

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FARMAKOGNOZİ ANABİLİM DALI
FİTOTERAPİ PROGRAMI

ARACHIS HYPOGAEA L. ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bayram Ali SÜTLÜOĞLU

Tez Danışmanı
Doç. Dr. İlkay ORHAN

ANKARA
Ağustos 2009

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FARMAKOGNOZİ ANABİLİM DALI
FİTOTERAPİ PROGRAMI

ARACHIS HYPOGAEA L. ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bayram Ali SÜTLÜOĞLU

Tez Danışmanı
Doç. Dr. İlkay ORHAN

ANKARA
Ağustos 2009

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü**

**Fitoterapi Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı
çerçevesinde yürütölmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından
Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.**

Tez Savunma Tarihi: 09.09.2009

**İmza
Prof. Dr. Turhan Baykal**

**İmza
Doç. Dr. İlkay Orhan**

**İmza
Doç. Dr. M. Levent Altun**

İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY	I
İÇİNDEKİLER	II
ŞEKİLLER LİSTESİ	IV
TABLolar LİSTESİ	V
RESİMLER LİSTESİ	VI
KISALTMALAR	VII
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Botanik Bölüm	5
2.1.1. <i>Arachis</i> Cinsinin Sistematikteki Yeri	5
2.1.2. Fabaceae familyası	6
2.1.3. <i>Arachis</i> L. cinsi	8
2.1.4. <i>Arachis hypogaea</i> L.	8
2.2. Fitokimyasal Bölüm	10
2.2.1. <i>A. hypogaea</i> 'da Bulunan Fenolik Yapıdaki Maddeler	10
2.2.2. Alkaloid Türleri	15
2.2.3. Protein Yapıdaki Maddeler	15
2.2.4. Steroller, Fosfolipitler ve Vitaminler	16
2.2.5. Yağ asitleri	19
Aflatoksinler	27
2.3. Biyolojik Aktivite Bölümü	28
2.3.1. Kalp-Damar Sistemi ve Lipit Metabolizması Üzerine Etki	28
2.3.2. Antioksidan Etki	33
2.3.3. Diğer Etkileri	35
3. GEREÇ ve YÖNTEM	38
3.1. Gereçler	38
3.2. Yöntemler	41
3.2.1. Sabit Yağ Miktar Tayini	41
3.2.2. Fiziksel Tayinler	42
3.2.2.1. Yoğunluk Tayini	42

3.2.2.2. Alkolde Çözünürlük	42
3.2.3. Sabit Yağlarla İlgili Farmakope Testleri	43
3.2.3.1. Asitlik İndeksi	43
3.2.3.2. Sabunlaşma İndeksi	44
3.2.3.3. Peroksit İndeksi	45
3.2.3.3. Ester İndeksi	46
3.2.4. İnce Tabaka Kromatografisi	46
4. BULGULAR	47
4.1. Sabit Yağ Miktar Tayinine Ait Bulgular	47
4.2. Fiziksel Bulgular	47
4.3. Sabit Yağlarla İlgili Farmakope Testlerine Ait Bulgular	48
4.4. İnce Tabaka Kromatografisine Ait Bulgular	49
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	50
6. ÖZET	55
7. SUMMARY	56
8. KAYNAKLAR	57
TEŞEKKÜR	72
9. ÖZGEÇMİŞ	73

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Fabaceae familyasında çiçek yapısı	6
Şekil 2: <i>Trans</i> -resveratrol (solda) ve <i>cis</i> -resveratrol (sağda)	10
Şekil 3: Resveratrol içeren bitkiler ^{B16}	11
Şekil 4: Piseid'in kimyasal yapısı	12
Şekil 5: Piseatannol'ün kimyasal yapısı	12
Şekil 6: Etil protokateşuat'ın kimyasal yapısı	14
Şekil 7: α -Tokoferol'ün kimyasal yapısı	16
Şekil 8: β -Sitosterol'ün kimyasal yapısı	17
Şekil 9. Yerfıstığı yağında bulunan bazı doymamış yağ asitleri	22

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Değişik yerfıstığı varyetelerine ait yağların fitosterol içerikleri (mg/100 g)	18
Tablo 2: Değişik varyetelerin kabuğu soyulduktan sonra tohumun içerdığı yağ miktarları (%) (a/a)	19
Tablo 3: Yerfıstığı yağı ile zeytinyağının fiziko-kimyasal özellikleri bakımından birbiri ile karşılaştırılması	20
Tablo 4: Amerikan Kimya Derneği monografına göre yerfıstığı yağının bazı fiziko-kimyasal özellikleri	21
Tablo 5: 1985-1987 yılları arasında yetiştirilen yerfıstığı (NC2 kültürü) olgun tohumlarından elde edilen yağın yağ asiti bileşimi (%) (a/a)	25
Tablo 6: Satın alınan yerfıstığı yağı örneklerinin satın alındığı yerler, satın alınma tarihleri ve üretici firma adları	38
Tablo 7: Sabit yağ örneklerinin ortalama yoğunlukları $\pm$ S.S., alkolde çözünürlükleri, görünümleri	47
Tablo 8: Sabit yağ örneklerinin asitlik indeksi $\pm$ S.S., sabunlaşma indeksi $\pm$ S.S., peroksit indeksi $\pm$ S.S., ester indeksi $\pm$ S.S.	48

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1: <i>Arachis hypogaea</i> L.	4
Resim 2: <i>Arachis hypogaea</i> L. çiçekleri	9
Resim 3: <i>Arachis hypogaea</i> L. meyve ve tohumları	9
Resim 4: Zade firmasına ait yerfıstığı yağı	39
Resim 5: Mecitefendi, Otama, Defne Doğa ve İstanbul Baharat firmalarına ait yerfıstığı yağları	40
Resim 6: Laboratuvar tipi Soxhlet apareyi	42
Resim 7: Yağ örneklerinin İTK kromatogramı ve β -sitosterol ile mukayesesi	49

KISALTMALAR

ABD:	Amerika Birleşik Devletleri
ACE:	Anjiyotensin-dönüştürücü enzim
Al:	Asit indeksi
DPPH:	2,2-Difenil-1,1-pikrilhidrazil
Eİ:	Ester indeksi
GK:	Gaz kromatografisi
GK-KS:	Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi
HDL:	Yüksek-dansiteli lipoprotein
İTK:	İnce tabaka kromatografisi
LDL:	Düşük-dansiteli lipoprotein
LPL:	Lipoprotein lipaz
PAL:	Pankreatik lipaz
PGE ₂ :	Prostaglandin E ₂
PGI ₂ :	Prostosiklin
Pİ:	Peroksit indeksi
PL:	Fosfolipit
PNA:	Yerfıstığı lektini
SI:	Sabunlaşma indeksi
SS:	Standart sapma
TBARS:	Tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri
TF:	Doku faktörü
TXA ₂ :	Tromboksan A ₂
VLDL:	Çok düşük-dansiteli lipoprotein
YBSK:	Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Ülkemizde “yer fıstığı, Amerikan fıstığı” gibi isimlerle bilinen *Arachis hypogaea* L. (Fabaceae), anavatanı Amerika Kıtası olan, ancak Türkiye dahil pek çok ülkede yaygın şekilde kültürü yapılan bir bitki türüdür (Resim 1).^{1,2} Toprak altında olgunlaşan meyvelerinden yağ elde edilebildiği gibi, kavrularak çerez olarak da tüketilmektedir. Anadolu’da halk arasında tohumları dövülerek balla karıştırılır ve kuvvet verici olarak kullanılır.³ Tohumların sıcakta veya soğukta sıkılması ile elde edilen sabit yağ “*Oleum Arachidis*” olarak bilinir ve oleik ve linoleik asit yönünden oldukça zengindir. Soğukta sıkılan yerfıstığı yağı eczacılık tekniğinde merhem sıvağı, bazı parenteral solüsyonlar ve “*Oleum Arachidis hydrogenatum*” hazırlanmasında kullanılırken, sıcakta sıkılan yerfıstığı yağı sabunculuk ve gıda sektörlerinde kullanılmaktadır.^{4,5}

Avrupa Farmakopesi’nde de monografı olan *A. hypogaea*,⁶ dünyada en önemli yağlı tohum bitkilerinden birisi olması sebebiyle, ekonomik yönden de büyük öneme haizdir. Dünya yerfıstığı yağı üretimi 2005 yılı itibarıyla 5.483.051 tondur ve üretimde Çin (%38.43), Hindistan (%27.36) ile Nijerya (%10.40) ilk sıralarda yer almaktadır.⁷ Dünyada ve Türkiye’de yetiştirilen yerfıstıkları “Virginia”, “Spanish” ve “Valencia” olmak üzere başlıca üç grupta toplanmakta, ülkemizde “Virginia” menşeli yarı yatık formu yerfıstığı üretimi ağırlık kazanmaktadır.⁸ Ülkemizde; Adana, Antalya, Aydın, Hatay, İçel, Kahramanmaraş, Muğla ve Osmaniye illerinde olmak üzere toplam 30.000 hektarlık alanda yerfıstığı üretimi yapılmaktadır.⁹ Türkiye’de yerfıstığı yetiştiriciliği 2004 yılı itibarıyla, Akdeniz (%89.05), Ege (%10.73), Batı Marmara (%0.08), Batı Anadolu (%0.13) ve Güneydoğu Anadolu (%0.01) bölgelerinin bazı bölümlerinde ağırlık kazanmış olup, küçük aile işletmeleri şeklinde yapılmaktadır.^{7,8}

Yerfıstığı yağı yemeklik olarak katı ve sıvı halde kullanıldığı gibi, balık konserveçiliğinde, bisküvi, pasta, şekerleme ve sabun yapımında da kullanılır.⁷ Yerfıstığından yağ çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspe, çok değerli bir yem maddesidir. Ayrıca yerfıstığı bir baklagil bitkisi olduğu için, diğer bitki kısımları da değerli bir hayvan yemidir. Yağ içeriği bakımından en yüksek (%45-55) yağlı tohumlu bitkilerin başında yer almasına rağmen, ürün fiyatının yüksek ve üretim miktarının yeterli olmaması nedeniyle, bugüne kadar, yağ sanayisinde verimli bir şekilde değerlendirilememiştir. Aslında, yerfıstığının Türkiye'deki yıllık üretimi 80.000 ton civarında olup, Akdeniz havzasında yer alan ülkeler içinde en çok üretim yapan ülkelerin başında gelmektedir.¹⁰ Özellikle, son yıllarda, Çukurova bölgesinde yerfıstığı hasadının mekanize olması nedeniyle, daha geniş alanlarda üretilmeye başlanmıştır. Türkiye'nin dünya üretimindeki payı çok düşük olmasına rağmen, yerfıstığı verimi 2005 yılı itibarıyla 2.425 kg/ha ile dünya ortalamasının üzerindedir.¹¹

Ancak, dünyada genel olarak bitkisel yağ elde etmek amacıyla üretilen yerfıstığının dünya ihracatında ülkemiz önemli bir yer tutmamakta ve 2005 yılı itibarıyla %0.16'lık payla 32. sırada yer almaktadır.⁷ Bu durum yerfıstığının ülkemizde genel olarak iç tüketimi karşılamak amacıyla üretildiğini ortaya koymaktadır. Türkiye'de yerfıstığının çerezlik olarak kullanılmasından dolayı, yerfıstığı yağı üretimi, ithalat ve ihracatı oldukça düşük düzeydedir. Dünya yerfıstığı yağı üretimi ve ithalatında Türkiye 82., ihracatta ise 142. sırada yer almaktadır.^{7,8}

Literatür taramamız sonucunda, Türkiye'de yetiştirilen yerfıstığı yağlarında, yağ asiti analizleri ile ilgili bazı çalışmalar olmasına rağmen,^{12,13} Avrupa Farmakopesi'ne uygunluğu açısından yerfıstığı yağında kalite kontrol testleri yapıldığını gösteren bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu nedenle, tez konusu kapsamında, pazardan satın

alınacak yerfıstığı örneğinden elde edilecek sabit yağın yanı sıra, piyasada mevcut bulunan ambalajlı veya açık satılan yerfıstığı örneklerinden de temin edilerek tez materyallerini teşkil etmesi ve karşılaştırmalı olarak kalite kontrollerinin yapılması ve Avrupa Farmakopesi'nde verilen değerlere uygun olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu araştırmada, bahsi geçen yağ örneklerinin kalite kontrollerinin; Avrupa Farmakopesi'nde tarif edilen yöntemlere göre; yoğunluk, çözünürlük ve görünüşlerinin tayin edileceği fiziksel yöntemlerin yanı sıra asitlik indeksi, sabunlaşma indeksi, peroksit indeksi ve ester indeksi ile ince tabaka kromatografisi (İTK) gibi kimyasal yöntemlerin kullanılmasıyla gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Bu tayinler sonucunda tez materyallerini oluşturan yağların Avrupa Farmakopesi'ne uygun olup olmadığı tespit edilecektir.



Resim 1: *Arachis hypogaea* L.

2. GENEL BİLGİLER

Tez içeriği; *Arachis hypogaea* L. bitkisinin sistematikteki yeri ve botanik özellikleri hakkında bilgi verilmesi amacıyla “*Botanik Bölüm*”, bu türe ait kimyasal bileşiklerin incelendiği “*Fitokimyasal Bölüm*” ve bitki üzerinde yapılan çeşitli biyolojik aktivitelerin belirlenmesine yönelik çalışmalar hakkında bilgi verildiği “*Biyolojik Aktivite Bölümü*” olmak üzere üç ana bölümden meydana gelmektedir.

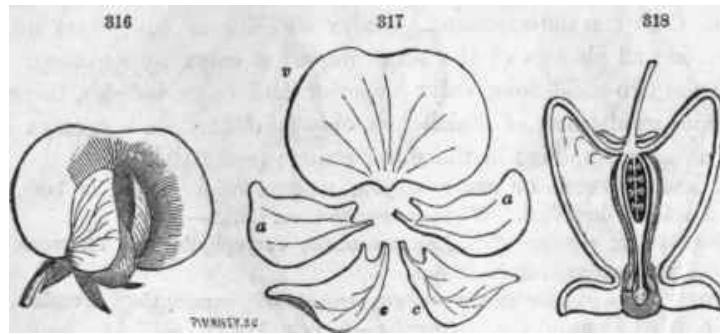
2.1. Botanik Bölüm

2.1.1. *Arachis* Cinsinin Sistematikteki Yeri

Bölüm:	Magnoliophyta
Sınıf:	Magnoliopsida
Takım:	Fabales
Familya:	Fabaceae
Altfamilya:	Faboideae
Cins:	<i>Arachis</i>
Tür:	<i>Arachis hypogaea</i> L.

2.1.2. Fabaceae Familyası

Türkçede “baklagiller”, İngilizcede ise “pea family, legume family” olarak bilinen Fabaceae (Leguminosae), ağaç, ağaççık veya otsu bitkilerden meydana gelmektedir. Geniş yayılış ve değişik hayat formu gösteren familyaya ait bitkilerin, tropiklerde yetişen türleri çoğunlukla odunsu, diğerleri ise otsudur.¹⁴⁻¹⁶ Yaprakları alternan dizilişli, pennat, basit veya çoğunlukla bileşik, 3 loblu ve stipulalıdır. Pennat yapraklardaki foliol sayısı değişkendir. Bu familya bitkilerinin en karakteristik özelliği; çiçeklerinin zigomorf oluşu ve kelebeğe benzemesidir (Şekil 1). Çiçekte kaliks gamosepal ve 5 lobludur.¹ Korollanın 5 petalinden ikisi birleşik, üçü serbesttir. Şekil bakımından birbirine benzemeyen petaller değişik isimlerle anılırlar. Üstte bulunan petal büyük ve dik olup, “*veksillum*” (bayrakçık) adı verilir. İki yanda bulunan petaller kanata benzediği için “*ala*” (kanatçık) adı verilmiştir. Altta bulunan ve birleşmiş olan 2 petal kayığa benzer ve “*karina*” (kayıkçık) denir. Tomurcuktayken karinayı kanatlar örter, vexillum da hepsini sarmış durumdadır. Stamen sayısı 10 olup, bazı genaslarda serbest (veya tabanda birleşik), bazılarında monadelf ya da diyadelftir. Ovaryum bir karpelden meydana gelmiş, üst durumlu, bir gözlü, tek veya çok ovullüdür. Meyve legümen veya ender olarak lomentumdur; legümen meyveler dorsal damar ve ventral dikiş boyunca açılır.



Şekil 1: Fabaceae familyasında çiçek yapısı

Fabaceae Türkiye florasının en zengin familyalarından birisi olup, yurdumuzda 70 kadar cins ve 1000 kadar tür ile temsil edilmektedir.¹⁴⁻¹⁷

Çiçekli bitkiler arasında, Asteraceae (Compositae) familyasından sonra ikinci büyük familya olan Fabaceae'de, 600'den fazla cins ve 13.000 kadar tür bulunmaktadır.¹⁴ Çok geniş bir familya olması sebebiyle Fabaceae daha sonra 3 alt familyaya bölünmüş olup, bu alt familyalar da sistematikte ayrı birer familya olarak kabul edilmişlerdir. Buna göre 3 alt familya aşağıda verilen özelliklere göre ayırt edilmektedirler.^{16,17}

1. Çiçekler aktinomorf;

Çoğu kez odunlu bitkilerdir. Yapraklar bipennat veya fillad şeklinde, petaller tomurcuk fazında valvattır. Anatrop tohum taslaklıdır. Stamenler serbest, çok sayıda fakat diplostemon bir androkeumdan türevlenir. Besi dokusu mevcuttur.....**Mimosaceae**

2. Çiçekler zigomorf;

Genellikle odunlu, imparipennat yapraklı, bazen bipennat veya basittir. Çiçekler genellikle zigomorftur. Petaller tomurcuk fazında imbrikattır. Nadiren, petaller bulunmayabilir. Anatrop tohum taslaklı olup, embriyo düzdür. Stamen sayısı 10 veya daha az olup serbest durumdadır. Besi dokusu mevcuttur.....**Caesalpinaceae**

Otsu veya odunlu bitkilerdir. Yapraklar paripennat veya imparipennat, digitat iki veya tek yaprakçıklı ender olarak fillad şeklinde, çiçekler zigomorftur. Petaller tomurcuk fazında imbrikattır. Kampilotrop tohum taslaklı ve embriyo eğridir. 10 stamen taşır, bunların hepsi birleşik veya 9'u birleşik 1'i serbest veya hepsi serbesttir. Besi dokusu bulunmaz.....**Papilionaceae**

2.1.3. *Arachis L. cinsi*

Dik uzayan ve tek yıllık bir bitkidir. Yapraklar genellikle iki yaprakçıklı paripennat şeklindedir.¹⁴⁻¹⁸ Stipula linear olup, yaprak sapıyla birleşmiştir. Çiçekler tek tek bulunur ve uzun saplar üzerinde zıt yönlü olarak yerleşmiştir. Kaliks iki dudaklıdır. Üst dudakta dört diş, alt dudakta tek diş bulunur. Korolla sarı renkli, kanatlar ve damarlardan uzundur. Stamenler monodelftir. Meyve kendiliğinden açılmaz, geokarp, 1-3 tohumlu, boğumlu, silindirik ve üzeri ağımsıdır.

