



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı
Beslenme ve Diyetetik

Yüksek Lisans Tezi

**TÜRKİYE’DE YETİŞTİRİLEN SERT KABUKLU MEYVELERİN YAĞ, YAĞ
ASİTLERİ, YAĞDA ÇÖZÜNEBİLEN VİTAMİNLER VE MİKRO ELEMENT
KOMPOZİSYONUNUN ARAŞTIRILMASI**

Zeynep Gülser ULUTAŞ
ORCID: 0000-0003-2665-8698

Danışman
Prof. Dr. Abdullah ÖKSÜZ
ORCID: 0000-0001-8778-9320

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Başkanlığı tarafından 23YL30006 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Konya – 2025

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Öncelikle bu çalışmam için konumun belirlenmesi, analizlerin gerçekleştirilmesi ve yazımı sırasında tüm bilgi ve birikimini benimle paylaşarak beni yönlendiren danışman hocam Prof. Dr. Abdullah ÖKSÜZ'e çok teşekkür ederim.

Bu çalışmamdaki analizlerime yardımcı olan ve her konuda bilgisini benimle paylaşan Sayın Öğr. Gör. Dr. Şenay Burçin ALKAN hocama teşekkür ederim.

Yağ, mineral ve yağda çözünebilir vitamin analizlerinde yardımcı olan Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne (BİTAM) teşekkür ederim. Özellikle bu analizleri gerçekleştiren ve bütün bilgilerini benimle paylaşan Öğr. Gör. Dr. Fuat ASLAN, Dr. Ümmü ÖZGÜN ve Fatıma Betül ŞUBUL hocalarıma teşekkür ederim.

Sert kabuklu meyvelerin FTIR spektrum analizinde yardımcı olan ve bilgilerini benimle paylaşan Sayın Prof. Dr. Erdal KOCABAŞ hocama teşekkür ederim.

23YL30006 numaralı projemi maddi olarak destekleyen Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğüne teşekkür ederim.

Tez sürecinde yanımda olan ve her zaman yardımlarını esirgemeyen lisans arkadaşlarıma,

Analizlerime yardımcı olan ve tezimin düzenlenmesinde yardımlarını esirgemeyen yüksek lisans arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen aileme ve beni bu dönemin stresinden uzaklaştıran muhabbet kuşum Pamuk'a teşekkür ederim.

Zeynep Gülser ULUTAŞ

Temmuz 2025

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TEZ ONAY SAYFASI	vii
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU	viii
BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ÖZET	xvi
ABSTRACT	xvii
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER	5
2.1. Sert Kabuklu Meyveler	5
2.2. Sert Kabuklu Meyvelerin Besin Öge İçeriği	7
2.2.1. Nem	7
2.2.2. Yağ	8
2.2.3. Protein	10
2.2.4. Karbonhidrat.....	12
2.2.5. Vitaminler.....	13
2.2.6. Mineraller	14
2.2.7. Biyoaktif bileşenler	17
2.3. Sert Kabuklu Meyveler ve Sağlık	19
2.3.1. Kardiyovasküler hastalıklar.....	20
2.3.2. Diyabet	23
2.3.3. Obezite	25
2.3.4. Kanser.....	27
3.GEREÇ VE YÖNTEM	29
3.1. Araştırmanın Türü	29
3.2. Araştırmanın Zamanı ve Yeri.....	29
3.3. Örneklerin Temin Edilmesi	29
3.4. Numune Hazırlanması.....	29
3.5. Besin Bileşim İçerik Tayinleri	29
3.5.1. Nem tayini	29
3.5.2. Kül tayini.....	30
3.5.3. Yağ ekstraksiyonu ve yağ asitlerinin tayini	30
3.5.4. Yağda çözünebilen vitaminler tayini.....	32
3.5.5. Mineral tayini	33

3.5.6. Yağların FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopi) spektrum tayini	34
3.5.7. Yağların refraktif indeks ve brix tayini	35
3.6. Etik	35
3.7. Araştırmanın Sınırlılıkları	36
3.8. İstatiksel Analiz.....	36
4.BULGULAR.....	37
4.1. Nem Tayini Sonuçları	37
4.2. Yağ ve Yağ Asitleri Tayin Sonuçları	37
4.3. Yağda Çözünebilen Vitamin Tayin Sonuçları	41
4.4. Kül ve Mineral Tayin Sonuçları.....	43
4.5. Yağların FTIR Spektrum Tayin Sonuçları	46
4.6. Yağların Refraktif İndeks ve Brix Tayin Sonuçları	49
5.TARTIŞMA	51
5.1. Sert Kabuklu Meyve Türlerinin Nem İçeriğinin Değerlendirilmesi	51
5.2. Sert Kabuklu Meyve Türlerinin Yağ ve Yağ Asit İçeriklerinin Değerlendirilmesi.....	52
5.2.1. Toplam yağ.....	52
5.2.2. Doymuş yağ asitleri.....	54
5.2.3. Doymamış yağ asitleri.....	57
5.3. Sert Kabuklu Meyve Yağlarının, Yağda Çözünebilen Vitamin İçeriklerinin Değerlendirilmesi	61
5.4. Sert Kabuklu Meyve Türlerinin Kül ve Mineral İçeriklerinin Değerlendirilmesi	64
5.4.1. Kül.....	64
5.4.2. Makro elementler	65
5.4.3. Mikro elementler	67
5.4.4. Ağır metaller	69
5.5. Sert Kabuklu Meyve Yağlarının, FTIR Spektrum Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	69
5.6. Sert Kabuklu Meyve Yağlarının, Refraktif İndeks ve Brix Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	70
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	73
6.1. Sonuç.....	73
6.2. Öneriler.....	75
7. KAYNAKLAR.....	77
8. EKLER.....	99
8.1. EK 1 Kromatogram Sonuçları.....	99
8.1.1. Ceviz örneğinin yağ asit GC kromatogramı.....	99
8.1.2. Fındık örneğinin yağ asit GC kromatogramı.....	99
8.1.3. Çam fıstığı örneğinin yağ asit GC kromatogramı	100
8.1.4. Badem örneğinin yağ asit GC kromatogramı.....	100
8.1.5. Kayısı çekirdeği örneğinin yağ asit GC kromatogramı.....	101
8.1.6. Pıkan cevizi örneğinin yağ asit GC kromatogramı	101

8.1.7. Antep fıstığı örneğinin yağ asit GC kromatogramı	102
---	-----

TEZ ONAY SAYFASI

Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi **Zeynep Gülser ULUTAŞ**'ın "**Türkiye'de Yetiştirilen Sert Kabuklu Meyvelerin Yağ, Yağ Asitleri, Yağda Çözünebilen Vitaminler ve Mikro Element Kompozisyonunun Araştırılması**" başlıklı tezi tarafımızdan incelenmiş; amaç, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Konya / 24.07.2025

Tez Danışmanı	Prof. Dr. Abdullah ÖKSÜZ Necmettin Erbakan Üniversitesi
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU Necmettin Erbakan Üniversitesi
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Hamide Filiz AYYILDIZ Selçuk Üniversitesi

Yukarıdaki tez, Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 30/07/2025 tarih ve 18/12 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hasibe VURAL
Enstitü Müdürü

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Türkiye’de Yetiştirilen Sert Kabuklu Meyvelerin Yağ, Yağ Asitleri, Yağda Çözünebilen Vitaminler ve Mikro Element Kompozisyonunun Araştırılması başlıklı tez çalışmamın toplam 77 sayfalık kısmına ilişkin, 31/07/2025 tarihinde tez danışmanım tarafından **Turnitin** adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı **%12** olarak belirlenmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Tez kabul sayfası hariç
2. Tez çalışması orijinallik raporu sayfası hariç
3. Bilimsel etik beyannamesi sayfası hariç
4. Önsöz hariç
5. İçindekiler hariç
6. Simgeler ve kısaltmalar hariç
7. Materyal ve metot hariç
8. Kaynaklar hariç
9. Alıntılar dahil
10. 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Necmettin Erbakan Üniversitesi Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim ve tez çalışmamın, bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranının (%30) altında olduğunu ve intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

31/07/2025

Zeynep Gülser ULUTAŞ

Prof. Dr. Abdullah ÖKSÜZ

BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar tüm aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez hazırlama kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını ve bu kaynakların kaynaklar listesine eklendiğini beyan ederim.

31/07/2025

Zeynep Gülser ULUTAŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

%: Yüzde

α : Alfa

β : Beta

γ : Gama

δ : Delta

ω : Omega

a_w : Su aktivitesi

$^{\circ}\text{C}$: Santigrat derece

\bar{X} : Ortalama

As: Arsenik

Ba: Baryum

C: Karbon

Ca: Kalsiyum

Ce: Seryum

Cd: Kadmiyum

cm: Santimetre

Cr: Krom

Cu: Bakır

dk: Dakika

Fe: Demir

g: Gram

H₂: Hidrojen

He: Helyum

Hg: Cıva

K: Potasyum

kg: Kilogram
kPa: Kilopaskal
L: Litre
mg: Miligram
Mg: Magnezyum
mL: Mililitre
mm: Milimetre
Mn: Mangan
ms: Milisaniye
N: Azot
nD: Refraktif indeks
Ni: Nikel
nm: Nanometre
O: Oksijen
Pb: Kurşun
s: Saniye
Se: Selenyum
vb.: Ve benzeri
W: Watt
 μ g: Mikrogram
 μ L: Mikrolitre
 μ m: Mikrometre
Zn: Çinko

KISALTMALAR

- ABD: Amerika Birleşik Devletleri
- ACE: Anjiotensin dönüştürücü enzim
- ASE: Hızlandırılmış çözücü ekstraksiyonu
- BİTAM: Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi
- BF₃: Bor triflorür
- BKİ: Beden kütle indeksi
- BMH: Bazal metabolizma hızı
- ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asitleri
- DSÖ: Dünya Sağlık Örgütü
- DYA: Doymuş yağ asitleri
- FAO: Food and Agriculture Organization
- FDA: Food and Drug Administration- ABD Gıda ve İlaç Dairesi
- FID: Alev iyonizasyon dedektörü
- FTIR: Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopi
- GC: Gaz Kromatografisi
- GLP-1: Glukagon-benzeri peptid 1
- HbA_{1c}: Glikolize hemoglobin
- HDL: High density lipoprotein-Yüksek yoğunluklu lipoprotein
- HMG-CoA: β -hidroksi β -metilglutaril-CoA
- HOMA-IR: İnsülin direncinin homeostatik model değerlendirilmesi
- ICP-MS: İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi
- JECFA: FAO/WHO Ortak Uzmanlar Komitesi
- KOH: Potasyum hidroksit
- KZYA: Kısa zincirli yağ asitleri
- LDL: Low density lipoprotein- düşük yoğunluklu lipoprotein
- NHANES: Ulusal Sağlık ve Beslenme İnceleme Anketi

NO: Nitrik oksit

nsLTP: Spesifik olmayan lipid transfer proteinleri

PR-10: Patogenezle ilişkili protein-10

SPL: Split enjeksiyon bloğu

TDYA: Tekli doymamış yağ asitleri

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

UHPLC: Ultra Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi

WHO: World Health Organization

TABLULAR LİSTESİ

Tablo No	Sayfa No
Tablo 2.1. Türkiye sert kabuklu meyve verileri.....	7
Tablo 2.2. Sert kabuklu meyvelerin nem içeriği.....	8
Tablo 2.3. Sert kabuklu meyvelerin yağ ve yağ asit içeriği.....	9
Tablo 2.4. Sert kabuklu meyvelerin protein ve amino asit içeriği.....	11
Tablo 2.5. Sert kabuklu meyvelerin karbonhidrat ve posa içeriği.....	12
Tablo 2.6. Sert kabuklu meyvelerin vitamin içeriği (100 g'da).....	14
Tablo 2.7. Sert kabuklu meyvelerin kül ve mineral içeriği (100 g'da).....	16
Tablo 2.8. Sert kabuklu meyveler için önerilen günlük porsiyon miktarları.....	19
Tablo 2.9. Sert kabuklu meyvelerin standart porsiyonlarına karşılık gelen ağırlıkları ve ölçüleri.....	20
Tablo 3.1. GC cihaz koşulları	32
Tablo 3.2. UHPLC UV-Vis dedektör ayarları.....	33
Tablo 3.3. UHPLC solvent zaman çizelgesi	33
Tablo 3.4. ICP-MS cihaz koşulları.....	34
Tablo 4.1. Sert kabuklu meyvelerin nem içerikleri.....	37
Tablo 4.2. Sert kabuklu meyvelerin toplam yağ ve yağ asit miktarları.....	38
Tablo 4.3. Sert kabuklu meyvelerin yağda çözünebilen vitamin içerikleri.....	41
Tablo 4.4. Sert kabuklu meyvelerin kül ve mineral içerikleri.....	44
Tablo 4.5. Sert kabuklu meyve yağlarının FTIR spektrumlarındaki başlıca absorpsiyon frekansları ve fonksiyonel grupları.....	49
Tablo 4.6. Sert kabuklu meyvelerin refraktif indeks ve brix değerleri.....	50

