemiştir	Bel çevresindeki azalması CRP ↓ Chia tohumu tüketen bireylerde visseral yağlanmanın ve bel çevresinin azalmasına plazma adiponektin ↑ Diyet posası sayesinde açlık hissini ve postprandiyal glisemiye ↓	Vuksan vd. (2017a)

Çizelge 2.12. (Devam)*Chia tohumu ile yapılan obezite ve diyabet klinik çalışmaları*

Katılımcı sayısı Katılımcı profili	Metot	Sonuç	Olası mekanizma	Klinik çalışma
50; Sağlıklı Kadın ve erkek; BKI < 27 kg/m	10-14 saat açlık sonrasında test içecekleri içiriyor Test içecekleri (1) 50 g glikoz (kontrol) (2) 50 g glikoz ve 31.5 g keten tohumu (3) 50 g glikoz ve 25 g chia tohumu Besin alımından 15, 30, 45, 60, 90 ve 120. dk sonra kapiller kan örnekleri alınmıştır. Tokluk düzeyleri Visual analog scales (VAS)'a göre değerlendirilmiştir.	Bireylerin chia tohumu tüketimleri keten tohumu tüketimleriyle kıyaslandığında chia tohumu tüketenlerin: (1) Kan glikozunun pik seviyesi $0,64 \pm 0,24$ mmol/l daha düşüktür ($P > 0,05$). (2) Kan glikoz düzeyinin pik yapma süresi $11,3 \pm 3,8$ dk daha fazladır ($P > 0,05$). (3) Yemek yeme isteği ve iştah skorlaması daha düşük bulunmuştur.	Chia tohumunda bulunan diyet posanın viskozitesi keten tohumuna göre daha yüksek olduğu için kan glikoz salınımı ve iştah üzerine daha çok olumlu etki göstermiştir.	Vuksan vd. (2017b)

Chia tohumunun; kan basıncı üzerine etkisini araştıran çalışmalar az kişinin katıldığı klinik çalışmalarla sınırlıdır. Kan basıncının düzenlenmesi üzerine olası olumlu etkinin belirlenmesi için daha çok randomize kontrollü çalışma ve meta-analize ihtiyaç vardır. Epidemiyolojik ve klinik çalışmalarda, chia tohumu tüketimi sayesinde plazma ALA düzeyi artışı KVH riskinin azalmasıyla ilişkilidir (Pan vd., 2012).

2.3.4Tip 2 diyabet üzerine etkisi

Chia tohumu ile ilgili yapılan son çalışmalar, chia tohumları yemenin sistolik kan basıncını azalttığını ve postprandiyal kan şekeri düşürdüğünü, doyumluk indeksini arttırdığını göstermektedir. Bu sonuçlar da chia tohumunu popüler hale getirmiştir (Jin F vd.,2012;Pan vd., 2012;Vuksan vd., 2017b).

Chia tohumunun diyet lifi, protein ve ÇDYA içeriği postprandiyal glisemi üzerine olumlu etki göstermektedir. Sağlıklı bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada, müdahale grubundaki bireylere farklı miktarlarda chia tohumu eklenmiş ekmek tüketirilmiş. Kontrol grubu ile kıyaslandığında müdahale grubunun her 1 gram chia tohumu tüketimi postprandiyal glisemiye %2 oranında düşürmüştür (Vuksan vd., 2010). Chia tohumunun diyet lifi içeriğinin yüksek olması da postprandiyal glisemiye düşürmekte,karbonhidrat salınımını ve kan glikoz seviyesindeki yükselişi yavaşlatabilmektedir (Vuksan vd., 2017b).

2.3.5. Çölyak hastalığı üzerine etkisi

Chia tohumu buğdayda bulunan bir protein olan gluten içermez. Bu nedenle, çölyak hastalığı olan bireyler tarafından güvenle tüketilebilir (Lee,2009). Glutensiz ürünler arasında ekmek dünya çapında en çok çalışılan üründür. Ekmekle yapımında G-genellikle mısır, patates veya pirinç ile bir dizi glutensiz formülasyon(GF) geliştirilmiştir. Ancak GF unlar ve nişastalar genellikle zenginleştirilmemiş veya takviye edilmemiştir. Sıkı glutensiz diyetin uygulandığı çölyak hastalarında bu durum beslenme eksikliğine yol açabilir. Daha iyi tat ve daha sağlıklı GF ürünlerinin çeşitliliğini arttırmak için, chia tohumu gibi zengin doğal hammaddeler dahil edilebilir (Moreira,2012; Chenlo ve Torres, 2013; Sandri vd.,2017).

2.3.6. Sanayide kullanımı

Chia tohumu, fonksiyonel özelliklere sahip olduğu için insan sağlığına katkı sağlayabilmektedir. Bu nedenle gıda sanayi tarafından son yıllarda kullanılmaya başlanmıştır (Mohd Ali vd., 2012). Chia tohumu ve yağı, Amerika, Kanada, Çin, Avusturya, Yeni Zelandave Meksika’da yaygın olarak kahvaltılık gevreklerle, tatlı, içecek, ekmek, bisküvi, kraker gibi birçok besinin içerisine eklenmektedir (Capitani vd., 2012; Levent, 2017).Avrupa Komisyonu 2009 yılında yayınladığı karara göre chia tohumunun fırınlanmış ürünlerde kullanımının %5’ten daha fazla olmaması gerektiğini bildirmiştir. Güncellenen 2013 yılı önerisine göre fırınlanmış ürünler, kahvaltılık tahıllar, meyve, kuruyemiş ve tohum karışımları %10’dan daha fazla chia tohumu içermemelidir. Ayrıca paketlenme öncesinde ürün etiketinde 15 g/gün’den daha fazla chia tohumu içermediğine dair tüketiciye bilgi verilmesi gerekmektedir (EFSA ve ECDC, 2018).

Chia tohumu, yaklaşık olarak ağırlığının 12 katı daha fazla suyu çekerek musilaj oluşturabilecek polisakkarit yapısı nedeniyle oluşturduğu jel hem emülsifiyer hem de su tutucu özelliğindedir. Bu özelliği sayesinde fırınlamış ürünlerde, yumurta ve yağ yerine kullanılabilir (Borneo vd., 2010; Fernandes ve Salas-Mellado, 2017).

Gıda sanayisinde, chia tohumunun musilaj oluşturma etkisi fom yapısını daha stabil hale getirmek amacıyla; mayonez, soslar ve yoğurt gibi yiyeceklerde kullanılmaktadır (de la Paz Salgado-Cruz vd., 2013).Bazı çalışmalarda chia tohumunun hayvansal kaynaklı gıdalar üzerinde etkileri incelenmiş; yumurta ve domuz etinin omega-3 miktarlarını artırdığı, ancak müşteri beğenilerinin değişmediği gözlenmiştir.Chia tohumunun emülgatör olma özelliği bazı çalışmalara konu olmuştur. Son yıllarda doğal hidrokolloitler üzerine araştırmalar yapılması, chia tohumunun jelleşme özelliğini daha ön plana çıkarmıştır (Pintado vd., 2015).

2.3.8.Chia tohumunun tarımı

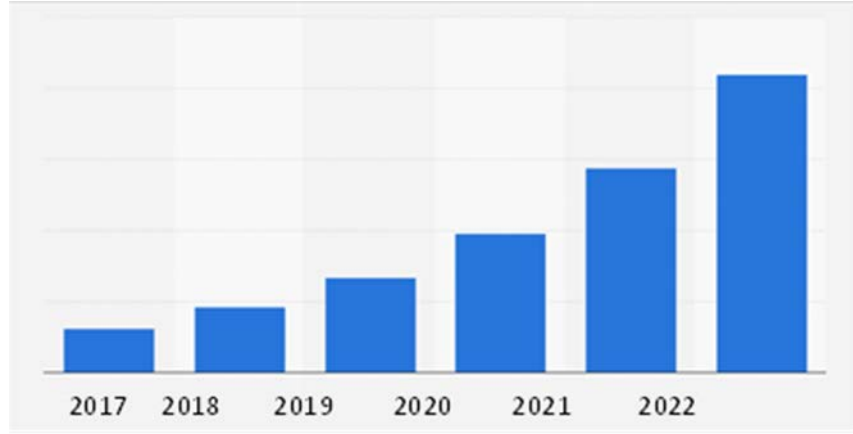
Chia tohumu anavatanı Meksika’nın güneyi ve Guetamala’nın kuzeyidir (Bodoira vd., 2017). Tarihsel kayıtlar, chia tohumunun Maya ve Aztek uygarlıklarının ve Kolomb öncesi dönemde Orta Amerika’nın temel gıdalarından biri olduğunu belirtmektedir (Chicco vd., 2009).

Chia tohumu ticari olarak Bolivia ve Paraguay’da üretilmektedir. Ancak son on yıldır Meksika, Avustralya ve Arjantin gibi ülkelerde de chia bitkisinin ekimi yaygın

olarak yapılmaktadır (Sosa vd., 2016). Chia tohumunun dünyadaki yayılımı ve ticaretinin gelişim tablosu Şekil 2.8 ve Şekil 2.9’da verilmiştir (<http-1>).



Şekil 2.8. Chia tohumu dünyada yayılışı



Şekil 2.9. Chia tohumu dünyada ticareti

3. MATERİYAL VE METOD

3.1 Bitkisel Materyal

Chia tohumu ticari olarak Bolivia, Paraguay, Meksika, Avustralya ve Arjantin gibi ülkelerde yaygın olarak yapılmaktadır (Sosa vd., 2016). Türkiye de yetiştirmeyip ithal edilmektedir. Deneysel çalışmalarda kullanılan *S.hispanica* tohumu ticari olarak marketlerde satılan Çiftçi markasının paketlenmiş ürünü temin edilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3. 1. Bitkisel materyal örneği

3.2. Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Çözücüler

Deneysel çalışmalarda kullanılan kimyasal madde ve çözücülerin bilgileri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kimyasal madde ve kaynakları

Kimyasal Madde	Kimyasal Formül/Kısaltma	Kaynak
2,2’-Azino-bis(3 etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit	ABTS ⁺	Sigma-Aldrich, Almanya
Akarboz	C ₂₅ H ₄₃ NO ₁₈	Sigma-Aldrich, Almanya
α-Amilaz (porcine pankreatik)		
Alüminyum klorür	AlCl ₃	Merck, Almanya
Asetik asit	CH ₃ COOH	Sigma-Aldrich, Almanya
Asetonitril	ACN	Sigma-Aldrich, İngiltere
Borontriflorür	BF ₃	Merck, Almanya
Çözünür nişasta	(C ₆ H ₁₂ O ₆) _n	Sigma-Aldrich, İngiltere
Bütillenmiş hidroksi toluen	BHT	Sigma-Aldrich, Almanya
Kalsiyum klorür	CaCl ₂	Fluka, Almanya
Difenil Pikril Hidrazil	DPPH	Sigma-Aldrich, ABD
Dietil eter	C ₄ H ₁₀ O	J.T. Baker, Hollanda

Etanol	C ₂ H ₅ OH	Sigma-Aldrich, Almanya
Formik asit	HCOOH	Sigma-Aldrich, Almanya
Folin-Ciocalteu reaktifi	FCR	Sigma-Aldrich, İsviçre

Çizelge 3.2. (Devam) *Kimyasal madde ve kaynakları*

Kimyasal Madde	Kimyasal Formül/Kısaltma	Kaynak
Gallik asit	GA	Sigma-Aldrich, Çin
Hidroklorik asit	HCl	Sigma-Aldrich, Almanya
<i>n</i> -Hekzan	C ₆ H ₁₄	Merck, Almanya
İzopropil alkol	IPA	Sigma-Aldrich, Almanya
İyot	I	Sigma-Aldrich, Almanya
Kersetin	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	Sigma-Aldrich, Almanya
Kloroform	CHCl ₃	Sigma-Aldrich, Fransa
Potasyum hidroksit	KOH	Sigma-Aldrich, Almanya
Potasyum iyodür	KI	Sigma-Aldrich, Almanya
Potasyum persülfat	K ₂ S ₂ O ₈	Sigma-Aldrich, Almanya
Rozmarinik asit	C ₁₈ H ₁₆ O ₈	Sigma-Aldrich, Fransa
Rutin	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	Sigma-Aldrich, Fransa
Susuz sodyum sülfat	Na ₂ SO ₄	Sigma-Aldrich, Almanya
Sodyum klorür	NaCl	Riedel de Haen, Almanya
Troloks	C ₁₄ H ₁₈ O ₄	Sigma-Aldrich, Almanya
Tip 1 ultra saf su		

3.3. Kullanılan Aletler ve Cihazlar

Deneysel çalışmalarda kullanılan alet ve cihazların bilgileri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. *Alet ve cihaz bilgileri*

Cihaz	Cihaz bilgileri
Mikro-plak okuyucu	Biotek Powerwave XS
Etüv,	WTB Binder
GC/FID	Agilent 6890N SEM Ltd, İstanbul, Türkiye
GC/MSD sistemi,	Agilent 5975 (USA; SEM Ltd., İstanbul, Türkiye
LC MS/MS sistemi	20A HPLC system, Shimadzu) ve Applied Biosystems 3200 Q-Trap instrument, negatif iyon modda çalışan donanımlı ESI kaynağı, Absciex 3200 Q trap MS/MS dedektör
UPCC sistemi	Waters ACQUITY™ UPC ² System, UPC ² PDA ve QDA detektörler
Hassas Terazı,	Metler Toledo, NewClassic MS
Manyetik karıştırıcı,	IKO KS260
pH Metre,	WTW series, InoLab, pH720
Rotavapor sistemi,	Heidolph Instrument, Laborota 4010-Digital
Santrifüj,	Eppendorf, 5804

Çizelge 3.4. (Devam) Alet ve cihaz bilgileri

Cihaz	Cihaz bilgileri
Ultrasonik su banyosu,	Elma, S100H
Otomatik pipetör	8-12 kanallı Eppendorf Research plus

3.4 Ekstrelerin hazırlanması

3.4.1. Metanollü ekstrenin eldesi

Bitkisel materyal havanda dövülüp üzerine saf metanol eklendi. Karışım 24 saat oda sıcaklığında çalkalayıcıda maserasyona tabi tutuldu. Süre sonunda ekstre pileli filtre kağıdından geçirilerek filtre edildi (Şekil 3.2). Metanol düşük basınç altında uzaklaştırıldı. Kuru ekstre buzdolabında +4°C’de muhafaza edildi.