2.1.4. *Arachis hypogaea L.*

Ülkemizde “yer fıstığı, Amerikan fıstığı”, İngilizce’de ise “peanut, groundnut” olarak bilinen *A. hypogaea*, Temmuz - Ağustos ayları arasında, sarı renkli çiçekler açan, 30-50 cm boyunda, bir senelik, otsu bir bitkidir.¹⁹ Anavatanı Amerika Kıtası olup, birçok varyeteleri bulunmakla beraber, Anadolu’da genellikle *A. hypogaea* var. *asiatica* Loureiro ekilmektedir.¹ Bu varyete fazla tüylü olması ile diğerlerinden ayırt edilebilmektedir. Gövdesi tüylü ve dallanmıştır. Yapraklar saplı, stipulalı ve alternat dizilişli, 25-60 mm boyunda, tüysüz, kınları 40 mm civarındadır.^{14,18} Lamina (im)paripennattır. Folioller karşılıklı dizilmiş, ters oval veya eliptik şekilli olup, koyu yeşil renkli, tüylü ve tam kenarlıdır. Her yaprakta 4 foliol bulunur. Stipula uzunca lanseolat şekilli ve sivri uçludur. Kaliks ortalama 6 cm uzunluğunda ve tüp şeklinde, ucu iki dudaklı ve 5 dişlidir. Korolla sarı veya turuncu renkte, yaprakların koltuğunda ve 2-3 tanesi bir arada olup, tipik bir kelebek şeklindedir (Resim 2). Brakteler dar linear, sivri uçlu ve derimsidir Veksillum hemen hemen daire şeklinde ve ucu ortasından yarıktır. Ala uzunca oval ve bayrakçıktan daha kısa ve karinanın ucu yukarı doğru büküktür. Stamenler 10 tane olup bunlardan 9 tanesi bir arada ve 1 tanesi serbesttir. Dişi organ tek karpelden yapılmış,

ovaryum tek pistilli, 1-3 tohumlu ve üst durumludur. Stilus ince, uzun ve stamen t p ne kadar uzanır.    ek solduktan sonra stilus d  er ve ovaryum geokarptır. Bu durum, *A. hypogaea*'ya ait karakteristik bir  zelliktir.¹⁵ Meyve toprak altında olgunla an, sarımsı renkli, oblong  ekilli, 1-3 bo umlu ve 1-3 tohumlu a ılmayan bir nuks tipindedir. Tohumların testası kırmızımsı renkte ve ince olup kolayca ayrılır (Resim 3). Bitkinin yeti me devresi 170 g n kadar devam eder. Sonbahara kadar    ek a ar ve ekim ayında meyveler olgunla ır.



Resim 2: *Arachis hypogaea* L.    ekleri



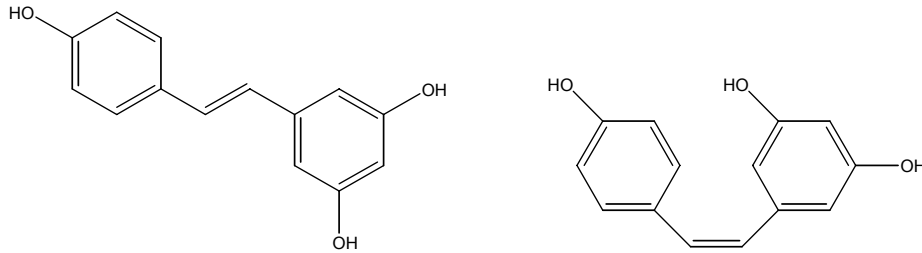
Resim 3: *Arachis hypogaea* L. meyve ve tohumları

2.2. Fitokimyasal Bölüm

Bu bölümde, *A. hypogaea* bitkisinde bulunan kimyasal bileşikler; “Fenolik Yapıdaki Maddeler”, “Alkaloit Türevleri”, “Proteik Yapıdaki Maddeler”, “Steroller, Fosfolipitler ve Vitaminler”, “Yağ Asitleri” ve “Aflatoksinler” olarak beş ayrı alt başlık halinde kronolojik sıraya incelenecektir.

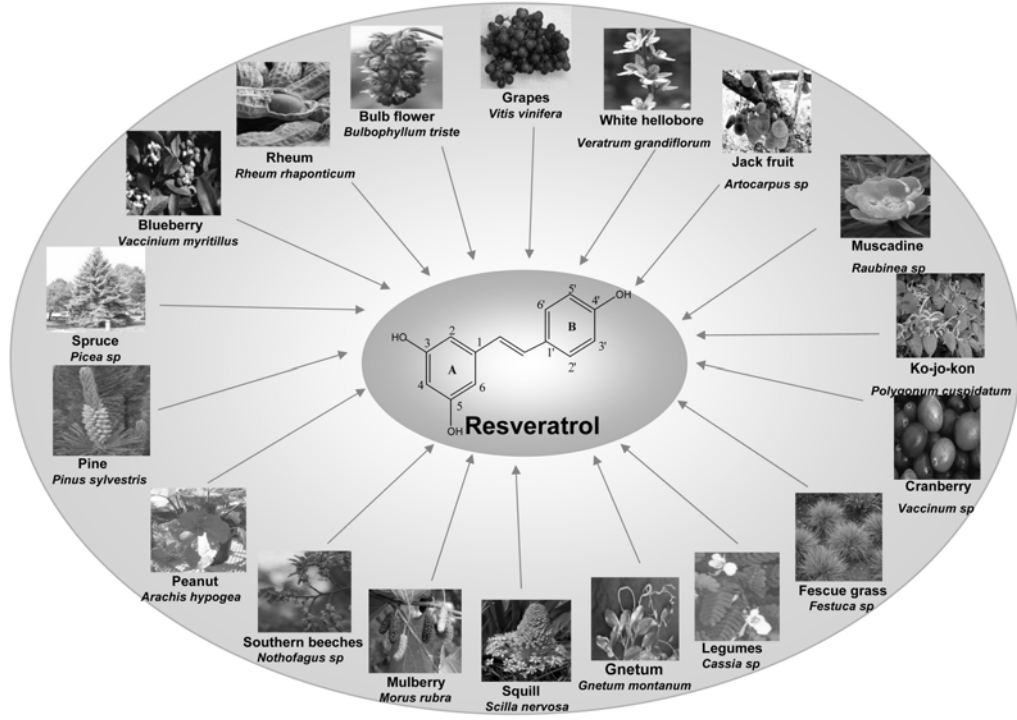
2.2.1. *A. hypogaea*'da Bulunan Fenolik Yapıdaki Maddeler

Resveratrol polifenolik yapıda kuvvetli antioksidan bir molekül olup, kimyasal olarak “3,4',5-trihidroksi-stilben” olarak adlandırılmakta ve *cis* ile *trans* olmak üzere iki tipi bulunmaktadır (Şekil 2).²⁰



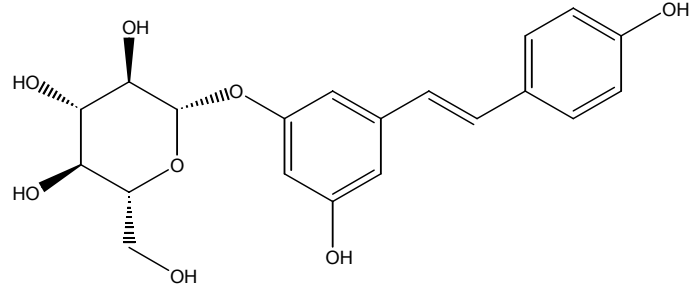
Şekil 2: *Trans*-resveratrol (solda) ve *cis*-resveratrol (sağda)

Doğada pek çok bitkide bulunduğu bildirilmesine rağmen, en yüksek oranda *Vitis vinifera* ve *A. hypogaea*'da bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).^{21,22} Taze üzüm kabuğunda 50-100 µg/g resveratrol bulunduğu bildirilmiştir.²³ İlk defa 1940 yılında *Veratrum grandiflorum* köklerinde, 1963 yılında ise *Polygonum cuspidatum* köklerinde bulunmuştur.^{24,25} Kırmızı şarapta da dikkate değer oranda bulunan resveratrol,²² antikanser, anti-enflamatuvar, antiproliferatif, antioksidan ve antifungal gibi pek çok biyolojik aktiviteye sahip çok önemli bir moleküldür.^{20,23,24,26,27}



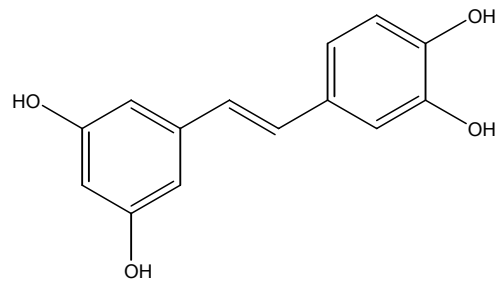
Şekil 3: Resveratrol içeren bitkiler²¹

Sobolev ve Cole'un taze ve kavrulmuş yarfıstığı örneklerinde *trans*-resveratrol miktarını tayin etmek için yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (YBSK) ile yaptığı kantitatif analizde; taze yarfıstığında 0.01 µg/g, kavrulmuş örnekte 0.055 µg/g ve yarfıstığı ezmesinde 0.324 µg/g olarak bulunurken, en yüksek miktarda kaynatılmış yarfıstığında 5.138 µg/g tespit edilmiştir.²⁸ Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) marketlerde satılan yarfıstığı örneklerinde YBSK ile yapılan resveratrol miktar tayininde, örneklerin 0.02 ile 1.79 µg/g arasında resveratrol taşıdığı bildirilmiştir.²⁹ Resveratrol'ün glikoziti olan piseid (*trans*-resveratrol 3-β-glukoz) (Şekil 4) ve resveratrol de, doğal yarfıstığı ezmesinde, harmanlanmış yarfıstığı ezmesine göre daha yüksek oranda bulunmuştur.³⁰



Şekil 4: Piseid'in kimyasal yapısı

Resveratrol'e benzer başka bir stilben türevi olan piseatannol, bitkilerde daha nadir bulunmaktadır (Şekil 5). Bir çalışmada, *A. hypogaea*'dan elde edilen kalluslarda, piseatannol ve resveratrol miktarlarının, sırasıyla, 2.17-5.31 µg/g ile 0.25-11.97 µg/g arasında değiştiği tespit edilmiştir.³¹ Türkiye'de yetişen 6 adet yerfıstığı varyetesinde YBSK ve gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GK-KS) teknikleri kullanılarak, *trans*-resveratrol miktarının 0.03 ile 1.92 µg/g arasında değiştiği, en yüksek miktarın ise "Çerezlik 5025" kodlu yerfıstığı varyetesinde (1.92 µg/g) bulunduğu saptanmıştır.³²



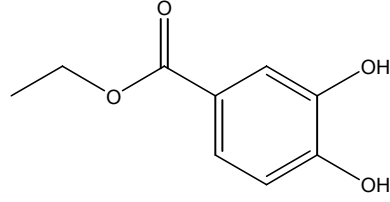
Şekil 5: Piseatannol'ün kimyasal yapısı

Sobolev ve ark. tarafından yapılan başka bir çalışmada, ABD'de yetiştirilen *A. hypogaea* kök uçlarından elde edilen müsilaj üzerinde yapılan YBSK analizi ile 7 adet prenillenmiş stilben türevi teşhis

edilmiştir.³³ Buna göre, ana stilben türevi olarak “müsilajın A” [4-(3-metil-but-1-enil)-3,5-dimetoksi-4'-hidroksi-*trans*-stilben] ile *trans*-araşidin-3 türevleri saptanmıştır. Bunlar arasında, yerfıstığında yaygın bulunan *t*-3'-izopentadienil-3,5,4'-trihidroksistilben de bulunmaktadır.³⁴ Çin'de yetiştirilen yerfıstığından hazırlanan metanollü ekstrede yapılan benzer bir analizde de, *trans*-resveratrol, *trans*-araşidin-1, *trans*-araşidin-3 ve *trans*-izopentadienilresveratrol tespit edilmiştir.³⁵ Shan ve ark. tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, *A. hypogaea* köklerinden resveratrol elde etmek için en uygun yöntem olarak; %61.5'lik etanol ile 1 saatlik ekstraksiyon önerilmiştir.³⁶

Resveratrol'ün bitkilerde oluşan hastalıklara karşı koruyucu rolü olduğu bilindiği için “fitoaleksin” olarak adlandırılmaktadır. Nitekim fitopatojenik virüs ve bakterilere karşı dirençli hale getirilen yerfıstığı genotiplerinde, *trans*-araşidin-3 ve *trans*-resveratrol majör fitoaleksinler olarak belirlenmiştir.³⁷

Yerfıstığı tohum kabuklarının da polifenolik bileşikler yönünden oldukça zengin olduğu çeşitli araştırmalarda gösterilmiştir. Kabukların yaklaşık %70'inin başta prosiyanidin A1 ve prosiyanidin A2 olmak üzere oligomerik prosiyanidinlerden ve yeni kateşin oligomerlerinden oluştuğu saptanmıştır.³⁸ Yine yerfıstığı kabuklarından elde edilen sulu fraksiyondan 7 adet flavonoit türevi izole edilmiştir.³⁹ Aynı grup tarafından, 2004 yılında kabuklardan 5 oligomerik prosiyanidin türevi ile 2 yeni polifenol olan epikateşin-(2- β -O-7,4- β -6)-[epikateşin-(4- β -8)]-kateşin ve epikateşin-(2- β -O-7,4- β -8)-[epikateşin-(4- β -8)]-kateşin-(4- α)-epikateşin elde edilmiştir.⁴⁰ Diğer taraftan, Huang ve ark. yerfıstığı tohum testasının etanol ekstresinden etil protokateşuat (3,4-dihidroksibenzoik asit etil ester) izole edilmiştir (Şekil 6).⁴¹



Şekil 6: Etil protokateşuat'ın kimyasal yapısı

Yine yerfıstığı kabuğunda YBSK analizi sonucunda prosiyanidin dimerleri, trimerleri ve tetramerlerinin varlığı bildirilmiştir.⁴² Yağı alınmış kabukların etanollü ekstresindeki resveratrol miktarı (91.4 µg/g), kuru kabuğa göre (9.07 µg/g) çok daha yüksek bulunmuştur.⁴³ Yerfıstığı kabuklarının fenolik bileşiklerini tayin etmek amacıyla yapılan diğer bir YBSK analizinde; gallik asit, protokateşik asit, epigallokateşin, (+)-kateşin, prosiyanidin B2, (-)-epikateşin, (-)-epigallokateşin gallat, (-)-epikateşin gallat, (-)-kateşin gallat, piseit, *trans*-resveratrol, kafeik asit, *p*-kumarik asit, ferulik asit ve kersetin teşhis edilmiştir.⁴⁴ Yerfıstığında yine YBSK ile yapılan benzer bir çalışmada, 100 g taze yerfıstığında bulunan fenolik asit miktarları kafeik asit (2.4 mg), ferulik asit (8.7 mg), sinapik asit (14.0 mg), vanilik asit (2.9 mg), *p*-kumarik asit (77.0 mg) ve *p*-hidroksi-benzoik asit (0.98 mg) olarak belirlenmiştir.⁴⁵ Yerfıstığında bulunan toplam fenolik madde miktarının, meyve olgunlaştıkça arttığı bulunmuştur.⁴⁶ Ayrıca, kavurma işlemi de toplam fenolik madde miktarının artmasına sebep olmuştur.^{47,48} *Aspergillus caelatus*'a dirençli *A. hypogaea* tohumlarından da "arafinler" olarak adlandırılan 4 yeni stilben türevi izole edilmiştir.⁴⁹

20 adet yerfıstığı genotipinin toplam izoflavon miktarını belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada; miktarların oldukça değişken olduğu, yerfıstığı fidelerinin, tohumlara göre 0.8 ile 27 kat arasında değişen oranlarda izoflavon taşıdığı saptanmıştır.⁵⁰ Kore'de yetiştirilen

yerfıstığı'nın meyve kabuklarından, 7-dihidroksikromon, eriyodiktiyol, 3',4',7-trihidroksiflavanon ve luteolin adlı flavonoit türevleri izole edilmiştir.⁵¹ Ayrıca yerfıstığı tohumlarının, kersetin açısından oldukça zengin olduğu (133-289 µg/g) tespit edilmiştir.⁵² *A. hypogaea*'nın çiçeklerinden kersetin-3-glukozit, kersetin-3-glukuronit, izoramnetin-3-glukosit ve izoramnetin-3-glukuronit olmak üzere 4 flavonoit türevi elde edilmiştir.⁵³ Yerfıstığı'nın metanollü ekstresinden de 5,7-dihidroksikromon, eriyodiktiyol ve 3',4',5,7-tetrahidroksiflavon adlı flavonoitlerin izolasyonu bildirilmiştir.⁵⁴

2.2.2. Alkaloit Türevleri

Yerfıstığı kabuklarından elde edilen sulu fraksiyondan doğada ilk defa varlığı bildirilen iki adet indol türevi alkaloitin izolasyonu bildirilmiştir.³⁹ *A. hypogaea*'nın çiçeklerinden bir tanesi yeni olmak üzere [N¹-asetil-N⁵,N¹⁰-di-*p*-(*EE*)-kumaroilspermidin], 2 tanesi bilinen [N¹,N⁵,N¹⁰-tri-*p*-(*EEE*)-kumaroilspermidin ve di-*p*-(*EE*)-kumaroilspermidin] olmak üzere 3 adet spermidin triamit türevi izole edilmiştir.⁵³