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Sayfa No
Şekil 2.1. Dünya sert kabuklu meyve üretimi.....	6
Şekil. 2.2. Sert kabuklu meyvelerin % yağ asit profili.....	9
Şekil 2.3. Sert kabuklu meyvelerin fenolik bileşik içeriği (mg/100g).....	18
Şekil 2.4. Sert kabuklu meyvelerin kardiyovasküler riskten korumadaki potansiyel mekanizmaları.....	21
Şekil 2. 5. Sert kabuklu meyvelerin vücut ağırlığı üzerindeki etkisinin olası mekanizmaları..	26
Şekil 3.1. Nem tayininde petripler.....	30
Şekil 3.2. Kül tayininde porselen krozeler.....	30
Şekil 3.3. Yağ ekstraksiyonu işlem basamakları.....	31
Şekil 3.4. UHPLC cihazı.....	32
Şekil 3.5. Mineral analizi işlem basamakları.....	34
Şekil 3.6. FTIR cihazı.....	35
Şekil 3.7. Abbe tipi refraktometre.....	35
Şekil 4.1. Sert kabuklu meyve örneklerinin yağ asit profili (%).....	40
Şekil.4.2.Sert kabuklu meyve türlerinin α - tokoferol kromatogramı (UHPLC).....	42
Şekil 4.3. Antep fıstığı yağının FTIR spektrumu.....	47
Şekil 4.4. Badem yağının FTIR spektrumu.....	47
Şekil 4.5. Ceviz yağının FTIR spektrumu.....	47
Şekil 4.6. Fındık yağının FTIR spektrumu.....	48
Şekil 4.7. Kayısı çekirdeği yağının FTIR spektrumu.....	48
Şekil 4.8. Pikan cevizi yağının FTIR spektrumu.....	48
Şekil 4.9. Çam fıstığı yağının FTIR spektrumu.....	49

ÖZET

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı
Beslenme ve Diyetetik Programı
[Yüksek Lisans Tezi]

TÜRKİYE'DE YETİŞTİRİLEN SERT KABUKLU MEYVELERİN YAĞ, YAĞ ASİTLERİ, YAĞDA ÇÖZÜNEBİLEN VİTAMİNLER VE MİKRO ELEMENT KOMPOZİSYONUNUN ARAŞTIRILMASI

Zeynep Gülser ULUTAŞ

Konya-2025

Zengin bir besin öge içeriğine sahip olan sert kabuklu meyveler, sağlık üzerinde çeşitli etkileri var olmaktadır. Sert kabuklu meyvelerin besin öge içerikleri, çeşitli parametrelerden etkilendiği için tam olarak belirlenememektedir. Bu çalışmada, Türkiye'de yetiştirilen bazı sert kabuklu meyvelerin; nem, yağ, yağ asitleri, yağda çözünebilir vitaminler, kül ve mineral (makro element, mikro element ve ağır metal) içeriği ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Ayrıca sert kabuklu meyve yağlarının; FTIR spektrumu, refraktif indeksi ve brix değerleri de araştırılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda, sert kabuklu meyvelerin beslenmeye olan katkısı da incelenmiştir. Çalışmada materyal olarak; ceviz, pıkan ceviz, fındık, badem, çam fıstığı, Antep fıstığı ve kayısı çekirdeği kullanılmıştır.

Nem ve kül analizi sonucunda, çam fıstığında diğer numunelere kıyasla daha yüksek nem ve kül oranı tespit edilmiştir. Toplam yağ içeriği, en yüksek pıkan cevizinde (%52,68±1,15) saptanmıştır. Doymuş yağ, TDYA ve ÇDYA içerikleri; sırasıyla en yüksek çam fıstığı, fındık ve cevizde saptanmıştır. Oleik asit içeriği fındıkta (%83,97±0,02) yüksek oranda saptanırken, linoleik ve linolenik asit içeriği en yüksek cevizde (%63,65±0,26 ve %12,90±0,99) tespit edilmiştir. Çiğ sert kabuklu meyvelerde, yağda çözünebilir vitaminler tespit edilmemiştir. Ancak sert kabuklu meyve yağlarında, yağda çözünebilir vitaminler tespit edilmiştir. Kolekalsiferol, ergosterol ve menadion içeriği en yüksek badem yağında saptanırken, ergokalsiferol ve α -tokoferol içeriği ise en yüksek kayısı çekirdeği yağında saptanmıştır. Çam fıstığının diğer numunelere kıyasla; magnezyum (582,80±0,95 mg/100 g), potasyum (1111,70±0,78 mg/100 g), demir (12,86±0,49 mg/100 g), bakır (4,28±0,17 mg/100 g), çinko (12,30±0,48 mg/100 g) ve selenyum (0,04±0,01 mg/100 g) miktarı daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kalsiyum miktarı en yüksek bademde (83,21±0,61 mg/100 g) tespit edilirken, krom ve mangan miktarı en yüksek cevizde (0,05±0,05 mg/100 g ve 21,13±0,48 mg/100 g) tespit edilmiştir. Sert kabuklu meyve numunelerinde, ağır metal miktarı düşük tespit edilmiştir. FTIR spektrumları, sert kabuklu meyve türleri arasında benzer olarak tespit edilmiştir. Ceviz yağının, refraktif indeks ve brix değeri en yüksek sert kabuklu meyve olarak tespit edilmiştir.

Elde edilen veriler doğrultusunda; günlük 1 porsiyon sert kabuklu meyve (30 g) tüketimi ile alınan yağ miktarı, yetişkinlerde günlük yağ gereksiniminin %4,53-35,90'na kadar karşılayabilmektedir. Ayrıca, 1 porsiyon sert kabuklu meyve tüketimi ile de yetişkinlerin günlük TDYA, ÇDYA ve mineral gereksinimleri de belirli oranda karşılanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mikro element, sert kabuklu meyveler, yağ, yağ asitleri, yağda çözünebilir vitaminler

ABSTRACT

Necmettin Erbakan University, Graduate School of Health Sciences
Department of Nutrition and Dietetics
Nutrition and Dietetics Program
Master Thesis

INVESTIGATION OF LIPID, FATTY ACID, FAT SOLUBLE VITAMINS AND ELEMENT COMPOSITION OF NUTS GROWN IN TURKEY

Zeynep Gülser ULUTAŞ

Konya-2025

Nuts, which have a rich nutritional content, have various effects on health. The nutritional content of nuts cannot be determined exactly because they are affected by various parameters. In this study, the moisture, fat, fatty acids, fat-soluble vitamins, ash and mineral (macro element, micro element and heavy metal) contents of some nuts grown in Turkey were investigated in detail. In addition, the FTIR spectrum, refractive index and brix values of nuts oils were investigated. In line with the obtained data, the contribution of nuts to nutrition was also examined. Walnuts, pecans, hazelnuts, almonds, pine nuts, pistachios and apricot kernels were used as materials in the study.

As a result of moisture and ash analysis, higher moisture and ash ratio was detected in pine nuts compared to other samples. Total fat content was determined as the highest in pecan nuts (%52.68±1.15). Saturated fat, MUFA and PUFA contents were determined as the highest in pine nuts, hazelnuts and walnuts, respectively. While oleic acid content was detected at a high rate in hazelnut (%83.97±0.02), the highest linoleic and linolenic acid contents were detected in walnut (%63.65±0.26 and %12.90±0.99). Fat-soluble vitamins were not detected in raw nutshells. However, fat-soluble vitamins were detected in nutshell oils. While the highest cholecalciferol, ergosterol and menadione contents were detected in almond oil, the highest ergocalciferol and α -tocopherol contents were detected in apricot kernel oil. Compared to other samples, pine nuts had higher amounts of magnesium (582.80±0.95 mg/100 g), potassium (1111.70±0.78 mg/100 g), iron (12.86±0.49 mg/100 g), copper (4.28±0.17 mg/100 g), zinc (12.30±0.48 mg/100 g) and selenium (0.04±0.01 mg/100 g). While the highest amount of calcium was detected in almond (83.21±0.61 mg/100 g), the highest amounts of chromium and manganese were detected in walnut (0.05±0.05 mg/100 g and 21.13±0.48 mg/100 g). The amount of heavy metals was detected low in hard-shell fruit samples. FTIR spectra were determined to be similar among hard-shell fruit types. Walnut oil has been found to have the highest refractive index and brix values among nuts.

According to the data obtained; The amount of fat taken with the daily consumption of 1 serving of hard-shelled fruit (30 g) can afford to 4.53-35.90% of the daily fat requirement in adults. In addition, consuming 1 serving of nuts can afford the daily MUFA, PUFA and mineral requirements of adults to a certain extent.

Keywords: Micronutrients, nuts, fat, fatty acids, fat-soluble vitamins

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Sert kabuklu meyveler, yerleşik yaşam öncesi çağlardan beri insanların beslenmesinde yer alan bir besin grubudur (Salas-Salvadó ve ark., 2011). Sert kabuklu meyveler, “olgunlaştığında dış kabuğunun sert hale geldiği tek çekirdekli kuru meyveler” olarak tanımlanmaktadır (Fathollahzadeh ve ark., 2008; Ros, 2010).

İnsan sağlığı üzerinde yarattığı olumlu etkileri ve iyi duyuşal özelliklerine sahip olması nedeniyle sert kabuklu meyveler dünya genelinde yaygın olarak tüketilmektedir. Bu nedenle sert kabuklu meyvelerin üretimi önem arz etmektedir (Öz ve ark., 2021). Food and Agriculture Organization (FAO) (2025) verilerine göre 2023/2024 döneminde dünya çapında yaklaşık olarak 17,20 milyon ton sert kabuklu meyve üretimi gerçekleşmiştir. 2023/2024 dönemi içerisinde gerçekleşen sert kabuklu meyve hasılatının %23’ünü ceviz oluştururken bunu kaju, badem, kestane, Antep fıstığı, fındık ve diğer sert kabuklu meyveler takip etmektedir.

Dünya ticaretinde önemli rol oynayan sert kabuklu meyveler, Türkiye’nin iç ve dış ticaretinde de büyük bir rol almaktadır. Türkiye başta fındık olmak üzere bazı sert kabuklu meyve türlerinin üretimi, tüketimi ve ihracatında önde gelen ülkelerden biridir (Öz ve ark., 2021). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2024) verilerine göre 2023 yılında Türkiye’de yaklaşık olarak 1,40 milyon ton sert kabuklu meyve üretimi gerçekleşmiştir. Türkiye’de en çok üretilen sert kabuklu meyve fındıktır. Bunu sırasıyla ceviz, Antep fıstığı, badem ve kestane takip etmektedir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2023).

Sert kabuklu meyve tüketimleri bakımından Türkiye, fındık tüketimi konusunda dünyada üçüncü sırada yer almaktadır. Ek olarak Türkiye, Dünya’da ceviz ve Antep fıstığının tüketiminde ise üçüncü sırada bulunmaktadır (Bars, 2024). Geçmiş yıllara kıyasla, Türkiye’de fındık, Antep fıstığı ve ceviz tüketiminde azalma görülmüştür. Bunun sebebi, Türkiye’de enflasyon nedeniyle artan gıda fiyatları olarak değerlendirilebilir (United States Department of Agriculture, 2024a).

Sert kabuklu meyveler, genellikle yemek tariflerinde, atıştırmalıklarda, soslarda, tatlılarda, hamur işlerinde ve dondurmalarda lezzet verici bir besin olarak tüketilmektedir. Ayrıca sert kabuklu meyveler ekstrakt edilerek, yağ şeklinde tüketilmekte ya da ticari ürün olarak kullanılmaktadır (King ve ark., 2008; Ros, 2010).

Sert kabuklu meyveler, yağ asit profili (tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi), mineraller (magnezyum, potasyum, bakır ve selenyum), yağda eriyen vitaminler (E ve K vitamini), karotenoidler ve antioksidan etkiye sahip fitosteroller gibi birçok besin maddesini içeren önemli bir besin kaynağıdır (De Souza ve ark., 2017). Bu özellikleri nedeniyle çeşitli sağlık kılavuzlarına dahil edilen sert kabuklu meyveler, sağlıklı beslenmenin önemli bir bileşenidir (Hu ve Willett, 2002; Jenab ve ark., 2006). Ayrıca sert kabuklu meyveler, sürdürülebilir gıda sistemlerine katkıları ile de önemi gün geçtikçe artan bir besin grubudur (Stević ve ark., 2024).

Sert kabuklu meyveler, yüksek enerji yoğunluğuna sahip gıdalardır (Brufau ve ark., 2006; Tsigalou ve ark., 2020; Guasch-Ferré ve ark., 2023). Sert kabuklu meyvelerin enerji değeri bileşiminin %50'sini veya daha fazlasını yağ içeriği oluşturmaktadır (Ros & Mataix, 2006). Sert kabuklu meyvelerin yağ oranı %46-68 arasında değişiklik göstermektedir. Sert kabuklu meyveler, tekli doymamış yağ asitleri (TDYA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA) bakımından zengin bir kaynaktır (Sathe ve ark., 2009).

Sert kabuklu meyveler, iyi bir bitkisel protein kaynağıdır. Sert kabuklu meyvelerin protein içeriği %8-25 arasında değişiklik göstermektedir (Ros ve ark., 2021). Badem ve Antep fıstığı yüksek oranda (%20,57 ve %17,64) protein içerirken kestane düşük oranda (%1,01) protein içermektedir. Sert kabuklu meyveler, damar genişletme etkisi olan nitrik oksit (NO) üretiminde ve kan basıncı düzenlenmesinde rol alan arginin aminoasit bakımından zengindir (Gonçalves ve ark., 2023; Ros ve ark., 2021; Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

Sert kabuklu meyveler, karbonhidrat içeriği düşük gıdalardır (Sanyal & Bishi, 2021). Sert kabuklu meyvelerin karbonhidrat içeriği %12,30-62,30 arasında değişiklik göstermektedir. Karbonhidrat miktarı en yüksek olan sert kabuklu meyve kestanedir (Brufau ve ark., 2006; Sathe ve ark., 2009).

Makro besin öğelerine (protein, karbonhidrat, yağ) ek olarak sert kabuklu meyveler, E vitamini, folat, niasin, potasyum, magnezyum, kalsiyum, bakır, çinko ve selenyum gibi mikro besin öğelerini önemli miktarda içermektedir (Sabaté ve ark., 2006; Ternus ve ark., 2009). Sert kabuklu meyveler, E vitamini açısından en zengin kaynaktır. Bu nedenle beslenme rehberlerinde önerilen bir besin grubudur (Ternus ve ark., 2009). Badem, α -tokoferol (23,9 mg/100g) içeriği en yüksek sert kabuklu meyvedir (Sanyal & Bishi, 2021) . Sert kabuklu

meyvelerin, mineral içeriğini belirten kül miktarı %1,00-4,60 arasında değişiklik göstermektedir. Brezilya cevizi, selenyum, fosfor ve magnezyum açısından önemli bir kaynaktır. Çam fıstığı, çinko ve mangan açısından zengin bir besindir (Sathe ve ark., 2009).