Şekil 3. 2. Metanollü ekstrenin eldesi

3.4.2. Toplam lipitleri içeren ekstrenin eldesi

Bitkisel materyal (100 g siyah chia tohumu) havanda dövülüp üzerine saf kloroform eklendi. Karışım 24 saat oda sıcaklığında çalkalayıcıda maserasyona tabi tutuldu. Süre sonunda ekstre pileli filtre kağıdından geçirilerek filtre edildi.

3.4.3. Serbest yağ asitlerinin eldesi

Bitkisel materyal (100 g siyah chia tohumu)havanda dövüldü(Şekil3.3).Toz haline getirilen bitkisel drog lipidleri ekstre etmek amacıyla Folch metoduna tabi tutuldu(Folch vd.,1957).



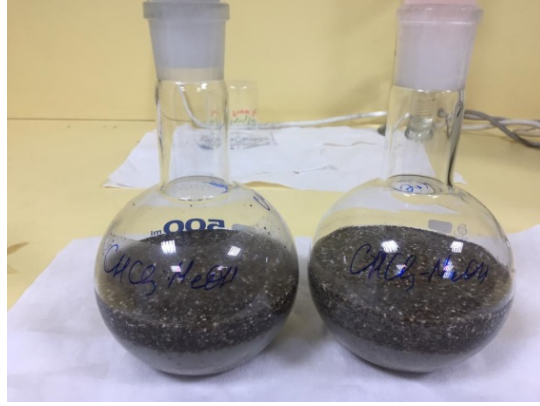
Şekil 3.3. Chia tohumlarının ekstraksiyona hazırlanışı

Bu amaçla, bitkisel materyal üzerine $\text{CHCl}_3 + \text{MeOH}(2:1)$ çözücü karışımı eklendi(Şekil 3.4). Çözücü miktarı,erlen içinde bitki seviyesini 1 cm geçecek şekilde ayarlandı. Drog,24 saat oda sıcaklığında çalkalayıcıda maserasyona tabi tutuldu.



Şekil 3.4. Chia tohumlarının maserasyonu

Süre sonunda elde edilen ekstre pileli süzgeç kağıdından süzüldü. Filtre üzerinde kalan bitkisel materyal çözücü karışımı (kloroform:metanol (2:1) ile iki kez 30'ar dakika süreyle tekrar masere edilip süzüldü. (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Chia tohumundan elde edilen ekstre

Süzüntüler birleştirilip düşük basınç altında yoğunlaştırıldı. Süzüntüler birleştirildiğinde meydana gelen toplam hacmin yarısı kalana kadar çözücü rotavaporda uzaklaştırıldı. Kalan ekstre hacmi kadar üzerine saf kloroform üzerine ilave edildi. Ekstre içindeki balastolarak bulunan protein ve karbonhidrat gibi kirliliklerden arındırmak için ekstre hacmince %0,4'lük CaCl_2 çözeltisi ile yıkandı (3 kez). Bu şekilde elde edilen ekstre toplam lipitler fraksiyonunu içermektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Folch metodu ile elde edilen toplam lipit fraksiyonu

Kloroformlu ekstrenin içinde eser miktarda kalmış olan suyun uzaklaştırılması amacıyla, ekstre susuz Na_2SO_4 'tan geçirildi.



Şekil 3.7. Ekstrelerin filtrasyon işlemi

Susuz Na_2SO_4 ekstre içindeki suyu tutarak süzgeç kâğıdı üzerinde sert bir form aldığıında taze susuz Na_2SO_4 ilavesi yapılarak suyun tamamının elimine edilmesi sağlandı (Şekil 3.7). Son olarak elde edilen, içinde bağlı ve serbest haldeki yağ asitlerinin bulunduğu toplam lipitleri içeren kloroformlu ekstrerotavaporda kurutuldu (Şekil 3.8).

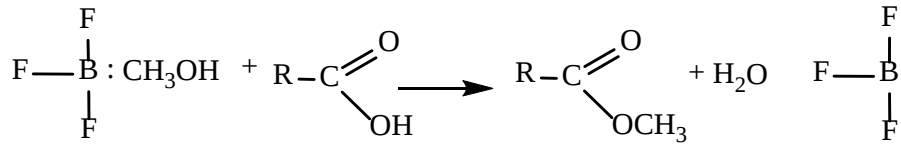


Şekil 3.8. Ekstrenin rotavaporda kurutulması

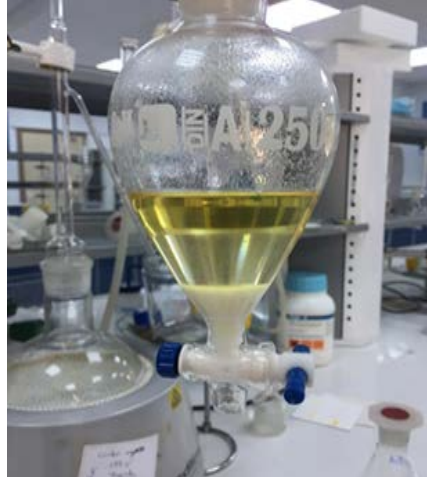
Elde edilen kuru ekstre sabunlaştırma (saponifikasyon) işlemine tabi tutuldu. Bu amaçla kuru ekstrenin üzerine KOH:H₂O:MeOH (1:1:10) karışımı eklenerek geri dönüştüren soğutucu takılan balon içinde 2 saat kaynatıldı. Bağlı ve serbest haldeki yağ asitleri, KOH'in oluşturduğu bazik ortamda yağ asitlerinin tuzlarına dönüşür. Süre sonunda soğumuş karışımdan sabunlaşmamış kirlilikleri uzaklaştırmak için dietil eter kullanılmıştır. Yağ asitlerinin tuzlarından yeniden yağ asidi elde etmek için %15'lik HCl eklenerek pH değeri 2-3 olacak şekilde ayarlandı. Bu işlem sonunda saf yağ asitlerini elde etmek amacıyla sıvı-sıvı ekstraksiyon işlemi uygulandı. Ayırma hunisinde sulu karışım dietil eterle muamele edildi (3 kez). Eterli kısımlar birleştirilip eter uzaklaştırıldı.

3.4.4. Sabit yağ asitlerinin metillenmesi

Kuru bakiye tartılarak serbest yağ asitlerinin verimi kuru bitki üzerinden hesaplandı. Elde edilen yağ asitleri Boron triflorür reaktifi ile metilleme işlemine tabi tutuldu (Godswill vd.,2014). Reaktif tepkimesi ve yağ asitlerinin di-etil eter fazda toplanması resmi Şekil 3.9 ve Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Boron triflorür reaktifi ile yağ asitlerinin metillenme tepkimesi



Şekil 3.10. Yağ asitlerinin dietil eterli fazda toplanması

3.5. Ekstrelerin Kromatografik Analizleri

3.5.1. Sabit yağ asitlerinin GC-FID/MS analizi

Sabit yağ asitlerinin kimyasal kompozisyonları Gaz Kromatografisi-Alev İyonlaşma Dedektörü (GC/FID) ve Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) teknikleri kullanılarak aydınlatıldı. Bu analizler için kolon olarak HP-Innowax FSC kolonu (60 m×0.25 mm, 0.25 µm film kalınlığı) ve taşıyıcı gaz olarak da helyum kullanıldı. Fırın 60°C’de 10 dakikakalarak 220°C’ye dakikada 4°C ile çıkacak şekilde ve 220°C’de 10 dakika kalıp, 240°C’ye dakikada 1°C ile çıkmak üzere programlandı. Split oranı 40:1 olarak seçilerek alev iyonlaşma detektörü ve enjektör. 250° C’de tutuldu. Kütle spektrumu 70 eV, kütle aralığı 35-450 *m/z* olarak seçildi. Maddelerin tanımlanması; tutunma zamanları, kütle spektrumları standartlara ve literatür bilgilerine göre değerlendirildi. Wiley GC/MS kütüphanesi (Wiley, New York, NY, USA), MassFinder 4.0 yazılımı (Dr. Hochmuth Scientific Consulting, Hamburg), Adams kütüphanesi ve Başer Uçucu Bileşikler kütüphanesi kaynak olarak kullanıldı. Madde miktarların belirlenmesinde alev iyonlaşma detektöründen elde edilen piklerin yüzde alanları kullanıldı.

3.5.2. LC-MS/MS analizi

Ekstrelerin sıvı kromatografi analizi aşağıda belirtilen şartlarda gerçekleştirildi:

Sistem: Shimadzu 20A HPLC - ABSciex 3200 Q trap MS/MS

Metod: Negatif İyonlaşma Metodu

Kolon: GL Science Intersil ODS 4.6 X 250 5 μ

Kolon Sıcaklığı: 40 C^o

Hareketli Faz: (A) Su: Asetonitril: Formik asit (89:10:1)

(B) Asetonitril: Su: Formik asit (89:10:1)

Akış Hızı: 0.5mL /dk

B çözücüsünün konsantrasyonu %10'dan başlanarak 40 dk.'da %100 olacak şekilde gradient olarak ayarlandı.

3.5.3. UPC²analizi

Yağ asitlerinin analizi aşağıda belirtilen şartlarda gerçekleştirilmiştir:

Sistem: Waters ACQUITY UPC² Sistemi

Dedektör: QDA.

Sistem: Empower III programı ile kontrol edildi.

Hareketli faz A: Süperkritik CO₂

Hareketli Faz B: Asetonitril

Akış hızı: 1 mL/dk

Kolon: ACQUITY UPLC HSS C₁₈ (3.0×100 mm, 1,8 μ m)

Basınç: 2500 psi

Sıcaklık: 30°C

Enjeksiyon: 1 μ L

3.5.4.Ekstrelerin toplam fenol miktar tayini

Ekstrelerdeki toplam fenol miktarı mg Gallik Asit'e eşdeğer olarak Folin-Ciocalteu reaktifi yöntemiyle tayin edildi. 20 uL numune üzerine, 1,56 mL saf su ve 300 uL Folin-Ciocalteu reaktifi eklendi. 1-8 dakika beklendikten sonra 300 uL %20'lik Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilip, 2 saat 25°C'de inkübasyona bırakıldı. Süre sonunda 760 nm'de absorbans ölçümleri alınarak Gallik Asit kalibrasyon eğrisiyle karşılaştırıldı. Sonuçlar 3×3 tekrar üzerinden hesaplandı (Singleton vd., 1999; Koşar vd., 2008).

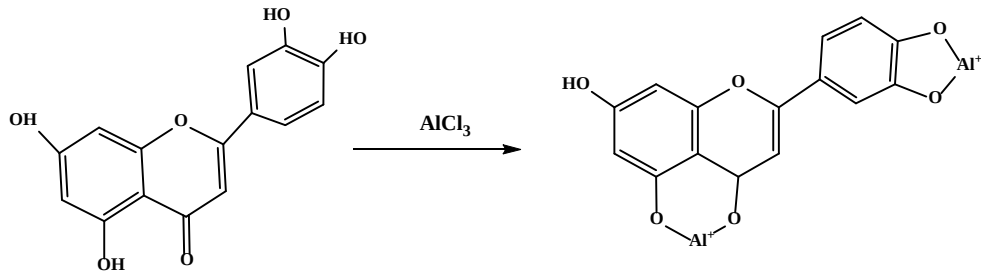
Reaktiflerin Hazırlanması:

Sodyum karbonat: 20 gNa₂CO₃ tartılıp 100 mL suda çözüldü

Gallik asit: Maddenin 1 mg/mL'lik konsantrasyonda çözeltisi hazırlanıp 0,8, 0,6, 0,4, 0,2, 0,1 mg/mL'lik konsantrasyonlara seyreltilti.

3.5.4. Ekstrelerin toplam flavonoit miktar tayini

Ekstrelerdeki toplam flavonoit miktarı rutine eşdeğer miktarları üzerinden AlCl₃ reaktifi kullanılarak tayin edildi. 96-kuyucuklu tipindeki plak kuyucaklarına 80 uL numune (ekstre/rutin) üzerine sırasıyla 80 µL AlCl₃ çözeltisi ve 1.84 mL absölü etanol eklendi. Kör deneyde 80 µL numune üzerine AlCl₃ yerine birkaç damla asetik asit (%15) ve 1,9 mL absölü etanol ilave edildi. Plaklar karanlıkta 25°C'de 40 dk bekletildi. Daha sonra kuyucuktaki karışımdan 300 µL alınarak 96-kuyucuklu mikropolağa aktarıldı ve plak okuyucuda absorbans değerlerinin 415 nm'de okuması yapıldı. Rutin ve kersetin için kalibrasyon eğrisi çizilerek denklem ve r² değerleri elde edildi. Deney 3×3 tekrar yapılarak sonuçlar hem rutine hem kersetine eşdeğer olarak hesaplandı (Koşar vd.,2011). Deneyde yer alan tepkime mekanizması Şekil 3.11'degösterilmiştir (Miliauskas vd., 2004; Koşar vd., 2008).



Şekil 3.11. Flavonoit ve AlCl₃ reaktifi arasında gerçekleşen tepkime

Reaktiflerin Hazırlanması:

Aluminyum klorür: 2,0 gsusuz AlCl₃ tartılarak 100 mL suda çözüldü.