2.2.3. Proteik Yapıdaki Maddeler

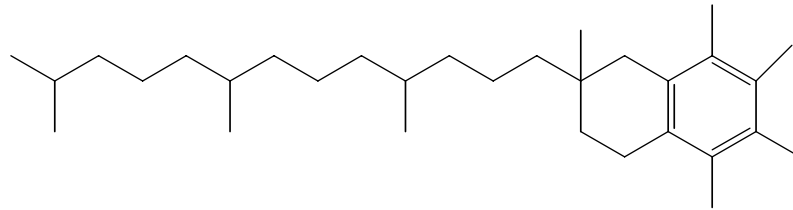
1979 yılında yapılan bir çalışmada, yerfıstığı yapraklarının %42.2 karbonhidrat, %18.0 protein, %8.8 yağ ile %0.8 lif içerdiği bildirilmiştir.⁵⁵ Bunu dışında *A. hypogaea* tohumlarından açıl-taşıyıcı proteinler de izole edilmiştir.⁵⁶ Bir başka çalışmada ise yerfıstığı tohumlarında %30 protein ile majör aminoasitler olarak aspartik asit, glutamik asit ve arjinin bulunmuştur.⁵⁷ 2000 yılında yayınlanan bir araştırmaya göre; yerfıstığı tohumlarından %85'lik metanolde çözünen fraksiyon elde edilerek, poliakrilamit jel ve kapiller elektroforez teknikleriyle analiz edilmiş ve fraksiyonun lipoproteinlerden meydana geldiği gösterilmiştir.⁵⁸ Yine tohumlardan *Pythium aphanidermatum*, *Fusarium*

solani, *Phytophthora blight*, *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* ve *Fusarium oxysporum*'a karşı antifungal ve yanı sıra antibakteriyal etkilere sahip, "hipotin" adlı başka bir protein de izole edilmiştir.⁵⁹ Gana'da yetiştirilen 20 çeşit yerfıstığında yapılan fitokimyasal incelemede; en yüksek protein içeriğinin *A. hypogaea* subsp. *fastigiata*'da olduğu bulunmuştur.⁶⁰

Yerfıstığında bulunan ve kavrulma ile parçalanmayan diğer bir madde grubu da "lektinler" denilen büyük molekül ağırlıklı proteinlerdir ve ısıya dayanıklı olmalarının sebebinin tersiyer yapıya sahip olmalarından ileri geldiği düşünülmektedir.⁶¹ Hücre yüzeyindeki karbonhidrat dizilerine bağlı olarak bulunurlar ve "peanut agglutinin" (PNA) olarak bilinen yerfıstığı lektini, en önemlilerinden biridir.⁶²

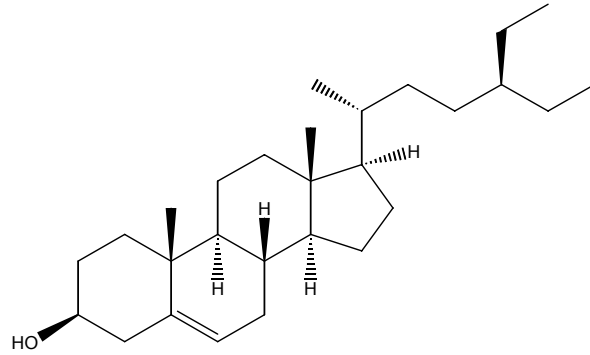
2.2.4. Steroller, Fosfolipitler ve Vitaminler

Yapılan çalışmalarda; yerfıstığının steril esterler, triaçil gliseroller, 1,3- ve 1,2-diaçil gliseroller, serbest yağ asitleri ile fosfolipitler yönünden zengin olduğu gösterilmiştir.^{61,63,64} Tokoferoller de, E vitamini türevleri olarak yerfıstığında bol miktarda bulunan lipoid antioksidanlardır.⁶¹ Cobb ve Johnson,⁶⁴ yerfıstığında yaklaşık 26-60 mg tokoferol/100 g bulunduğunu, bunun da 12-25 mg'ının α -tokoferol (Şekil 7), 10-34 mg'ının β -tokoferol ve 0.6-2.5 mg'ının γ -tokoferol olduğunu belirtmiştir.



Şekil 7: α -Tokoferol'ün kimyasal yapısı

Yerfıstığında toplam fitosterol miktarının ise 900-3000 ppm arasında değiştiği bildirilmiştir.⁶⁵ Genetik olarak modifiye edilmiş yerfıstığı örneklerinde bu tip maddelerin miktarını belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada;⁶⁶ modifiye edilmiş örneklerde α - ve γ -tokoferol oranının daha yüksek olduğu, toplam fitosterol oranının ise ana örnekten pek farklı olmadığı gözlenmiştir. Toplam fitosterollerin yaklaşık %90'ını β -sitosterol'ün oluşturduğu modifiye edilmiş örnekler ile ana örneğin β -sitosterol oranı açısından da farklı olmadığı görülmüştür (Şekil 8). Toplam fosfolipitlerin ise %30-38'ini fosfatidilkolin teşkil etmiş, ancak modifiye edilmiş örneklerde fosfatidilinozitol ile fosfatik asit oranlarda önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bir başka çalışmada ise, yerfıstığındaki tokoferoller içinde yine α -tokoferol'ün en yaygın tokoferol türevi olduğu, steroller arasında da β -sitosterol'ün yanı sıra, kampesterol ve stigmasterol'ün dikkate değer oranda bulunduğu bildirilmiştir.



Şekil 8: β -Sitosterol'ün kimyasal yapısı

Bolivya'da 46 adet yerli *A. hypogaea* kültüründen elde edilen yağlardaki sterol bileşimi gaz kromatografisi (GK) kullanılarak analiz edilmiş, başlıca fitosteroller olarak yüksek oranda β -sitosterol (554 -632 g/kg), kampesterol (139-180 g/kg), stigmasterol (82-130 g/kg) ve δ -avenastrol (86-138 g/kg) olduğu bildirilmiştir.⁶⁷

Antikarsinojen özelliği olan β -sitosterol kaynağı olarak yerfıstığı araştırılan başka bir çalışmada, değişik varyetelerdeki yerfıstığı yağında bulunan steroller GK kullanarak analiz edilmiş ve yerfıstığının iyi bir β -sitosterol kaynağı olduğu ortaya konmuştur (Tablo 1).⁶⁸

Tablo 1: Değişik yerfıstığı varyetelerine ait yağların fitosterol içerikleri (mg/100 g)

Yerfıstığı varyeteleri	β -Sitosterol	Kampesterol	Stigmasterol
“Red” tipi	52.6-78.2	10.0-13.2	11.7 -17.2
“Runner” tipi	44.0-54.4	5.3-6.5	5.7-6.9
“Valencia” tipi	76.3-88.3	10.6-15.6	6.7-10.1
“Virginia” tipi	45.4-50.6	5.8-6.8	6.4-8.4

Yerfıstığı tohum içeriğinde tiyamin, riboflavin, niyasin ve biyotin gibi B kompleks vitaminleri ile P vitamini bulunduğu, yerfıstığının kavrulmuş tohumların 100 g’ında yaklaşık 0.45 mg tiyamin, 0.11 mg riboflavin, 15.3 mg niyasin bulunduğu gösterilmiştir.^{69,70} Hindistan Materia Medika’sında B kompleks vitaminlerinin yaşam kalitesi açısından en önemli ve etkili faktörlerden biri olduğu, önemli ölçüde B kompleks vitaminleri içeren yerfıstığının bu yönüyle güzel bir kaynak teşkil ettiği, Hindistan’da en önemli vitamin eksikliğinin B kompleks vitamini eksikliği olması sebebiyle bu açığı kapatmak için yerfıstığının mükemmel bir besin olarak önerildiği bildirilmektedir.⁶⁹

2.2.5. Yağ asitleri

Yerfıstığı'nın sabit yağ açısından çok verimli olduğu ve yağının da özellikle doymamış yağ asitlerini yüksek oranda ihtiva etmesi nedeniyle, sağlık üzerine oldukça faydalı etkilerinin olduğu pek çok çalışma ile ortaya konmuştur. Yağın faydalı etkilerinden "Biyolojik Aktivite Bölümü"nde detaylı olarak bahsedileceği için, burada çeşitli ülkelerde yetiştirilen yerfıstığı varyetelerinden elde edilen sabit yağların bileşimlerine örnekler verilecektir.

Yerfıstığı tohumlarında bulunan sabit yağ oranı pek çok kaynakta %40-50 arasında belirtilirken, bazı kaynaklar bu oranı %36-54 olarak daha geniş tutmuştur.⁷¹⁻⁷³ Yerfıstığı tohumlarının içerdiği yağ oranının, iklim şartlarına, yetiştirildiği bölgeye, değişik varyetelere ve şartlara göre değişiklik gösterdiği de bildirilmektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada⁶⁹ değişik varyetelerin içerdiği sabit yağ miktarları Tablo 2'de de görüldüğü gibi değişkenlik gösterebilmektedir. Ayrıca, yine yağ asiti kompozisyonu yetiştirilen kültür tipi, tohum ergenliği, sulama şartları, toprak yapısı gibi faktörler ile değişebilmektedir.^{74,75}

Tablo 2: Değişik varyetelerin kabuğu soyulduktan sonra tohumun içerdiği yağ miktarları (%) (a/a)

Varyeteler	Yağ Oranları (%) (a/a)
Mısırlı	47.90 - 54.31
Mozambik	41.63 - 53.12
Brezilya	49.91 - 52.41
İspanyol yerfıstığı	44.38 - 54.34
Senegal	41.99 - 52.40
Virjinya	43.45 - 51.17
Pondicherry	46.66 - 53.45
Büyük Japon	43.42 - 50.72
Küçük Japon	46.11 - 53.67
Lokal varyeteler (Bombay)	43.06 - 48.24

Yerfıstığı yağının hem tadı, hem de kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından zeytinyağına oldukça benzediği bildirilmektedir. Bu iki yağın benzerliği Tablo 3'te belirtildiği şekilde özetlenmektedir.⁷⁶

Tablo 3: Yerfıstığı yağı ile zeytinyağının fiziko-kimyasal özellikleri bakımından birbiri ile karşılaştırılması

Fizikokimyasal özellikler	Yerfıstığı yağı	Zeytinyağı
15°C'de spesifik gravitesi	0.917 -0.918	0.916 -0.918
Katılaşma noktası	0-2°C	3-4°C
Kırılma indisi (15°C)	1.4731	1.468-1.4703
Sabunlaşma İndeksi	185.6-196	185-196
İyot indeksi	83.3-105	79-88

Avrupa Farmakopesi'ne göre yerfıstığı yağının özellikleri aşağıda belirtilen şekilde olmalıdır.⁶

-*Karakteristik özellikleri*: Berrak, sarımtırak, viskoz yapıda bir sıvı, alkolde az çözünür, eter ve petrol eteri ile karışır. 2°C civarında katılaşır.

-*Teşhisi*: Teşhisi ince tabaka kromatografisi ile gerçekleştirilir.

Testler:

-*Relatif yoğunluk*: 0.912-0.918 arasında olmalıdır.

-*Asitlik indeksi*: 0.6'dan fazla olmamalıdır. Eğer parenteral formüllerde yer alacaksa 0.5'ten fazla olmamalıdır.

-*Peroksit indeksi*: 5.0'ten fazla olmamalıdır.

-*Sabunlaşmayan madde miktarı*: 5 g'da %1.0 m/m'den az olmalıdır.

-*Alkali kirlilikler*: Sabit yağlardaki alkali kirlilik testine uymalıdır.

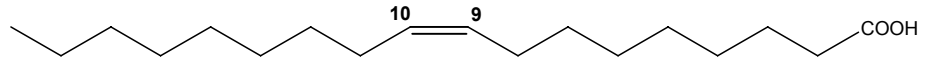
-*Yabancı sabit yağlar*: Yabancı yağlar için uygulanan gaz kromatografisi (GK) uygulanmalıdır.

Amerikan Kimya Derneği tarafından yayınlanan monograf serilerinde ise, yerfıstığı yağının diğer bazı fiziko-kimyasal özellikleri Tablo 4'te bildirilmektedir.⁷⁶

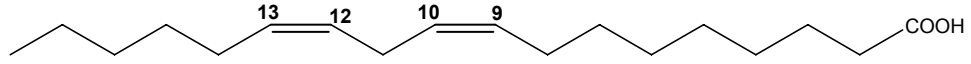
Tablo 4: Amerikan Kimya Derneği monografına göre yerfıstığı yağının bazı fiziko-kimyasal özellikleri

Fizikokimyasal özellikler	Değer aralıkları
Sabunlaşma indeksi	188-195
İyot indeksi	84-102
Tiyosiyanojen değeri	67-73
Hidroksil değeri	2.5-9.5
Polenske değeri	0.2-0.7
Kırılma indeksi (25°C)	1.466-1.470
Kırılma indeksi (40°C)	1.4605 -1.4645

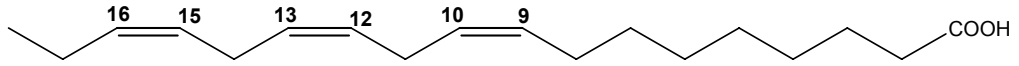
Yerfıstığı yağının yağ asiti kompozisyonunu araştıran araştırmacılar yerfıstığı yağında değişen oranlarda; başta oleik asit olmak üzere, linoleik, palmitik, stearik, araşidonik, behemik, lignoserik, miristik, palmitoleik, linolenik, gadoleik, erusik, eikosenoik ve behenik asit gibi yağ asitlerinin bulunduğunu belirtmektedir (Şekil 9).^{69,73-75,77-79}



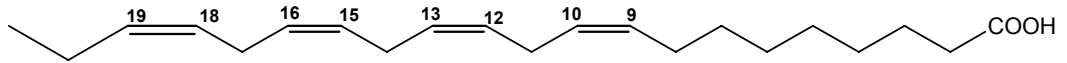
Oleik asit



Linoleik asit



α -Linolenik asit



Araşidonik asit

Şekil 9. Yerfıstığı yağında bulunan bazı doymamış yağ asitleri

Avrupa Farmakopesi'ne göre yerfıstığı sabit yağının kompozisyonunun aşağıda belirtilen değer aralıklarında olması istenmektedir.⁶

- Doymuş yağ asitlerinin yapısal uzunluğu: C16'dan az olmamalı, varsa %0.4'ten az olmalıdır.
- Palmitik asit: %7.0-16 arasında olmalıdır.
- Stearik asit: %1.3-6.5 arasında olmalıdır.
- Oleik asit: %35-72 arasında olmalıdır.
- Linoleik asit: %13-43 arasında olmalıdır.
- Araşidonik asit: %1-3 arasında olmalıdır.
- Gadoleik asit: %0.5-2.1 arasında olmalıdır.
- Behenik asit: %1-5 arasında olmalıdır.
- Erusik asit: %0.5'ten fazla olmamalıdır.
- Lignoserik asit: %3-5 arasında olmalıdır.
- Linoleik asit: behenik asit oranı: 15'ten fazla olmamalıdır.

1977 yılında yapılan bir çalışmada, *A. hypogaea* varyetelerinde genotipik farklılıklara bağlı olarak, yağ asiti bileşiminin de oldukça değişken olduğu gösterilmiş, örneğin; oleik asit %36-69, linoleik asit ise %14-40 arasında bulunmuştur.⁸⁰ Doymuş yağ asitlerinden palmitik asit oranının %7-13, stearik asit'in ise %2-5 arasında değiştiği gözlenmiştir. Bitkinin yapraklarında yapılan yağ asiti analizinde de, toplam yağ asiti oranının %65'inden fazlasının linolenik, linoleik ve palmitik asit'ten meydana geldiği bulunmuştur.⁵⁵ Sodyum klorür ve sodyum fosfat ile muamele edilen *A. hypogaea* fidelerinden elde edilen yerfıstığı yağındaki oleik ve linoleik asit miktarının normale göre daha fazla olduğu gözlenmiştir.⁸¹ Benzer şekilde, dışarıdan 1-amino-4-sülfonat- β -naftol uygulamasının yerfıstığından elde edilen yağ verimini artırdığı ve yağ asiti kompozisyonunu değiştirdiği ifade edilmiştir.⁸²

Hindistan'da yetiştirilen “Virginia Runner, Virginia Bunch ve Spanish Bunch” olarak bilinen genotiplere ait yerfıstığı örneklerinin yağ verimlerinin benzer olduğu, ancak yağ asitleri oranı açısından 3 genotipin oldukça farklı olduğu tespit edilmiştir.⁸³ Örneğin; oleik asit en fazla “Virginia Runner” genotipinde bulunurken, bunu “Virginia Bunch ve Spanish Bunch” takip etmiştir. Ancak bu genotiplerdeki linoleik asit oranı da tam tersi sırayla en yüksek bulunmuştur. ABD’de yetiştirilen ve “Florunner, Sunrunner, GK-7, Southern Runner, Sunbelt Runner, Okrun ve Langley” olarak bilinen 7 adet “Runner” tipi yerfıstığı kültürünün yağ asiti bileşimlerinde önemli farklılıklar olduğu görülmüştür.⁸⁴ Buna göre; “Southern Runner” tipinin en iyi oleik asit/linoleik asit oranı ile iyot indeksine sahip olduğu bulunurken, en yüksek doymamış yağ asiti oranı ise “Florunner, Sunrunner ve Langley” tiplerinde gözlenmiştir.

GK-KS kullanılarak yapılan bir araştırmada,⁷⁷ çeşitli yerfıstığı yağ örneklerinde; %8.2-15.1 palmitik asit, %1.1-7.2 stearik asit, %31.5-60.2 oleik asit, %19.9-45.4 linoleik asit, %0.8-3.2 araşidik asit, %0.6-2.6 eikosenoik asit, %1.8-5.4 behenik asit ve %0.5-2.5 lignoserik asit ile bunlara ek olarak %2.5’a varan oranlarda epoksi yağ asitleri bulunduğu belirtilmiştir.