Sert kabuklu meyveler, biyoaktif bileşenlerin (karotenoidler, fenolik bileşikler, glikosinolatlar, lignanlar, organosülfür bileşikleri ve bitki steroller) önemli bir kaynağıdır (Alasalvar ve ark., 2020; Karadağ ve ark., 2022). Sert kabuklu meyveler fenolik bileşiklerin türleri olan flavonoidler, fenolik asitler, stilbenler, kumarinler, lignanlar ve tanenler açısından da zengin bir kaynaktır. Bazı sert kabuklu meyveler dışında, flavonoidler, fenolik asitler ve tanenler tüm sert kabuklu meyvelerde bulunmaktadır (Alasalvar ve ark., 2020; Bolling ve ark., 2011). Sert kabuklu meyvelerde en çok bulunan fenolik bileşikler ise gallik asit, ellagik asit ve kateşindir (Jakopic ve ark., 2011; Flores-Córdova ve ark., 2017; Uslu & Özcan, 2019).

Sert kabuklu meyvelerin besin öge içeriklerinde farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıkları hava koşulları, kültürel uygulamalar, genotip, sulama ve toprak yapısı gibi parametreler oluşturmaktadır (Rabadán ve ark., 2019). Ek olarak son yıllarda küresel ısınma ile artan iklim değişiklikleri, sert kabuklu meyvelerin üretimini ve kalitesini ciddi oranda etkileyen başka bir etmendir. Sert kabuklu meyvelerin kalitesi, besin öge içeriği ile belirlenmektedir (Şahin ve ark., 2015).

Sert kabuklu meyveler besin öğeleri içerikleriyle insan sağlığı üzerinde yararlı etkiler göstermektedir. Yapılan çeşitli çalışmalarda sert kabuklu meyvelerin, lipoprotein profilinin düzenlenmesi, glikoz seviyesinin dengelenmesi, sağlıklı bağırsak mikrobiyota oluşumu, anjiotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibisyonu ve vücut ağırlık kaybı gibi çeşitli etkileri bildirilmektedir (Arise ve ark., 2021; Aune ve ark., 2016; Banel & Hu, 2009; Dhillon ve ark., 2016; Gervasi ve ark., 2021; Hernández-Alonso ve ark., 2014; Hong ve ark., 2018; Jackson & Hu, 2014; Li ve ark., 2018; Liu ve ark., 2014; Schwingshackl ve ark., 2017). Ancak, sert kabuklu meyvelerin insan sağlığı üzerine etkilerinin daha iyi anlaşılması için sert kabuklu meyvelerin besin öge bileşiminin daha iyi araştırılması gerekmektedir (Ros, 2010) .

Literatür verileri incelendiğinde, Türkiye’de yetiştirilen sert kabuklu meyve türlerinin yağ, yağ asitleri, yağda çözünebilir vitaminler ve mikro element içeriği çeşitli parametrelerden etkilenmesi nedeniyle tam olarak belirlenememektedir. Bu yüzden, Türkiye’de yetiştirilen bazı sert kabuklu meyve türlerinin (fındık, ceviz, pıkan cevizi, badem, Antep fıstığı, çam fıstığı ve kayısı çekirdeği) yağ, yağ asitleri, yağda çözünebilir vitaminler ve mikro element

içeriğinin incelenmesi ve elde edilen verilerin beslenmeye olan katkılarının belirlenmesi bu çalışmanın amacı olmaktadır.

Araştırmanın Soruları

Soru 1: Sert kabuklu meyve türlerinin yağ, yağ asitleri, yağda çözünebilir vitaminler ve mikro element içeriği nedir?

Soru 2: Sert kabuklu meyve türleri arasında yağ, yağ asitleri, yağda çözünebilir vitaminler ve mikro element kompozisyonu bakımından farklılık var mıdır?

Soru 3: Sert kabuklu meyvelerin besin içeriğinin beslenmeye olan katkısı nedir?

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Sert Kabuklu Meyveler

Sert kabuklu meyveler, “sert bir kabuğa sahip, kuru ve tek çekirdekli meyveler” olarak tanımlanmaktadır (Dyer, 2011). Dünya’da en çok tüketilen sert kabuklu meyveler, kayısı çekirdeği, badem (*Amygdalus communis*), ceviz (*Juglans regia*), Antep fıstığı (*Pistachio avara*), fındık (*Corylus avellana*), kaju (*Anacardium occidentale*), çam fıstığı (*Pinus pinea*), pikan cevizi (*Carya illinoensis*), Macadamia fındığı (*Macadamia integrifolia*), Brezilya cevizi (*Bertholletia excelsa*) ve kestanedir (*Castanea sativa*) (Ros, 2010; Topçuoğlu & Ersan, 2020).

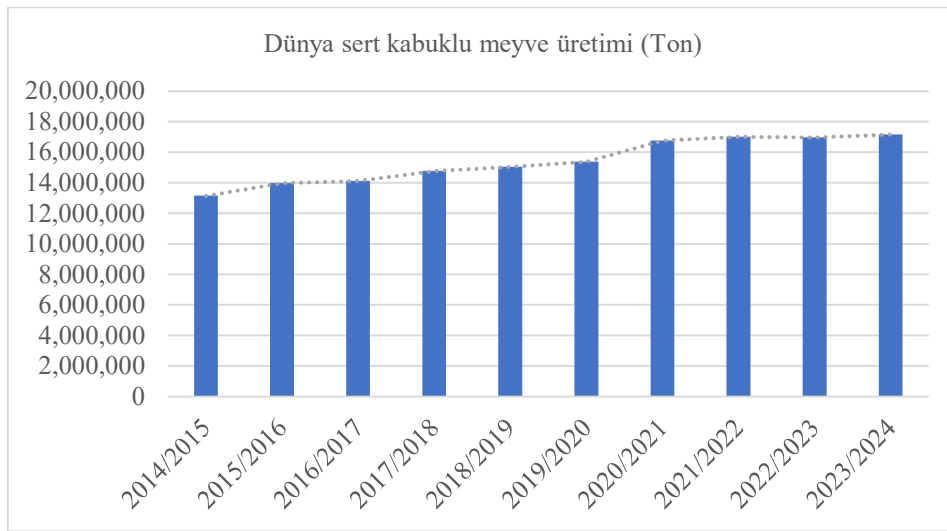
Dünya literatüründe “Nuts” olarak adlandırılan sert kabuklu meyveler, insanlar tarafından tüketilen en eski besinler olarak kabul edilmektedir (Casas-Agustench ve ark., 2011; Topçuoğlu & Ersan, 2020). Sert kabuklu meyvelerin orijini Anadolu topraklarıdır. Bizans İmparatorluğu döneminde İtalya’ya yayılan sert kabuklu meyveler, Orta Çağ boyunca bütün Avrupa’ya yayılmıştır. Sert kabuklu meyvelerin Amerika kıtasında yetiştirilmesine ise 16. yüzyılda başlanmıştır (Brufau ve ark., 2006) .

Sert kabuklu meyve türlerinin yetiştirilme bölgelerinde farklılıklar bulunmaktadır. Badem, Orta doğu, Pakistan, Suriye ve Türkiye iklim bölgesine özgü bir sert kabuklu meyvedir. Ceviz ve ceviz türleri, Balkanlar ile Himalaya dağları arasındaki bölgelerde üretilen sert kabuklu meyvelerdir (Casas-Agustench ve ark., 2011). Antep fıstığı, Orta Doğu, Akdeniz ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri’nde (ABD) yetiştirilmektedir (Çağlarımak & Coşkunseven-Batkan, 2005). Fındık ise başlıca Türkiye olmak üzere İtalya, İspanya ve ABD ülkelerinde yetiştirilen bir sert kabuklu meyvedir (Bars, 2024).

Eski çağlarda, sert kabuklu meyveler beslenmenin bir parçası olması yanında hastalıkları önlemek veya tedavi etmek için ilaç olarak kullanılmıştır (Salas-Salvadó ve ark., 2011). Günümüzde sert kabuklu meyveler, atıştırmalıklar, soslar, çorbalar, kekler, pastalar, kurabiyeler, yemekler, sürülebilir besinler, sporcu içecekleri ve takviye gıdalar gibi birçok yerde kullanılmaktadır (Brufau ve ark., 2006).

Gelişmiş ülkelerde, sert kabuklu meyve tüketimi belirli gruplar haricinde (vejetaryenler, veganlar, Yedinci Gün Adventisleri vb.) düşüktür. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA) 2017 çalışmasında, Türkiye’de günlük veya 5-6 kez /hafta sert kabuklu meyve tüketen bireylerin sıklığı %16,70 olarak bildirilmiştir (Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı,

2019). Ancak sert kabuklu meyvelerin sağlıklı beslenmenin önemli bir bileşeni olarak kılavuzlara dahil edilmesinden dolayı gün geçtikçe tüketiminde artış olmaktadır (Hu & Willett, 2002; Ros, 2010). Sert kabuklu meyvelerin artan tüketimi ile üretim hacimlerinde artış yaşanmaktadır (Şahin, 2023) (Şekil 2.1.). Dünya çapında 2023/2024 döneminde sert kabuklu meyvelerin üretim hacmi, 17,20 milyon tondur. Bu dönem içerisinde sert kabuklu meyve üretiminin en büyük payını ceviz (%23) oluşturmaktadır. Cevizi sırasıyla; kaju (%23), badem (%20), Antep fıstığı (%8), fındık (%7) ve diğer sert kabuklu meyveler (%7) takip etmektedir. Diğer sert kabuklu meyveleri; Pikan ceviz, Macadamia fıstığı, Brezilya ceviz ve çam fıstığı oluşturmaktadır (Food and Agriculture Organization , 2025).



Şekil 2.1. Dünya sert kabuklu meyve üretimi (Food and Agriculture Organization , 2025).

ABD, 2023/2024 döneminde küresel sert kabuklu meyve üretiminin %39 oranla öncü olmaktadır. ABD’de, badem, Antep fıstığı ve ceviz en yaygın yetiştirilen sert kabuklu meyvelerdir. Çin, küresel payın %12’siyle ikinci sırada yer almaktadır. Çin, ceviz ve ceviz türlerinin üretiminde büyük bir katkıda bulunmaktadır. Türkiye, sert kabuklu meyvelerin küresel üretimine %10 ile katkıda bulunarak Çin’i takip etmektedir. Türkiye’de fındık ve Antep fıstığı sert kabuklu meyve üretiminin büyük bir kısmını oluşturmaktadır (International Nut and Dried Fruit Council, 2024). Ek olarak, Türkiye küresel fındık üretiminin %58’ini karşılamaktadır. Türkiye, Antep fıstığı ve ceviz üretimi açısından dünyada üçüncü sırada yer almaktadır (Food and Agriculture Organization , 2025).

Türkiye’de üretilen en önemli sert kabuklu meyveler: fındık, ceviz, Antep fıstığı ve bademdir (Bars, 2024). Türkiye İstatistik Kurumu (2025) verilerine göre 2023 yılında ülkemizde 1.427,16 ton sert kabuklu meyve üretimi gerçekleşmiştir (Tablo 2.1.). Türkiye’de 2023 yılında sert kabuklu meyve üretiminin büyük bir kısmını fındık (%46) oluşturmaktadır

ve bunu ceviz (%25), Antep fıstığı (%12), badem (%12) ve kestane (%5) takip etmektedir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2023). Türkiye’de üretilen sert kabuklu meyvelerin büyük bir kısmı ihraç edilmektedir. Bu nedenle sert kabuklu meyveler ekonomik açıdan Türkiye için büyük bir önem taşımaktadır (Şahin, 2023) (Tablo 2.1.).

Tablo 2.1. Türkiye sert kabuklu meyve verileri

Yıl	Üretim (Ton)	İthalat (ton)	İhracat (ton)	İnsan tüketimi (ton)	Kişi başı tüketim (kg)
2014	847,80	60,23	534,83	469,32	6,00
2015	1.123,75	94,99	577,10	598,15	7,60
2016	934,75	113,40	562,19	641,84	8,00
2017	1.115,90	142,43	669,05	631,45	7,80
2018	1.133,58	189,10	709,11	753,67	9,20
2019	1.308,70	161,18	776,58	740,15	8,90
2020	1.483,31	216,40	758,81	953,26	11,40
2021	1.384,15	210,89	893,90	814,41	9,60
2022	1.609,49	318,39	828,70	1.029,21	12,10
2023	1.427,16	359,84	848,99	988,37	11,60

(Türkiye İstatistik Kurumu, 2025).

Türkiye İstatistik Kurumu (2025) verilerine göre, 2023 yılında Türkiye’nin sert kabuklu meyvelerin toplam tüketimi 988,37 ton, kişi başına tüketim ise 11,60 kg’dır. Son on yıllık dönemde sert kabuklu meyvelerin toplam ve kişi başı tüketiminde dalgalanmalar tespit edilmektedir. Bunun sebebi enflasyon nedeniyle değişken gıda fiyatları gösterilmektedir (United States Department of Agriculture, 2024a) (Tablo 2.1.).

2.2. Sert Kabuklu Meyvelerin Besin Öge İçeriği

Sert kabuklu meyvelerin her biri, enerji yoğunluğu yüksek (500-700 kkal/100 g) gıdalardır. Genel olarak sert kabuklu meyveler, karbonhidrat içeriği düşük, doymamış yağ asitleri, vitaminler ve mineraller açısından zengin kaynaklardır. Ayrıca sert kabuklu meyveler, karotenoidler, antioksidanlar, fitosteroller ve fenolik bileşikler gibi biyoaktif bileşenleri yüksek oranda içeren besinlerdir (Sathe ve ark., 2009; Souza ve ark., 2015; Taş & Gökmen, 2017; Cardoso ve ark., 2017) .