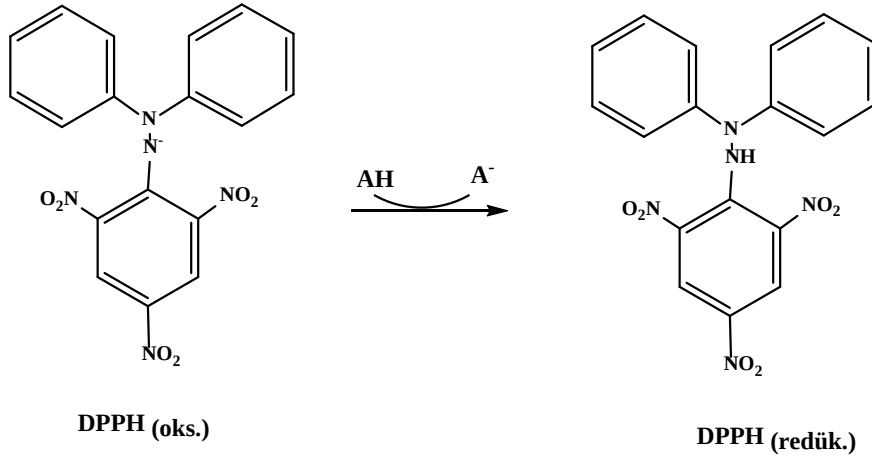
Rutin hidrat: Maddenin 1 mg/mL'lik konsantrasyonda çözeltisi hazırlanıp 0,8, 0,6, 0,4, 0,2, 0,1 mg/mL'lik konsantrasyonlara seyreltilti.

Kersetin: Maddenin 1 mg/mL'lik konsantrasyonda çözeltisi hazırlanıp 0,8, 0,6, 0,4, 0,2, 0,1 mg/mL'lik konsantrasyonlara seyreltilti.

3.5.5. Ekstrelerinin antioksidan etkilerinin belirlenmesi

3.5.5.1. Serbest radikal süpürücü etkisinin incelenmesi (DPPH testi)

1,1-Difenil-2-pikrilhidrazin (DPPH) radikal süpürme deneyi, ilk kez 1958'de Blois tarafından keşfedilmiştir. Daha sonra çok sayıda araştırmacı buyönetme yorum katarak değişiklikler yaptı. Elektron transferine dayalı olan antioksidan testlerden biridir. DPPH, bir hidrojen atomu verebilen bileşiklere reaksiyona giren kararlı bir serbest radikaldir. Bu yöntem, DPPH serbest radikalının bir antioksidanın eklenmesiyle DPPH molekülüne indirgenmesine dayanır. Antioksidan aktivite 517 nm'de absorpsiyon azalmasıyla ölçülür (Krishnaiah vd., 2011). Yöntemde yer alan tepkime şematik olarak Şekil 3.12'de gösterilmiştir.



Şekil 3.12. Serbest radikal DPPH ve antioksidan arasındaki tepkime

Bu yöntemde, 96-kuyucuklu plak kuyuların ilk sırasına 100 µL numune (ekstre/standart madde) çözeltisi konularak 100 mL metanol ile seyreltme yapıldı. Daha sonra her kuyucuğa 100 µL metanollü DPPH çözeltisi (%0.008) eklendi ve 30 dk. karanlıkta inkübe edildikten sonra absorbans değerleri 517 nm'de ölçüldü. Reaksiyon sonunda absorbanstaki bir azalma, numunenin serbest radikal süpürme aktivitesini gösterdi (Krishnaiah vd., 2011).

Sonuçlar 3×3 tekrar üzerinden hesaplandı. Numunelerin serbest radikal süpürme etkisi inhibisyon yüzdesi olarak aşağıdaki formüle göre hesaplandı.

$$\%Inh = \frac{Abs_{kontrol} - Abs_{numune}}{Abs_{kontrol}} * 100 \quad (3.1)$$

Burada , $Abs_{kontrol}$: kontrol kuyucuktaki absorbands değeri, Abs_{numune} : numunenin bulunduğu kuyucuktaki absorbands değeri.

Daha sonra IC_{50} denilen, DPPH inhibisyonunu yarıya indiren numunenin miktarına ait IC_{50} değeri *SigmaPlot 12.0* programı kullanarak hesaplandı ve sonuçlar $\mu\text{g/mL}$ cinsinden belirlendi (Kumarasamy vd., 2007).

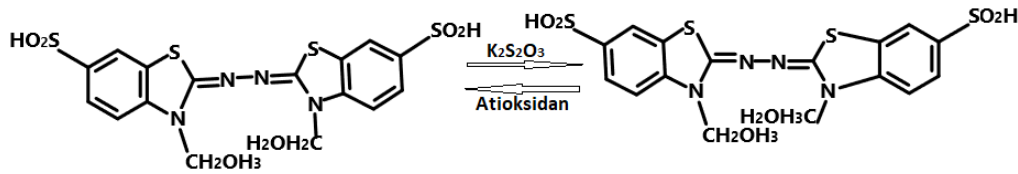
Reaktiflerin hazırlanması:

DPPH metanollü çözelti: 4 mg reaktif tartıldı ve 50 mL metanolde çözülerek amber renkli cam içinde muhafaza edildi.

Gallik asit çözeltisi: 1 mg reaktif tartıldı ve 10 mL metanolde çözülerek, 0,1 mg/mL çözeltisi hazırlandı.

3.5.5.2. Troloks'a eşdeğer antioksidan kapasitesinin incelenmesi (TEAK)

Standart olarak Troloks çözeltileri (mM) 3; 2; 1,5; 0,5; 1; 0,5 konsantrasyonlarında hazırlandı (absolü etanolde). 7.5 μL Troloks çözeltisi 990 μL ABTS ile karıştırıldı. Daha sonra kuyucuktaki karışımdan 300 μL alınarak 96-kuyucuklu mikroyağaya aktarıldı ve 734 nm'de 30 dakika sonra absorbands ölçüldü. Troloks için linear doğru denklemi elde edildi. Bu doğru denklemi kullanılarak numunelerin 30. dakikada ortaya koyduğu inhibisyon etkileri ile Troloks'a eşdeğer antioksidan süpürücü etki hesaplandı (Obón vd., 2005; Papandreou vd., 2006; Apak vd., 2007; El Rayess vd., 2014;). Deneyde gerçekleşen tepkime şeması Şekil 3.13'te gösterilmiştir. Deney 3×3 tekrar yapıldı.



Şekil 3.13. ABTS katyon radikalinin eldesi

Reaktiflerin hazırlanması:

ABTS reaktifi: 36 mg (7 mM) ABTS ve 6,6 mg (2,5 mM) $K_2S_2O_8$ tartılıp 10 mL suda çözeltisi hazırlandı. Daha sonra 16 saat boyunca karanlık ortamda reaktifin aktif hale gelmesi için beklendi. Potasyum persulfat etkisi ile ABTS oksitlenip aktif

ABTS^{•+}radikal katyon oluşturuldu. Hazırlanan stok çözelti karanlık serin ortamda kapağı kapatılarak muhafaza edildi. Daha sonra bu stok çözeltiden 1 mL alınarak spektrofotometrede 734 nm’de absorbansı 0.700-0.800 arasında olana kadar absölü etanol ile seyreltildi.

Rosmarinik asit çözeltisi:1 mg madde tartıldı ve 10 ml metanolde çözülerek, 0,1 mg/mL çözeltisi hazırlandı.

Gallik asit çözeltisi: 1 mg madde tartıldı ve 10 mL metanolde çözülerek, 0,1 mg/mL çözeltisi hazırlandı.

3.5.5.3. Anti- α -amilaz etkisinin incelenmesi

Chia tohumu ekstrelerinin α -amilaz (antidiyabetik) etkisinin ölçülmesi için Caraway-Somogyi iyodür/ potasyum iyodür (I/KI) yöntemi kullanıldı (Yang vd.,2012). Deney için ekstrelerin 10 mg/mL metanolde çözeltileri hazırlandı.

Deneyde 96 kuyucuklu mikropalak kuyucuğuna 25 μ L numune çözeltisi ve 50 μ L α -amilaz (0,8 U/mL 20 mM fosfat buffer, pH=6.9) otomatik pipetörle (8-kanallı, Eppendorf) ilave edildi ve 10 dakika boyunca 37°C’de inkübe edildi. Süre sonunda, 50 μ L substrat (nişasta çözeltisi, %0,05) karışıma eklendi. Karışım, 37°C’de 10 dakika ikinci bir inkübasyona tabi tutuldu. Reaksiyon 25 μ L HCl (1 M) ilavesiyle durduruldu. Son olarak, kuyucuklara 100 μ L I/KI çözeltisi eklendi. Örnek ve kör absorbansları 630 nm’de okundu. Pozitif kontrol olarak akarboz (0,1mg/mL, buffer içinde) kullanıldı.Deney 3 $\times$ 3 tekrar yapıldı. α -Amilazaktivitesinin yüzde inhibisyonu (İnh%) aşağıdaki denkleme göre hesaplandı:

$$\%Inh = \left[\frac{(Abs_{kontrol} - Abs_{kontrolblank}) - (Abs_{numune} - Abs_{numuneblank})}{Abs_{kontrol} - Abs_{kontrolblank}} \right] * 100 \quad (3.2)$$

Burada, $Abs_{kontrol}$: kontrol kuyucuktaki absorbans değeri, $Abs_{kontrolblank}$: kontrol blank kuyucuğun absorbans değeri, Abs_{numune} : numunenin bulunduğu kuyucuktaki absorbans değeri, $Abs_{numuneblank}$: numunenin blank kuyucuktaki absorbans değeri.

Reaktiflerin hazırlanması:

Buffer: 0.185 g Na₂HPO₄ ve 0.150 g NaH₂PO₄ tartıldı ve 100 mLdistile suda çözüldü. pH değeri 6,9 olarak ayarlandı. Hazırlanmış bufferın üzerine 35 mg NaCl eklendi.

Enzim: 1,23 mg porcine pancreas α amilaz (Type VI-B, ≥ 10 unite/mg katı) tartıldı ve 20 mL buffer içinde çözüldü.

Substrat: Çözünür nişasta 0,02 g tartılarak 40 mL distile su içinde çözöldü ve 10 dk kaynatmadan ısıtıldı. Hazırlanmış çözelti oda sıcaklığına gelene kadar soğutuldu.

Standart inhibitör: 1 mg akarboz tartıldı ve 1 mL buffer içinde çözöldü.

Belirteç reaktif: İyot 0,5 gve potasyum iyodür 1,5 g tartıldı ve 50 mL distile suda çözöldü. Amber renkli cam içinde muhafaza edildi.

4.BULGULAR

4.1. Ekstrelerin verim bilgileri

S.hispanica bitkisinin tohum kısımları(chia tohumu) metanol, kloroform ve kloroform+metanol ile masere edilerek ekstreleri elde edilmiştir. Ekstrelerin verimleri kuru bitkisel materyal üzerinden hesaplanarak Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. *Chia tohumlarının farklı ekstrelerin verimleri*

Ekstre tipi	Verim, %
MeOH ekstre (polar)	1,6
CHCl ₃ ekstre (apolar)	12,7
Serbest Yağ Asitleri	9,58

4.2. Sabit yağ asitlerinin kimyasal kompozisyonu

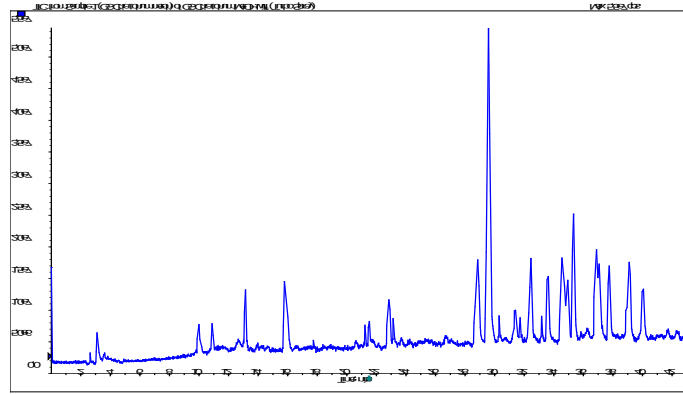
Chia tohumundan elde edilen sabit yağ asitlerinin kimyasal kompozisyonu GC/-MS/FID teknikleri ile araştırıldı.Maddelerin HP-İnnowax polar kolonundaki çıkış sırası, bağıl yüzdelikleri ve RRI değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. *Chia tohumun sabit yağ asitlerinin kimyasal kompozisyonu*

No	RRI	Bileşik	%
1.	2018	Metil tetradekanoat (=Metil miristat)	e
2.	2095	Metil pentadekanoat	e
3.	2223	Metil heksadekanoat (=Metil palmitat)	7,2
4.	2251	Metil palmitoleat (=Z)-9-Heksadekenoik asit metil ester)	e
5.	2323	Heptadekanoik asit metil ester	0,2
6.	2436	Metil oktadekanoat (= Metil stearat)	3,0
7.	2468	(Z) -9-metil oktadekanoat (= Metil oleat)	5,5
8.	2469	(E) -9-Oktadekenoik asit metil ester (Metil elaidat)	0,8
9.	2509	(Z, Z) -9,12-Metil oktadekadienoat (=Metil linoleat)	19,8
10.	2572	Metil linolenat	62,4
11.	2634	Metil eikosoanoat (=Metil arakhidat)	0,3
12.	2658	11-Metil eikosinoik asit	0,1
13.	2841	Metil behenat (=Metil dokozenoat)	0,1
14.	3021	Metil tetrakosoanoat	0,1
Toplam			99,5

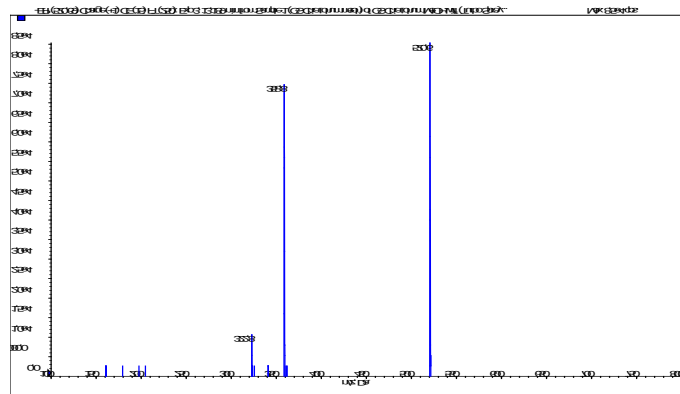
4.3. Ekstrelerin kimyasal kompozisyonu

Chia tohumundan elde edilen metanollü ekstreninkimyasal kompozisyonu LC-MS/MS tekniği ile araştırıldı. Metanollü ekstresinin genel kromatografik profili Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

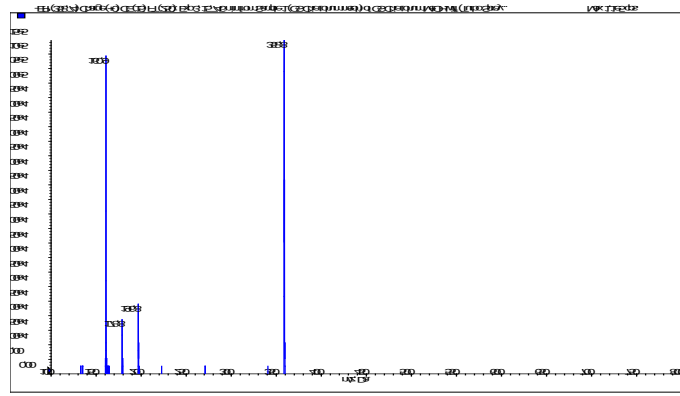


Şekil 4.1. Chia tohumunun metanollü ekstresinin LC-MS/MS tekniğinde elde edilen genel kromatografik profili

Chia tohumunun metanollü ekstresinde sıvı kromatografisi tekniğiyle birkaç fenolik bileşik kolonda ayrılarak kütle spektrum bilgilerine göre teşhis edilmiştir. Fenolik bileşiklerin arasında rosmarinik asid ve onun glikozidi tespit edilmiştir. Teşhis edilen bazı fenolik bileşiklerin kütle spektrumları Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’te verilmiştir.