Karayıpler’de yetiştirilen yerfıstığı tohumlarının yağ asiti bileşimini GK yöntemi kullanarak analiz edilmiş ve 1985-1987 yılları arasında yetiştirilen “NC2” adlı kültürün olgun tohumlarında bulunan yağ asiti miktarları Tablo 5’te gösterilmiştir.⁷⁴

Tablo 5: 1985-1987 yılları arasında yetiştirilen yarfıstığı (NC2 kùltürü) olgun tohumlarından elde edilen yağın yağ asiti bileşimi (%) (a/a)

	Yağ asidi bileşimi (%) (a/a)					
Yağ asiti	1985		1986		1987	
	V1 ^a	V2 ^b	V1	V2	V1	V2
Palmitik	10.4±0.02	10.7±0.67	11.7±0.20	11.4±0.18	10.4±0.02	10.4±0.10
Stearik	3.8±0.04	3.2±0.64	4.2±0.18	3.8±0.18	3.8±0.04	2.6±0.06
Oleik	56.4±0.10	56.9±0.49	58.6±0.89	57.8±0.42	57.4±0.10	57.1±0.07
Linoleik	21.0±0.02	21.5±0.74	19.9±0.40	20.5±0.95	20.0±0.02	22.4±0.07
Araşidik	1.6±0.01	1.7±0.07	1.6±0.30	1.7±0.03	1.6±0.01	1.7±0.07
Eikosenoik	1.2±0.03	1.1±0.05	0.7±0.32	1.1±0.01	1.2±0.03	1.2±0.15
Behenik	2.9±0.02	2.8±0.05	2.8±0.05	2.8±0.02	2.9±0.02	2.9±0.16
Lignoserik	2.7±0.02	1.9±0.68	0.8±0.24	1.4±0.26	2.7±0.02	1.6±0.08

^aV1: verimli volkanik killi toprak, ^bV2: verimli volkanik kumlu toprak

Yarfıstığı kùltürleri üzerinde yapılan çalışmalarda bazı kùltürlerde oldukça fazla miktarda oleik asit bulunduğı bildirilmektedir. Oleik asit'in normal genotiplerde %55-60 oranında bulunduğı belirtilirken, "Florunner, SunOleik 95R, GA2844, TX 896100, UF 91108, NC12C ve 11" soylarından oluşan genotiplerde bu oranın %78-82 arasında olduğı bildirilmektedir.⁷⁸ Peru'da yetiştirilen "Fastigiata, Aequatoriana, Hypogaea ve Peruviana" adlı yarfıstığı varyetelerine ait tohum yağları arasında en yüksek oleik asit içeriğine "Hypogaea" varyetesinin sahip olduğı bulunmuştur.⁸⁵ Uruguay'da yetiştirilen 9 adet *A. hypogaea* subsp. *fastigiata* var. *vulgaris* kùltürüne ait tohum yağları analiz edilmiş ve tüm örneklerde palmitik, stearik, oleik, linoleik, araşidik, eikosenoik, behenik ve lignoserik asit teşhis edilmiştir.⁸⁶ En yüksek oleik asit miktarı (%42.53) ile en iyi oleik asit/linoleik asit oranı (1.09), 7 numaralı kùltür örneğinde gözlenmiştir. 2

(%43.67) ve 4 numaralı (%43.60) örneklerin ise en yüksek linoleik asit içeriğine sahip olduğu bulunmuştur.

A. appressipila, *A. trinitensis*, *A. chiquitana*, *A. kempff-mercadoi*, *A. diogoi*, *A. benensis*, *A. valida*, *A. kretschmeri*, *A. helodes*, *A. kuhlmannii*, *A. williamsii*, *A. sylvestris*, *A. matiensis*, *A. pintoii*, *A. hoehnei*, *A. villosa* ve *A. stenosperma*'dan oluşan *Arachis* türlerinden elde edilen tohum yağlarında en yüksek verim *A. stenosperma*'da elde edilmiştir.⁸⁷ Yağ asiti analizlerine göre; oleik asit en düşük oranda *A. matiensis*'de (%30.6), en yüksek oranda ise *A. villosa*'da (%46.8) bulunmuştur. Linoleik asit en düşük *A. villosa*'da (%34.1), en yüksek oranda *A. appressipila*'da (%47.4) saptanmıştır. En yüksek behenik asit oranına *A. matiensis*'in (%6.2) sahip olduğu bulunmuştur. ABD'nin Oklahoma eyaletinde yetiştirilen "SunOleic, Tamrun 96, Tamrun OL 01, Tamrun OL 02, TX 977164 ve TX 977239" adlı kültürlerin yağ asiti içerikleri incelenmiş ve oleik asit miktarının %45.6-81.0, linoleik asit miktarının ise %2.31-35.9 arasında değiştiği tespit edilmiştir.⁸⁸ İrlanda'da pazardan satın alınan yerfıstığından elde edilen yağın içeriği incelendiğinde; oleik asit %38.41, linoleik asit %44.60, palmitik asit %11.08 ve stearik asit % 2.66 olarak tayin edilmiştir.⁸⁹ Yine ABD'de yetiştirilen "AgraTech 201, Georgia-02C, Flavorunner-458, Georgia-01R, DP-1, C-99R, AP-3, Georgia Green ve C11-239" olmak üzere 9 tip yerfıstığı kültürünün yağ asiti analizi sonuçlarına göre; oleik asit %50.10-80.12, linoleik asit %2.57-28.07, palmitik asit %4.64-9.66 ve stearik asit %1.85-4.41 arasında bulunmuştur.⁷³ Çin'de doğal olarak yetişen değişik *Arachis* türlerine ait 87 örnek ve 113 hibriti çeşitli kimyasal özellikleri açısından incelenmiş ve en düşük palmitik asit oranı *A. rigonii*'de bulunurken, en yüksek oleik asit oranı *A. pusilla* ve *A. duranensis*'te, en yüksek linoleik asit oranı ise *A. batizoco*'da saptanmıştır.⁹⁰

Diğer taraftan, Akdeniz'i çevreleyen ülkeler arasında, en çok yerfıstığı üretimi yapan ülkeler Türkiye (80.000 ton/yıl), İsrail (25.000 ton/yıl) ve Mısır'dır (19.200 ton/yıl).¹⁰ Türkiye'de kültürü yapılan yerfıstığı örneklerinin yağ asitleri inceleyen birtakım çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalardan birinde ülkemizde kültürü yapılan "Virginia tip, cv. NC-7" adlı yerfıstığı yağının GK-alev iyonizasyon detektörü ile analizi yapılmış ve oleik asit %48.40, linoleik asit %33.06, palmitik asit % 13.82 ve stearik asit ise %9.29 olarak teşhis edilmiştir.¹² Ankara'dan satın alınan yerfıstığı örneğinden elde edilen yağ asiti analizinde ise oleik asit oranı %1.4 gibi çok düşük bir oranda bulunurken, linoleik asit oranı %75.2 gibi oldukça yüksek bir oranda saptanmıştır.¹³

Aflatoksinler

Aflatoksinler, difuranokumarin yapısına sahip mikotoksinler olup, genellikle *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. nominus* ve *A. tamari* gibi mikrofunguslar tarafından üretilirler.⁹¹ Bitkideki konsantrasyonları, coğrafik, mevsimsel ve bazı mikroklimatik (ısı, toprak tipi, gün uzunluğu, yağış miktarı, vs.) faktörlere bağlı olup, aflatoksin oluşumu için nem oranı da çok önemlidir.⁹² Türk Gıda Kodeksi'ne göre; limitler aflatoksin B1 için 5 µg/g ve toplam aflatoksinler için 10 µg/g olmasına rağmen, Avrupa Komisyonu'na göre limitler aflatoksin B1 için 2 µg/g ve toplam aflatoksinler için 4 µg/g'dır. Türkiye'de üretilen kabuklu yemişlerdeki aflatoksin miktarlarını analiz etmek için yapılan bir çalışmada; Ankara, Antalya, Isparta, İzmir ve Burdur'dan toplanan 217 örnek arasında yer alan 73 yerfıstığının %17.8'inde aflatoksine rastlanmıştır.⁹³ Bir başka çalışmada ise, Avrupa Birliği ülkelerine ihracat yapan bazı Türk firmalarından toplanan 10 yerfıstığı örneğinin 5'inde 0.75-26.36 µg/kg arasında değişen oranlarda aflatoksin kontaminasyonu tespit edilmiş olup, bunların sadece bir tanesi Avrupa Komisyonu limitlerine uygun bulunmamıştır.⁹⁴

2.3. Biyolojik Aktivite Bölümü

Bu bölümde yerfıstığı'nın biyolojik aktiviteleri; "Kalp-Damar Sistemi ve Lipit Metabolizması Üzerine Etki", "Antioksidan Etki" ve "Diğer Etkiler" olmak üzere 3 alt başlık halinde incelenecektir.

2.3.1. Kalp-Damar Sistemi ve Lipit Metabolizması Üzerine Etki

1971 yılında yapılan bir *in vivo* çalışmada; 8 hafta süreyle mısır yağı, yerfıstığı yağı, hindistancevizi yağı ve behenik ve araşidik asit taşımayan özel bir yağ ile ayrı ayrı beslenen ve her birinin diyetine %2 kolesterol de ilave edilen tavşanlarda, en yüksek serum kolesterol seviyesi mısır yağı ile beslenen grupta belirlenmiştir.⁹⁵ Hindistancevizi yağı veya yerfıstığı yağı ile beslenen tavşanlarda ise oluşan aortik lezyonların daha şiddetli olduğu görülmüş ve yerfıstığında bulunan trigliserollerin aterojenik etkinin oluşmasında önemli rolünün olduğu sonucuna varılmıştır. Aynı grup tarafından yapılan deneyin devamında, yine yerfıstığı yağının, mısır yağından daha aterojenik olduğu ifade edilmiştir.⁹⁶ Benzer bir çalışmada ise, ABD, Afrika ve güney Amerika kökenli yerfıstığı yağ örnekleri ve ilaveten %2 kolesterol diyetiyle beslenen tavşanlardan elde edilen sonuçlara göre; güney Amerika yerfıstığı yağının Afrika kökenli olandan %7, ABD kökenli olandan ise %18 daha aterojenik olduğu tespit edilmiştir.⁹⁷ En yüksek serum ve karaciğer lipit seviyeleri, %48.9 oleik asit ve %41.1 linoleik asit ihtiva eden güney Amerika kökenli yağla beslenen tavşanlarda bulunmuştur. Yerfıstığı yağının beklenmeyen aterojenik etkisinin kesin olarak bilinmemekle birlikte, trigliserol içeriğinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Bu amaçla, mısır yağı ile birlikte değişik yerfıstığı yağları 3 hafta boyunca sıçanlara verilmiş ve kilo alınması, karaciğer ağırlığı ve serum lipitleri üzerinde herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir.⁹⁸ Sadece bağırsak mukozasında yüksek oranda trigliserol tutulmasının, aterojenik etkiye katkısı olabileceği kanısını uyandırmıştır.

Yerfıstığı'nın aterojenik etkisi, tavşan ve sıçanların yanı sıra, maymunlar üzerinde yapılan deneylerde de gösterilmiştir.^{99,100}

Yerfıstığı, aspir, soya ve keten tohumu yağlarıyla 8 hafta boyunca beslenen sütten kesilmiş sıçanlarda, kalp ve karaciğer lipit miktarları tayin edilmiştir.¹⁰¹ Yerfıstığı yağı ile beslenen sıçanlarda toplam karaciğer lipit seviyesinin azaldığı görülmüştür. Aralarında yerfıstığı yağının da bulunduğu dört sabit yağla beslenen sıçanların bağırsak lenflerinde elektron mikroskobu ile şilomikronlar ve çok düşük dansiteli lipoprotein benzeri partiküllerin salınımı incelenmiştir.¹⁰² Yağ geç absorbe olmasına rağmen, içeriğindeki yağ asitlerinin şilomikronlar tarafından taşındığı bulunmuştur. Erkek Sprague-Dawley cinsi sıçanlar, donyağı, zeytinyağı ve yerfıstığı yağı ile 2 hafta boyunca beslenmişler ve aortik prostasiklin (PGI_2), platelet agregasyon ve tromboksan A_2 (TXA_2) üretimi ile plazma ve aortik fosfolipit (PL) gibi parametreler ölçülmüştür.¹⁰³ Zeytinyağı ve yerfıstığı yağının PGI_2 ve TXA_2 üretimi üzerinde herhangi bir etkisi gözlenmemiştir. Erkek Wistar sıçanlarda yapılan benzer bir çalışmada ise,¹⁰⁴ hayvanlar donyağı, balık yağı ve yerfıstığı yağı ile beslenmiş ve plazma trigliserit, serbest ve toplam kolesterol seviyeleri ile plazma ve karaciğer fosfolipitlerinin yağ asiti profilleri tayin edilmiştir. Balık yağı ve yerfıstığı yağı verilen gruplarda plazma trigliserit seviyelerinin istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde düştüğü görülmüştür.

Diğer taraftan, 30 haftalık klinik çalışmada 15 normo-lipidemik yetişkinler 8 hafta boyunca serbest beslenmişler, ancak bu süre boyunca 500 kcal'e eşit miktarda yerfıstığı verilmiştir.¹⁰⁵ Daha sonraki 3 hafta boyunca aynı miktarda yerfıstığı da diyetle ilave edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde; düzenli yerfıstığı tüketiminin serum trigliserit düzeyini azalttığını, serum magnezyum düzeyini artırdığı ve dolayısıyla kardiyovasküler hastalık riskinin azalmasında payı olduğu ifade edilmiştir.

Bir başka çalışmada da, tekli-doymamış yağ asitleri açısından çok zengin olan yerfıstığıнын lipit profiline etkisi, 6 ay süren bir deneyde sıçanlarda incelenmiştir.¹⁰⁶ Yerfıstığı yağı ile beslenen sıçanların bir grubu, günde 30 dk, haftada 6 gün yüzme egzersizine tabi tutulmuştur. Plazma trigliserit ve toplam kolesterol seviyeleri, yerfıstığı yağı ile beslenen grupta önemli derecede azalmıştır. Egzersiz yaptırılan ve yerfıstığı yağı ile beslenen grubun kas ve karaciğer dokularındaki glikojen seviyelerinde önemli derecede bir artış gözlenmiştir. Bir başka çalışmada; diyetle alınan kolesterol ve oleik asit'in absorpsiyonunun, dağılımının ve taşınmasının yerfıstığı yağı mevcudiyetinde ne gibi değişimlere uğradığı sıçan lenfleri üzerinde incelenmiştir.¹⁰⁷ Bu amaçla, yerfıstığı yağı ile beslenen sıçanların mezenterik kanallarından lenf sıvıları alınarak, tüm lenf sıvısı, lenfe ait lipoprotein fraksiyonları ve majör lipit fraksiyonları toplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, yerfıstığı yağının aterosjenik etkisinin kolesterol taşıyan şilomikronların ve çok düşük dansiteli lipoproteinlerin bağırsak epitelyum hücrelerinden kan dolaşımına salınımı veya trigliseritlere bağlı olabileceği ileri sürülmüştür.

2009 yılında yayınlanan bir çalışmada ise, polifenoller ve lif açısından zengin olduğu bilinen yerfıstığı tohum kabuğu ekstresi ve fraksiyonlarının yüksek kolesterol diyetine tabi tutulan erkek Sprague-Dawley cinsi sıçanlar üzerindeki hipokolesterolemik etkisi araştırılmıştır.¹⁰⁸ Bunun için, yerfıstığı tohum kabuklarının sıcak su ile hazırlanan ekstresinden, suda-çözünen ve suda-çözünmeyen iki ana fraksiyon hazırlanmıştır. Bu fraksiyonlardan da, lif taşıyan ve taşımayan alt fraksiyonlar elde edilmiştir. Bu fraksiyonlarla ayrı gruplar halinde beslenen sıçanlardan, sadece ana sulu ekstre, suda-çözünen fraksiyon ile lif taşımayan-suda çözünen alt fraksiyon ile beslenen sıçanlarda serum lipit ve kolesterol seviyelerinin düştüğü belirtilmiştir.

Diyabet'in de hiperlipidemi ve ateroskleroza neden olan majör faktörlerden biri olduğu gösterilmiştir.¹⁰⁹ Streptozosin-indüklü diyabet oluşturulan Wistar sıçanların kullanıldığı 12 hafta süren bir deneysel diyabet modeli çalışmasında, sıçanların lipit profili üzerine yerfistığı yağının etkileri serum glukoz, toplam lipit, toplam kolesterol, trigliserit, düşük-dansiteli lipoprotein (LDL), çok düşük-dansiteli lipoprotein (VLDL) ve aterojenik indeks parametreleri kullanılarak araştırılmıştır.¹¹⁰ Kan glutatyon ve serum lipit peroksidasyon seviyeleri de ölçülmüştür. Diyabetik grupta, trigliserit, total kolesterol, LDL ve aterojenik indeks önemli oranda artarken, yüksek-dansiteli lipoprotein (HDL) seviyesi kontrol grubuna göre düşmüştür. Yerfistığı ile beslenen diyabet grubunda ise HDL seviyesinde anlamlı bir artış, aterojenik indekslerinde önemli bir azalma meydana gelmiştir. Ek olarak yerfistığı ile beslenen hem kontrol, hem de diyabetik gruplarda glutatyon seviyesi bir hayli artmıştır. Sonuç olarak; yerfistığı, sağlıklı ve diyabetik hayvanlarda, kan lipit seviyelerini artırmadan oksidan-antioksidan dengesini korumada ve diyabete eşlik eden kardiyovasküler komplikasyonlara karşı koruyucu bir etki göstermiştir. Aynı araştırma grubu tarafından yapılan benzer bir deneyde,¹¹¹ bu defa, yerfistığının yüksek kolesterol diyetiyle beslenen Wistar albino sıçanlarda, kan glutatyon, tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri (TBARS) ile hemostazis ve tromboziste başlıca regülatör olan doku faktörü (TF) aktivitesi ve hematolojik parametreler üzerine etkisi incelenmiştir. Buna göre, 8 gruba bölünen sıçanlarda, yerfistığı ile beslenen kontrol ve hiperlipidemik gruplarda kan glutatyon seviyeleri yükselirken, hiperlipidemik grupta HDL seviyesi artmış, TBARS seviyesi ise azalmıştır. Ancak yerfistığı takviyesi, hem kontrol, hem de hiperlipidemik gruplarda yer alan sıçanların diğer kan lipitleri, protrombin zamanı, aktif parsiyal tromboplastin ve fibrinojen düzeylerinde herhangi bir değişikliğe yol açmamıştır.