2.2.1. Nem

Nem, bir besinin içerdiği toplam su miktarıdır (Mathlouthi, 2001). Nem içeriği, hasat zamanı, iklim koşulları ve depolamaya bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Kestane hariç sert kabuklu meyvelerin, nem içeriği %10’dan daha düşüktür (Sathe ve ark., 2009). Kestane, en yüksek nem içeriğine sahip sert kabuklu meyvedir (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024) (Tablo 2.2.). Food and Drug Administration (FDA-ABD Gıda ve İlaç Dairesi) sert kabuklu meyve yönetmeliğine göre, 25 °C de 0,70 su aktivitesine (a_w)

karşılık gelen %8'den az nem içeriği, sert kabuklu meyveler için güvenli nem aralığı olarak belirtilmektedir (Khir ve ark., 2013).

Tablo 2.2. Sert kabuklu meyvelerin nem içeriği

Sert Kabuklu Meyveler	Nem (g/100g)
Fındık	1,16
Antep Fıstığı	1,80
Çam Fıstığı	6,08
Badem	3,79
Kayısı Çekirdeği	4,49
Ceviz	3,63
Kaju	4,81
Brezilya cevizi	2,26
Macadamia fıncığı	1,83
Kestane	54,51
Pikan cevizi	5,61

(Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024; United States Department of Agriculture, 2024b).

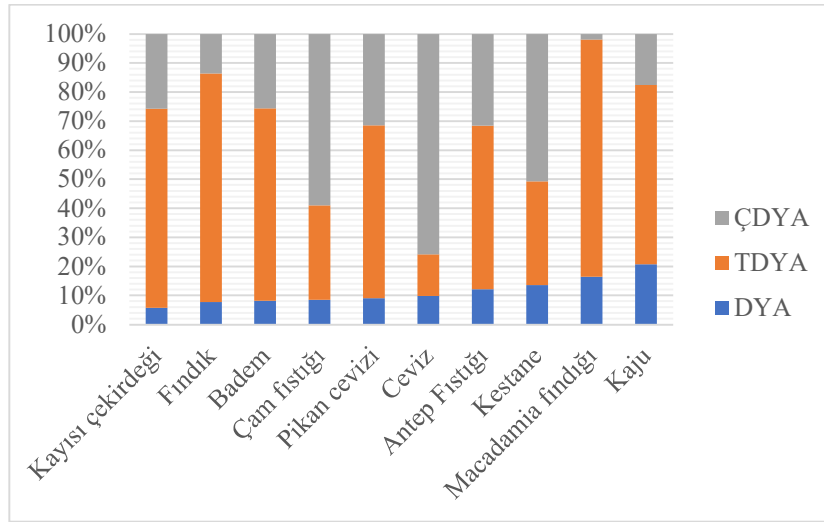
Sert kabuklu meyvelerin nem içeriği, fiziksel ve duysal kalite için önemlidir (Khir ve ark., 2013). Sert kabuklu meyvelerde düşük nem içeriği, mikrobiyal çoğalma ve biyokimyasal değişiklikleri azaltmaktadır. Bu sayede sert kabuklu meyvelerin raf ömrü uzun olabilmektedir (Sathe ve ark., 2009).

2.2.2. Yağ

Sert kabuklu meyvelerin, yağ miktarı %45,20-74,70 arasında değişiklik göstermektedir (Borges ve ark., 2007; Hayta & Alpaslan, 2011; Kornsteiner-Krenn ve ark., 2013; Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024). Kestane dışında yer alan sert kabuklu meyveler, yağ içeriği yüksek gıdalardır (Gray, 2012). Macadamia fıncığı, pikan cevizi, çam fıstığı, Brezilya cevizi ve fındık diğer sert kabuklu meyvelere oranla daha yüksek yağ içermektedir (Sathe ve ark., 2009) (Tablo 2.3.). Sert kabuklu meyvelerin toplam yağ içeriği, toprak, iklim ve yağ asit örüntüsüne bağlıdır (Alasalvar & Shahidi, 2009). Ek olarak, sert kabuklu meyvelerin olgunlaşması ile yağ içeriğinde artış olmaktadır (Gray, 2012).

Bitkisel yağ kaynağı olan sert kabuklu meyveler, sağlıklı yağ asit kompozisyonuna sahiptir (Ros ve ark., 2021). Sert kabuklu meyvelerin doymuş yağ asit (DYA) içeriği düşüktür (%4-16). Yağ içeriğinin yaklaşık olarak %50'sini doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır (Ros & Mataix, 2006). Sert kabuklu meyvelerde en yüksek DYA, palmitik asittir (C16:0). DYA miktarı en yüksek içeren sert kabuklu meyve, Brezilya cevizidir (%26,21) (Li & Hu, 2011). En yüksek TDYA oranına sahip sert kabuklu meyveler, Macadamia fıncığı, fındık ve kayısı çekirdeğidir (Kırca ve ark., 2018). Macadamia fıncığı, fındık, badem ve kaju dışındaki sert

kabuklu meyvelerde, ÇDYA daha yüksek oranlarda bulunmaktadır (Li & Hu, 2011). Ceviz, en yüksek ÇDYA içeriğine sahip sert kabuklu meyvedir (Gray, 2012) (Şekil.2.2.).



Şekil. 2.2. Sert kabuklu meyvelerin % yağ asit profili (Borges ve ark., 2007; Hayta & Alpaslan, 2011; Ros ve ark., 2021).

Sert kabuklu meyvelerin yağ asit profilinde, oleik (C18:1), linoleik (C18:2) ve palmitik asit (C16:0) baskın olmaktadır (Gonçalves ve ark., 2023). Fındık ve fındık türleri, oleik asit içeriği bakımından zengindir (Kırca ve ark., 2018). Ceviz, linolenik asit içeriği en yüksek sert kabuklu meyvedir (Kırca, 2023). Ek olarak, ceviz en yüksek ω -3: ω -6 oranına sahip sert kabuklu meyvedir (Hayes ve ark., 2016). Sert kabuklu meyvelerin yağ asit kompozisyonları Tablo 2.3.'te yer almaktadır.

Tablo 2.3. Sert kabuklu meyvelerin yağ ve yağ asit içeriği

Sert Kabuklu Meyveler	Yağ ve Yağ Asitleri (%)						
	Toplam Yağ	Palmitik (C16:0)	Palmitoleik (C16:1)	Stearik (C18:0)	Oleik (C18:1)	Linoleik (C18:2)	Linolenik (C18:3)
Fındık	61,28	3,30	0,08	1,37	47,30	6,09	0,01
Antep Fıstığı	51,15	4,05	0,26	1,07	35,26	7,65	0,13
Çam Fıstığı	66,66	4,05	0,00	2,21	24,13	20,93	0,36
Badem	50,22	3,14	0,21	0,63	33,01	10,99	0,00
Kayısı Çekirdeği	48,36	4,40	0,10	1,40	69,30	26,00	0,10
Ceviz	64,82	3,97	0,05	3,63	10,62	35,47	6,18
Kaju	45,20	10,10	0,70	7,00	62,00	18,70	0,10
Brezilya cevizi	66,40	16,90	0,50	0,00	26,10	55,6	0,10
Macadamia fındığı	74,70	9,70	19,20	3,50	60,10	0,00	0,20
Kestane	2,57	12,54	0,74	0,72	34,16	44,33	5,38
Pıkan cevizi	69,91	3,88	0,00	1,42	35,82	20,57	1,05

(Borges ve ark., 2007; Hayta & Alpaslan, 2011; Kornsteiner-Krenn ve ark., 2013; Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

Sert kabuklu meyvelerdeki TDYA ve ÇDYA miktarları, besin değeri ve ekonomi için önemli bir kriterdir. Düşük miktarda ÇDYA içeren sert kabuklu meyvelerin raf ömrü daha

uzundur. Ancak yüksek ÇDYA içeren sert kabuklu meyveler, sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle daha fazla tercih edilmektedir (Yiğit ve ark., 2005).

2.2.3. Protein

Sert kabuklu meyveler, protein içeriğiyle başlıca bitkisel bazlı diyetler olmak üzere sağlıklı beslenmenin önemli bir bileşenidir. Kestane dışındaki sert kabuklu meyveler, yüksek oranda protein (%7,79-24,13) içermektedir (Freitas ve ark., 2012) . Kayısı çekirdeği (%24,13), badem, Antep fıstığı ve kaju en yüksek protein içeriğine sahip sert kabuklu meyvelerdir (Tablo. 2.4.). Protein içeriklerine ilişkin farklılıklar, tohum çeşidi, hasat zamanı, depolama ve işleme yöntemleri gibi faktörlerden etkilenmektedir (Bolling ve ark., 2011).

Sert kabuklu meyve türlerinde esansiyel (triptofan, treonin, izolösin, lösin, lizin, metiyonin, fenilalanin, valin ve histidin) ve esansiyel olmayan amino asit miktarlarında önemli farklılıklar var olmaktadır (Hou & Wu, 2018; Venkatachalan & Sathe, 2006). Sert kabuklu meyvelerde, glutamik asit ve aspartik asit daha baskın olmaktadır (Sathe ve ark., 2009). Esansiyel olmayan amino asitler içerisinde en önemlisi olan glutamik asit, sert kabuklu meyvelerde 0,02-5,71 g/100 g arasında değişiklik göstermektedir. Aspartik asit miktarı ise 0,03-2,44 g/100 g arasında değişmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024; United States Department of Agriculture, 2024b). Diğer bitkisel protein kaynaklarına kıyasla sert kabuklu meyveler, daha yüksek oranda arjinin içermektedir (Ternus ve ark., 2009). Sert kabuklu meyvelerin arjinin miktarı, 0,12-2,14 g /100 g arasında değişkenlik göstermektedir (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024; United States Department of Agriculture, 2024b)(Tablo. 2.4.).

Lösin, sert kabuklu meyvelerde en yüksek oranda bulunan esansiyel amino asittir. Lösin'i, fenilalanin ve valin takip etmektedir. Kaju, bu önemli üç esansiyel amino asiti en yüksek miktarda içeren sert kabuklu meyvedir (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024; United States Department of Agriculture, 2024b) (Tablo. 2.4.).

Tablo 2.4. Sert kabuklu meyvelerin protein ve amino asit içeriği.

Protein ve amino asitler (g/100g)	Sert kabuklu meyveler									
	Fındık	Antep Fıstığı	Çam Fıstığı	Badem	Ceviz	Kaju	Brezilya cevizi	Macadamia fıncığı	Kestane	Pıkan cevizi
Protein	14,24	17,64	11,82	20,57	14,57	17,40	15,00	7,79	1,01	9,51
Triptofan	0,24	0,27	0,28	0,32	0,35	0,29	0,14	0,07	0,02	0,18
Treonin	0,25	0,37	0,31	0,50	1,08	0,69	0,37	0,40	0,06	0,17
İzolosin	0,35	0,49	0,49	0,71	0,57	0,70	0,52	0,31	0,06	0,26
Lösin	0,70	0,97	0,91	1,32	0,97	1,47	1,19	0,60	0,10	0,49
Lizin	0,67	1,49	0,57	0,85	0,35	0,93	0,49	0,02	0,10	0,20
Metiyonin	0,15	0,21	0,16	0,25	0,18	0,36	1,12	0,02	0,04	0,07
Sistin	0,18	0,12	0,06	0,19	0,11	0,39	0,31	0,01	0,05	0,13
Fenilalanin	0,50	0,72	0,51	1,04	0,65	0,95	0,64	0,67	0,07	0,36
Tirozin	0,30	0,40	0,61	0,56	0,45	0,51	0,42	0,51	0,15	0,19
Valin	0,42	0,63	0,75	0,68	0,66	1,09	0,76	0,36	0,09	0,33
Arjinin	0,70	1,28	1,47	0,78	0,72	2,12	2,14	1,40	0,12	0,21
Histidin	0,28	0,41	0,35	0,62	0,54	0,46	0,41	0,20	0,05	0,22
Alanin	0,36	0,58	0,60	0,72	0,54	0,84	0,61	0,39	0,11	0,26
Aspartik asit	2,44	1,03	0,48	1,91	1,38	1,80	1,32	1,10	0,03	0,80
Glutamik asit	4,77	5,71	2,26	5,02	2,56	4,51	3,19	2,27	0,02	1,40
Glisin	0,42	0,61	0,59	1,40	0,80	0,94	0,73	0,45	0,08	0,44
Prolin	0,47	0,57	0,55	1,02	0,84	0,81	0,71	0,47	0,09	0,53
Serin	0,45	0,94	0,66	0,86	1,11	1,08	0,68	0,42	0,08	0,42

(Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024; United States Department of Agriculture, 2024b).

Besinlerin protein kalitesini, esansiyel amino asit miktarı ve protein sindirilebilirliği belirlemektedir (Hertzler ve ark., 2020). Sert kabuklu meyvelerin, protein sindirilebilirliği yaklaşık olarak %90'dır (Joye, 2019). Ancak sert kabuklu meyveler bazı esansiyel amino asitleri eksik ya da yeteri miktarda içermemektedir. Bu nedenle sert kabuklu meyvelerin protein kalitesi, hayvansal kaynaklı gıdalar kadar yüksek değildir (Hertzler ve ark., 2020).

Sert kabuklu meyveler, bazı insanlarda alerjik reaksiyonlara neden olmaktadır. Sert kabuklu meyvelerin içerdiği depo proteinler, alerjik etkilerden sorumludur. Sert kabuklu meyve alerjisinde rol oynayan proteinler; 2S albüminler, globulinler, profilinler, spesifik olmayan lipid transfer proteinleri (nsLTP), patogenezle ilişkili protein-10 (PR-10) ve oleosinler'dir (Luparelli ve ark., 2022).