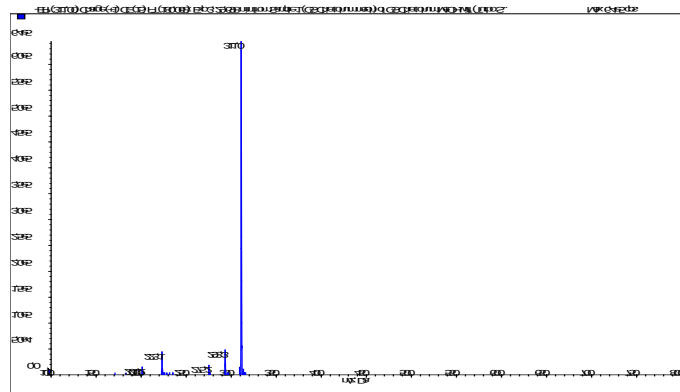


Şekil 4.2. Chia tohumunun metanollü ekstresinde tespit edilen Rosmarinik asid glikozidinin spektrumu

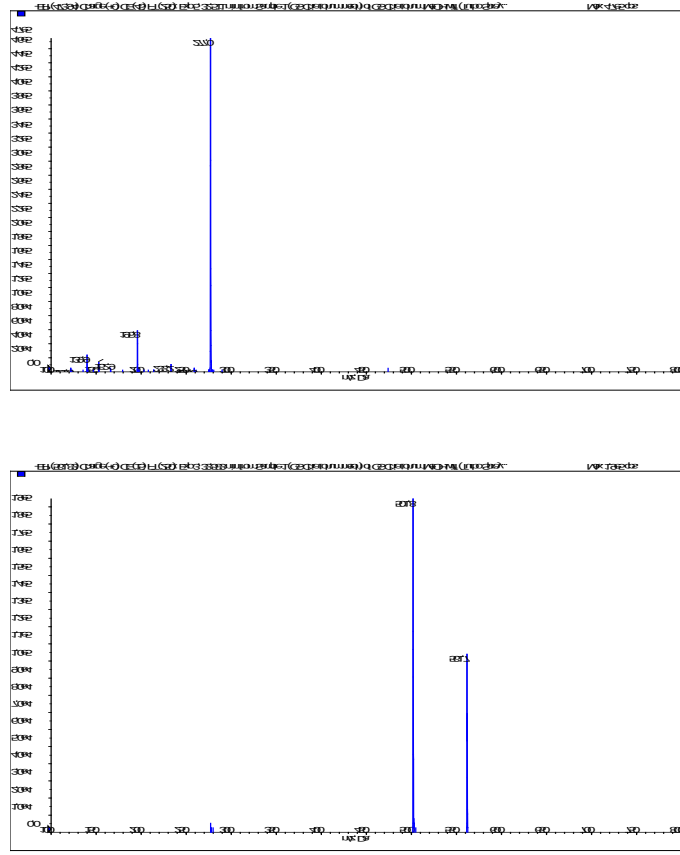


Şekil 4. 3. Chia tohumunun metanollü ekstresinde tespit edilen Rozmarinik asidin spektrumu

Chia tohumu metanollü ekstresinde fenolik bileşiklerin yanı sıra yağ asitleri de tespit edilmiştir. Bunlardan birisi (9Z,12Z)-15,16-dihidroksi-9,12-oktadekadienoik asittir, diğeri de linoleik asit türevidir (Şekil 4.4; Şekil 4.5).



Şekil 4.4. Chia tohumunun metanollü ekstresinde tespit edilen (9Z,12Z)-15,16- dihidroksi-9,12-oktadekadienik asit spektrumu



Şekil 4. 5. Chia tohumunun metanollü ekstresinde tespit edilen m/z 474 ve m/z 562 linoleik asit türevlerinin spektrumları

4.4 UPC² Analizi

Chia tohumundan elde edilen kloroformlu ekstrenin kimyasal kompozisyonu UPC² tekniği ile araştırıldı. Birleşim kromatografisi tekniği ile ayrılan bileşikler QDA dedektörü ile teşhis edilerek sonuçlar Çizelge 4.3'te sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Chia tohumlarının UPC² analizi

Yağ asitleri	Chia Tohumu
Oleik	Var
Linoleik	Var
Palmitik	Var
Stearik	Var
11-Eicosenoik	Var

Çizelge 4.4. (Devam) *Chia tohumlarının UPC² analizi*

Yağ asitleri	Chia Tohumu
Palmitoleik	Var
Linolenik	Var
Behenik	Var

4.5. Ekstrelerde Toplam Fenol Miktarı

Chiatohumlarından elde edilen ekstrelerde toplam fenol miktarı Folin-Ciocalteu reaktifiyle spektrofotometrik metod ile ölçüldü. Kalibrasyon eğrisi gallik asit çözeltisi kullanılarak elde edilmiştir (Şekil 4.3). Hesaplamalar için kullanılan denklem aşağıda verilmiştir.

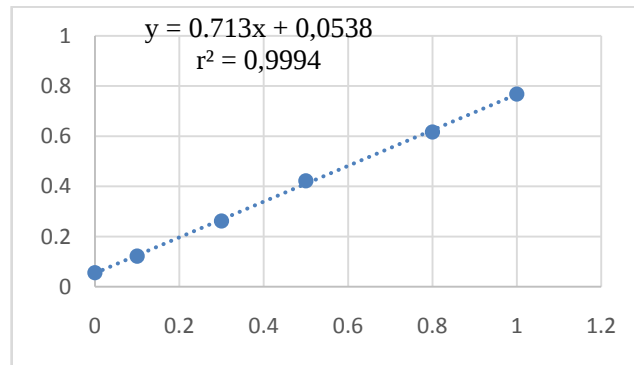
$$y = 0.713x + 0.0538 (r^2 = 0.9994) \quad (4.1)$$

Sonuçlar gallik asite eşdeğer olarak hesaplanıp Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. *Chia tohumları ekstrelerinin toplam fenol miktarları*

Ekstre tipi	Toplam Fenol Miktarı, GAEmg/g $\pm$ SS
MeOH ekstre(polar)	0.107 $\pm$ 0.00001
CHCl ₃ ekstre(apolar)	0.071 $\pm$ 0.00023

GAE: mg/g Gallik asit'e eşdeğer fenol miktarı



Şekil 4. 6. *Gallik asit kalibrasyon eğrisi*

4.6. Ekstrelerde Toplam Flavonoit Miktarı

Chiatohumlarından elde edilen ekstrelerde toplam flavonoit miktarı $AlCl_3$ ile oluşturduğu kompleksin rengini spektrofotometrik olarak ölçülmesi ile tespit edildi. Sonuçları rutine ve kersetine eşdeğer olarak hesaplanarak Çizelge 4.5'te sunuldu. Hesaplamalar için kullanılan denklemler aşağıda verilmiştir.

$$y_{\text{rutin}} = 0.4716x + 0.0422 \quad (r^2 = 0,997). \quad (4.2)$$

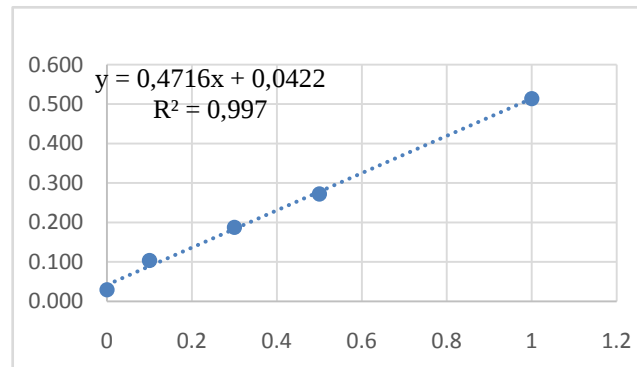
$$y_{\text{kersetin}} = 1.3366x + 0.0971 \quad (r^2 = 0,9976) \quad (4.3)$$

Rutin ve kersetin kalibrasyon eğrileri Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de verilmiştir.

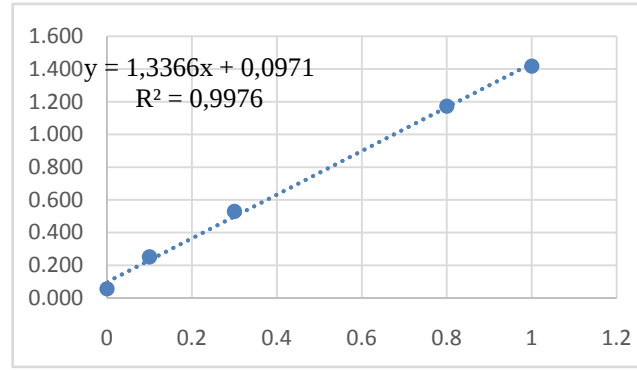
Çizelge 4.6. Chia tohumu ekstrelerinin toplam flavonoit miktarları

Ekstre tipi	Toplam Flavonoit Miktarı, RuEmg/g $\pm$ SS	Toplam Flavonoit Miktarı, KE mg/g $\pm$ SS
MeOH ekstre(polar)	0.010 $\pm$ 0.00001	0.044 $\pm$ 0.00023
$CHCl_3$ ekstre(apolar)	0.019 $\pm$ 0.00012	0.048 $\pm$ 0.000021

RuE: mg/g Rutin'e eşdeğer flavonoit miktarı; KE: mg/g Kersetin'e eşdeğer flavonoit miktarı



Şekil 4.7. Rutin kalibrasyon eğrisi



Şekil 4.8. Kerasetin kalibrasyon eğrisi

4.7. Ekstrelerin Antioksidan Aktivitesi

4.7.1. Ekstrelerin serbest radikal süpürücü etkileri (DPPH deneyi)

Chiatohumlarının ekstrelerinin DPPH serbest radikalini süpürme etkileri spektrofotometrik yöntemle ölçüldü. Standart madde olarak gallik asit ve rozmarinik asit kullanıldı. Sonuçlar Çizelge 4.6’ da gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Chia tohumu ekstrelerinin serbest radikal süpürme etkileri

	MeOH ekstre	CHCl ₃ ekstre	SerbestYağ asitleri	Standart İnhibitörler	
				Gallik asit	Rozmarinik asit
İnhibisyon, %	79,04	15,40	6,33	88,14	89,56
	±	±	±		
SS	1,37	0,62	0,88		
IC ₅₀	1,63±0,15	-	-	0,002	0,95

% İnh: 7.5 mg/mL’lik konsantrasyondaki % inhibisyon değeri

Yağ ve ekstreler için elde edilen inhibisyon değerleri hesaplandı ve *SigmaPlot* programı kullanılarak IC₅₀ değerleri elde edildi.