Moreno ve ark. tarafından yayınlanan bir başka çalışmada; yerfistığı kabuklarının etanollü ekstresinin obezite üzerine etkisi, 3T3-L1

tipi adipozitlerin lipolizi ile lipoprotein lipaz (LPL) ve pankreatik lipaz (PAL) enzimlerini inhibe edici özellikleri göz önüne alınarak araştırılmıştır.¹¹² Ayrıca yağlı diyetle beslenen erkek Wistar sıçanlarına da bu ekstre 12 hafta boyunca verilerek, kilo üzerine etkileri de incelenmiştir. Çalışma sonunda, ekstre PAL, LPL ve hormona-duyarlı lipazı inhibe ettiği bulunmuştur. Ekstre uygulanan sıçanların, kontrol grubuna göre feçes ile daha çok yağ attığı ve vücut ağırlığı, kilo kazanılması, karaciğer büyüklüğü, bu sıçanlarda daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ekstre, karaciğer triağılglicerol ile serum glukoz ve insülin seviyelerinde azalmaya neden olmuştur.

ABD, Brezilya ve Gana'da yaşayan 63 sağlıklı erkek ve bayan gönüllüler üzerinde, yarfıstığı, yağı, ezmesi ve ununun sindirim ve vücut enerji dengesi üzerine etkileri araştırılmış ve yağı, ezmesi ve ununa oranla yarfıstığının, daha çok feçesle yağ atılımı ve enerji kaybına yol açtığı tespit edilmiştir.¹¹³ Aynı araştırma grubu tarafından, 129 sağlıklı gönüllü üzerinde yapılan 8-haftalık bir klinik çalışmada, yarfıstığının doyunluk üzerine zayıf bir etkisi olduğu ifade edilmiştir.¹¹⁴

Yağı alınmış ham ve kavrulmuş yarfıstığı unu, önce enzim hidrolizine tabi tutulmuş ve hidrolizatlar ters faz-YBSK ile fraksiyonlanmış ve hipotansif etkileri, anjiyotensin-dönüştürücü enzim (ACE) inhibitör etkileri üzerinden incelenmiş ve özellikle ham yarfıstığı unundan elde edilen fraksiyonların güçlü ACE inhibitörü etki gösterdiği tespit edilmiştir.¹¹⁵

Yağ oranı yüksek olduğu için yarfıstığı yağının, kilo vermek amacıyla yapılan diyetlerde yer almaması gerektiği düşünülürken, son yıllardaki bulgular, hem sağlıklı kilo vermek, hem de kardiyovasküler sistemde koruyucu etki elde etmek amacıyla yarfıstığının dengeli bir şekilde diyetle bulundurulmasının faydasını ortaya koymaktadır.¹¹⁶

2.3.2. Antioksidan Etki

Yerfıstığının kabukları, tohum kabukları ve yağı üzerinde farklı yöntemlerle son yıllarda yapılmış birçok antioksidan aktivite çalışması mevcuttur. Arjantin’de yetiştirilen yağı alınmış yerfıstığı tohum kabuklarından hazırlanan etanol ekstresinin ve bundan hareketle hazırlanan diklorometan, etil asetat ve su fraksiyonlarının toplam fenol içeriği ve radikal src etkisi araştırılmıştır.⁴³ Etil asetat fraksiyonu daha yüksek toplam fenol ve daha yüksek radikal src etkiye sahip bulunmuştur. Yapılan kolon kromatografisi sonucunda, fraksiyonda resveratrol bulunmuştur. Toplam fenol miktarı 0.932 g/g olan etanol ekstresi %31.5 radikal src etki gösterirken, ekstredeki resveratrol miktarı ise YBSK yöntemi ile 91.4 g/g olarak tayin edilmiştir. Yerfıstığı meyve kabuklarının metanollü ekstresinin antioksidan etkisi, 25°C ve 45°C’de depolanan patates cipslerinde, serbest yağ asiti ve peroksit değerlerinin ölçülmesi üzerinden incelenmiştir.¹¹⁷ Bu ekstrenin 1200 ve 1600 ppm konsantrasyonları ile muamele edilmiş ve 45°C’de 6 ay boyunca depolanan patates cipslerinin serbest yağ asiti ve peroksit değeri, kontrol grubuna göre düşük bulunurken, bu yöntemde güçlü sentetik antioksidanlar olan btilhidroksi anisol ve btilhidroksi toluen’e hemen hemen eşit derecede antioksidan aktivite göstermiştir. Bir başka çalışmada, uzak-infrared radyasyonu veya ısı uygulanmış yerfıstığı meyve kabuklarının metanollü ekstresinin antioksidan etkisinin, bu uygulamalarla antioksidan etkisinin arttığı sonucuna varılmıştır.¹¹⁸ Hindistan’da besin olarak tüketilen birçok sebze, meyve ve baharatın metanollü ekstrelerinin  karoten-soldurma testi ile incelenen antioksidan aktivitesi ve toplam fenol miktarlarının incelendiği bir çalışmada; yerfıstığı yağı en az aktiviteye sahip olanlar arasında bulunmuştur.¹¹⁹

Duncan ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada,¹²⁰ ABD'de yetiştirilen 5 tip yerfıstığı kültüründen suda-çözünen izolatlar hazırlanmış ve 35°C'de 2, 4 ve 8-haftalık sürelerle muhafaza edilmişlerdir. Ancak bu faktörlerin yerfıstığı izolatlarının antioksidan etkisi, polifenol ve aminoasit içeriğinde dikkate değer bir farklılığa yol açmadığı gözlenmiştir. Yerfıstığı proteini ve protein izolatının lipit oksidasyonu inhibisyonu, 2,2-difenil-1,1-pikrikhidrazil (DPPH) radikal süpürücü etki ile demir indirgeme gücü yöntemleri kullanılarak antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır.¹²¹ Protein izolatı tüm deneylerde, proteinin kendisine oranla daha yüksek aktivite göstermiş ve iyi bir doğal antioksidan olduğu ifade edilmiştir.

Yağı alınmış yerfıstığı tohum kabuklarının sulu ekstresinin antioksidan aktivitesi, DPPH, oksijen, hidrojen peroksil ve hidroksil radikallerini süpürücü etki tayini ve demir iyonu-bağlama yöntemi ile çalışılmış, toplam fenol ve flavonoit miktarları da spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. Ekstrenin toplam fenol miktarı kuru materyal üzerinden gallik asit eşdeğeri olarak 0.097 g/g, toplam flavonoit miktarı ise kateşin eşdeğeri olarak 0.065 g/g bulunmuştur. 500 µg/ml konsantrasyonda, ekstre tüm radikalleri %80'in üstünde süpürücü etki göstermiştir. Bir başka çalışmada, %58.3 oleik asit ve %20.9 linoleik asit, 398.6 mg/kg toplam tokoferol ve 1276.0 mg/kg skualen içerdiği tespit edilen yerfıstığı yağının DPPH radikal süpürücü etkisi, diğer yağlara göre orta derecede bulunmuştur.¹²² Fıstık, fındık, ceviz, yerfıstığı ve badem yağlarının DPPH süpürücü kapasitelerinin incelendiği bir çalışmada, en düşük etkiyi yerfıstığı yağının gösterdiği gözlenmiştir.¹²³ ABD'de yetiştirilen bazı kabuklu yemişlerin antioksidan etkileri araştırılmış ve toplam fenol ve flavonoit miktarları tayin edilmiştir.¹²⁴ Buna göre, yerfıstığında 645.9 mg/100 mg gallik asit eşdeğeri toplam fenol ve 189.8 mg/100 mg kateşin eşdeğeri toplam flavonoit hesaplanmış ve oksiradikal süpürücü etkisinin, cevize göre oldukça düşük, diğerlerinden ise daha iyi olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan, bazı bitkisel yağların DPPH radikal süpürücü etkilerinin

incelendiği bir tarama çalışmasında, yerfıstığı yağı orta derecede süpürücü etki göstermiştir.¹²⁵

Uganda'da yetişen bazı meyve ve sebzelerin metanollü ekstralarının antioksidan etkilerinin demir-indirgeme gücü yöntemiyle araştırıldığı bir çalışmada, yerfıstığı ekstresi oldukça düşük aktiviteye sahip bulunmuştur.¹²⁶

2.3.3. Diğer Etkileri

Kanser; DNA hasarı ile hücrelerin kontrolsüz bir şekilde veya anormal bir şekilde büyümesi ve çoğalması sonucu oluşan bir hastalıktır. Bu nedenle immün sisteme yardımcı olan bileşikler, kanserin önlenmesinde ve tedavisinde hayati öneme sahip olup, pek çok araştırmaya konu olmaktadır. Yerfıstığı tohumlarında bulunan bazı fitosterollerin, antikarsinojen aktiviteleri olduğu belirtilmektedir.^{68,129} Yerfıstığı tohumlarında bulunan fitosterollerini araştıran araştırmacılar yerfıstığı tohumlarında en fazla miktarda β -sitosterol olduğunu bildirmektedir.^{126,127} Fitosteroller içinde özellikle β -sitosterol'ün kolon, prostat ve meme kanserinden koruyucu özelliği olduğu düşünülmektedir.¹²⁸ Ancak, yerfıstığının immün sistemi güçlendirici özelliğinin sadece β -sitosterol'den değil, yanı sıra yapıcı birbirlerine benzer olan piceatannol, arşidin-1 ve resveratrol'den de kaynaklandığı bildirilmiştir.¹²⁹ Ayrıca, bahsi geçen stilben türevleri, hem prostoglandin E₂ (PGE₂), hem de nitrik oksiti inhibe edebilme yeteneğine sahiptir. Yerfıstığında bulunan lektinlerin de antikanser ve immünstimulan etkilerinin olmasının da, bitkinin bu etkilerinin ortaya çıkmasına katkıda bulunduğu düşünülmektedir.¹³⁰ Takano ve ark. tarafından yapılan bir başka çalışmada;¹³¹ ovalbümin ile immünize edilmiş farelerde, yerfıstığı tohum kabuğunun sulu ekstresi ve ana bileşiği olan prosiyanidin A1'in serum immünoglobulin E ve immünoglobulin I₂ seviyesini düşürdüğü ve

hem ekstrenin, hem de ana bileşiğin immünoglobulin sentezini inhibe etmek yoluyla alerjik reaksiyon oluşumunu önleyebileceği ifade edilmiştir.

Tayvan'da 1990-1992 yılları arasında, 30-65 yaş aralığında 12026 erkek ve 11917 kadın kolorektal kanser tarama çalışmasına alınmış ve 2001 yılı sonuna kadar her yıl takip edilmişlerdir.¹³² Bu süre boyunca, haftalık diyetlerinde geleneksel olarak tüketilen besinler olan tatlı patates, baklagiller, turşu tipleri ve yerfıstığını hangi miktarda tükettikleri de kayıt altına alınmıştır. Klinik çalışma sonuçlarına göre; antiproliferatif etkisi ile de bağlantılı olarak, yerfıstığının kadınlarda kolorektal kanser riskini azaltabileceği görüşüne varılmıştır.

Bir ay boyunca haftada 3 kere, γ -radyasyonuna maruz bırakılan erkek albino sıçanlarda oluşturulan kemik hasarı ve oksidatif hasara karşı, hayvanlara subkütan olarak enjekte edilen yerfıstığı yağının koruyucu etkisi olup olmayacağı incelenmiş, serum ve kemik mineral, hormon ve bazı enzim seviyeleri saptanmıştır.¹³³ Elde edilen bulgulara göre; radyasyon uygulamasından önce yerfıstığı yağı uygulamasının belli bir dereceye kadar koruyucu etkisinin olabileceği belirtilmiştir. Fildişi Sahili'nde gerçekleştirilen benzer bir çalışmada ise, *A. hypogaea* ekstresinin menopoz döneminde oluşan kemik kaybına etkisi, yetişkin sıçanlarda incelenmiştir. Bir ay boyunca oral olarak günde 500 mg/kg (vücut ağırlığı) dozda ekstre uygulanan ovarektomize sıçanlarda, kemik kaybı, kalsiyum, fosfor ve alkali fosfataz seviyeleri üzerine olumlu etkiler görülmüştür.¹³⁴

Kabuklu yemiş tüketiminin kolesistektomi (böbrek taşı oluşumu) üzerine etkilerinin incelendiği bir geniş kapsamlı klinik çalışmada, 80718 bayan yer almış ve aralarında yerfıstığı ve ezmesinin de bulunduğu bazı besinlerin tüketiminin kolesistektomi riskini azaltıp

azaltılmadığını incelenmiş ve yerfıstığı tüketiminin riski azalttığı sonucuna varılmıştır.¹³⁵

Yerfıstığından kolon kromatografisi ile izole edilen bir resveratrol türevi olan 4-(3-metil-but-1-enil)-3,5,3',4'-tetrahidroksistilben'in fare makrofajlarından siklooksijenaz-2'nin lipopolisakkarit-indüklü ekspresyonu önlediği gösterilmiş ve daha ileri deneylerle desteklenmesi gereken anti-inflamatuvar bir bileşik olarak önerilmiştir.¹³⁶

Yerfıstığının postprandiyal glisemi üzerine etkisinin incelendiği bir klinik çalışmada, 11 sağlıklı gönüllü yer almış ve özellikle yüksek düzeyde glisemik öğünlerle beslenen gönüllülerin sonuçlarından, yerfıstığının postprandiyal glisemiye istatistiksel olarak anlamlı derecede düşürdüğü tespit edilmiştir.¹³⁶

Bunlara ilave olarak; yerfıstığı tohumlarında bulunan resveratrol'ün antibakteriyel, antiviral, antienflamatuvar aktiviteleri mevcuttur.¹³⁷⁻¹³⁹

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Gereçler

Ankara Ulus Hal'inden 25.04.2009 tarihinde Osmaniye yöresinin mahsulü olduğu belirtilen kavrulmamış kabuklu yerfıstığı tohumları satın alınmış, satın alınan yerfıstığı tohumlarından sürekli ekstraksiyon yöntemiyle sabit yağ örneği elde edilmiştir. Ayrıca, piyasada ambalajlı olarak satılan, Zade, Mecitefendi, Otama, Defne Doğa firmalarına ait 4 adet yerfıstığı yağı ile Fransa'dan "İstanbul Baharat Firması" tarafından ithal edildiği belirtilen ve açık olarak satışa sunulan bir başka yerfıstığı örneği de çalışma materyallerine dâhil edilmiştir (Tablo 6). Tarafımızdan elde edilen ve satın alınan örneklerle beraber 6 adet yerfıstığı yağı, tezin araştırma gereçleri olarak kullanılmıştır (Resim 4 ve 5).

Tablo 6: Satın alınan yerfıstığı yağı örneklerinin satın alındığı yerler, satın alınma tarihleri ve üretici firma adları

Örnek no.*	Satın alındıkları yerler	Satın alınma tarihleri	Üretici firma adı
2	Atalay Gıda. Tur. İnş. Elk. Tk. Ml. Pz. Lt. Şti.	25.07.2009	Zade
3	Mısır Çarşısı Baharat İt. İhr. Tic. Ltd. Şti.	25.07.2009	Mecitefendi
4	Gülşah Baharat	26.07.2009	Otama
5	Bakgör Baharat	27.07.2009	Defne Doğa
6	İstanbul Baharat	27.07.2009	Fransa'dan ithal edildiği belirtilen yağ açık olarak satılıyor. (Marka belirtilmemiş)

*Örnek no. 1, tarafımızdan elde edilen yağ numarası olarak belirlendiği için, Tablo 6'da 2 numaradan başlanmıştır.



Resim 4: Zade firmasına ait yerfıstığı yağı



Resim 5: Mecitefendi, Otama, Defne Doğa ve İstanbul Baharat firmalarına ait yerfıstığı yağları

3.2. Yöntemler

3.2.1. Sabit Yağ Miktar Tayini

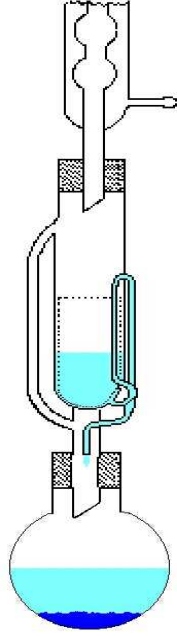
Yerfıstığı tohumları tartılıp havanda iyice ezilerek ince toz haline getirilmiş, susuz sodyum sülfat ilavesinden sonra, Soxhlet cihazının kartuşuna aktarılmıştır. Kartuş bir miktar pamuk tamponla kapatıldıktan sonra Soxhlet cihazına yerleştirilmiştir. 250 ml hacimli balona, balonun yarısından biraz fazla *n*-hekzan konulduktan sonra mantolu ısıtıcı üzerinde 2 saat boyunca tüketilmiştir. Tüketme sonunda balonun içindeki ekstrakt tam olarak tartılmış bir balona alınmış, balona distilasyon cihazı bağlanarak çözücü distile edilmiştir. Çözücünün kalan kısımları 100°C'lik etüvde kurutulmak suretiyle uzaklaştırılmıştır. Balon soğutularak tartılmış, balonun ağırlığındaki artıştan miktar tayini yapılmıştır.

$$\% \text{ Yağ} = \frac{a-b}{A} \times 100$$

a: Yağ içeren balonun boş ağırlığı

b: Balonun boş ağırlığı

A: Numune miktarı



Resim 6: Laboratuvar tipi Soxhlet apareyi

3.2.2. Fiziksel Tayinler

3.2.2.1. Yoğunluk Tayini

Yerfıstığı yağı numunelerinden 20°C’de 10’ar ml tartılmış, kütlelerinin hacimlerine oranlarıyla tespit edilmiştir.

3.2.2.2. Alkolde Çözünürlük

Deney tüpüne 1 ml yerfıstığı yağı konularak üzerine 1 ml etanol ilave edilmiş, çalkalandıktan sonra berrak olup olmadığına bakılmıştır. Tekrar 1 ml etanol ilave edilerek tekrar berrak olup olmadığı kontrol edilmiştir. Bu şekilde artan miktarlarda etanol ilave edilerek alkoldeki çözünürlükleri kontrol edilmiştir.

3.2.3. Sabit Yağlarla İlgili Farmakope Testleri

3.2.3.1. Asitlik İndeksi

Asitlik indeksi (Aİ); 1 g yağdaki serbest asitleri nötralize etmek için gerekli olan potasyum hidroksit (KOH) miktarının mg cinsinden değeridir.