2.2.4. Karbonhidrat

Sert kabuklu meyveler, karbonhidrat içeriğine sahiptir (Sathe ve ark., 2009). Kestane, en yüksek karbonhidrat içeriğine sahip sert kabuklu meyvedir. Karbonhidrat içeriği en düşük sert kabuklu meyveler; kayısı çekirdeği, çam fıstığı, ceviz, pikan cevizi ve fındıktır (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024; United States Department of Agriculture, 2024b) (Tablo 2.5.). Sert kabuklu meyvelerin karbonhidrat içeriği tohum çeşidine, genotipine, yetiştirme ortamına ve olgunlaşmaya bağlı olarak önemli derecede değişmektedir (Alasalvar ve ark., 2003; Rabadán ve ark., 2019; Sathe ve ark., 2009).

Tablo 2.5. Sert kabuklu meyvelerin karbonhidrat ve posa içeriği

Sert kabuklu meyveler	Karbonhidrat (g/100g)	Posa (g/100g)
Fındık	5,36	15,47
Antep Fıstığı	10,56	13,54
Çam Fıstığı	2,87	7,95
Badem	10,86	12,00
Kayısı Çekirdeği	2,52	17,67
Ceviz	3,68	11,50
Kaju	36,30	4,10
Brezilya cevizi	21,60	6,00
Macadamia fındığı	24,10	7,60
Kestane	39,28	3,32
Pikan cevizi	4,74	8,25

(Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024; United States Department of Agriculture, 2024b).

Sert kabuklu meyvelerin karbonhidrat içeriği, posadan ve basit karbonhidratlardan oluşmaktadır. Sükroz, sert kabuklu meyvelerdeki toplam karbonhidratın yaklaşık %95'ini oluşturmaktadır. Sert kabuklu meyvelerde monosakkarit olarak en çok glikoz bulunmaktadır ve bunu maltoz, fruktoz ve diğer monosakkaritler takip etmektedir (Alasalvar ve ark., 2003; Sathe ve ark., 2009).

Posa içeriği bakımından kestane, en düşük; kayısı çekirdeği ise en yüksek posa içeriğine sahiptir (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024; United States Department of Agriculture, 2024b) (Tablo 2.5.). Sert kabuklu meyveler günlük önerilen 1 porsiyon (30g) tüketimi ile bu miktarın günlük posa tüketim önerisinin yaklaşık %5-35'ini karşılanabilmektedir (Sanyal & Bishi, 2021) .

2.2.5. Vitaminler

Sert kabuklu meyveler, vitamin içeriği yüksek gıdalardır (Zhou ve ark., 2025) . Sert kabuklu meyvelerde genel olarak E vitamini, tiamin (B1 vitamini), riboflavin (B2 vitamini), niasin (B3 vitamini) ve folat (B9 vitamini) içeriği yüksektir (Ayaz, 2012). Antep fıstığı, badem, çam fıstığı ve ceviz B vitaminlerini yüksek oranda içermektedir (Gonçalves ve ark., 2023). Macadamia fıncığı, en yüksek tiamin içeriğine sahip sert kabuklu meyvedir. Çam fıstığı ve ceviz, en yüksek niasin içeriğine sahipken, Antep fıstığı en yüksek piridoksin (B6 vitamini) içeriğine sahip olan sert kabuklu meyvedir. Sert kabuklu meyveler, tiamin, niasin ve ve piridoksin için birincil kaynaklar bulunmadığında alternatif kaynak olarak kullanılabilir (Sathe ve ark., 2009; Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024; United States Department of Agriculture, 2024b). Badem, riboflavin içeriği en yüksek sert kabuklu meyvedir. Folat içeriği yüksek olan sert kabuklu meyveler ise kestane, fıncık ve cevizdir (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024; United States Department of Agriculture, 2024b) (Tablo 2.6).

E vitamini, antioksidan aktivite gösteren yağda çözünebilir bir vitamindir. E vitamini; α -, β -, γ - ve δ -tokoferollerden oluşmaktadır. Sert kabuklu meyvelerde, α -tokoferol yüksek oranlarda bulunmaktadır (Olas, 2024) . Sert kabuklu meyveler arasında badem, en yüksek α -tokoferol içeriğine sahip besindir (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024) (Tablo 2.6.). Ceviz ise γ -tokoferol (20,80 mg/100 g) içeriği en yüksek sert kabuklu meyvedir (United States Department of Agriculture, 2024b). Yetişkin bireylerde günlük E vitamini gereksinimi 15 mg'dır. Sert kabuklu meyveler, günlük önerilen tüketim miktarı (30 g) ile de bu gereksinimi büyük oranda karşılayabilmektedir (Ayaz, 2012; Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, 2022).

Genel olarak sert kabuklu meyveler, K vitamini içeriği düşük gıdalardır. Ancak çam fıstığı ve kaju büyük miktarlarda tüketildiğinde, oral antikoagülanlarla potansiyel bir etkileşim yaratabilecek oranda K vitamini (filokinon) içermektedir. Çam fıstığı ve kaju sırasıyla 53,90 μ g /100g ve 34,10 μ g /100g K vitamini (filokinon) içermektedir. Diğer sert

kabuklu meyvelerin, K vitamini içeriği çok düşüktür (Dismore ve ark., 2003; United States Department of Agriculture, 2024b) .

Tablo 2.6. Sert kabuklu meyvelerin vitamin içeriği (100 g'da)

Sert kabuklu meyveler	Tiamin (mg)	Riboflavin (mg)	Niasin (mg)	Piridoksin (mg)	Folat (µg)	C vitamini (mg)	α-tokoferol (mg)
Fındık	0,32	0,14	1,20	0,55	64	6,30	1,19
Antep Fıstığı	0,67	0,23	1,41	1,61	44	5,60	1,48
Çam Fıstığı	0,60	0,20	7,00	0,09	34	0,80	9,42
Badem	0,20	0,80	3,53	0,14	44	0,00	24,79
Kayısı Çekirdeği	0,16	0,18	2,03	-	-	1,05	2,05
Ceviz	0,32	0,14	6,99	0,55	64	1,30	1,19
Kaju	0,42	0,06	1,06	0,42	25	0,50	0,90
Brezilya cevizi	0,52	0,04	0,30	0,10	22	0,70	5,65
Macadamia fıncığı	1,20	0,16	2,47	0,28	11	1,20	0,54
Kestane	0,02	0,05	1,19	0,27	68	4,00	0,41
Pikan cevizi	0,48	0,12	1,15	0,20	22	1,10	1,28

(Alpaslan & Hayta, 2006; Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024; United States Department of Agriculture, 2024b).

Sert kabuklu meyvelerde, antioksidan vitaminlerin (A, C ve E vitaminler) büyük bir kısmı genellikle zar tabakasında veya kabukta bulunmaktadır (Blomhoff ve ark., 2006; Andrés ve ark., 2024). Sert kabuklu meyvelerin kabukları çıkarıldıktan sonra antioksidan vitaminlerin %50'si veya daha fazlası kaybolmaktadır. Bu yüzden kabuksuz satılan sert kabuklu meyveler, kabuklu satılan sert kabuklu meyvelere kıyasla daha düşük antioksidan vitamin içermektedir (Blomhoff ve ark., 2006). Ek olarak, Antep fıstığında doğal olarak gelişen kabuk ayrılması veya çatlaması da antioksidan vitaminlerin içeriğini azaltmaktadır (Seeram ve ark., 2006). İstisnai olarak, cevizde kabuk kısmının ayrılması ile antioksidan vitaminlerde %10 kayıp olmaktadır. Bunun sebebi cevizde, antioksidan vitamin içeriğinin büyük bir kısmının zar tabakasında bulunmasıdır (Blomhoff ve ark., 2006) .

2.2.6. Mineraller

Mineral içeriği, besinlerin yakma işlemiyle elde edilen inorganik madde (kül) miktarıdır (Yada ve ark., 2011). Sert kabuklu meyvelerde kül içeriği, %0,94-4,62 arasında değişiklik göstermektedir. Çam fıstığı, en yüksek kül içeriğine sahip sert kabuklu meyvedir (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024) (Tablo 2.7.).

Sert kabuklu meyveler, hem makro mineraller (fosfor, kalsiyum, potasyum ve magnezyum) hem de mikro mineraller (çinko, demir, bakır, selenyum ve mangan)

bakımından zengin besinlerdir (Rodushkin ve ark., 2011). Çoğu bitkisel besinlerde olduğu gibi düşük miktarda sodyum içermektedir (Karppanen ve ark., 2005).

Sert kabuklu meyveler, magnezyum, potasyum, fosfor ve kalsiyum makro minerallerini yüksek oranda içermektedir (Sathe ve ark., 2009; Üstün & Karaosmanoğlu, 2017). Sert kabuklu meyve türlerinde bu minerallerin miktarlarında değişiklik görülmektedir (Woźniak ve ark., 2022) (Tablo 2.7.). Genel olarak badem, diğer sert kabuklu meyve türlerine kıyasla makro element içeriği yüksektir (Woźniak ve ark., 2022). Brezilya cevizi, fosfor ve magnezyum içeriği en yüksek sert kabuklu meyvedir (United States Department of Agriculture, 2024b). Brezilya cevizi (30 g), günlük önerilen magnezyum alım miktarının yaklaşık %26'sını karşılayabilecek kadar magnezyum içermektedir (Olas, 2024). Antep fıstığı ve kayısı çekirdeği, potasyum içeriği yüksek sert kabuklu meyvelerdir (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024). Badem, süt ürünleri dışında en yüksek kalsiyum içeriğine sahip sert kabuklu meyve olmaktadır (Sathe ve ark., 2009). Ancak bademdeki kalsiyum, süte göre vücutta biyoyararlanımı sınırlıdır (Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, 2022).

Çinko içeriği bakımından, çam fıstığı, kaju ve pıkan cevizi iyi bir çinko kaynağıdır (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024) . Demir ve bakır içeriği en yüksek sert kabuklu meyve ise kajudur (United States Department of Agriculture, 2024b). Günde 30 g kaju tüketimi ile günlük önerilen bakır alım miktarının %30'unu karşılanabilmektedir (Olas, 2024). Çam fıstığı ise mangan içeriği en yüksek sert kabuklu meyvedir (United States Department of Agriculture, 2024b) (Tablo 2.7.).

Brezilya cevizi, yüksek oranda selenyum içermesi ve biyoyararlanımı yüksek olan selenometiyonin içeriğinin fazla olması nedeniyle en iyi selenyum kaynağı olarak kabul edilmektedir (Thomson ve ark., 2008). Brezilya cevizinin tek bir tanesi (≈ 5 g), günlük önerilen selenyum alım miktarının yaklaşık %160'ını karşılayabilmektedir (Yang, 2009).

Tablo 2.7. Sert kabuklu meyvelerin kül ve mineral içeriği (100 g'da)

Sert kabuklu meyveler	Kül (g)	Fosfor (mg)	Kalsiyum (mg)	Magnezyum (mg)	Potasyum (mg)	Sodyum (mg)	Çinko (mg)	Demir (mg)	Bakır (mg)	Selenyum (µg)	Mangan (mg)
Fındık	2,39	318	142	149	593	3	2,18	3,22	1,72	2,50	6,18
Antep Fıstığı	2,61	470	117	127	869	6	2,70	2,78	1,30	5,40	1,20
Çam Fıstığı	4,62	540	9	206	655	<2,50	5,71	5,36	1,32	0,70	8,80
Badem	3,06	645	247	303	794	4	3,74	5,26	1,03	6,20	2,18
Kayısı Çekirdeği	2,84	554	136	282	830	33	4,39	3,42	1,05	3,90	0,48
Ceviz	1,81	365	103	165	437	3	3,00	2,34	1,59	3,10	3,41
Kaju	2,60	532	42	251	638	5	5,07	5,99	2,20	20,70	1,66
Brezilya cevizi	3,63	707	168	351	592	<2,50	3,82	2,47	1,74	280,00	1,22
Macadamia fındığı	1,36	208	53	107	373	<2,50	1,20	1,88	0,76	32,60	4,13
Kestane	0,94	130	25	41	486	2	0,39	0,93	0,59	<3,00	2,60
Pikan cevizi	1,98	297	59	138	593	4	5,02	2,39	1,20	4,00	4,50

(Alpaslan & Hayta, 2006; Thakur ve ark., 2019; Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024; United States Department of Agriculture, 2024b).

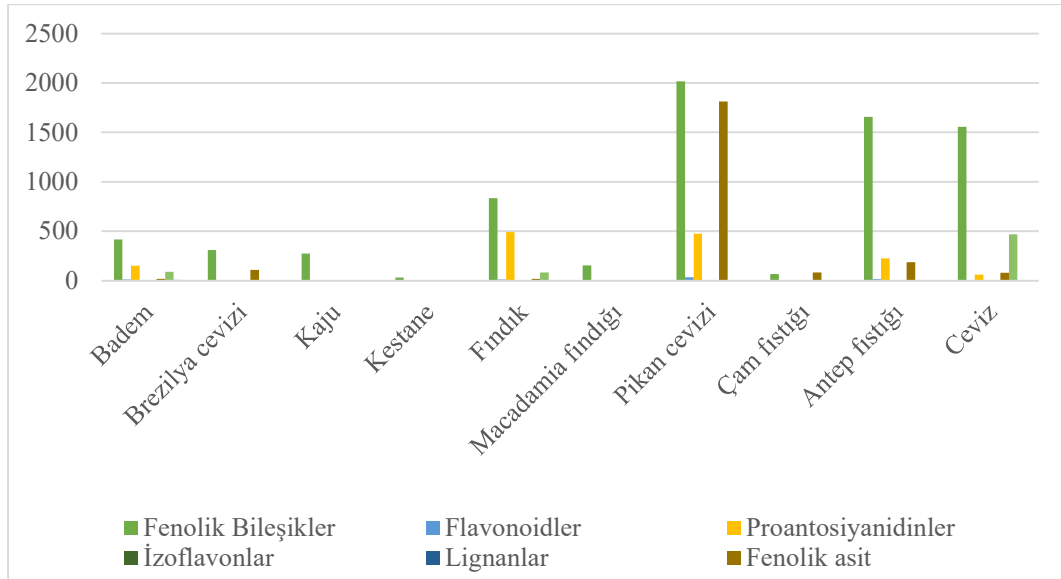
2.2.7. Biyoaktif bileşenler

Biyoaktif bileşenler, bitkisel kaynaklı besinlerde yüksek oranda bulunan metabolitlerdir. Bitkinin büyüme ve gelişiminde büyük rol oynayan biyoaktif bileşenler, besine kendine özgü tat, koku ve renk kazandırmaktadır (Barut-Uyar & Sürücüoğlu, 2011). Biyoaktif bileşenlerin çoğu tanımlanmamış olsa da çözünür posa, bitki stanol ve steroller, polioller, karotenoidler, sfingolipidler ve fenolik bileşikler bu grupta yer almaktadır (Ashwell, 2002; Liu, 2004; Bahadoran ve ark., 2013; Alasalvar ve ark., 2020).