4.7.2. Ekstrelerin Troloks’a eşdeğer antioksidan kapasitesi(TEAC)

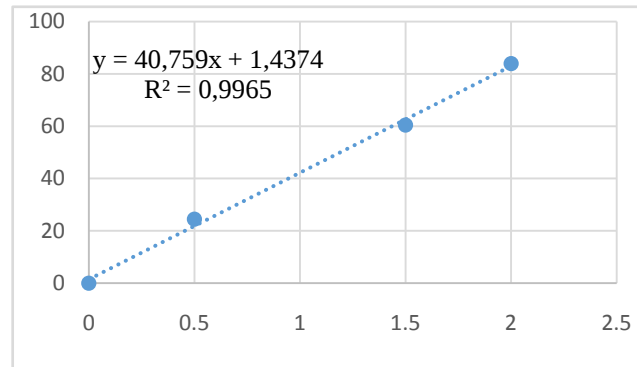
Chia tohumu ekstrelerinin antioksidan etkisi serbestABTS radikalini süpürme etkisine göre spektrofotometrik olarak tayin edildi. Numunelerin antioksidan etkileri Trolox’un (standart madde) ABTS·radikalini süpürme etkisi ile karşılaştırılarak saptandı. Ekstrelerin Trolox’a eşdeğerantioksidan kapasiteleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Hesaplamalarda kullanılan Trolox maddesinin kalibrasyon eğrisi Şekil

4.9'dagösterilmiştir.Trolox'a eş değer antioksidan kapasitesi hesaplamak için elde edileneğri denklemi aşağıda verilmiştir

$$y=40.759x+1.4374 (r^2 = 0.9965)(4.4)$$

Çizelge 4.8. *Chia tohumu ekstrelerinin trolox'a eşdeğer antioksidan kapasitesi*

Ekstre türü	TEAK, Ort±SS (mM)
MeOH ekstre	0,25 ± 0,04
CHCl ₃ ekstre	0,08 ± 0,01
Serbest Yağ Asitleri	0,05 ± 0,01
GA	2.898 ± 0,004
RA	2.713 ± 0.055



Şekil 4. 9. *Trolox kalibrasyon eğrisi*

4.7.3. Ekstrelerin anti-α-amilaz aktivitesi

Chia tohumu ekstrelerinin anti α-amilaz etkileri spektrofotometrik olarak tayin edildi.Numunelerin inhibitör etkileridomuz pankreasından elde edilen a-amilaz enzimi üzerinde mikrotiter plak tekniği ile test edildi. Standart akarboz çözeltisi kıyaslamak için kullanıldı. Ekstrelerininenzim üzerindeki etkileri inhibisyon yüzdesi olarak hesaplandı ve Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.9. *Chia tohumu ekstrelerinin α -amilaz enzimi üzerinde inhibisyon sonuçları*

İnhibisyon % $\pm$ SS	
MeOH ekstre	18,35 $\pm$ 3,58
CHCl ₃ ekstre	14,98 $\pm$ 5,36
Serbest YağAsitleri	24,23 $\pm$ 3,89
Akarboz	97,13 $\pm$ 4,83

5.TARTIŞMA VE SONUÇ

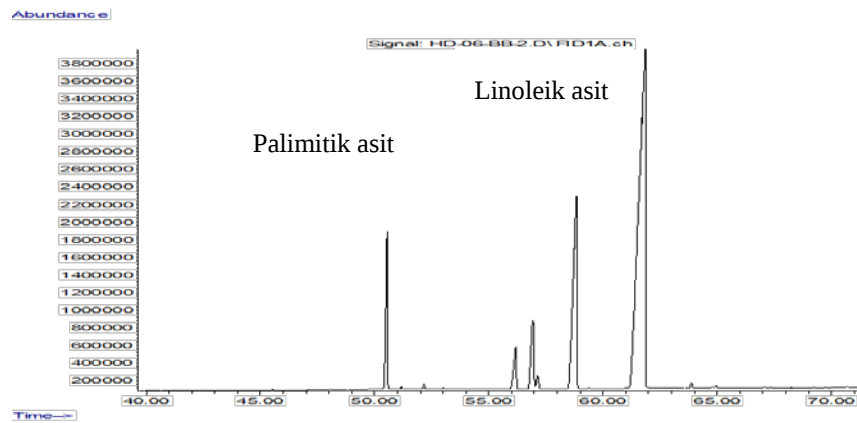
5.1. Ekstrelerin Verim Bilgileri

Araştırma kapsamında siyah chia tohumlarından polar ve apolar çözücüler kullanılarak iki farklı ekstre elde edildi ve ayrıca serbest yağ asidi fraksiyonu elde edildi. Verim bilgilerine bakıldığında total lipitleri içeren kloroformlu ekstrenin verimi (%12,7)en yüksek olarak saptanmıştır. Tohumlar lipitler açısından zengin olduğu için verim verileri de yüksektir. Verim verilerine göre serbest yağ asitleri ikinci sırada yer almaktadır (%9,58). Polar çözücü ile elde edilen ekstrenin verimi en düşük olarak saptanmıştır (%1,6). Literatürde bulunan chia tohumu ile yapılan çalışmalarda çözücü olarak metanol, kloroform ve asetik asit kullanılmıştır. Araştırma kapsamında elde edilen verim bilgileri literatür bilgileri ile kıyaslandığında farklılıklar gözlemlenmiştir. Total lipid ekstresinin verimi kaynaklarda %27,24-%33,6 arasında değişmektedir (Ayerza vd., 1995; Ixtaina vd.,2011; İmran vd., 2016).

5.2.Ekstrelerin Kimyasal Kompozisyonu

5.2.1. GC/MS sonuçları

Gaz kromatografik analizi sonucunda chia tohumu yağ asitleri kimyasal bileşimi aydınlatılmıştır. Yağ asitlerinin genel gaz kromatografik profili Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Chia tohumu yağ asitleri gaz kromatografik profili

Literatür bilgilerine bakıldığında chia tohumunun yağ içeriğinin %80’ini α -linolenik asit ve linoleik asit oluşturmaktadır. Chia tohumu yağında α -linolenik asit ve

linoleik asite nazaran daha az oranlarda; %5-10 oleik, %6-7 palmitik ve %1-3 stearik asitleri de bulunmaktadır (İmran vd., 2016; Timilsena vd., 2017). Chia tohumu yağının %55-60'ı α -linolenik (omega-3) ve %18-20'si linoleik (omega-6) esansiyel yağ asitlerinden oluşmaktadır (Çelebi vd., 2017). Yapılan bilimsel araştırmalarda chia tohumunun yetiştirildiği bölgeye göre yağ asitleri bileşiminde farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda chia tohumu yağının yağ asitleri bileşimi Çizelge 5.1'de gösterilmiştir (Ayerza ve Coates 2011, Ixtaina vd., 2011, Timilsena vd., 2017). Literatür kıyaslandığında kaynaklarda verilen sonuçlarla benzer yağ asit profili rapor edilmiştir.

Çizelge 5.1. Chia tohumu yağının yağ asitleri bileşimi (%)

	A	B	C	D	E	F	G
C16:0 (palmitik asit)	6,2	5,5	6,2	6,4	6,7	7,7	7,2
C18:0 (stearik asit)	1,9	2,7	3,0	3,7	2,7	3,6	3,0
C18:1 (oleik asit)	5,7	5,8	5,3	6,6	10,6	9,1	5,5
C18:2 (linoleik asit)	21,5	16,6	19,7	17,0	17,4	21,9	19,8
C18:3 (α-linolenik asit)	64,4	69,3	65,6	64,8	62,4	56,9	62,4
TDYA	8,5	8,3	9,3	10,1	9,7	11,3	5,5
ÇDYA	85,9	85,9	85,4	81,7	79,5	78,9	81,2
A:Avustralya, B: Guatemala C: Arjantin, D: Ekvador, E: Meksika, F: Bolivya, G:Proje çalışması							

5.2.2. LC/MS sonuçları

Sıvı kromatografisi analizi sonuçlarına göre metanollü ekstrede fenolik bileşikler tespit edildi. Ana bileşik olarak rozmarinik asit ve glikozidi teşhis edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda da chia tohumunda rozmarinik asit ve glikozid bulunmuştur (Ayerza,2013b; Martinez-Cruz ve Paredes-Lopez vd.,2014). Bunların dışındachia tohumunda fenolik bileşikler ve izoflavonoitlerden; gallik asit, kafeik asit, klorojenik asit, ferulik asit,mirsetin,kersetin, kemferol, diadzin, genistin tespit edilmiştir (Taga, 1984; Ayerza, 2013b; Reyes-Caudillo,2008;Ayerza, 2013b; Coelho, 2014;Lo'pez, 2014; Martı'nez-Cruz ve Paredes-Lo'pez, 2014). Bitkisel materyalin kaynaklarının farklılığı fenolik bileşiklerin profil farklılığına sebep olabilir.

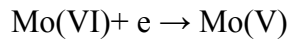
5.2.3. UPC²analizi

Çalışma kapsamında UPC² analizi chia tohumu üzerinde ilk defa uygulanmıştır. Modern ve hızlı bir teknik olan UPC² özellikle sabit yağ asitleri için avantajlı olup dünyada birçok sabit yağ asidi analizi için kullanılmıştır (Nováková ve Lucie, 2014; Wang ve Ying, 2016; Ashraf-Khorassani, 2015). Tekniğin hızlı olması ve çevreye dost olması avantajlarında ön plana çıkmıştır. Çalışma kapsamında daha önce Waters tarafından sabit yağ asitleri analizi için valide edilmiş yöntem uygulanmıştır. GC/MS ile kıyaslandığında üç dakikadan daha kısa sürede 10 kat daha hızlı ayırma yapmaktadır. GC/MS'den farklı olarak, az uçucu ve uzun zincirli yağ asitleri ön işlem yapılmaksızın doğrudan analiz etme avantajını sunmaktadır (Isaac vd., 2014).

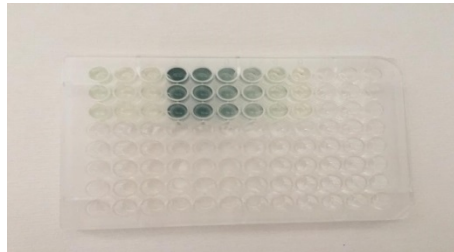
Araştırma kapsamında yapılan UPC² analizi sonucunda chia tohumlarında; oleik, linoleik, palmitik, stearik, ekosenoik, palmitoleik, linolenik ve behenik asitleri tespit edilmiştir. Analiz süresi göz önünde bulundurulduğunda (toplam 4 dakika) bu teknik oldukça başarılı ve hızlı sonuçlar ortaya çıkartmıştır.

5.3. Ekstrelerde Toplam Fenol Miktarı

Toplam fenolik ayırıcı olarak bilinen Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) bazlı yöntem, örneğin indirgeme kapasitesini tayin etmektedir. Ekstrelerde bulunan fenolik bileşikler FCR içerisindeki molibdenyum elementi ile alkali ortamda elektron transfer reaksiyonuna girerek oksitlenir, metal ise redüklenir (Huang vd., 2005).



Chia tohumu üzerinde yapılan deney sırasında gözlemlenen renk değişimi Şekil 5.2'de gösterilmiştir.



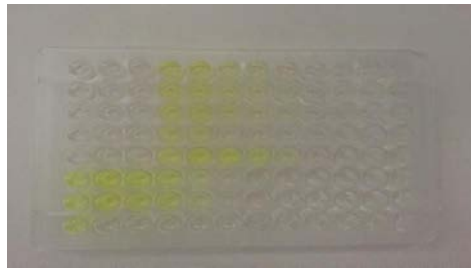
Şekil 5.2. Chia tohumu ekstrelerin toplam fenol miktarı deneyi sonuçları

Chia tohumunun farklı polaritedeki çözücüler ile elde edilen ekstralarında en yüksek toplam fenolik bileşik miktarı metanollü ekstrede tespit edildi (0.107 mg GAE/g). Kloroformlu ekstre fenolik bileşikler açısından daha zayıf bulundu (Çizelge 4.4)

Literatür taramalarına bakıldığında Martinez ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada sulu metanol ile elde edilen fenolik bileşiklerin miktarı $1,64 \pm 0,21$ mgGAE/g bulunmuştur (Cruz vd.,2014). Çözücünün polaritesinin artırılması toplam fenol miktarındaki artışı sağlamıştır. Meksika'nın farklı bölgelerinde yetişen chia tohumlarının fenolik içeriklerisiyle 0,9 ve 0,66 mg GAE/g olarak saptanmıştır (Reyes vd.,2008; Porras vd.,2013). Wei ve Shiow tarafından yapılan çalışmada chia tohumlarında bulunan toplam fenolik bileşiklerin konsantrasyonu; adaçayı (1,34 mg GAE/g) ve ananastan (1,31 mgGAE/g) daha yüksektir (Zheng ve Wang, 2001). Ahududu (1,14 mgGAE / g), muz (0.904 mg GAE / g), mango (0,56 mg GAE/g), şeftali (0.846 mg GAE/g), papaya (0.576 mg GAE/g) için bildirilen konsantrasyondan daha yüksektir ve çilek (1,6 mg GAE/g) ile yaklaşık olarak aynı olduğu bildirilmiştir (López vd.,2010). Çözücü olarak metanol kullanılarak yapılan bir çalışmada gallik asite eş değer toplam fenol içeriği 0,98 mg/g bulunmuştur (Ullah vd., 2017).

5.4. Ekstrelerde Toplam Flavonoit Miktarı

Chia tohumu ekstralarında toplam flavonoit yapıdaki bileşiklerin miktarı $AlCl_3$ ile oluşturduğu renkli kompleks bileşenlerin UV alanındaki (415 nm) absorbansları ölçülerek rutin ve kersetine eşdeğer olarak hesaplandı. Chia tohumu üzerinde yapılan deney sırasında gözlemlenen renk değişimi Şekil 5.3'te gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Chia tohumu ekstralarının toplam flavonoit miktarı deneyi sonuçları

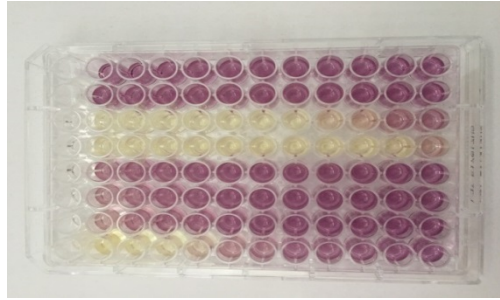
Elde edilen ekstraların flavonoit miktarlarına bakıldığında kloroformlu ekstrenin

metanollüekstreye göre daha yüksek miktarda flavonoit içerdiği görülmüştür. Genel olarak toplam flavonoit miktarı oldukça düşük verilerle temsil edilmektedir (Çizelge 4.5). Literatür taramalarına bakıldığında da chia tohumunun flavonoitler açısından zengin olmadığı görülmüştür (Reyes vd.,2008; Porras vd.,2013). Literatürde metanollü ekstre üzerinde yapılmış bir çalışmada kersetine eş değer toplam flavonoid içeriği 0.025mg /g olarak rapor edilmiştir (Ullah vd., 2017). Bitkisel materyalin kaynaklarının farklılığı, yetiştirme şartları, ekstraksiyon tekniği, cihazın ölçme hassasiyeti gibi faktörler sonuçların farklılığın sebebi olabilir.