250 ml hacimli bir erlene 1 ml tam olarak tartılmış yağ konulmuş, üzerine 5 ml fenolftaleyn'e karşı nötr olduğu önceden kontrol edilmiş eter:etanol %96 (1:1) karışımı ilave edilmiştir. İndikatör olarak fenolftaleyn'in alkoldeki %1'lik çözeltisinden beş damla konulmuş, çözelti 0.1 N alkollü potasyum hidroksit ile 15 saniye kalıcı renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir.

$$A_i = \frac{a \times 5.61}{A}$$

A: Yağın ağırlığı (g)

a: Yağ ihtiva eden çözelti için sarf edilen 0.1 N potasyum hidroksit çözeltisinin miktarı (ml)

3.2.3.2. Sabunlaşma İndeksi

Sabunlaşma indeksi (Sİ); 1 g yağdaki serbest asitleri nötralize etmek ve esterleri de sabunlaştırmak için gerekli olan potasyum hidroksitin mg cinsinden değeridir.

Sabit yağ numunesinden 2 ml tam olarak tartıldıktan sonra 250 ml hacimli bir erlene konulmuş, üzerine 25 ml 0.5 N alkollü potasyum hidroksit çözeltisi ilave edilmiştir. İçerisine birkaç tane cam boncuk ilave edilerek geri çeviren soğutucu altında 30 dakika kaynatıldıktan sonra indikatör olarak fenolftaleyn'in %1'lik çözeltisinden 5 damla konulmuştur. Alkollü potasyum hidroksit'in fazlası 0.5 N HCl çözeltisi ile geri titre edilmiştir. Aynı şartlarda yağ konmadan bir tane de boş deney yapılmıştır. Aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$SI = \frac{(a-b) \times 28.05}{A}$$

A: Yağın ağırlığı

a: Boş deneyde sarf edilen 0.5 N HCl çözeltisinin miktarı (ml)

b: Yağ ihtiva eden deneyde sarf edilen 0.5 N HCl çözeltisinin miktarı (ml)

3.2.3.3. Peroksit İndeksi

Peroksit İndeksi (PI); 1000 g yağda bulunan peroksitlerdeki aktif oksijen miktarının miliekivalen cinsinden değerini ifade eder.

2 ml tam olarak tartılmış yağ, 250 ml'lik cam kapaklı bir erlene konulduktan sonra üzerine 10 ml glasiyal asetik asit-kloroform (3:2) karışımından ilave edilmiştir. Çözününceye kadar karıştırılmış, üzerine 0.5 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisinden ilave edilmiştir. 1 dakika kadar bekletildikten sonra üzerine 30 ml su ilave edilmiştir. İndikatör olarak 0.5 ml nişasta çözeltisi eklenmiştir. Mavi renk kayboluncaya kadar 0.1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmiştir.

$$PI = \frac{(a-b) \times 10}{A}$$

A: Yağ numunesinin ağırlığı (g)

a: Sarf edilen sodyumtiyosülfat çözeltisinin miktarı (ml)

b: Yağ konulmadan yapılan deneyde sarf edilen sodyumtiyosülfat çözeltisinin miktarı (ml)

3.2.3.3. Ester İndeksi

1 g yağdaki esterleri sabunlaştırmak için gerekli olan potasyum hidroksitin mg cinsinden değeridir.

Ester indeksi (Eİ); asitlik indeksi ve sabunlaşma indeksi tayin edildikten sonra sabunlaşma indeksinden asitlik indeksi çıkartılarak tespit edilmiştir.

$$Eİ = Sİ - Aİ$$

Sİ= Sabunlaşma indeksi

Aİ= Asitlik indeksi

3.2.4. İnce Tabaka Kromatografisi (İTK)

Avrupa Farmakopesi'ne uyularak;⁶ adsorban olarak oktadesil silika jel kaplı madde kullanılmıştır. Yaklaşık 20 mg (1 damla) yağ 3 ml metilen klorür R'de çözülmüş, hazırlanan test çözeltisi, yaklaşık 20 mg (1 damla) mısır yağı 3 ml metilen klorür R'de çözülerek hazırlanmış olan referans çözeltiye göre mukayese edilmiştir. Solvan sistemi olarak 20 hacim metilen klorür R, 40 hacim glasiyal asetik asit R ve 50 hacim aseton R kullanılarak sürüklenmiştir. Havada kurutularak fosfomolibdik asit'in alkol R'deki 100 g/l çözeltisi püskürtülmüş, plak 120°C'de 3 dakika ısıtılmış ve gün ışığında, referans çözeltiye benzeyip benzemediği kontrol edilmiştir.

Ayrıca, yağ örneklerinin hekzan:aseton'dan (9:1) oluşan solvan sisteminde de İTK kromatogramı alınmış, birbirleriyle mukayese edilmiş ve yerfıstığı yağında en yaygın fitosterol olduğu belirtilen β -sitosterol (S1270-Sigma) içerip içermedikleri de incelenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Sabit Yağ Miktar Tayinine Ait Bulgular

Kavrulmamış yerfıstığı tohumlarından 40'ar g tartılarak sürekli ekstraksiyon yöntemiyle, Soxhlet apareyinde *n*-hekzan ile iki adet sabit yağ elde edilmiştir. Elde edilen yağ verimi %52.14±1.18 (a/a) olarak hesaplanmıştır.

4.2. Fiziksel Bulgular

Deneyler sonucu tespit edilen yağ örneklerinin yoğunlukları, alkoldeki çözünürlükleri, görünüşleri ve viskoziteleri ile ilgili bulgular Tablo 7'de belirtilmiştir. Buna göre; yağların yoğunlukları 0.813-0.912 arasında bulunmuştur. Hepsinin rengi sarımtırak, berrak görünüşlü ve viskoz olarak belirlenmiş olup, tüm örneklerin alkolde çözünürlüğü azdır.

Tablo 7: Sabit yağ örneklerinin ortalama yoğunlukları±S.S., alkolde çözünürlükleri, görünüşleri

Örnek no.	Yoğunluk±S.S.*	Alkolde çözünürlük	Görünüm
1	0.912±0.001	Az	Berrak, sarımtırak, viskoz yapıda
2	0.914±0.002	Az	Berrak, sarımtırak, viskoz yapıda
3	0.813±0.002	Az	Berrak, sarımtırak, viskoz yapıda
4	0.835±0.001	Az	Berrak, sarımtırak, viskoz yapıda
5	0.912±0.002	Az	Berrak, sarımtırak, viskoz yapıda
6	0.881±0.001	Az	Berrak, yeşilimsi sarı, viskozite daha az

*S.S.: Standart sapma

4.3. Sabit Yağlarla İlgili Farmakope Testlerine Ait Bulgular

Her örnek için 2'şer adet deney yapılmış, ortalamaları ve standart sapmaları göz önüne alınarak indeks değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca iki adet boş deney yapılmıştır. Sabit yağ örneklerinin asit, sabunlaşma, peroksit ve ester indeks değerleri Tablo 8'de belirtilmiştir.

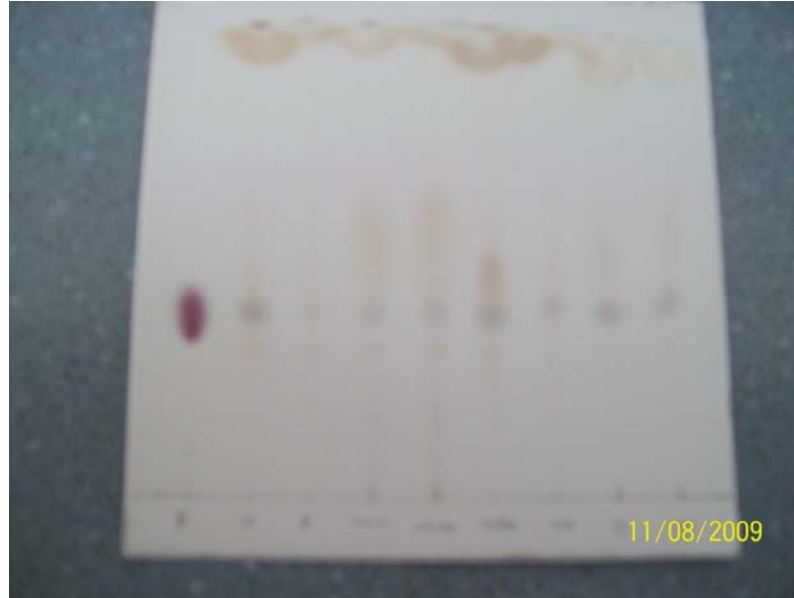
Tablo 8: Sabit yağ örneklerinin asitlik indeksi $\pm$ S.S., sabunlaşma indeksi $\pm$ S.S., peroksit indeksi $\pm$ S.S., ester indeksi $\pm$ S.S.

Örnek no.	Asit İndeksi $\pm$ S.S.*	Sabunlaşma İndeksi $\pm$ S.S.*	Peroksit İndeksi $\pm$ S.S.*	Ester İndeksi $\pm$ S.S.*
1	0.45 $\pm$ 0.43	192.76 $\pm$ 1.62	0.275 $\pm$ 0.01	192.31 $\pm$ 1.19
2	0.582 $\pm$ 0.37	195.54 $\pm$ 1.34	0.273 $\pm$ 0.01	194.96 $\pm$ 0.96
3	65.89 $\pm$ 0.07	209.46 $\pm$ 0.98	0.307 $\pm$ 0.01	143.15 $\pm$ 0.91
4	54.59 $\pm$ 0.81	208.27 $\pm$ 1.23	0.299 $\pm$ 0.01	153.68 $\pm$ 0.42
5	0.31 $\pm$ 0.04	188.38 $\pm$ 1.70	0.274 $\pm$ 0.01	188.07 $\pm$ 1.65
6	1.27 $\pm$ 0.35	189.44 $\pm$ 1.97	0.340 $\pm$ 0.01	188.17 $\pm$ 1.62

*S.S.: Standart sapma

4.4. İnce Tabaka Kromatografisine Ait Bulgular

Tez materyallerini teşkil eden yağ örnekleri İTK yönteminde, referans (mısır yağı) ve yanı sıra β -sitosterol ile mukayese edilmiştir. Ancak Avrupa Farmakopesi'nde önerilen solvan sistemi olan metilen klorür:glasiyal asetik asit:aseton'da (20:40:50) birçok defa deneme yapılmasına rağmen, herhangi bir ayırım elde edilememiştir. Ancak yağların İTK'sında kullanılan bir solvan sistemi olan hekzan:aseton'da (9:1) daha iyi bir ayırım elde edilmiştir (Resim 7). Buna göre; mısır yağı da dahil olmak üzere tüm yağ örneklerinde β -sitosterol bulunduğu gözlenmiştir. Mecitefendi ve Otama firmalarına ait 3 ve 4 numaralı örneklerin diğerlerinden biraz daha farklı oldukları söylenebilir.



Resim 7: Yağ örneklerinin İTK kromotogramı ve β -sitosterol ile mukayesesi

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Ülkemizde “yerfıstığı” olarak bilinen *Arachis hypogaea* L., dünyada önemli yağlı tohum bitkilerinden biridir. Bitkinin diğer bitkilerden farklı olarak ilginç bir özelliği de, meyvelerini toprak altında meydana getirmesidir. Tohumların, %50'nin üzerinde verim sağlaması nedeniyle, yerfıstığı yağı başlıca yemeklik yağ olarak tercih edilmesine rağmen, eczacılık teknolojisinde ve kozmetikte kullanımı olduğu bilinmektedir. Ayrıca preslerde yağı alınan tohumun küspesi azot bakımından çok zengin olduğu için hayvan yemi olarak da kullanılmaktadır.

Yerfıstığının anavatanı ve gen merkezinin Amerika kıtası olmasına bağlı olarak, güney Amerika'dan ticaret yoluyla Avrupa ve Asya'ya dağıldığı bilinmektedir. Ancak Türkiye'ye ne zaman ve ne şekilde girdiğine dair bir kayıt bulunmamaktadır. Yerfıstığı baklagil bitkisi olmasından dolayı, havanın serbest azotunu toprağa bağlayarak kendinden sonra gelen bitkiye azot ve organik madde depolaması açısından da önemli bir bitkidir. Ülkemizde yer fıstığı son yıllarda yaklaşık 34.000 ha alana ekilmekte ve 80.000 ton ürün kaldırılmak ve ortalama 235 kg/da ürün alınmaktadır.¹¹ Yerfıstığı hem dünyada, hem de ülkemizde daha çok çerez olarak tüketilmektedir. Bu amaçla yerfıstığı tohumları ya dış kabuk kırılmadan ya da kabuk kırılıp tohumlar ayrıldıktan sonra kavrulup çiğ fıstık tadı giderilmiş ve aynı zamanda dayanıklılığı arttırılmış olarak tüketime sunulur. Yerfıstığı küspesinden sağlanan proteinin besin değeri yüksek olduğundan çeşitli çocuk mamalarının hazırlanmasında ve proteince yeterli olmayan gıda maddelerinin protein değerinin yükseltilmesinde de yararlanılmaktadır. Yer fıstığı özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde yer fıstığı ezmesi şeklinde tüketilmektedir.

Akdeniz ikliminin en çok verim alınan ürünü olan yarfıstığıının ziraati ölkemizde; Adana, Antalya, Aydın, Hatay, İçel, Kahramanmaraş, Muğla ve Osmaniye illerinde olmak üzere toplam 30.000 hektarlık alanda yarfıstığı üretimi yapılmakta, ancak elde edilen ürünün %95'i Osmaniye'den pazarlanmaktadır.^{7,8} Şu anda, dünyada yarfıstığı üretiminde ilk 10 sırada olan ölkeler arasında lider durumdaki ölk, yıllık 13.090.000 tonla Çin olup, bunu Hindistan (6.600.000 ton), Nijerya (3.835.600 ton), ABD (1.696.728 ton), Endonezya (1.475.000 ton), Myenmar (1.000.000), Arjantin (714.286 ton), Vietnam (490.000 ton), Sudan (460.000 ton) ve Çad (450.000 ton) takip etmektedir.¹⁰ Aslında anavatanı Amerika kıtası olan yarfıstığıının üretiminde söz sahibi olan ölkelerin Asya ve Afrika'da bulunması da ilginç bir durumdur. Türkiye ise yıllık ortalama 80.000 ton ile oldukça düşük bir üretim kapasitesine sahiptir ve yağ üretimi göz önüne alındığında da benzer durum söz konusu olup, ölkemiz, dünya yarfıstığı yağı üretimi ve ithalatında 82., ihracatta ise 142. sırada yer almaktadır.⁷ Ancak, iklim ve toprak özellikleri bakımından yüksek verimli yarfıstığı üretimine elverişli olan ölkemizde, yarfıstığı üretiminin daha çok teşvik edilip, ölk için önemli bir ihracat kalemi haline gelmesi ekonomik yönden ciddi oranda bir girdi sağlayabilir.

Diğer yandan, yarfıstığı yağı eczacılık teknolojisinde merhem sıvağı olarak ve parenteral çözeltilerin hazırlanmasında, kozmetikte ise emoliyan amaçla bazı preparatların bileşimine girmekte veya sadece yağ şeklinde pazarlanmaktadır. Avrupa Farmakopesi'nde de "sabit yağlar" bölümünde bahsi geçen yarfıstığı yağının,⁶ doymamış yağ asitleri, özellikle oleik asit ve linoleik asit miktarı açısından oldukça zengin olduğu bildirilmiştir.^{12,55,73,74,76,78,80,83,84,88} Doymamış yağ asitlerinin ise özellikle kalp-damar sağlığı üzerine yararlı etkileri pek çok çalışmada gösterilmiştir.¹⁴⁰⁻¹⁴³ 1970'lerde yapılan bazı çalışmalarda, yarfıstığı yağının aterojenik etkisi olduğu gösterilmiş ve bu etkisi de yüksek triağılgiserol içeriğine atfedilmiştir.⁹⁵⁻¹⁰⁰ Fakat daha sonraki yıllarda lipit düzeyleri

üzerine düşürücü etkileri olduğu sonucuna varan birçok çalışma da yayınlanmıştır.^{101,102,104-107}

Yerfıstığı yağı ülkemizde yemeklik yağ olarak üretildiği gibi, bazı firmalar tarafından daha küçük hacimli ambalajlarda da satılmaktadır. Fakat literatür araştırmamızda ülkemizde satılan bu tip yağların Avrupa Farmakopesi'nde sabit yağlar için verilen kriterlere uyup uymadığını inceleyen bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu nedenle, tez konusu kapsamında piyasada ambalajlı ve açık satılan yerfıstığı yağlarından dört adet, yemeklik yağ olarak satılan bir adet yerfıstığı yağı ile Ankara'dan satın alınan bir yerfıstığı örneğinden sürekli ekstraksiyon yöntemiyle tarafımızdan elde edilen sabit yağ örneklerinin farmakopeye uygunluğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Tez materyallerini teşkil eden bu yağların Avrupa Farmakopesi'nde tarif edilen ve alt ve üst limitleri verilen bazı kalite kontrol yöntemleri esas alınarak; asitlik indeksi, sabunlaşma indeksi, peroksit indeksi ve ester indeksi değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca yağ örneklerinin görünüşleri, yoğunlukları ve alkolde çözünürlükleri gibi fiziksel özellikleri de tayin edilmiştir. Ayrıca; yağ örneklerinin hekzan:aseton'dan (9:1) oluşan solvan sisteminde İTK kromatogramı alınmış, birbirleriyle mukayese edilmiş ve yerfıstığı yağında en yaygın fitosterol olduğu belirtilen β -sitosterol taşıyıp taşımadıkları da incelenmiştir.

Avrupa Farmakopesi'ne göre;⁶ yerfıstığı yağının karakteristik özellikleri olarak, berrak, sarımtırak renkli, viskoz yapıda olması ve alkolde çözünürlüğünün az olması istenmektedir. Tüm yağ örneklerimizin bu özellikleri karşıladığı, sadece 6 numaralı örneğin renginin yeşilimsi sarı renk olması nedeniyle renk özelliğinin uygun olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 7).

Avrupa Farmakopesi'ne göre;⁶ yerfıstığı yağının yoğunluğunun 0.912-0.918 arasında olması gerekmektedir. Örneklerimizin yağ örneklerinin 0.813-0.912 arasında olduğu, 3 ve 4 numaralı örneklerin yoğunluklarının bu limitlere uymadığı saptanmıştır (Tablo 7). Tarafımızdan elde edilen yağ, Zade firmasına ait yemeklik yağ örneği ile Defne Doğa firmasına ait yağ örneklerinin yoğunlukları farmakope limitlerine uygun bulunmuştur.