Sert kabuklu meyveler, baharatlar ve meyvelerden sonra en fazla biyoaktif bileşen içeriğine sahip bitkisel besinlerdir (Pérez-Jiménez ve ark., 2010). Biyoaktif bileşikler arasında yer alan fenolik bileşikler, sert kabuklu meyveler için önemli bir gruptur. Fenolik bileşikler; flavonoidler, lignanlar, izoflavonlar, fenolik asitler, kumarinler, stilbenler, tanenler, fenilpropanoidler, kinonlar ve ksantonlar olarak alt gruplara ayrılmaktadır (Bolling ve ark., 2011; Murthy & Bapat, 2020).

Sert kabuklu meyve türleri arasında fenolik bileşik konsantrasyonlarında farklılıklar görülmektedir (Gülsünoğlu-Çalışkan, 2021). Pikan cevizi başta olmak üzere çeşitli ceviz türleri, fenolik bileşik içeriği yüksek olan sert kabuklu meyvelerdir. Ceviz ve ceviz türlerini sırasıyla Antep fıstığı, fındık ve badem takip etmektedir (Alasalvar ve ark., 2020) (Şekil 2.3.). Sert kabuklu meyvelerde fenolik bileşikler, yüksek oranda kabukta veya zarda bulunmaktadır (Jakobek, 2015). Bu nedenle sert kabuklu meyve türlerinde fenolik bileşik miktarı, kabuk veya zar kısım oranlarındaki farklılıklar nedeniyle değişiklik gösterebilmektedir. Bu durum, kalın bir kabuğa sahip olan ve önemli ölçüde kabuk kalınlığında farklılıkları olan bademde belirgin olmaktadır (Bodoira & Maestri, 2020).

Sert kabuklu meyve türleri genellikle fenolik asit, proantosiyanidin, flavonoid ve tanen içeriği bakımından zenginken lignan ve stilbenler içeriği bakımından fakirdir (Gu ve ark., 2004; Gülsünoğlu-Çalışkan, 2021) (Şekil 2.3.). Pikan cevizi, en yüksek fenolik asit içeriğine sahip sert kabuklu meyvedir (Alasalvar ve ark., 2020) (Şekil 2.3). Sert kabuklu meyve türlerinde genellikle fenolik asit olarak, vanilik, kafeik, sinapik, sirinik ve gallik asit bulunmaktadır (Bodoira & Maestri, 2020). Ceviz ve pikan cevizi, gallik asit ve ellagik asit bakımından zengin sert kabuklu meyvelerdir (Fukuda, 2009; Jia ve ark., 2018). Antep fıstığı, gallik asit bakımından zenginken Brezilya cevizi, gallik asitin yanında protokateşik ve vanilik asit açısından da zengindir (John & Shahidi, 2010; Tomaino ve ark., 2010; Cardoso ve ark., 2017).



Şekil 2.3. Sert kabuklu meyvelerde fenolik bileşik içeriği (mg/100g) (Alasalvar ve ark. 2020)

Proantosiyanidinler; üzüm çekirdeği başta olmak üzere sebzeler, meyveler, tohumlar ve sert kabuklu meyvelerde bulunan doğal bileşenlerdir (Fine, 2000; Leigh, 2003). Antep fıstığı, badem, fıncık ve ceviz proantosiyadinler bakımından zengindir (Gu ve ark., 2004). Fındık, en yüksek proantosiyanidin içeriğine sahip sert kabuklu meyvedir (Alasalvar ve ark., 2020) (Şekil 2.3). Brezilya cevizi ve Macadamia fıncığı hariç tüm sert kabuklu meyveler flavonoid içermektedir (Bolling ve ark., 2010). Kateşin, epikateşin ve gallik asit, sert kabuklu meyvelerde yüksek oranda bulunan flavonoidlerdir (Harnly ve ark., 2006). Antep fıstığı, bu flavonoidleri en yüksek oranda içeren sert kabuklu meyvedir (Fabani ve ark., 2013). Antep fıstığını sırasıyla fıncık, ceviz ve kaju takip etmektedir (Chandrasekara & Shahidi, 2011; Del Rio ve ark., 2011; Labuckas ve ark., 2016). Badem ise flavonoid içeriği olarak kuersetin, kaempferol, izorhamnetin ve flavonon bakımından zengindir (Milbury ve ark., 2006; Bolling ve ark., 2010).

Sert kabuklu meyveler kolesterol içmez. Ancak sert kabuklu meyveler kolesterol olmayan bitki sterollerini veya diğer bilinen adıyla fitosterollerini, önemli miktarda içermektedir (Segura ve ark., 2006). Antep fıstığı en yüksek fitosterol içeriğine sahip sert kabuklu meyvedir. En düşük fitosterol içeriğine sahip sert kabuklu meyve ise Brezilya cevizidir (Kornsteiner-Krenn ve ark., 2013).

Bitki hücrelerinde fitosterollere dönüşen skualen, bazı sert kabuklu meyve türlerinde önemli miktarlarda bulunmaktadır (Yang, 2009). Brezilya cevizi, pıkan cevizi, am fıstığı, Antep fıstığı ve kestane iyi bir skualen kaynağıdır (Rosales-Garcia ve ark., 2017). En yüksek

skualen içeriğine sahip sert kabuklu meyve, Brezilya cevizidir (1377,8 µg/g). En düşük skualen içeriğine sahip sert kabuklu meyve ise cevizdir (9,4 µg/g) (Yang, 2009).

2.3. Sert Kabuklu Meyveler ve Sağlık

Sert kabuklu meyveler, “fonksiyonel gıdalar” olarak adlandırılmaktadır. Günlük ihtiyaç duyulan besin öğelerini yeterli düzeyde içererek insan sağlığı üzerinde olumlu etkide bulunurlar (Polat ve ark., 2023). Sert kabuklu meyvelerin sağlık üzerindeki etkileri genellikle içerdiği yağ asit profili ile ilişkilendirilmektedir. Ancak yağ asit profiline ek olarak sert kabuklu meyveler içerdiği karotenoidler, B vitaminleri, tokoferoller, fitosteroller ve fenolik bileşikler ile de sağlık üzerine olumlu etkiler yaratmaktadır (Kris-Etherton ve ark., 2008; Bolling ve ark., 2010; Alasalvar & Bolling, 2015).

Sağlıklı, yeterli ve dengeli bir beslenmenin ayrılmaz bir parçası olarak yetişkin bireyler için günlük olarak 1 porsiyon (30 g) sert kabuklu meyve tüketilmesi önerilmektedir. Porsiyon miktarı, yaş ve cinsiyete bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Çocuklar, adolesanlar ve yetişkinler için günlük önerilen porsiyon miktarları ayrıntılı biçimde Tablo 2.8.’de belirtilmektedir. Bu porsiyonlara karşılık gelen ağırlıklar ve ölçüler ise Tablo 2.9.’da gösterilmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, 2022).

Tablo 2.8.Sert kabuklu meyveler için önerilen günlük porsiyon miktarları

Cinsiyet	Yaş	Sert Kabuklu Meyve (Porsiyon/gün)	
		Alt Porsiyon Miktarı	Üst Porsiyon Miktarı
Erkek	2-3	1/8	1/3
	4-6	1/4	1/2
	7-10	1/2	1
	11-14	1/2	1
	15-18	1	1 1/3
	18-49	1/2	1
	50-70	1/2	1
	70 ≤	1/2	1
Kadın	2-3	1/8	1/3
	4-6	1/4	1/2
	7-10	1/2	1
	11-14	1/2	1
	15-18	1/2	1
	18-49	1/2	1
	50-70	1/2	1
	70 ≤	1/2	1

(Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, 2022).

Tablo 2.9. Sert kabuklu meyvelerin standart porsiyonlarına karşılık gelen ağırlıkları ve ölçüleri

Standart Porsiyon	Net ağırlık (g) ve ölçüler				Kabuklu ağırlık (g) ve ölçüler
	Ceviz	Badem	Kaju	Fındık	Antep Fıstığı
1½ porsiyon	40 g	40 g	40 g	40 g	75 g
	14-18 adet yarım	34-36 adet	25-26 adet	38-40 adet	2,5 avuç
1 porsiyon	30 g	30 g	30 g	30 g	57 g
	1 avuç /10-13 adet yarım	1 avuç /24-26 adet	1 avuç /18-20 adet	1 avuç /28-30 adet	2 avuç
¾ porsiyon	25 g	25 g	25 g	25 g	34 g
	9-10 adet yarım	20-22 adet	16-17 adet	23-25 adet	1.5 avuç
2/3 porsiyon	20 g	20 g	20 g	20 g	27 g
	7-8 adet yarım	17-18 adet	12-13 adet	19-20 adet	1/3 kupa
½ porsiyon	15 g	15 g	15 g	15 g	28 g
	5-7 adet yarım	12-13 adet	9-10 adet	14-15 adet	1 avuç

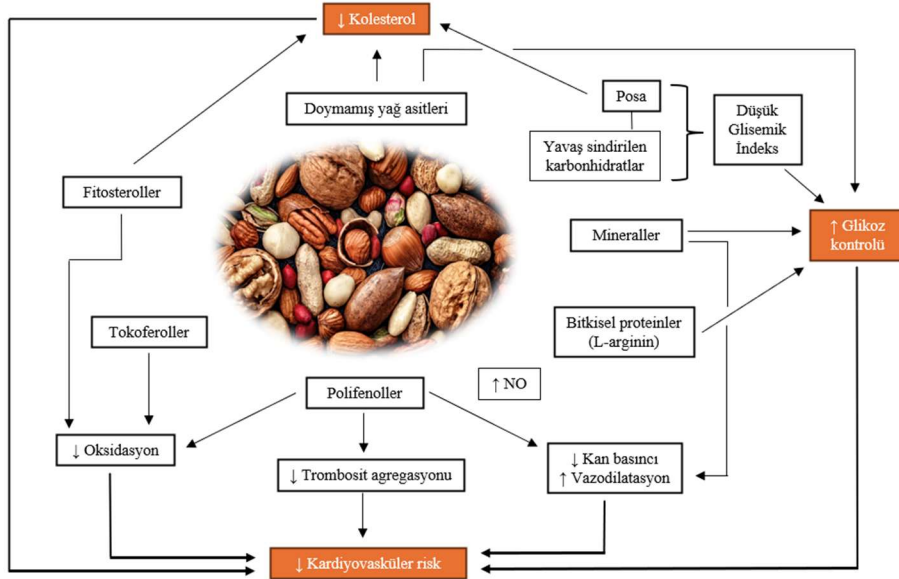
*Avuç ölçüleri, yaklaşık değerler olmaktadır ve avuca göre miktar farklılığı olabilmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, 2022).

Sert kabuklu meyveler içerisindeki besin öğeleri; doku onarımı, hücre yenilenmesi, eritrosit yapımı, hormon üretiminin başlanması, bağışıklık düzenlenmesi, sinir iletimi, kas kasılması, bilişsel performans ve beyin gelişimi gibi çeşitli sistemleri etkileyebilmektedir (Fraga, 2005; Siddiqui ve ark., 2014; Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, 2022). Bu nedenle sert kabuklu meyveler kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, obezite, kanser, kemik demineralizasyonu, safra taşı ve inflamasyona karşı koruma sağlayabilmektedir (Segura ve ark., 2006; Sabaté ve Ang, 2009).

2.3.1. Kardiyovasküler hastalıklar

Sert kabuklu meyvelerde epidemiyolojik çalışmaların ana odak noktası, kardiyovasküler hastalıklardır (Becerra-Tomás ve ark., 2019). Bunun nedeni 2003 yılında FDA tarafından sert kabuklu meyvelerin kalp hastalığı riskini azaltabileceğini kabul edilen bir sağlık beyanının yayınlanması ve bunu takiben sert kabuklu meyvelerin çeşitli sağlık kılavuzlarına dahil edilmesidir (Cardoso ve ark., 2017; Food and Drug Administration, 2003).

Sert kabuklu meyvelerin kardiyovasküler hastalıklardan koruma mekanizmalarında, besin öge etkileşimleri yer almaktadır (Ros, 2010). Bu besin öğelerinin genel olarak, kolesterol düşürücü, anti- inflamatuvar, antioksidan, anti-aritmik ve damar endotelinde iyileşme gibi etkileri var olmaktadır (Lee ve ark., 2011) (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Sert kabuklu meyvelerin kardiyovasküler riskten korumadaki potansiyel mekanizmaları (Alasalvar ve ark., 2020)

Sert kabuklu meyvelerde yüksek oranda bulunan TDYA, serum kolesterolün düşürülmesinde ve yüksek yoğunluklu lipoprotein (high density lipoprotein-HDL) kolesterol oranının korunmasında yardımcı olmaktadır (Azadmard-Damirchi ve ark., 2011) (Şekil 2.4.). Ceviz türlerinde yüksek oranda bulunan ÇDYA, LDL (low density lipoprotein-LDL) kolesterolün düşürülmesini sağlayabilmektedir (Banel & Hu, 2009; Kris-Etherton, 2014).