5.5. Ekstrelerin Antioksidan Aktivitesi

5.5.1. Ekstrelerin serbest radikal süpürücü etkileri (DPPH deneyi)

Chia tohumu ekstraktlarının antioksidan aktivitesi spektrofotometrik olarak değerlendirildi. Bu amaçla elektron transferine dayalı DPPH test sistemi kullanıldı. Test edilen ekstraktlar belli bir konsantrasyonda uygulanarak mikropalak titer tekniğiyle deneye tabi tutuldu. Chia tohumu üzerinde yapılan deney sırasında gözlemlenen renk değişimi Şekil 5.4'te gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Chia tohumu ekstraktlarının DPPH serbest radikal süpürme etkisi deneyi sonuçları

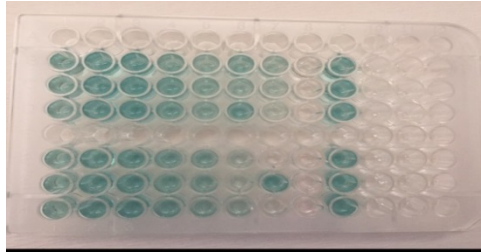
Numunelerin yüzde inhibisyon değerleri standart antioksidan madde olan galik asitin değerleriyle kıyaslandı. İnhibisyon değerleri %50'den büyük olan numuneler için IC_{50} değerleri *SigmaPlot* 12.0 programı ile hesaplandı. Chia tohumu metanollü ekstresi en yüksek yüzde inhibisyon etkisini göstererek (%79), IC_{50} değeri $1,63 \pm 0,15$ mg/mL olarak hesaplanmıştır. İkinci sırada kloroformlu ekstre %15,4'lük bir inhibisyon değerini göstermiştir. Serbest yağ asitlerini içeren fraksiyon ise kayda değer bir inhibisyon göstermemiştir (%6,3). Literatür verileriyle kıyaslandığında chia

tohumlarının serbestradikal süpürücü etkisi %68,8-85 arasında değişmektedir (Podsedeck,2007; Reyes vd.,2008; Mohammadhosseini vd.,2017). Literatürdeki verilerle çalışmadaki verilerin farklılığının sebepleri; bitkisel materyalin farklılığı ve uygulanan ekstraksiyon tekniğinden kaynaklanıyor olabilir.

5.5.2. Ekstrelerin Troloks'a eşdeğer antioksidan kapasitesi (TEAK)

Chia tohumu ekstraktlarının ABTS· serbest radikalini süpürme etkisi Trolox'un etkisine eşdeğer olarak hesaplandı. Sabit yağların bu test içerisinde kayda değer etkiye sahip olmadığı görüldü (%1'lik konsantrasyonda). Ancak ekstraktlar arasında metanollü ekstrenin (TEAK 0,25 mM) belirgin bir etki ortaya koyduğu gözlemlendi (Çizelge 4.7). Kloroformlu ekstre 3 kat, serbest yağ asitleri fraksiyonu ise 5 kat daha zayıf etki göstermiştir. Polar çözücü olan metanol; tohumlardan polar karakterli fenolik bileşikler daha fazla miktarda ekstre ederek metanollü ekstrenin daha yüksek aktivite göstermesine olanak sağlamıştır.

Chia tohumu üzerinde yapılan deney sırasında gözlemlenen renk değişimi Şekil 5.3'te gösterilmiştir.



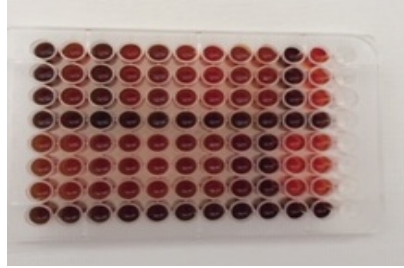
Şekil 5.5. Chia tohumu ekstraktlarının TEAK deneyi sonuçları

Literatür taramalarına bakıldığında çalışmalarda değerlendirilen yöntemler benzer sonuçlar vermiştir. Capitani ve arkadaşlarının Arjantin'de ki chia tohumları ile yaptığı çalışmada TEAK 557,2 mmol/g ve lifli fraksiyonlar TEAK 446,4 mmol/g; Vázquez-Ovando ve arkadaşlarının Meksika'daki chia tohumları ile yaptığı çalışmada TEAK 488,8 mmol/g bulunmuştur (Ovando vd.,2009; Capitani vd.,2012). Awika ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada chia tohumu, buğday unu, arpa ve tam tahıl gevreklerinden daha yüksek antioksidan aktivite göstermiştir (Awika vd.,2003). Bitkinin

ekim alanı, iklim değişikleri, hasat yılı, toprak koşullarına bağlı olarak chia tohumunun farklı aktivite göstermesinin sebeplerindendir.

5.5.3. Ekstrelerin anti- α -amilaz aktivitesi

Proje kapsamında chia tohumunun karbonhidrat metabolizması üzerinde etkili olan α -amilaz enzimini inhibe etme potansiyeli değerlendirilmiştir.Chia tohumu üzerinde yapılan deney sırasında gözlemlenen renk değişimi Şekil 5.6’da gösterilmiştir.



Şekil 5.6. Chia tohumunun anti α -amilaz etkisi deney sonuçları

Bu amaçla mikrotiter plak tekniği kullanılmıştır. Proje kapsamında gerçekleştirilen deney sonucunda chia tohumu ekstralarının a-amilaz enzimi üzerinde düşük inhibisyonu görölmüştür (Çizelge 4.8).En yüksek inhibisyon serbest yağ asitlerinde görölmüştür (%24,2). Kaynaklarda *S. hispanica* tohumlarından elde edilen protein fraksiyonunun α -amilaz enzimi üzerinde aktivitesi rapor edilmiştir (%39,9) (Laviada vd.,2018). Proje kapsamında yapılan bu araştırma chia tohumu ekstralarının α -amilaz enzimi üzerinde yapılan ilk çalışmadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Chia tohumu üzerinde Türkiye’de yapılmış birkaç araştırmanın sonuçlarına rastlanmıştır. Bu çalışmalarda chia tohumunun sadece gıda olarak özellikleri araştırılmıştır. Ancak; kapsamlı kimyasal ve biyolojik aktivite profilini ortaya koyan, aynı zamanda chia tohumunun karbonhidrat sindiriminde önemli olan α -amilaz enzim üzerindeki etkisinin araştırılmasıyla ilgili çalışmalar henüz yapılmamıştır. Son zamanlarda Türkiyede chia tohumunun kullanımı gittikçe artmaktadır. Bu çalışma kapsamında chia tohumunun kimyasal kompozisyonu ve çeşitli biyolojik aktivite açısından ele alınarak bitkinin fitokimyasal ve biyolojik profilleri aydınlatılması hedeflenmiştir.

Chia tohumundan polar ve apolar karakterli ekstreleri elde edildi.

Sabit yağ asitleri fraksiyonu elde edildi.

Tüm ekstrelerinin kimyasal profilleri kromatografik tekniklerle aydınlatıldı (GC-FID/MS, LC-MS/MS, UPC²).

Tüm ekstrelerinin antioksidan aktiviteleri *in vitro* deneylerle değerlendirildi.

Ekstrelerinin içerdiği toplam fenol ve flavonoit miktarları saptandı.

Ekstrelerin α -amilaz enzimi inhibisyonu araştırıldı.

Fenolik bileşiklerden rozmarinik asit ve onun glikozidi, yağ asitlerinden % α -linolenik (%62,4), linoleik (%19,8), oleik (%5,5), palmitik (%7,2) ve stearik (%3) asitleri tespit edilmiştir.

Ekstrelerin antioksidan aktivitesi ve toplam fenol miktarları arasındaki ilişkiden dolayı bu etkilerden fenolik yapıdaki bileşiklerin sorumlu olabileceği düşünülmektedir.

Araştırma kapsamında chia tohumunun sabit yağ asitleri ve ekstrelerinin kimyasal kompozisyonları, taşıdığı toplam fenol ve flavonoit miktarları, serbest radikal süpürücü etkileri, troloks’a eşdeğer antioksidan kapasitesi, anti- α -amilaz aktivitesi rapore edilmiştir.

Türkiyede farmakognozik yaklaşımla chia tohumunu değerlendiren ilk çalışmadır. Günümüzde piyasada bulunan siyah chia tohumunun kimyasal profili ve biyolojik etkileri bu çalışmada kapsamlı olarak değerlendirilmiştir. Yapılan araştırmanın sonucunda chia tohumlarının doymamış yağ asitleri açısından zengin bir kaynak olduğu ve rozmarinik asiti gibi fenolik bileşikleri taşıyan ve antioksidan aktiviteye sahip olan polar karakterli bileşenleri içeren fonksiyonel gıda olduğu ortaya konmuştur.

Günümüzde son zamanlarda yanlış beslenme alışkanlıkları; hipertansiyon, diyabet, kanser ve kardiyovasküler hastalıklar, obezite gibi vakaların artması rapor edilmiştir. Günlük beslenme alışkanlıklarında aşırı miktarda doymuş yağ asitleri tüketiminin yüksek kolesterol ve kalpdamar hastalıklarına yol açtığı da istatistiksel verilerle ortaya konmuştur. Chia tohumunun iyi bir protein, diyet lif ve doymamış yağ asidi kaynağı olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Chia tohumu; emülgatör ve stabilizatör gibi özelliklere sahip olup, yüksek omega-3 ve omega-6 içeriğiyle, besinlerin fonksiyonellik açısından zenginleştirilmesinde önemli bir kaynak konumundadır. Sağlıklı bir hayat için piyasada kolay bulunabilen chia tohumuyla ilgili daha fazla bilimsel araştırma yapılmalı ve günlük beslenme alışkanlıklarında bilinçli tüketimine teşvik edilmesi önemlidir. Bu yüzden chia tohumunun çeşitli aktiviteler açısından da değerlendirilmesinin devam edilmesi önem taşır.

KAYNAKÇA

- Akıcı, N. (2018). Bazı *Salvia* türlerinin biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi.
- Alonso-Calderón, A., Chávez-Bravo, E., Rivera, A., Montalvo-Paquini, C., Arroyo-Tapia, R., Monterrosas-Santamaria, M., ... & Tapia-Hernández, A. (2013). Characterization of black chia seed (*Salvia hispanica* L.) and oil and quantification of β -sitosterol. *International Research Journal of Biological Sciences*, 2(1), 70-72.
- Alpınar, K., & Saçlı, S. (1997). Türkiye'deki Etnobotanik Çalışmalar Hakkında Bir Bibliyografya. *XI. BİHAT Bildiriler Kitabı, Ankara*, 157-167.
- Amato, M., Caruso, M. C., Guzzo, F., Galgano, F., Commisso, M., Bochicchio, R., ... & Favati, F. (2015). Nutritional quality of seeds and leaf metabolites of Chia (*Salvia hispanica* L.) from Southern Italy. *European Food Research and Technology*, 241(5), 615-625
- American Diabetes Association. (2016). 2. Classification and diagnosis of diabetes. *Diabetes care*, 39(Supplement 1), S13-S22.
- Podsędek, A. (2007). Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *LWT-Food Science and Technology*, 40(1), 1-11.
- Aruoma, OI, Murcia, A, Butler, J, Halliwell (1993) B. Evaluation of the antioxidant and prooxidant actions of gallic acid and its derivatives. *J Agric Food Chem*, 41(11): 1880- 1885.
- Ashraf-Khorassani, M., Isaac, G., Rainville, P., Fountain, K., & Taylor, L. T. (2015). Study of ultrahigh performance supercritical fluid chromatography to measure free fatty acids with out fatty acid ester preparation. *Journal of Chromatography B*, 997, 45-55.
- Ayerza, R. (1995). Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) from five northwestern locations in Argentina. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 72, 1079-1081.
- Ayerza, R. H., & Coates, W. (2004). Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. *Tropical Science*, 44(3), 131-135.
- Ayerza, R., & Coates, W. (2005). *Chia: Rediscovering a forgotten crop of the Aztecs*. University of Arizona Press.
- Ayerza Jr, R., & Coates, W. (2007). Effect of dietary α -linolenic fatty acid derived from chia when fed as ground seed, whole seed and oil on lipid content and fatty acid

composition of rat plasma. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 51(1), 27-34.

Ayerza, R. H., & Coates, W. (2004). Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. *Tropical Science*, 44(3), 131-135

Awika, J. M., Rooney, L. W., Wu, X., Prior, R. L., & Cisneros-Zevallos, L. (2003). Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (*Sorghum bicolor*) and sorghum products. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(23), 6657-6662.

Bağcı, E., & Koçak, A. (2008). *Salvia palaestina* Bentham ve *S. tomentosa* Miller türlerinin uçucu yağ kompozisyonu, kemotaksonomik bir yaklaşım. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, 20, 35-41.

Bakhshi, E., Eshraghian, M. R., Mohammad, K., Foroushani, A. R., Zeraati, H., Fotouhi, A., ... & Seifi, B. (2008). Sociodemographic and smoking associated with obesity in adult women in Iran: results from the National Health Survey. *Journal of public health*, 30(4), 429-435.

Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food chemistry*, 99(1), 191-203.

Başer, K. H. C. (1998). Tıbbi ve aromatik bitkilerin endüstriyel kullanımı. *Tab Bülteni*, 13(14), 19-43.

Baytop, T., (1984) “*Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi*”, Ü. Yayınları, İstanbul

Baytop, T. (1999). *Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi*, Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. Şti. Çapa, İstanbul.

Beltran-Orozco, M. C., & Romero, M. R. (2003). La Chia, Alimento Milenario, Departamento de Graduados e Investigacion en Alimentos. *ENCB, IPN, Mexico*.

Benzie, I. F. (2003). Evolution of dietary antioxidants. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 136(1), 113-126.

Bodoira, R. M., Penci, M. C., Ribotta, P. D., & Martínez, M. L. (2017). Chia (*Salvia hispanica* L.) oil stability: Study of the effect of natural antioxidants. *LWT*, 75, 107-113.

Borneo, R., Aguirre, A., & León, A. E. (2010). Chia (*Salvia hispanica* L) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(6), 946-949.

Bochicchio, R., Philips, T. D., Lovelli, S., Labella, R., Galgano, F., Di Marisco, A., ... & Amato, M. (2015). Innovative crop productions for healthy food: the case of chia (*Salvia hispanica* L.). *The sustainability of agro-food and natural resource systems in the Mediterranean Basin*, 29-45.

Brosnan, J. T., & Brosnan, M. E. (2013). Glutamate: a truly functional amino acid. *Amino acids*, 45(3), 413-418.

Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Simin, N., & Anackov, G. (2006). Characterization of the volatile composition of essential oils of some Lamiaceae spices and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(5), 1822-1828.

Canbulat, Z., & Özcan, T. (2008). Süt ürünlerinin eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosahekzaenoik asit (DHA) ile zenginleştirilmesi. *Türkiye*, 10, 713-716.