Avrupa Farmakopesi'ne göre;⁶ yerfıstığı yağının asitlik indeksi 0.6'dan fazla olmamalı, hatta parenteral çözeltilerde bu değer 0.5'den de büyük olmamalıdır. Örneklerimiz içinde bu değere sadece 1, 2 ve 5 numaralı örneklerin uyduğu söylenebilir (Tablo 8). Fakat 3 ve 4 numaralı örneklerin asitlik indeksi, olması gerekenden çok yüksek bulunmuştur. Yine farmakopeye göre, yerfıstığı yağında 5'ten fazla olmaması gereken peroksit indeksine, tüm örneklerimizin uyduğu görülmektedir (Tablo 8). Bilindiği gibi, peroksit; hidrojen peroksit'ten türeyen ve peroksi ($-O-O-$) grubu bulunduran kimyasal bir bileşik olup, yağlarda oksidasyonun bir göstergesidir. Bu değer limitten yüksek olması, yağda oksidasyona bağlı bir bozunma olduğuna işaret etmektedir. Dolayısıyla, yağ örneklerimizde peroksit indeksinin oldukça düşük olması olumlu bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

Avrupa Farmakopesi'nde⁶ yerfıstığı yağının sabunlaşma indeksine dair bir kriter bulunmadığı için, sabunlaşma indeksi değerlerinin değerlendirilmesi Amerikan Kimya Derneği Monograf serilerinde⁷⁶ yerfıstığı yağı için verilen değerler ile mukayese edilmiştir (Tablo 4). Buna göre; sadece 3 ve 4 numaralı yağ örneklerinin bu değerlere uymadığı, diğerlerinin ise uygun olduğu tespit edilmiştir. Ester indeksi ise sabunlaşma ve asit indekslerine uyan yağlar için uygun bulunmuş olup, 3 ve 4 numaralı yağ örneklerinde uygun bulunmamıştır (Tablo 8).

Yağ örneklerinin İTK profiline göre; hepsinin birbirine benzediği ve her birinde β -sitosterol bulunduğu ifade edilebilir. Sadece 3 ve 4 numaralı örneklerde biraz farklılık olduğu görülmektedir (Resim 8).

Bulgularımıza göre; elde ettiğimiz yerfıstığı yağ örneği ile Zade firmasına ait yemeklik olarak kullanılan yağ örneği tez kapsamında yapılan kalite kontrollerin tümüne uygunluk göstermektedir. Ancak piyasadan hazır temin edilen küçük hacimli ambalajlarda satılan yağ örneklerinden Mecitefendi ve Otama firmalarına ait örneklerin, yoğunlukları, asit, sabunlaşma ve ester indeksleri esas alındığında, limitleri tam olarak karşılamadığı ve Avrupa Farmakopesi kriterlerine uymadığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; ülkemizde üretimi yapılan yerfıstığından elde edilecek yağın oldukça verimli ve ofisinal kalitede olması beklenebileceğinden, üretimin dünya pazarında söz sahibi olacak derecede teşvik edilmesi ve dünyada yapılan çalışmalarda, oleik asit:linoleik asit oranı oldukça ideal olduğu bulunan ve sağlığa yararlı pek çok biyolojik etkileri olan yerfıstığı yağının ülkemize önemli bir ihracat girdisi getirmesi sağlanabilir. Ancak, bu kalite kontroller dışında ülkemizde kültüre alınan yerfıstığı yağ örneklerinin yağ asiti kompozisyonunu belirlemek amacıyla daha çok araştırma yapılmasına ihtiyaç vardır.

6. ÖZET

ARACHIS HYPOGAEA L. ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Sütlüoğlu, Bayram Ali

Yüksek Lisans Tezi, Fitoterapi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: İlkay ORHAN

ANKARA / Ağustos-2009

Dünyanın önemli yağlı tohum bitkilerinden biri olan *Arachis hypogaea* L., ülkemizde “yerfıstığı” olarak bilinmektedir. Yerfıstığı yağı eczacılık teknolojisinde ve kozmetik endüstrisinde kullanılmakta ve Avrupa Farmakopesi’nde yer almaktadır. Bu çalışmada; piyasada ambalajlı ve açık satılan yerfıstığı yağlarından dört adet, yemeklik yağ olarak satılan bir adet yerfıstığı yağı ile Ankara’dan satın alınan bir yerfıstığı örneğinden sürekli ekstraksiyon yöntemiyle tarafımızdan elde edilen sabit yağ örneklerinin farmakopeye uygunluğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Örnekler üzerinde yoğunluk, görünüş, vizkozite, alkolde çözünürlük gibi fiziksel testler ile asit, sabunlaşma, peroksit ve ester indeksi ile İTK analizinden oluşan kimyasal testler gerçekleştirilmiştir. Buna göre; elde ettiğimiz yağ ile Zade firmasına ait yağın yapılan tüm kalite kontrol testlerine uygun olduğu, Mecitefendi ve Otama firmalarına ait yağların ise farmakope kriterlerini karşılamadığı bulunmuştur. Daha sonraki aşamada, tez çalışmalarında kullanılan yağ örneklerinin yağ asiti kompozisyonunu belirlenmesi hedeflenmektedir.

7. SUMMARY

RESEARCH ABOUT *ARACHIS HYPOGAEA* L.

Sütlüoğlu, Bayram Ali

Graduate Degree, Phytotherapy Discipline

Thesis Advisor: İlkay ORHAN

ANKARA / August-2009

Arachis hypogaea L., one of the important oilseed plants in the world, is known as “yerfıstığı” in our country. Peanut oil is used in pharmaceutical technology as well as cosmetic industry and takes place in European Pharmacopeia. In this study, it was aimed consistency to pharmacopeia of four oils sold in the market sold as packaged and in open shape, one oil sold as cooking oil along with a fixed oil which was obtained by us through continuous extraction method from a peanut sample purchased in the market in Ankara. The physical tests such as density, appearance, viscosity, solubility in alcohol as well as the chemical tests including acid, saponification, peroxide, and ester indexes and TLC analysis were performed on the samples. Accordingly; it was found that the oil that we obtained and the cooking oil belonging to Zade company were consistent with all the quality control tests carried out, whereas the oils belonging to Mecitefendi and Otama companies did not meet pharmacopeia criteria. In the next stage, establishment of fatty acid composition of the oil samples used in the thesis studies is targeted.

8. KAYNAKLAR

1. Zeybek N. Farmasötik Botanik Ders Kitabı (Kapalı Tohumlu Bitkiler (Angiospermae) Sistematığı ve Önemli Maddeleri). Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi yayınları No: 1, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1985.
2. Karamanoğlu K. Türkiye Bitkileri, I. Cilt, Ankara, 1974.
3. Baytop T. Türkiye’de Bitkilerle Tedavi (Geçmişte ve Bugün), 2. Baskı, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 1999.
4. Baytop T. Türkiye’nin Tıbbi ve Zehirli Bitkileri, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 1039, Tıp Fakültesi Yayınları No: 59, İsmail Akgün Matbaası, İstanbul, 1963.
5. Tanker M, Tanker N. Farmakognozi, I. Cilt, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No: 58, Ankara, 1985.
6. European Pharmacopeia, Council of Europe, 4th Edition, Strasbourg, 2000.
7. Taşkaya B. Yerfıstığı. Bakış (Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü) 2007; 9: 1-4.
8. Akova Y. Kuru ve Sert Kabuklu Meyveler Dış Pazar Araştırması. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi, Ankara, 2000.
9. Dölekoğlu T., editör, Türkiye I. Yağlı Tohumlar, Bitkisel Yağlar Ve Teknolojileri Sempozyumu Bildirileri Kitabı. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü ve Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği, 22-23 Mayıs, İstanbul, 2003.
10. FAO, 2007. FAO Statistical Databases. (<http://faostat.fao.org/site/.567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>. (Erişim tarihi: Ağustos.2009).
11. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Tarımsal Yapı ve Üretim İstatistikleri, Ankara, 2004.
12. Baydar H, Turgut İ. Yağlı tohumlu bitkilerde yağ asitleri kompozisyonunun bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklere ve

ekolojik bölgelere göre değişimi. Tr J Agric Forest 1999; 23 : 81-86.

13. Orhan İ, Özçelik B, Şener B. Evaluation of antibacterial, antifungal, antiviral, and antioxidant potentials of some edible oils and their fatty acid profiles. Turk J Biol 2009; (yayına gönderildi).
14. Tanker N, Koyuncu M, Coşkun M. Farmasötik Botanik, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No: 88, Ankara, 2004.
15. Tanker N, Koyuncu M, Coşkun M. Farmasötik Botanik Ders Kitabı, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No: 70, Ankara, 1993.
16. Baytop A. Farmasötik Botanik Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 3637, Eczacılık Fakültesi Yayınları No: 58, İstanbul, 234-238, 1991.
17. Akman Y, Ketenoğlu O, Kurt L, Güney K, Hamzaoğlu E, Tuğ N. Angiospermae (Kapalı Tohumlular). Palme Yayıncılık, Ankara, 2007.
18. Davis PH (editor). *Arachis* L. In: "Flora of Turkey and East Aegean Islands", Vol. 3, Edinburgh University Press, Edinburgh, 597, 1988.
19. Stoyanov N. Tıbbi Bitkilerimiz (Çeviren ve Derleyen: Makaklı B.), Akgün Yayınevi, İstanbul, 1982.
20. Udenigwe CC, Ramprasath VR, Aluko RE, Jones PJH. Potential of resveratrol in anticancer and anti-inflammatory therapy. Nutr Rev 2008; 66: 445-454.
21. Burns J, Yokota T, Ashihara H, Lean MEJ, Crozier A. Plant foods and herbal sources of resveratrol. J Agric Food Chem 2002; 50: 3337-3340.
22. Wang Y, Catana F, Yang Y, Roderick R, van Breemen RB. An LC-MS method for analyzing total resveratrol in grape juice, cranberry juice, and in wine. J Agric Food Chem 2002; 50: 431-435.

23. Shakibaei M, Harikumar KB, Aggarwal BB. Resveratrol addiction: To die or not to die. *Mol Nutr Food Res* 2009; 53: 115-128.
24. Khanna D, Sethi G, Ahn KS, Pandey MK. Natural products as a gold mine for arthritis treatment. *Curr Opin Pharmacol* 2007; 7: 344-351.
25. Nonomura SK, Makimoto HA. Chemical constituents of polygonaceous plants. I. Studies on the components of Ko-jo-kon (*Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc.). *Yakugaku Zasshi* 1963; 83: 988-990.
26. Alarco De La Lastra C, Villegas I. Resveratrol as an antioxidant and pro-oxidant agent: mechanisms and clinical implications. *Biochem Soc Transact* 2007; 35: 1156-1160.
27. Leiro J, Arranz JA, Parama A, Alvarez MF, Sanmartin ML. *In vitro* effects of the polyphenols resveratrol, mangiferin and (-)-epigallocatechin-3-gallate on the scuticociliate fish pathogen *Philasterides dicentrarchi*. *Dis Aquat Org* 2004; 59: 171-174.
28. Sobolev VS, Cole RJ. *Trans*-resveratrol content in commercial peanuts and peanut products. *J Agric Food Chem* 1999; 47: 1435-1439.
29. Sanders TH, McMichael Jr RW, Hendrix KW. Occurrence of resveratrol in edible peanuts. *J Agric Food Chem* 2000; 48: 1243-1246.
30. Ibern-Gómez M, Roig-Pérez S, Lamuela-Raventós RM, De La Torre-Boronat MC. Resveratrol and piceid levels in natural and blended peanut butters. *J Agric Food Chem* 2000; 48: 6352-6354.
31. Ku KL, Chang PS, Cheng YAC, Lien CYI. Production of stilbenoids from the callus of *Arachis hypogaea*: A novel source of the anticancer compound piceatannol. *J Agric Food Chem* 2005; 53: 3877-3881.
32. Tokuşoğlu Ö, Ünal MK, Yemiş F. Determination of the phytoalexin resveratrol (3,5,4'-trihydroxystilbene) in peanuts and pistachios by

- High-Performance Liquid Chromatographic Diode Array (HPLC-DAD) and Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). *J Agric Food Chem* 2005; 53: 5003-5009.
33. Sobolev VS, Potter TL, Horn BW. Prenylated stilbenes from peanut root mucilage. *Phytochem Anal* 2006; 17: 312–322.
 34. Cooksey CJ, Garratt PJ, Richards SE, Strange RN. A dienyl stilbene phytoalexin from *Arachis hypogaea*. *Phytochemistry* 1988; 27: 1015–1016.
 35. Chang JC, Lai YH, Djoko B, Wu PL, Liu CD, Liu YW, Chiou RYY. Biosynthesis enhancement and antioxidant and anti-inflammatory activities of peanut (*Arachis hypogaea* L.) arachidin-1, arachidin-3, and isopentadienylresveratrol. *J Agric Food Chem* 2006; 54: 10281-10287.
 36. Shan H, Zhang M, Zhang R, Chi J, Zhang Y, Wei Z. Research on extraction technology of resveratrol from roots of peanut. *Trans Chin Soc Agric Machin* 2008; 39: 93-97.
 37. Sobolev VS, Guo BZ, Holbrook CC, Lynch RE. Interrelationship of phytoalexin production and disease resistance in selected peanut genotypes. *J Agric Food Chem* 2007; 55: 2195-2200.
 38. Lou H, Yamazaki Y, Sasaki T, Uchida M, Tanaka H, Oka S. A-type proanthocyanidins from peanut skins. *Phytochemistry* 1999; 51: 297-308.
 39. Lou H, Yuan H, Yamazaki Y, Sasaki T, Oka S. Alkaloids and flavonoids from peanut skins. *Planta Med* 2001; 67: 345-349.
 40. Lou H, Yuan H, Ma B, Ren D, Ji M, Oka S. Polyphenols from peanut skins and their free radical-scavenging effects. *Phytochemistry* 2004; 65: 2391-2399.
 41. Huang SC, Yen GC, Chang LW, Yen WJ, Duh PD. Identification of an antioxidant, ethyl protocatechuate, in peanut seed testa. *J Agric Food Chem* 2003; 51: 2380-2383.

42. Yu J, Ahmedna M, Göktepe I, Dai J. Peanut skin procyanidins: Composition and antioxidant activities as affected by processing. *J Food Comp Anal* 2006; 19: 364-371.
43. Nepote V, Grosso NR, Guzman CA. Radical scavenging activity of extracts of Argentine peanut skins (*Arachis hypogaea*) in relation to its *trans*-resveratrol content. *J Arg Chem Soc* 2004; 92: 41-49.
44. Maria-Leonora DL, Francisco AVA. Development of a reversed-phase high performance liquid chromatography (RP-HPLC) procedure for the simultaneous determination of phenolic compounds in peanut skin extracts. *Food Chem* 2009; 117 : 356-363.
45. Mattila P, Hellstrom J. Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products. *J Food Comp Anal* 2007; 20: 152-160.
46. Gow CY, Pin DD. Antioxidative properties of methanolic extracts from peanut hulls. *J Am Oil Chem Soc* 1993; 70: 383-386.
47. Jean YH, Yeong SS, Hung MC. Antioxidative activity of roasted and defatted peanut kernels. *Food Res Int* 2001; 34: 639-647.
48. Jianmei Y, Ahmedna M, Göktepe I. Effects of processing methods and extraction solvents on concentration and antioxidant activity of peanut skin phenolics. *Food Chem* 2005; 90: 199-206.
49. Sobolev VS, Neff SA, Gloer JB. New stilbenoids from peanut (*Arachis hypogaea*) seeds challenged by an *Aspergillus caelatus* strain. *J Agric Food Chem* 2009; 57: 62-68.
50. Kirakosyan A, Kaufman PB, Duke JA, Seymour EM, Warber S, Boiling SF. Production of isoflavones in seeds and seedlings of different peanut genotypes. *Crop Sci* 2007; 47: 717-721.
51. Wee JH, Moon JH, Eun JB, Chung JH, Kim YG, Park KH. Isolation and identification of antioxidants from peanut shells and the relationship between structure and antioxidant activity. *Food Sci Biotechnol* 2007; 16: 116-122.

52. Wang ML, Gillaspie AG, Morris JB, Pittman RN, Davis J, Pederson GA. Flavonoid content in different legume germplasm seeds quantified by HPLC. *Plant Gen Res: Charact Util* 2008; 6: 62-69.
53. Sobolev VS, Sy AA, Gloer JB. Spermidine and flavonoid conjugates from peanut (*Arachis hypogaea*) flowers. *J Agric Food Chem* 2008; 56: 2960-2969.
54. Jin HL, Baek IY, Tae JH, Choung MG, Ko JM, Oh SK, Kim HT, Ki, HP. Identification and characterization of phytochemicals from peanut (*Arachis hypogaea* L.) pods. *Food Sci Biotechnol* 2008; 17: 475-482.
55. Neucere NJ, Godshall MA. Peanut leaf extract. Chemical composition and protein characterization. *J Agric Food Chem* 1979; 27: 1138-1140.
56. Sreenivas A, Sastry PS. Purification and partial characterization of acyl carrier proteins from developing oil seeds of pisa (*Actinodaphne hookeri*) and ground nut (*Arachis hypogaea*). *Ind J Biochem Biophys* 1995; 32: 137-146.
57. Wu WH, Lu JY, Jones AR, Mortley DG, Loretan PA, Bonsi CK, Hill WA. Proximate composition, amino acid profile, fatty acid composition, and mineral content of peanut seeds hydroponically grown at elevated CO₂ levels. *J Agric Food Chem* 1997; 45: 3863-3866.
58. Alam M, Basha SM, Boyd LC. Characterization of methanol-soluble and methanol-insoluble proteins from developing peanut seed. *J Agric Food Chem* 2000; 48: 5517-5521.
59. Wang S, Shao B, Rao P, Lee Y, Ye X. Hypotin, a novel antipathogenic and antiproliferative protein from peanuts with a sequence similar to those of chitinase precursors. *J Agric Food Chem* 2007; 55: 9792-9799.