Sert kabuklu meyvelerde bulunan polifenoller, fitosteroller ve tokoferoller, vücutta antioksidan ve anti-inflamatuar etki yaratmaktadır (Chen & Blumberg, 2008). Polifenoller, vazodilatör, antitrombotik, anti-inflamatuar, anti-aterojenik, anti-apoptotik, antioksidan ve hipolipidemik etkilere yol açarak kardiyovasküler riskin azalmasını sağlayabilmektedir (Wilcox ve ark., 2001; Pérez-Vizcaíno ve ark., 2002; Pal ve ark., 2003; Williams ve ark., 2004; Williams ve ark., 2004; Schroeter ve ark., 2006; Quiñones ve ark., 2013). Polifenoller antioksidan etkisi ile nitrik oksit'in (NO) yok eden oksijen radikallerinin azalmaktadır. Bu sayede polifenoller vazodilatör etki göstererek kan basıncının düşmesini sağlayabilmektedir (Wallerath ve ark., 2002; Mattagajasingh ve ark., 2007; Zhang ve ark., 2008; Li ve ark., 2012). Ayrıca ateroskleroz gelişiminde rol oynayan trombosit agregasyonu, polifenollerin anti-agregan etkisi ile inhibe edilebilmektedir (Manna ve ark., 2000; Yeung ve ark., 2004; Kundu ve ark., 2006; Labinsky ve ark., 2006; Csiszar ve ark., 2008; Pallarès ve ark., 2012). Polifenoller gibi fitosteroller de kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde önemli bileşendir. Fitosteroller, yapısal olarak kolesterol ile benzerdir. Bu nedenle fitosteroller kolesterolün bağırsakta emilimini engelleyerek, toplam kolesterolün ve LDL kolesterol düzeylerinin azalmasını sağlamaktadır (Ryan ve ark., 2006). Tokoferoller ise düşük miktarda

alındıklarında bile kardiyovasküler hastalık riskini azaltan antioksidanlardır. Tokoferoller, aterojenik süreçte yer alan LDL oksidasyonunu inhibe edebilmektedir (Kornsteiner ve ark., 2006; Azadmard-Damirchi ve ark., 2011) (Şekil 2.4.).

Sert kabuklu meyve tüketimi ve kardiyovasküler hastalıklar arasında yapılan çalışmalar genel olarak kardiyovasküler hastalık riskinin biyobelirteçlerini araştıran kontrollü beslenme çalışmaları ve sert kabuklu meyvelerin kardiyovasküler hastalıkların sonuçlarına etkisini araştıran prospektif çalışmalar olmaktadır.

Lopez-Neyman ve ark. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, ABD’de yetişkin bireylerin sert kabuklu meyve tüketimi ile kardiyovasküler hastalık riski arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmaya 20 yaş üstü 18.150 kişi katılmıştır. Çalışma sonucunda ise günlük 33,70 g sert kabuklu meyve tüketimi olan bireylerin, sert kabuklu meyve tüketmeyen bireylere göre LDL ve apolipoprotein B değerlerinin daha düşük olduğu saptanmıştır. Yaşlı yetişkin erkekler üzerinde yapılan bir çalışmada da sert kabuklu meyve tüketiminin düşük LDL kolesterol ve yüksek HDL kolesterol seviyeleri ile bir ilişkisi olduğu gözlenmiştir (Askari ve ark., 2021). Bu çalışmalardan elde edilen verileri destekleyen bazı çalışmalar bulunmaktadır (Amadi ve ark., 2022; Bamberger ve ark., 2017; Bento ve ark., 2014; Berryman ve ark., 2015; Damavandi ve ark., 2019; De Oliveira Fialho ve ark., 2022; De Souza ve ark., 2018; Dhillon ve ark., 2018; Dikariyanto ve ark., 2020; Ghanavati ve ark., 2021a; Meneguelli ve ark., 2024) .

Bir meta-analiz çalışmasında, sert kabuklu meyve tüketiminin kan lipidleri üzerindeki etkisini inceleyen 113 randomize kontrollü çalışma ele alınarak değerlendirilmiştir. Günde 45,50 g sert kabuklu meyve tüketimi olan bireylerde toplam kolesterol ve LDL kolesterolde orta düzeyde azalma; trigliseritler, LDL/ HDL oranı, toplam kolesterol/ HDL oranı ve apolipoprotein B’de düşük düzeyde azalma bildirilmiştir. Bu bağlamda sert kabuklu meyve tüketiminin kan lipidleri üzerinde olumlu etki yaratabileceği tespit edilmiştir (Nishi ve ark., 2025). Ancak literatürde sert kabuklu meyvelerin kan lipidleri üzerinde etkisinin bulunmadığını bildiren çalışmalarda bulunmaktadır (Abbaspour ve ark., 2019; Abdrabalnabi ve ark., 2020; Baer & Novotny, 2019; Bersch-Ferreira ve ark., 2024; Caldas ve ark., 2022; Chen ve ark., 2017; Coates ve ark., 2020; Dusanov ve ark., 2020) .

Sert kabuklu meyvelerin kardiyovasküler hastalık riskini inceleyen ilk büyük derecede prospektif kohort çalışmaları (Adventist Sağlık Çalışması, Doktorların Sağlık Çalışması,

Hemşirelerin Sağlık Çalışması ve Iowa Kadınlar Çalışması), sert kabuklu meyvelerin tüketimi ile miyokard enfarktüsü ve diğer kardiyovasküler hastalıklara bağlı ölümlerin arasında ters bir ilişki olduğunu göstermektedir (Albert ve ark., 2002; Fraser ve ark., 1992; Fraser ve ark., 1995; Fraser & Shavlik, 1997; Hu ve ark., 1998; Kushi ve ark., 1996) .

Yapılan bir çalışmada, 16 ülkede 9,5 yıl boyunca yaklaşık 124.329 yetişkin hasta (35-70 yaş) ile sert kabuklu meyvelerin kardiyovasküler hastalıklara bağlı sonuçlar üzerine etkisi incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda, ülkelerin gelir seviyesinde farklılık olsa bile yüksek miktarda sert kabuklu meyve tüketiminin hem kardiyovasküler hastalıklar hem de diğer hastalıklara bağlı olan ölüm riskini azalttığı tespit edilmiştir (De Souza ve ark., 2020) .

Güney Kore'de yapılan bir çalışmada, 40-79 yaş aralığındaki 114.140 kişi üzerinde sert kabuklu meyvenin kardiyovasküler hastalıklar risk üzerine etkisini 12,3 yıl boyunca incelenmiştir. Bu çalışmada, haftada ≥ 2 porsiyon sert kabuklu meyve tüketen bireylerin tüketmeyenlere göre kardiyovasküler hastalıklara bağlı ölüm oranının düşük olduğu tespit edilmiştir (Shin & Song, 2024).

Sonuç olarak sert kabuklu meyvelerin kardiyovasküler hastalık riskini üzerindeki olumlu etkiler yaratabilmesi nedeniyle bireylerin diyetlerinde haftada 4-5 porsiyon sert kabuklu meyve tüketilmesi önerilmektedir (Dikmen, 2015). Food and Drug Administration (2003) , kardiyovasküler hastalık riskini azaltmak için bireylerin günde 1 porsiyon (42,50 g) sert kabuklu meyve tüketmesini önermektedir. Amerikan Kalp Derneği, 2020 yılına kadar Amerikan vatandaşlarının kardiyovasküler hastalıklarından koruma ve bu hastalıktan kaynaklanan ölümleri %20 oranında azaltmak için sert kabuklu meyveler, kurubaklagiller ve tohumlar haftada 4 porsiyon ya da daha fazla (1 porsiyon= 42 g) tüketimi önerilmektedir (Lloyd-Jones ve ark., 2010).

2.3.2. Diyabet

Diyabet, hiperglisemi, inflamasyon, hipertansiyon, dislipidemi ve kardiyovasküler hastalıklar gibi sağlık sorunlarını geliştirebilecek risk faktörlerini içeren bir metabolik hastalıktır (Valaiyapathi ve ark., 2019). Diyabet, sağlıklı beslenme gibi yaşam tarzı değişiklikleri ile önlenmektedir. Güncel diyabet kılavuzları, diyabetin riskini azaltmak için sert kabuklu meyvelerin tüketimini teşvik eden diyetlerin (Akdeniz diyeti vb.) uygulanmasını önermektedir (American Diabetes Association, 2019; Dyson ve ark., 2018; Luo ve ark., 2014; Mann ve ark., 2004; Sievenpiper ve ark., 2018).

Sert kabuklu meyveler içerdiği doymamış yağ asitleri, posa, mineraller (magnezyum, selenyum vb.) ve biyoaktif bileşenler gibi besin öğeleri insülin duyarlılığı üzerinde etki ederek diyabet riskini azaltabilmektedir (Alasalvar ve ark., 2020; Balakrishna ve ark., 2022; Ros, 2020) . Sert kabuklu meyvelerde yüksek oranda bulunan TDYA, tokluk kan şekeri seviyesi ve insülin duyarlılığı üzerinde rol oynayan glukagon-benzeri peptid 1'in (GLP-1) salınımını arttırmaktadır. GLP-1 salınımının artması ile de insülin salınımında görev alan pankreas beta hücrelerinin verimliliğinde artış olmaktadır (Çağlar ve ark., 2014; Rajaram & Sabaté, 2006). Sert kabuklu meyvelerde bulunan ÇDYA ise adinopektin ve leptin gibi adipokinlerin üretimi ve salınımını arttırarak insülin duyarlılığını arttırabilmektedir (Wu ve ark., 2012). Ayrıca ÇDYA, anti-hiperlipidemik, anti-hipertansif ve anti-inflamatuar gibi özellikleri sayesinde diyabetli hastalarda başlıca ölüm nedeni olan kardiyovasküler hastalıklarından korumayı sağlayabilmektedir (Shapiro ve ark., 2011).

Sert kabuklu meyvelerin doymamış yağ asitleri dışında yüksek miktarda içerdiği posa ve magnezyum, insülin direnci ve hiperglisemi üzerinde etki ederek diyabet riskini azaltabilmektedir (Viguiliouk ve ark., 2014). Posa, bağırsakta zor sindirildiği için besin emilimini yavaşlatmakta ve bu sayede kan glikoz dengesini sağlayabilmektedir (Dikeman ve Fahey, 2006). Ayrıca posa bağırsakta kısa zincirli yağ asitleri (KZYA) üretimini arttırarak hepatik glikoz salınımını azaltma ve GLP-1 salınımını artırma gibi etkileri ile de insülin duyarlılığını etkileyebilmektedir (Russell ve ark., 2016; Tolhurst ve ark., 2012) . Magnezyum eksikliği; insülin direncini arttırma, oksidatif stres, lipid metabolizması ve antioksidan sistemi etkileme gibi olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir (Zhang ve ark., 2018). Ancak oral magnezyum takviyesi ile %15 oranında diyabet riskinde azalma olabilmektedir (Ebrahimi Mousavi ve ark., 2021). Günde çeyrek fincan sert kabuklu meyve tüketimi ile alınan magnezyum, glisemik kontrol belirteçler (açlık kan şekeri, glikolize hemoglobin -HbA1c, oral glikoz tolerans testi 2. saat plazma glikozu, insülin direncinin homeostatik model değerlendirilmesi- HOMA-IR, vb.) üzerinde olumlu etki yaratabilmektedir (El derawi ve ark., 2019; Nishi ve ark., 2023; Şahin & Öncel, 2014).

Sert kabuklu meyve tüketiminin kan glikoz ve lipidleri üzerine etkisini inceleyen bir çalışmada, 19-24 yaş aralığında 1265 kişi ortalama olarak 6,2 yıl takip edilmiştir. Çalışma sonucunda ise yüksek miktarda sert kabuklu meyve tüketimi (≥ 5 porsiyon/hafta) olan bireylerin düşük sert kabuklu meyve tüketimi (≤ 1 porsiyon/hafta) olan bireylere kıyasla açlık kan şekerinin daha düşük olduğu görülmüştür (Hosseinpour-Niazi ve ark., 2017).

Tayland'da yapılan bir kesitsel çalışmada sert kabuklu meyve ve tohum tüketiminin açlık kan şekeri ile ilişkili olduğu ve diyabet tanı riskini %76,30 oranında azalttığı gözlenmiştir (Adokwe ve ark., 2024).

Ulusal Sağlık ve Beslenme İnceleme Anketi'ne (NHANES, 2005-2010) katılan 16.784 Amerikalı yetişkin birey (≥ 18 yaş) üzerinde yapılan bir kesitsel çalışmada, sert kabuklu meyve tüketimi ile glisemik kontrol belirteçleri arasında ters orantılı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Mazidi ve ark., 2018).

Sert kabuklu meyvelerin HOMA-IR ile ilişkisini incelemek için 379.310 yetişkin birey üzerinde yapılan bir çalışmada, sert kabuklu meyve tüketimi haftada ≥ 5 porsiyon (1 porsiyon=15 g) olan bireylerin ayda < 1 porsiyon sert kabuklu meyve tüketen bireylere kıyasla daha düşük HOMA-IR'ye sahip olduğu gözlenmiştir. Ayrıca sert kabuklu meyveler ve HOMA-IR arasındaki bu ilişki kadınlarda, normal glikoz seviyesine sahip olan bireylerde ve genç bireylerde (< 40 yaş) daha belirgin olduğu saptanmıştır (Park ve ark., 2022).

Literatürde sert kabuklu meyve tüketimi ile diyabet riski arasında herhangi bir ilişki olmadığını gösteren çalışmalarda mevcuttur. Sert kabuklu meyve tüketimi ile tip 2 diyabet riski arasındaki ilişkiyi inceleyen bir meta-analiz çalışmasında, sert kabuklu meyveler ve diyabet riski arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür (Becerra-Tomás ve ark., 2021). Kaju tüketiminin vücut kompozisyonu ve glisemik indeks üzerindeki etkilerini inceleyen bir meta-analiz çalışmasında da kajunun kilo, beden kütle indeksi (BKİ), bel çevresi, açlık kan şekeri ve HOMA-IR üzerinde bir etki yaratmadığı tespit edilmiştir (Jamshidi ve ark., 2021). Mohan ve ark. (2018) tarafından yapılan randomize kontrollü bir çalışma sonucunda elde edilen verilerde bu sonuçları desteklemektedir.