Capitani, M. I., Spotorno, V., Nolasco, S. M., & Tomás, M. C. (2012). Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. *LWT-Food Science and Technology*, 45(1), 94-102.

Chan, C. H., Ngoh, G. C., & Yusoff, R. (2012). A brief review on anti diabetic plants: Global distribution, active ingredients, extraction techniques and acting mechanisms. *Pharmacognosy reviews*, 6(11), 22..

Chicco, A. G., D'Alessandro, M. E., Hein, G. J., Oliva, M. E., & Lombardo, Y. B. (2008). Dietary chia seed (*Salvia hispanica* L.) rich in α -linolenic acid improves adiposity and normalises hypertriacylglycerolaemia and insulin resistance in dyslipaemic rats. *British journal of nutrition*, 101(1), 41-50..

Chitwood, D. J. (2003). Research on plant-parasitic nematode biology conducted by the United States Department of Agriculture–Agricultural Research Service. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 59(6-7), 748-753.

Coates, W. (2011). Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). *Industrial Crops and Products*, 34(2), 1366-1371

Coelho, M. S., & Salas-Mellado, M. M. (2014). Chemical characterization of chia (*Salvia hispanica* L.) for use in food products. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2(5), 263-269.

Coelho, M. S., & de las Mercedes Salas-Mellado, M. (2015). Effects of substituting chia (*Salvia hispanica* L.) flour or seeds for wheat flour on the quality of the

bread. *LWT-Food Science and Technology*, 60(2), 729-736.

Cornelli, U. (2009). Antioxidant use in nutraceuticals. *Clinics in dermatology*, 27(2), 175-194.

Crespo, I. S., Laviada, H., Guerrero, L. A. C., Ortiz-Andrade, R., & Ancona, D. B. (2018). Efecto inhibitorio de fracciones peptídicas derivadas de la hidrólisis de semillas de chía (*Salvia hispanica*) sobre las enzimas α -amilasa y α -glucosidasa. *Nutrición hospitalaria: Organo oficial de la Sociedad española de nutrición parenteral y enteral*, 35(4), 928-935.

Çelebi, Ş., Hatice, K. A. Y. A., & Kaya, A. (2017). Omega-3 yağ asitlerinin insan sağlığı üzerine etkileri. *Alınır Ziraat Bilimler Dergisi*, 32(2), 105-112.

da Silva Marineli, R., Moraes, É. A., Lenquiste, S. A., Godoy, A. T., Eberlin, M. N., & Maróstica Jr, M. R. (2014). Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.). *LWT-Food Science and Technology*, 59(2), 1304-1310.

de la Paz Salgado-Cruz, M., Calderón-Domínguez, G., Chanona-Pérez, J., Farrera-Rebollo, R. R., Méndez-Méndez, J. V., & Díaz-Ramírez, M. (2013). Chia (*Salvia hispanica* L.) seed mucilage release characterisation. A microstructural and image analysis study. *Industrial Crops and Products*, 51, 453-462.

de Mello, B. T. F., dos Santos Garcia, V. A., & da Silva, C. (2017). Ultrasound-Assisted Extraction of Oil from Chia (*Salvia hispânica* L.) Seeds: Optimization Extraction and Fatty Acid Profile. *Journal of food process engineering*, 40(1), e12298.

Deshmukh, P. R., Maliye, C., Gupta, S. S., Bharambe, M. S., Dongre, A. R., Kaur, S., & Garg, B. S. (2005, July). Does waist-hip ratio matter? a study in rural India. In *Regional Health Forum*(Vol. 9, No. 2, pp. 28-35).

de Souza Ferreira, C., de Sousa Fomes, L. D. F., Santo da Silva, G. E., & Rosa, G. (2015). Effect of chia seed (*Salvia hispanica* L.) consumption on cardiovascular risk factors in humans: a systematic review. *Nutrición hospitalaria: Organo oficial de la Sociedad española de nutrición parenteral y enteral*, 32(5), 1909-1918.

Doğan, M., Pehlivan, S., Akaydın, G., Bağcı, E., Uysal, İ., & Doğan, H. M. (2008). Türkiye’de yayılış gösteren *Salvia* L. *Labiatae*) Cinsinin *Taxonomik Revizyonu*. *Tübitak Proje*, (104).

Efil, S. (2006). *Sağlık Çalışanlarında Obezite Sıklığı ve Etkileyen Faktörlerin*

Değerlendirilmesi (Master's thesis, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control (EFSA and ECDC). (2018). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. *EFSA Journal*, 16(12), e05500.

El Rayess, Y., Barbar, R., Wilson, E. A., & Bouajila, J. (2014). Analytical methods for wine polyphenols analysis and for their antioxidant activity evaluation. Wine: Phenolic Composition, Classification and Health Benefits, 71-101.

European Food Safety Authority (EFSA). (2009). Opinion on the safety of 'Chia seeds (*Salvia hispanica* L.) and ground whole Chia seeds' as a food ingredient. *EFSA Journal*, 7(4), 996.

Fernandes, S. S., & de las Mercedes Salas-Mellado, M. (2017). Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. *Food chemistry*, 227, 237-244.

Folch, J., Lees, M., & Sloane Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J biol Chem*, 226(1), 497-509.

García-Álvarez, A., Serra-Majem, L., Ribas-Barba, L., Castell, C., Foz, M., Uauy, R., ... & Salleras, L. (2007). Obesity and overweight trends in Catalonia, Spain (1992–2003): gender and socio-economic determinants. *Public health nutrition*, 10(11A), 1368-1378.

Garvey, W., Garber, A., Mechanick, J., Bray, G., Dagogo-Jack, S., Einhorn, D., ... & McGill, J. (2014). American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology position statement on the 2014 advanced framework for a new diagnosis of obesity as a chronic disease. *Endocrine Practice*.

Godswill, N. N., Frank, N. E. G., Edson, M. Y. J., Emmanuel, Y., Martin, B. J., Hermine, N. B., ... & Armand, N. M. (2014). GC-FID method development and validation parameters for analysis of palm oil (*Elaeis guineensis* Jacq.) fatty acids composition. *Res Plant Sci*, 2(3), 53-66.

Goh, K. K. T., Matia-Merino, L., Chiang, J. H., Quek, R., Soh, S. J. B., & Lentle, R. G. (2016). The physico-chemical properties of chia seed polysaccharide and its microgel dispersion rheology. *Carbohydrate polymers*, 149, 297-307.

Gray, R. E., Fitch, M., Goel, V., Franssen, E., & Labrecque, M. (2003). Utilization of complementary/alternative services by women with breast cancer. *Journal of health & social policy*, 16(4), 75-84.

Guevara-Cruz, M., Tovar, A. R., Aguilar-Salinas, C. A., Medina-Vera, I., Gil-Zenteno, L., Hernández-Viveros, I., ... & Torres, N. (2011). A dietary pattern including nopal, chia seed, soy protein, and oat reduces serum triglycerides and glucose intolerance in patients with metabolic syndrome. *The Journal of nutrition*, 142(1), 64-69.

Haslam, E. (1996). Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. *Journal of natural products*, 59(2), 205-215.

Hochstein, P., & Atallah, A. S. (1988). The nature of oxidants and antioxidant systems in the inhibition of mutation and cancer. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 202(2), 363-375.

Huang, D., Ou, B., & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(6), 1841-1856.

Ho, H., Lee, A. S., Jovanovski, E., Jenkins, A. L., Desouza, R., & Vuksan, V. (2013). Effect of whole and ground Salba seeds (*Salvia Hispanica* L.) on postprandial glycemia in healthy volunteers: a randomized controlled, dose-response trial. *European journal of clinical nutrition*, 67(7), 786.

Imran, M., Nadeem, M., Manzoor, M. F., Javed, A., Ali, Z., Akhtar, M. N., ... & Hussain, Y. (2016). Fatty acids characterization, oxidative perspectives and consumer acceptability of oil extracted from pre-treated chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Lipids in health and disease*, 15(1), 162.

Insel, P., Turner, E., & Ross, D. S. (2007). Energy balance, body composition and weight management. *Nutrition, Third Edition* 2007, 329-79.

Isaac, G., Jones, M. D., Bajrami, B., Obeid, W., Langridge, J., & Hatcher, P. Fast and Simple Free Fatty Acids Analysis Using Upc2/Ms. *Targeted Metabolomics And Lipidomics*, 67.

Ixtaina, V. Y., Martínez, M. L., Spotorno, V., Mateo, C. M., Maestri, D. M., Diehl, B. W., ... & Tomás, M. C. (2011). Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(2), 166-174.

Jin, F., Nieman, D. C., Sha, W., Xie, G., Qiu, Y., & Jia, W. (2012).

Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. *Plant foods for human nutrition*, 67(2), 105-110.

Jung, M., Park, M., Lee, H. C., Kang, Y. H., Kang, E. S., & Kim, S. K. (2006). Antidiabetic agents from medicinal plants. *Current medicinal chemistry*, 13(10), 1203-1218.

Karabulut, H., & Gülay, M. Ş. (2016). Antioksidanlar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1(1), 65-76.

Kim, K. H., Tsao, R., Yang, R., & Cui, S. W. (2006). Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. *Food Chemistry*, 95(3), 466-473.

Kahraman, A., Celep, F., & Dogan, M. (2009). Morphology, anatomy and palynology of *Salvia indica* L.(Labiatae). *World Applied Sciences Journal*, 6(2), 289-296.

Kocabas, Y. Z., & Karaman, S. (2001). Essential oils of Lamiaceae family from south east Mediterranean region (Turkey). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4(10), 1221-1223.

Koşar, M., Göger, F., & Can Başer, K. H. (2008). In vitro antioxidant properties and phenolic composition of *Salvia virgata* Jacq. from Turkey. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(7), 2369-2374.

Koşar, M., Göger, F., & Başer, K. H. C. (2011). In vitro antioxidant properties and phenolic composition of *Salvia halophila* Hedge from Turkey. *Food chemistry*, 129(2), 374-379.

Krishnaiah, D., Sarbatly, R., & Nithyanandam, R. (2011). A review of the antioxidant potential of medicinal plant species. *Food and bioproducts processing*, 89(3), 217-233.

Kumarasamy, Y., Byres, M., Cox, P. J., Jaspars, M., Nahar, L., & Sarker, S. D. (2007). Screening seeds of some Scottish plants for free radical scavenging activity. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 21(7), 615-621.

Lattimer, J. M., & Haub, M. D. (2010). Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients*, 2(12), 1266-1289.

Lee, A. (2009). *The Effects of Salvia hispanica* L.(Salba) on Postprandial Glycemia and Subjective Appetite (Doctoral dissertation).

Levent, H. (2017). Effect of partial substitution of gluten-free flour mixtures with chia (*Salvia hispanica* L.) flour on quality of gluten-free noodles. *Journal of food science and technology*, 54(7), 1971-1978.

Lewis, N. M., Seburg, S., & Flanagan, N. L. (2000). Enriched eggs as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids for humans. *Poultry Science*, 79(7), 971-974

Malviya, N., Jain, S., & Malviya, S. A. P. N. A. (2010). Antidiabetic potential of medicinal plants. *Acta Pol Pharm*, 67(2), 113-118.

Marcinek, K., & Krejpcio, Z. (2017). Chia seeds (*Salvia hispanica*): health promoting properties and therapeutic applications-a review. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 68(2).

Martínez-Cruz, O., & Paredes-López, O. (2014). Phytochemical profile and nutraceutical potential of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) by ultra high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1346, 43-48.

McCormack, W. P., Hoffman, J. R., Pruna, G. J., Jajtner, A. R., Townsend, J. R., Stout, J. R., ... & Fukuda, D. H. (2015). Effects of L-alanyl-L-glutamine ingestion on one-hour run performance. *Journal of the American College of Nutrition*, 34(6), 488-496.

Miliauskas, G., Venskutonis, P. R., & Van Beek, T. A. (2004). Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food chemistry*, 85(2), 231-237.

Mohammadhosseini, M., Akbarzadeh, A., & Flamini, G. (2017). Profiling of compositions of essential oils and volatiles of *Salvia limbata* using traditional and advanced techniques and evaluation for biological activities of their extracts. *Chemistry & biodiversity*, 14(5), e1600361.

Mohd Ali, N., Yeap, S. K., Ho, W. Y., Beh, B. K., Tan, S. W., & Tan, S. G. (2012). The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. *BioMed Research International*, 2012.

Moreira, R., Chenlo, F., Prieto, D. M., & Torres, M. D. (2012). Water adsorption isotherms of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food and bioprocess technology*, 5(3), 1077-1082.

Moure, A., Cruz, J. M., Franco, D., Domínguez, J. M., Sineiro, J., Domínguez, H., ... & Parajó, J. C. (2001). Natural antioxidants from residual sources. *Food chemistry*, 72(2), 145-171.

Muñoz, L. A., Cobos, A., Diaz, O., & Aguilera, J. M. (2013). Chia seed (*Salvia hispanica*): an ancient grain and a new functional food. *Food reviews international*, 29(4), 394-408.

Nováková, L., Perrenoud, A. G. G., Francois, I., West, C., Lesellier, E., & Guillarme, D. (2014). Modern analytical supercritical fluid chromatography using columns packed with sub-2 μm particles: a tutorial. *Analytica chimica acta*, 824, 18-35.

Obezite, D., & Grubu, H. Ç. (2014). Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği, Obezite Tanı ve Tedavi Kılavuzu

Obón, J. M., Castellar, M. R., Cascales, J. A., & Fernández-López, J. A. (2005). Assessment of the TEAC method for determining the antioxidant capacity of synthetic red food colorants. *Food Research International*, 38(8-9), 843-845.

Okada, Y., Okada, M., & Sagesaka, Y. (2010). Screening of dried plant seed extracts for adiponectin production activity and tumor necrosis factor-alpha inhibitory activity on 3T3-L1 adipocytes. *Plant foods for human nutrition*, 65(3), 225-232.

Orona-Tamayo, D., Valverde, M. E., & Paredes-López, O. (2017). Chia—The New Golden Seed for the 21st Century: Nutraceutical Properties and Technological Uses. In *Sustainable protein sources* (pp. 265-281). Academic Press.