60. Asibuo JY, Akromah R, Safo-Kantanka O, Adu-Dapaah HK, Ohemeng-Dapaah S, Agyeman A. Chemical composition of groundnut, *Arachis hypogaea* (L) landraces. *Afr J Biotechnol* 2008; 7: 2203-2208.
61. Isanga J, Zhang GN. Biologically active components and nutraceuticals in peanuts and related products: Review. *Food Rev Int* 2007; 23: 123-140.
62. Iskratsch T, Braun A, Paschinger K, Wilson IBH. Specificity analysis of lectins and antibodies using remodeled glycoproteins. *Anal Biochem* 2009; 386: 133-146.
63. Yoshida H, Hirakawa Y, Tomiyama Y, Nagamizu T, Mizushima Y. Fatty acid distributions of triacylglycerols and phospholipids in peanut seeds (*Arachis hypogaea* L.) following microwave treatment. *J Food Comp Anal* 2005; 18: 3-14.
64. Cobb WY, Johnson BR. Physicochemical properties of peanuts. In: *Peanut: Culture and Uses*, American Peanut Research and Education Society Inc., Stillwater, 1973.
65. Firestone D, editor. *Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats and Waxes*. AOCS Press, London, 1999.
66. Jonnala RS, Dunford NT, Chenault K. Tocopherol, phytosterol and phospholipid compositions of genetically modified peanut varieties. *J Sci Food Agric* 2006; 86: 473-476.
67. Grosso N, Zygadlo JA, Lamarque AL, Maestri DM, Guzman CA. Proximate, fatty acid and sterol compositions of aboriginal peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds. *J Sci Food Agric* 1997; 73: 349-356.
68. Awad AB, Chan KC, Downie AC, Fink CS. Peanuts as a source of β -sitosterol, a sterol with anticancer properties. *Nutr Canc* 2000; 36: 238-241.
69. Nadkarni AK, editor. *Indian Materia Medica*, Vol. 1, Popular Prakashan Press, Bombay, 1976.

70. Duke JA. Handbook of Phytochemical Constituents of GRAS Herbs and Other Economic Plants. CRC Press, Boca Raton, 2000.
71. Stalker HT. Peanut (*Arachis hypogaea* L.). Field Crops Res 1997; 53: 205-217.
72. Hansel R. Pharmazeutische Biologie. Springer-Verlag, Berlin, 1980.
73. Davis JP, Dean LO, Faircloth WH, Sanders TH. Physical and chemical characterizations of normal and high-oleic acid oils from nine commercial cultivars of peanut. J Am Oil Chem Soc 2008; 85: 235-243.
74. Hinds MJ. Fatty acid composition of Caribbean-grown peanuts (*Arachis hypogaea* L.) at three maturity stages. Food Chem 1995; 53: 7-14.
75. Dwivedi SL, Nigam SN, Nageswara-Rao SN, Singh U, Rao KVS. Effect of drought on oil, fatty acids and protein contents of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) seeds. Field Crops Res 1996; 48: 125-133.
76. Eckey EW. Vegetable Fats and Oils. American Chemical Society Monograph Series, Reinhold Publishing Corporation, New York, 1954.
77. Hammond EG, Duvick D, Wang T, Dodo H, Pittman RN. Survey of the fatty acid composition of peanut (*Arachis hypogaea*) germplasm and characterization of their epoxy and eicosenoic acids. J Am Oil Chem Soc 1997; 74: 1235-1239.
78. Andersen PC, Hill K, Gorbett DW, Broedbeck BV. Fatty acid and amino acid profiles of selected peanut cultivars and breeding lines. J Food Comp Anal 1998; 11: 100-111.
79. Stahl E, Schild W. Drogenanalyse II: Inhaltsstoffe und Isolierungen, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1981.

80. Worthington RE, Hammons RO. Variability in fatty acid composition among *Arachis* genotypes: A potential source of product improvement. J Am Oil Chem Soc 1977; 54: A105-A108.
81. Gopal GR, Rao GR. Fatty acid composition of salt stressed *Arachis hypogaea* seedlings. Phytochemistry 1982; 21: 2740-2742.
82. Malik CP, Singh P, Parmar U. Effect of 1-amino-4-sulphonate- β -naphthol on the oil content and fatty acid composition of peanut. Phytochemistry 1986; 25: 2651-2652.
83. Raheja RK, Batta SK, Ahuja KL, Labana KS, Singh M. Comparison of oil content and fatty acid composition of peanut genotypes differing in growth habit. Plant Foods Hum Nutr 1987; 37: 103-108.
84. Branch WD, Nakayama T, Chinnan MS. Fatty acid variation among U.S. Runner-type peanut cultivars. J Am Oil Chem Soc 1990; 67: 591-593.
85. Grosso NR, Guzman CA. Chemical composition of aboriginal peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds from Peru. J Agric Food Chem 1995; 43: 102-105.
86. Grosso NR, Lucini EI, López AG, Guzmán CA. Chemical composition of aboriginal peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds from Uruguay. Gras Aceit 1999; 50: 203-207.
87. Grosso NR, Nepote V, Guzmán CA. Chemical composition of some wild peanut species (*Arachis* L.) seeds. J Agric Food Chem 2000; 48: 806-809.
88. Jonnala RS, Dunford NT, Dashiell KE. New high-oleic peanut cultivars grown in the southwestern United States. J Am Oil Chem Soc 2005; 82: 345-348.
89. Maguire LS, O'Sullivan SM, Galvin K, O'Connor TP, O'Brien NM. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of

walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nuts. Int J Food Sci Nutr 2004; 55: 171-178.

90. Jiang HF, Ren XP, Huang JQ, Lei Y, Liao BS. Acid components in *Arachis* species and interspecies hybrids with high oleic and low palmitic acids. Acta Agron Sin 2009; 35: 25-32.
91. Goto T, Wicklow DT, Ito Y. Aflatoxin and cyclopiazonic acid production by a sclerotium-producing *Aspergillus tamarii* strain. Appl Environ Microbiol 1996; 62: 4036-4038.
92. Williams JH, Phillips TD, Jolly PE, Stiles JK, Jolly CM, Aggarwal D. Human aflatoxicosis in developing countries: A review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions. Am J Clin Nutr 2004; 80: 1106-1122.
93. Başaran P, Özcan M. Occurrence of aflatoxins in various nuts commercialized in Turkey. J Food Safety 2009; 29: 95-105.
94. Bircan C, Barringer SA, Ulken U, Pehlivan R. Aflatoxin levels in dried figs, nuts and paprika for export from Turkey. Int J Food Sci Technol 2008; 43: 1492-1498.
95. Kritchevsky D, Tepper SA, Vesselinovitch D, Wissler RW. Cholesterol vehicle in experimental atherosclerosis Part II. Peanut oil. Atherosclerosis 1971; 14: 53-64.
96. Kritchevsky D, Tepper SA, Vesselinovitch D, Wissler RW. Cholesterol vehicle in experimental atherosclerosis. XIII. Randomized peanut oil. Atherosclerosis 1973; 17: 225-243.
97. Kritchevsky D, Tepper SA, Scott DA. Cholesterol vehicle in experimental atherosclerosis. Part 18. Comparison of North American, African and South American peanut oils. Atherosclerosis 1981; 38: 291-299.
98. Kritchevsky D, Tepper SA, Ryder E, Davidson LM, Miller J, Worthington RE, Klurfeld DM. Influence of peanut oil of different origins on lipid metabolism in rats. Nutr Res 1990; 10: 997-1004.

99. Vesselinovitch D, Getz GS, Hughes RH, Wissler RW. Atherosclerosis in the Rhesus monkey fed three food fats. *Atherosclerosis* 1974; 20: 303-321.
100. Kritchevsky D, Davidson LM, Weight M, Kriek NPJ, du Plessis JP. Influence of native and randomized peanut oil on lipid metabolism and aortic sudanophilia in the vervet monkeys. *Atherosclerosis* 1982; 42: 53-58.
101. Landes DR, Miller J. Effects of several vegetable oils on lipid classes and very long chain polyenoic fatty acid content of rat liver and heart. *J Agric Food Chem* 1975; 23: 551-555.
102. Caselli C, Carlier H, Bezard J. Size of lipoprotein particles in the intestinal lymph of rats fed on corn oil, peanut oil, rapeseed oil or canbra oil. *Nutr Met* 1979; 23: 73-87.
103. Steel MS, Naughton JM, Hopkins GW, Sinclair AJ, O'Dea K. Effects of dietary fats on prostanoid production and aortic and plasma fatty acid composition in rats. *Lipids* 1990; 25: 719-723.
104. De Schrijver R, Vermeulen D, Viaene E. Lipid metabolism responses in rats fed beef tallow, native or randomized fish oil and native or randomized peanut oil. *J Nutr* 1991; 121: 948-955.
105. Alper CM, Mattes RD. Peanut consumption improves indices of cardiovascular disease risk in healthy adults. *J Am Coll Nutr* 2003; 22: 133-141.
106. Karanth J, Siddalingaswamy M, Parameswaraiiah PM, Jeevaratnam K. The effects of hydrogenated oil, peanut oil and exercise on lipid profile in rats. *Biomed* 2004; 24: 23-30.
107. Satchithanandam S, Flynn TJ, Calvert RJ, Kritchevsky D. Effect of peanut oil and randomized peanut oil on cholesterol and oleic acid absorption, transport, and distribution in the lymph of the rat. *Lipids* 1999; 34: 12-18.
108. Shimizu-Ibuka A, Udagawa H, Kobayashi-Hattori K, Mura K, Tokue C, Takita T, Arai S. Hypocholesterolemic effect of peanut

- skin and its fractions: A case record of rats fed on high-cholesterol. *Biosci Biotechnol Biochem* 2009; 73: 205-208.
109. Sano J, Shirakura S, Oda S, Hara T, Ishihara T. Foam cells generated by a combination of hyperglycaemia and hyperlipemia in rats. *Pathol Int* 2004; 54: 904-913.
 110. Emekli-Alturfan E, Kaşıkçı E, Yarat A. Peanut (*Arachis hypogaea*) consumption improves glutathione and HDL-cholesterol levels in experimental diabetes. *Phytother Res* 2008; 22: 180-184.
 111. Emekli-Alturfan E, Kaşıkçı E, Yarat A. Peanuts improve blood glutathione, HDL-cholesterol level and change tissue factor activity in rats fed a high-cholesterol diet. *Eur J Nutr* 2007; 46: 476-482.
 112. Moreno DA, Ilic N, Poulev A, Raskin I. Effects of *Arachis hypogaea* nutshell extract on lipid metabolic enzymes and obesity parameters. *Life Sci* 2006; 78: 2797-2803.
 113. Traoret CJ, Lokko P, Cruz ACRF, Oliveira CG, Costa NMB, Bressan J, Alfenas RCG, Mattes RD. Peanut digestion and energy balance. *Int J Obesity* 2008; 32: 322-328.
 114. Iyer SS, Boateng LA, Sales RL, Coelho SB, Lokko P, Monteiro JBR, Costa NMB, Mattes RD. Effects of peanut oil consumption on appetite and food choice. *Int J Obesity* 2006; 30: 704-710.
 115. Quist EE, Phillips RD, Saalia FK. Angiotensin converting enzyme inhibitory activity of proteolytic digests of peanut (*Arachis hypogaea* L.) flour. *LWT - Food Sci Technol* 2009;42: 694-699.
 116. Higgs J. The potential role of peanuts in the prevention of obesity. *Nutr Food Sci* 2005; 35: 353-358.
 117. Rehman Z-ur. Evaluation of antioxidant activity of methanolic extract from peanut hulls in fried potato chips. *Plant Foods Hum Nutr* 2003; 58: 75-83.
 118. Lee SC, Jeong SM, Kim SY, Park HR, Nam KC, Ahn DU. Effect of far-infrared radiation and heat treatment on the antioxidant activity

- of water extracts from peanut hulls. Food Chem 2006; 94: 489-493.
119. Saxena R, Venkaiah K, Anitha P, Venu L., Raghunath M. Antioxidant activity of commonly consumed plant foods of India: contribution of their phenolic content. Int J Food Sci Nutr 2007; 58: 250-260.
 120. Duncan CE, Gorbet DW, Talcott ST. Phytochemical content and antioxidant capacity of water-soluble isolates from peanuts (*Arachis hypogaea* L.). Food Res Int 2006; 39: 898-904.
 121. Chen GT, Zhao L, Zhao LY, Cong T, Bao SF. *In vitro* study on antioxidant activities of peanut protein hydrolysate. J Sci Food Agric 2007; 87: 357-362.
 122. Tuberoso CIG, Kowalczyk A, Sarritzu E, Cabras P. Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. Food Chem 2007; 103: 1494-1501.
 123. Arranz S, Cert R, Pérez-Jiménez J, Cert A, Saura-Calixto F. Comparison between free radical scavenging capacity and oxidative stability of nut oils. Food Chem 2008; 110: 985-990.
 124. Yang J, Liu RH, Halim L. Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut seeds. LWT - Food Sci Technol 2009; 42: 1-8.
 125. Ramadan MF, Moersel JT. Screening of the antiradical action of vegetable oils. J Food Comp Anal 2006; 19: 838-842.
 126. Stangeland T, Remberg SF, Lye KA. Total antioxidant activity in 35 Ugandan fruits and vegetables. Food Chem 2009; 113: 85-91.
 127. Chung SY, Champagne ET. Reducing the allergenic capacity of peanut extracts and liquid peanut butter by phenolic compounds. Food Chem 2009; 115: 1345-1349.
 128. Awad AB, Chinnama M, Finka CS, Bradford PG. β -Sitosterol activates Fas signaling in human breast cancer cells. Phytomed 2007; 14: 747-754.

129. Djoko B, Chiou RYY., Shee JJ, Liu YW. Characterization of immunological activities of peanut stilbenoids, arachidin-1, piceatannol, and resveratrol on lipopolysaccharide-induced inflammation of RAW 264.7 macrophages. *J Agric Food Chem* 2007; 55: 2376-2383.
130. Rhodes JM, Campbell BJ, Yu LG. Lectin-epithelial interactions in the human colon. *Biochem Soc Trans* 2008; 36: 1482-1486.
131. Takano F, Takata T, Yoshihara A, Nakamura Y, Arima Y, Ohta T. Aqueous extract of peanut skin and its main constituent procyanidin A1 suppress serum IgE and IgG1 levels in mice-immunized with ovalbumin. *Biol Pharm Bull* 2007; 30: 922-927.
132. Yeh CC, You SL, Chen CJ, Sung FC. Peanut consumption and reduced risk of colorectal cancer in women: A prospective study in Taiwan. *World J Gastroenterol* 2006; 12: 222-227.
133. Edrees GMF, El-Kholy WM, El Habiby EM, El-Sherbiny SA. Protective action of peanut oil in rats exposed to gamma-rays. *Belg J Zool* 2008; 138: 149-153.
134. Kouakou K, Kati-Coulibaly S, Mangue NTEJ. Effets bénéfiques des extraits d'*Arachis hypogaea* (Fabaceae) et de *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) sur la perte osseuse chez un modèle animal d'ostéoporose. *Phytothérapie* 2008; 6: 5-12.
135. Tsai CJ, Leitzmann MF, Hu FB, Willett WC, Giovannucci EL. Frequent nut consumption and decreased risk of cholecystectomy in women¹⁻³. *Am J Clin Nutr* 2004; 80:76-81.
136. Patel B, Patel S, Hoffman R. Inhibition of cyclo-oxygenase-2 expression in Mouse Macrophages by 4-(3-methyl-but-1-enyl)-3,5,3',4'-tetrahydroxystilbene, a resveratrol derivative from peanuts. *Phytother Res* 2005; 19: 552-555.
137. Johnston CS, Buller AJ. Vinegar and peanut products as complementary foods to reduce postprandial glycemia. *J Am Diet Assoc* 2005; 105: 1939-1942.

138. King RE, Bomser JA, Min DB. Bioactivity of resveratrol. *Comp Rev Food Sci Food Safety* 2006; 5: 65-70.
139. Harikumar KB, Aggarwal BB. Resveratrol A multitargeted agent for age-associated chronic diseases. *Cell Cycle* 2008; 7: 1020-1035.
140. Calder PC. Long-chain n-3 fatty acids and cardiovascular disease: further evidence and insights. *Nutr Res* 2004; 24: 761-772.
141. Willett WC. *Trans* fatty acids and cardiovascular disease-epidemiological data. *Atherosclerosis* 2006; 7: 5-8.
142. Erkkilä A, De Mello VDF, Risérus U, Laaksonen DE. Dietary fatty acids and cardiovascular disease: An epidemiological approach. *Progr Lipid Res*, 2008; 47 : 172-187.
143. Lavie CJ, Milani RV, Mehra MR, Ventura HO. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular diseases. *J Am Coll Cardiol* 2009; 54 : 585-594.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım sırasında bilgi ve görüşlerinden yararlandığım, özverili ve anlayışlı yaklaşımlarıyla çalışmamı yürütebilmemde bana her konuda destek olan değerli hocam Sayın Doç.Dr. İlkay ORHAN'a çok teşekkür ederim.

Yüksek Lisans çalışmalarına birlikte başladığım, emekli olduktan sonra dahi yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof.Dr. Şenay KÜSMENOĞLU'na teşekkür ederim.

Tezim boyunca ilgi ve desteklerini gördüğüm Gazi Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı'nın tüm öğretim üyeleri ve yardımcılara teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuar çalışmalarım sırasında kıymetli vakitlerini ayırarak tezime önemli katkılar sağlayan Uzm.Ecz. Sezer ŞENOL'a ve Arş.Gör. İpek PEŞİN'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Çalışmalarım sırasında görüşlerinden yararlandığım ve bana her konuda destek olan Uzm.Ecz Erkan YILMAZ'a, Ecz. Fatih ÇIRAKOĞLU'na ve eşi Canan ÇIRAKOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım süresince benden desteklerini esirgemeyen, bu süreçte gösterdikleri sabır ve hoşgöründen dolayı aileme çok teşekkür ederim.

11. ÖZGEÇMİŞ

Adı: Bayram Ali

Soyadı: Sütüoğlu

Doğum Yeri- Tarihi: İstanbul-Üsküdar, 31.03.1981

Eğitimi:

Rize Kurtuluş İlköğretim Okulu (1988-1993)

Rize Anadolu Lisesi (1993-1996)

Trabzon Yomra Fen Lisesi (1996-1999)

İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi (2000-2004)

Yabancı dil: İngilizce

Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar: -

Bilimsel Etkinlikler: -