Özçelik, G., & Toprak, D. (2015). Bitkisel Tedavi Neden Tercih Ediliyor?. *Ankara Medical Journal*, 15(2).

Pan, A., Chen, M., Chowdhury, R., Wu, J. H., Sun, Q., Campos, H., ... & Hu, F. B. (2012). α -Linolenic acid and risk of cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*, 96(6), 1262-1273

Pandithurai, M., Murugesan, S., Bhuvaneshwari, S., & Thennarasan, S. (2015). In vitro α -amylase and α -glucosidase inhibition activity of methanolic extract of marine brown alga *Spatoglossum asperum*. *Int. J. Adv. Pharm*, 4, 83-87.

Panel, C. A. M. (1997). Defining and describing complementary and alternative medicine: panel consensus following CAM research methodology conference, April 1995. *Alternative Ther Health Med*, 3, 49-57.

Papandreou, M. A., Kanakis, C. D., Polissiou, M. G., Efthimiopoulos, S., Cordopatis, P., Margarity, M., & Lamari, F. N. (2006). Inhibitory activity on amyloid- β aggregation and antioxidant properties of *Crocus sativus* stigmas extract and its crocin constituents. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(23), 8762-8768.

Paredes-López, O., Cervantes-Ceja, M. L., Vigna-Pérez, M., & Hernández-Pérez,

T. (2010). Berries: improving human health and healthy aging, and promoting quality life—a review. *Plant foods for human nutrition*, 65(3), 299-308.

Pellegrini, N., Serafini, M., Colombi, B., Del Rio, D., Salvatore, S., Bianchi, M., & Brighenti, F. (2003). Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *The Journal of nutrition*, 133(9), 2812-2819.

Pellegrini, N., Miglio, C., Del Rio, D., Salvatore, S., Serafini, M., & Brighenti, F. (2009). Effect of domestic cooking methods on the total antioxidant capacity of vegetables. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(sup2), 12-22.

Pınar, Ş. E. (2012). Ayaktan İzlenen Psikiyatri Hastalarında İçselleştirilmiş Damgalama ve Benlik Saygısı. *Journal of Psychiatric Nursing/Psikiyatri Hemşireleri Derneği*, 3(2).

Pintado, T., Herrero, A. M., Ruiz-Capillas, C., Triki, M., Carmona, P., & Jimenez-Colmenero, F. (2016). Effects of emulsion gels containing bioactive compounds on sensorial, technological, and structural properties of frankfurters. *Food Science and Technology International*, 22(2), 132-145

Porras-Loaiza, P., Jiménez-Munguía, M. T., Sosa-Morales, M. E., Palou, E., & López-Malo, A. (2014). Physical properties, chemical characterization and fatty acid composition of Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(2), 571-577..

Prosky, L., Asp, N. G., Schweizer, T. F., DeVries, J. W., & Furda, I. (1988). Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. *Journal-Association of Official Analytical Chemists*, 71(5), 1017-1023

Rehberi, D. Ö. B. Y. (2014). TC Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu

Reyes-Caudillo, E., Tecante, A., & Valdivia-López, M. A. (2008). Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food Chemistry*, 107(2), 656-663.

Salazar-Vega, I. M., Segura-Campos, M. R., Chel-Guerrero, L. A., & Betancur-Ancona, D. A. (2012). Antihypertensive and antioxidant effects of functional foods containing chia (*Salvia hispanica*) protein hydrolysates. In *Scientific, Health and Social Aspects of the Food Industry*. IntechOpen.

Sandri, L. T., Santos, F. G., Fratelli, C., & Capriles, V. D. (2017). Development of

gluten-free bread formulations containing whole chia flour with acceptable sensory properties. *Food science & nutrition*, 5(5), 1021-1028.

Sandoval-Oliveros, M. R., & Paredes-López, O. (2012). Isolation and characterization of proteins from chia seeds (*Salvia hispanica* L.). *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(1), 193-201.

Sarah, B. (2001). Fruits of the Earth. *Resurgence*, 205, 14-15.

Satman, I., Yilmaz, T., Sengül, A., Salman, S., Salman, F., Uygur, S., ... & Karsidag, K. (2002). Population-based study of diabetes and risk characteristics in Turkey: results of the turkish diabetes epidemiology study (TURDEP). *Diabetes care*, 25(9), 1551-1556.

Satman, I., Omer, B., Tutuncu, Y., Kalaca, S., Gedik, S., Dinccag, N., ... & Turker, F. (2013). Twelve-year trends in the prevalence and risk factors of diabetes and prediabetes in Turkish adults. *European journal of epidemiology*, 28(2), 169-180.

Sarıkaya, S. (2010). Türkiye florasında diyabet tedavisinde kullanılan tıbbi bitkiler. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 39(4), 317-342.

Segura-Campos, M. R., Ciau-Solís, N., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2014). Physicochemical characterization of chia (*Salvia hispanica*) seed oil from Yucatán, México. *Agricultural Sciences*, 5(03), 220.

Sen, S., Chakraborty, R., Sridhar, C., Reddy, Y. S. R., & De, B. (2010). Free radicals, antioxidants, diseases and phytomedicines: current status and future prospect. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 3(1), 91-100.

Shinde, A., Ganu, J., & Naik, P. (2012). Effect of free radicals & antioxidants on oxidative stress: a review. *Journal of Dental and Allied Sciences*, 1(2), 63.

Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Methods in enzymology*(Vol. 299, pp. 152-178). Academic press.

Sizer, F. S., & Whitney, E. N. (1997). Nutrition: Concepts and Controversies. West. Wadsworth: Belmont, CA.

Sosa, A., Ruiz, G., Rana, J., Gordillo, G., West, H., Sharma, M., & Liu, X. (2016). Chia Crop (*Salvia hispanica* L.): its History and Importance as a Source of Polyunsaturated Fatty Acids Omega-3 Around the World: a Review. *J Crop Res Fert*, 1, 1-9.

Steele, E. M., Baraldi, L. G., da Costa Louzada, M. L., Moubarac, J. C.,

Mozaffarian, D., & Monteiro, C. A. (2016). Ultra-processed foods and added sugars in the US diet: evidence from a nationally representative cross-sectional study. *BMJ open*, 6(3), e009892.

Taga, M. S., Miller, E. E., & Pratt, D. E. (1984). Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 61(5), 928-931.

Tel, G., Öztürk, M., Duru, M. E., Harmandar, M., & Topçu, G. (2010). Chemical composition of the essential oil and hexane extract of *Salvia chionantha* and their antioxidant and anticholinesterase activities. *Food and chemical toxicology*, 48(11), 3189-3193.

Timilsena, Y. P., Vongsvivut, J., Adhikari, R., & Adhikari, B. (2017). Physicochemical and thermal characteristics of Australian chia seed oil. *Food chemistry*, 228, 394-402.

Tozoğlu, F. (2011). Erzincan kirazı (*Cerasus erzincanica* Ş. Yıldırım) sap ve tohum kısımlarının antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 5, 7.

Ugur, A., Duru, M. E., Ceylan, O., Sarac, N., Varol, O., & Kivrak, I. (2009). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Centaurea ensiformis* Hub.-Mor.(Asteraceae), a species endemic to Mugla (Turkey). *Natural Product Research*, 23(2), 149-167.

Ullah, R., Nadeem, M., & Imran, M. (2017). Omega-3 fatty acids and oxidative stability of ice cream supplemented with olein fraction of chia (*Salvia hispanica* L.) oil. *Lipids in health and disease*, 16(1), 34.

Ulbricht, C., Chao, W., Nummy, K., Rusie, E., Tanguay-Colucci, S., Iannuzzi, C. M., ... & Weissner, W. (2009). Chia (*Salvia hispanica*): a systematic review by the natural standard research collaboration. *Reviews on recent clinical trials*, 4(3), 168-174.

Valdivia-López, M. Á., & Tecante, A. (2015). Chia (*Salvia hispanica*): a review of native mexican seed and its nutritional and functional properties. In *Advances in food and nutrition research* (Vol. 75, pp. 53-75). Academic Press.

Vázquez-Ovando, J. A., Rosado-Rubio, J. G., Chel-Guerrero, L. A., & Betancur-Ancona, D. A. (2010). Dry processing of chía (*Salvia hispanica* L.) flour: chemical characterization of fiber and protein. *CyTA-Journal of Food*, 8(2), 117-127.

Alfredo, V. O., Gabriel, R. R., Luis, C. G., & David, B. A. (2009). Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *LWT-*

Food Science and Technology, 42(1), 168-173.

Verdú, S., Barat, J. M., & Grau, R. (2017). Improving bread-making processing phases of fibre-rich formulas using chia (*Salvia hispanica*) seed flour. *LWT*, 84, 419-425.

Vuksan, V., Choleva, L., Jovanovski, E., Jenkins, A. L., Au-Yeung, F., Dias, A. G., ... & Duvnjak, L. (2017). Comparison of flax (*Linum usitatissimum*) and Salba-chia (*Salvia hispanica* L.) seeds on postprandial glycemia and satiety in healthy individuals: a randomized, controlled, crossover study. *European journal of clinical nutrition*, 71(2), 234.

Vuksan, V., Jenkins, A. L., Brissette, C., Choleva, L., Jovanovski, E., Gibbs, A. L., ... & Duvnjak, L. (2017). Salba-chia (*Salvia hispanica* L.) in the treatment of overweight and obese patients with type 2 diabetes: A double-blind randomized controlled trial. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 27(2), 138-146.

Vuksan, V., Jenkins, A. L., Dias, A. G., Lee, A. S., Jovanovski, E., Rogovik, A. L., & Hanna, A. (2010). Reduction in postprandial glucose excursion and prolongation of satiety: possible explanation of the long-term effects of whole grain Salba (*Salvia Hispanica* L.). *European journal of clinical nutrition*, 64(4), 436.

Yang, X. W., Huang, M. Z., Jin, Y. S., Sun, L. N., Song, Y., & Chen, H. S. (2012). Phenolics from *Bidens bipinnata* and their amylase inhibitory properties. *Fitoterapia*, 83(7), 1169-1175.

Yeboah, S., Owusu Danquah, E., Lamptey, J. N. L., Mochiah, M. B., Lamptey, S., Oteng-Darko, P., ... & Agyeman, K. (2014). Influence of planting methods and density on performance of chia (*Salvia hispanica*) and its suitability as an oilseed plant. *Agric. Sci*, 2(4), 14-26.

Yetkin, İ., & Çimen, A. R. (2010). Obezite ve güncel tedavi yöntemleri. *Meslek İçi Sürekli Eğitim Dergisi (MİSED)*, 24, 68-77.

Yılmaz, G., & Güvenç, A. Ankara'da Aktarlarda "Adaçayı" Adı Altında Satılan Drogların Morfolojik Ve Anatomik Olarak İncelenmesi. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 36(2), 87-104.

Yılmaz, İ. (2010). Antioksidan içeren bazı gıdalar ve oksidatif stres. *Journal of Inonu University Medical Faculty*, 17(2), 143-153.

Zettel, V., & Hitzmann, B. (2016). Chia (*Salvia hispanica* L.) as fat replacer in sweet pan breads. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(6), 1425-

1432.

Zheng, W., & Wang, S. Y. (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(11), 5165-5170.

Zhou, Q., Gao, B., Zhang, X., Xu, Y., Shi, H., & Yu, L. L. (2014). Chemical profiling of triacylglycerols and diacylglycerols in cow milk fat by ultra-performance convergence chromatography combined with a quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Food chemistry*, 143, 199-204.

Wang, Y., Liu, M., Zhu, Y., Cheng, K., Wu, D., Liu, B., & Li, F. (2016). Identifying the tobacco related free radicals by UPCC-QTOF-MS with radical trapping method in mainstream cigarette smoke. *Talanta*, 160, 106-112.

Whiting, D. R., Guariguata, L., Weil, C., & Shaw, J. (2011). IDF diabetes atlas: global estimates of the prevalence of diabetes for 2011 and 2030. *Diabetes research and clinical practice*, 94(3), 311-321.

World Health Organization. Erişim:

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> Erişim tarihi:12.11.2017

http-1:(<https://www.statista.com/statistics/663458 chia-seed-market-value worldwide/>)

http2:http://wcs.webofknowledge.com/RA/analyze.do?product=WOS&SID=C3It yfm2JypPYQvc1D&field=TASCA_JCRCategories_JCRCategories_en&yearSort=false

http-3:<http://www.yaylabakliyat.com.tr/chia-tohumu>

EKLER

E.3.1
$$\%Inh = \frac{Abs_{kontrol} - Abs_{numune}}{Abs_{kontrol}} * 100$$

$Abs_{kontrol}$: kontrol kuyucuktaki absorbands değeri, Abs_{numune} : numunenin bulunduğu kuyucuktaki absorbands değeri.

E.3.2
$$\%Inh = \left[\frac{(Abs_{kontrol} - Abs_{kontrolblank}) - (Abs_{numune} - Abs_{numuneblank})}{Abs_{kontrol} - Abs_{kontrolblank}} \right] * 100$$

Burada, $Abs_{kontrol}$: kontrol kuyucuktaki absorbands değeri, $Abs_{kontrolblank}$: kontrol blank kuyucuğun absorbands değeri, Abs_{numune} : numunenin bulunduğu kuyucuktaki absorbands değeri, $Abs_{numuneblank}$: numunenin blank kuyucuktaki absorbands değeri.

E.4.1
$$y = 0.713x + 0.0538 \text{ (} r^2 = 0.9994 \text{)}$$

Burada, y: gallik asid absorbands değeri, x: konsantrasyon

E.4.2
$$y_{rutin} = 0.4716x + 0.0422 \text{ (} r^2 = 0.997 \text{)}.$$

Burada, y: rutin absorbands değeri, x: konsantrasyon

E.4.3
$$y_{kersetin} = 1.3366x + 0.0971 \text{ (} r^2 = 0.9976 \text{)}$$

Burada, y: kersetin absorbands değeri, x: konsantrasyon

E.4.4
$$y = 40.759x + 1.4374 \text{ (} r^2 = 0.9965 \text{)}$$

Burada, y: trolox absorbands değeri, x: konsantrasyon