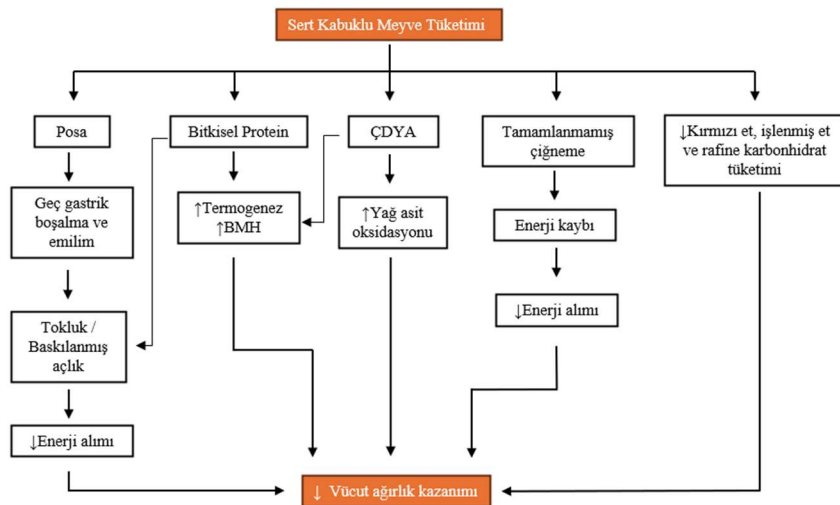
2.3.3. Obezite

Obezite, gün geçtikçe artan prevalansı ile en önemli halk sağlığı sorunlarından biridir (Bidadian ve ark., 2011). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından obezite "sağlığı olumsuz etkileyecek anormal veya aşırı yağ birikimi" olarak tanımlanmaktadır (World Health Organization, 2024b).

Obezitenin önlenmesi ve tedavisinde birincil strateji olarak kalori kontrolü yer almaktadır. Bu nedenle yüksek enerji içeriğine sahip olan sert kabuklu meyveler, insanlar tarafından obeziteye yol açan yiyecekler olarak görülmekte ve bu besinlerin tüketiminden kaçınılmaktadır. Literatür kaynaklarında, sert kabuklu meyve tüketiminin sınırlandırılması ya

da diyetle diğer besinlerle değiştirilmesini tavsiye eden çalışmalar bulunmaktadır. Ancak bazı çalışmalar düzenli sert kabuklu meyve tüketimi ile BKİ arasında ters bir ilişki olduğunu göstermekte ve bireylere sert kabuklu meyve tüketimini tavsiye etmektedir (Bes-Rastrollo ve ark., 2009; Eslami ve ark., 2022; Hosseinpour-Niazi ve ark., 2017; Jaceldo-Siegl ve ark., 2014; Rolls, 2017) .

Sert kabuklu meyvelerin vücut ağırlığı üzerindeki etkilerini açıklamak için çeşitli olası mekanizmalar öne sürülmektedir (Jackson & Hu, 2014) (Şekil. 2.5.). Temel olarak sert kabuklu meyveler yüksek oranda doymamış yağ asitleri, protein, posa, mineraller (kalsiyum, magnezyum, bakır, çinko, selenyum, fosfor ve potasyum), tokoferoller, fitosteroller ve fenolik bileşikler içermesi nedeniyle vücut ağırlığı üzerinde etki yarattığı düşünülmektedir (Segura ve ark., 2006; Sugizaki & Naves, 2018). Sert kabuklu meyvelerin içerisinde bulunan posa, besinlerin mideden boşalmasını ve bağırsaktan emilimini geciktirmektedir. Posa bu sayede açlığı baskılayarak tokluk hissi yaratmaktadır. Posa gibi tokluk hissi oluşturan protein, termogenezi ve bazal metabolizma hızını (BMH) arttırabilmektedir. Doymamış yağ asitleri de termogenez ve BMH'ını arttırabilmektedir. Ayrıca doymamış yağ asitleri, vücutta yağ birikimini azalmasını sağlayan yağ asit oksidasyonunu da arttırabilmektedir. Sert kabuklu meyveler, mikrobiyal ve enzimatik bozulmaya karşı dirençli oldukları için yağ asitleri serbest hale gelmeden gastrointestinal kanaldan geçebilmektedir. Bu sayede sert kabuklu meyveler ghrelin salınımını azaltmakta ve gaita yoluyla enerji kaybına yol açabilmektedir. Ek olarak sert kabuklu meyveler açlığı baskılaması nedeniyle vücut ağırlığını arttıran besinlerin (kırmızı et, işlenmiş et ve rafine karbonhidrat) tüketiminin azalmasını sağlayabilmektedir (Baer ve ark., 2023; Mayumi Usuda Prado Rocha ve ark., 2023; Pan ve ark., 2013) (Şekil. 2.5.).



Şekil 2. 5. Sert kabuklu meyvelerin vücut ağırlığı üzerindeki etkisinin olası mekanizmaları (Jackson & Hu, 2014).

Bir meta-analiz çalışmasında, yetişkin bireylerde sert kabuklu meyvelerin vücut ağırlığı üzerindeki etkilerini araştıran üç büyük kohort çalışması incelenmiştir. Bu çalışmada, bireylerde günde yarım porsiyon (14 g) sert kabuklu meyve tüketiminin artması ile vücut ağırlığında azalma olduğu gözlenmiştir. Ayrıca kırmızı et, işlenmiş et, tatlılar, patates kızartması ve cips gibi besinler yerine günde yarım porsiyon sert kabuklu meyve tüketiminin vücut ağırlığı üzerinde olumlu etki yarattığı gözlenmiştir (Liu ve ark., 2019) .

Obez veya aşırı kilolu bireyler üzerinde sert kabuklu meyve tüketiminin etkisini inceleyen bir randomize kontrollü çalışmada, 20-55 yaş aralığında 29 katılımcı 16 hafta boyunca takip edilmiştir. Çalışmada, atıştırmalık olarak sert kabuklu meyve tüketenler ya da tuzlu kraker tüketenler arasında vücut ağırlığında ve BKİ’de değişiklik olmadığı görülmüştür. Ancak sert kabuklu meyve tüketen bireylerde tuzlu kraker tüketen bireylere kıyasla vücut yağ yüzdesinin azaldığı ve adinopektin içeriğinin daha yüksek olduğu saptanmıştır (Nora ve ark., 2023) .

Randomize kontrollü bir çalışmada, Antep fıstığının obez bireylerde vücut ağırlığı, BKİ ve bel çevresinde azalmaya yol açtığı gözlenmiştir (Rock ve ark., 2020). Ghanavati ve ark. (2021b) tarafından yapılan çalışmada da sert kabuklu meyvelerin kontrollü olarak tüketildiğinde kilo kaybına neden olduğu tespit edilmiştir.

Sert kabuklu meyve türlerinin vücut ağırlığı üzerindeki etkisini incelenen bir meta-analiz çalışmasında sert kabuklu meyvelerin vücut yağ yüzdesini azalttığını ancak bel çevresi, vücut ağırlığı ve BKİ üzerinde etki etmediğini görülmüştür (Shin ve ark., 2024).

2.3.4. Kanser

Kanser, kontrolsüz olarak hücrelerin anormal şekilde çoğalması ve diğer dokulara veya organlara yayılması ile gelişen bir hastalıktır (World Health Organization, 2024a). Kanser, hem genetik faktörler (hormonlar, kalıtsal mutasyonlar vb.) hem de çevresel faktörler (sigara, beslenme vb.) nedeniyle oluşabilmektedir (Anand ve ark., 2008).

Kansere karşı koruyucu olarak önerilen diyetlerin büyük bir kısmı bitkisel kaynaklı besinlerden zengindir. İşlem görmemiş bitkisel kaynaklar, obeziteye karşı koruma sağlayabilmekte ve obezite ile bağlantılı olan kanserlere (meme, pankreas, karaciğer vb.) karşı koruma oluşturabilmektedir (Cordova ve ark., 2021; World Cancer Research Fund International, 2018). Obezite üzerinde olumlu etkileri olabilen sert kabuklu meyvelerin, anti-karsinojenik, anti-inflamatuar ve antioksidan etkileri de var olabilmektedir. Ayrıca sert

kabuklu meyveler içerdiği besin öğeleri ile bağırsak mikrobiyotasını düzenleyebilmekte ve bu sayede bazı kanser türlerini önleyebilmektedir (Fitzgerald ve ark., 2021; Nishi ve ark., 2021; Schulz ve ark., 2014).

Meta-analiz çalışmalarında kolorektal, mide, pankreas ve akciğer kanserleri de dahil olmak üzere kanser türlerinde artan sert kabuklu meyve tüketiminin kansere karşı koruyucu olduğu bildirilmektedir (Naghshi ve ark., 2021; Zhang ve ark., 2020).

Sharif ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, premenopoz, menopoz, normal kilolu ve obez olan kadınlarda sert kabuklu meyve tüketimi ile meme kanser riski arasında ters bir ilişki olduğu bildirilmiştir.

Sert kabuklu meyvelerin akciğer kanser riski ile ilişkisini inceleyen bir prospektif kohort çalışmada, sert kabuklu meyvelerin erkeklerde küçük hücreli akciğer kanseri ile ters bir ilişkisinin olduğu saptanmıştır. Ancak sert kabuklu meyvelerin tüketiminin cinsiyetler arasında akciğer kanser türleri bakımından anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir (Nieuwenhuis & Van den Brandt, 2019).

Büyük prospektif kohort çalışmaların (Hemşirelerin Sağlık Çalışması, Hemşirelerin Sağlık Çalışması II ve Sağlık Profesyonelleri Takip Çalışması) incelendiği bir meta-analiz çalışmasında, yüksek miktarda sert kabuklu meyve tüketiminin akciğer, kolorektal, mesane, meme ve prostat kanseri üzerinde etkisinin bulunmadığı ve sert kabuklu meyvelerin kanser riski ile ilişkisinin olmadığı saptanmıştır (Fang ve ark., 2021) .

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Türü

Bu çalışma Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında 23YL30006 numarası ile projelendirilen bir deneysel laboratuvar çalışmasıdır.

3.2. Araştırmanın Zamanı ve Yeri

Bu çalışma 2023-2025 yılları arasında Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi Besin Kimya Laboratuvarı ve Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde (BİTAM) gerçekleştirilmiştir.

3.3. Örneklerin Temin Edilmesi

Bu çalışmada materyal olarak fındık (*Corylus avellana*), ceviz (*Juglans regia*), pıkan cevizi (*Carya illinoensis*), badem (*Prunus amygdalus*), Antep fıstığı (*Pistacia vera*), çam fıstığı (*Pinus pinea*) ve kayısı (*Prunus armeniaca*) çekirdeği kullanılmıştır. Fındık örnekleri, Düzce'den; ceviz örnekleri, Denizli'den; pıkan cevizi örnekleri, Antalya'dan; badem örnekleri, Elazığ'dan; kayısı çekirdeği örnekleri, Konya'dan; Antep fıstığı örnekleri, Kilis'ten ve çam fıstığı örnekleri de Osmaniye'den toprağı belli olmak şartıyla temin edilmiştir. Ceviz örnekleri Chandler türüne aittir.

Sert kabuklu meyve örnekleri 2023 yılının Haziran ve Ekim ayları arasında toplanmıştır. Örnekler kabuklu olarak serin, kuru ve güneş almayan bir ortamda depolanmıştır.

3.4. Numune Hazırlanması

Sert kabuklu meyve örnekleri ilk olarak kabuklarından ayrılmıştır. Örnekler kısa bir süre içerisinde kahve öğütücüsü ile parçalanarak homojenize edilmiştir. Örnekler arasında bulaş olmaması için kahve öğütücüsü her bir örneğin işlemi bittikten sonra yıkanmış ve kurulanmıştır. Numuneler, analiz için serin, kuru ve güneş almayan bir ortamda depolanmıştır.

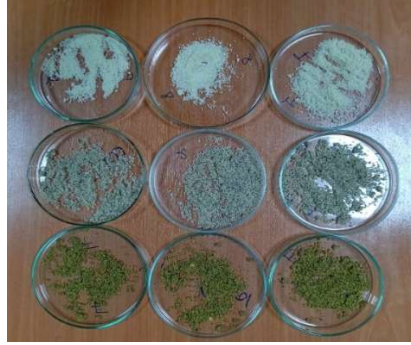
3.5. Besin Bileşim İçerik Tayinleri

3.5.1. Nem tayini

Numunelerin içermiş oldukları nem miktarları Oven Drying yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Sert kabuklu meyve örneklerinden, önceden darası alınmış petrilere 3 g numune tartılmıştır ve numuneler 105 °C'de 8 saat boyunca etüvde kurutulmuştur. Numuneler

soğutulduktan sonra tartılmış ve ağırlık kaybından % nem oranı hesaplanmıştır. Nem tayini her bir örnek için 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Nem (\%)} = \frac{[(\text{Petri dara} + \text{Örnek miktarı (g)}) - (\text{Petri dara} + \text{Kuru örnek (g)})] \times 100}{\text{Örnek miktarı(g)}}$$



Şekil 3.1. Nem tayininde petriler

3.5.2. Kül tayini

Numunelerin içerdiği kül oranı için Kuru (yakma) tayin yöntemi kullanılmıştır. Sert kabuklu meyve örneklerinden, önceden darası alınmış porselen krozelere 2 g numune tartılmıştır ve numuneler 550 °C’de 8 saat boyunca kül fırında yakılmıştır. Porselen krozeler soğutulduktan sonra geriye kalan küller tartılmıştır. Kül oranı % olarak hesaplanmıştır. Kül tayini her bir örnek için 3 tekerrürlü gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Kül (\%)} = \frac{[(\text{Yanmış örnek (kül)} + \text{Dara (g)}) - \text{Dara(g)}] \times 100}{\text{Örnek miktarı (g)}}$$



Şekil 3.2. Kül tayininde porselen krozeler

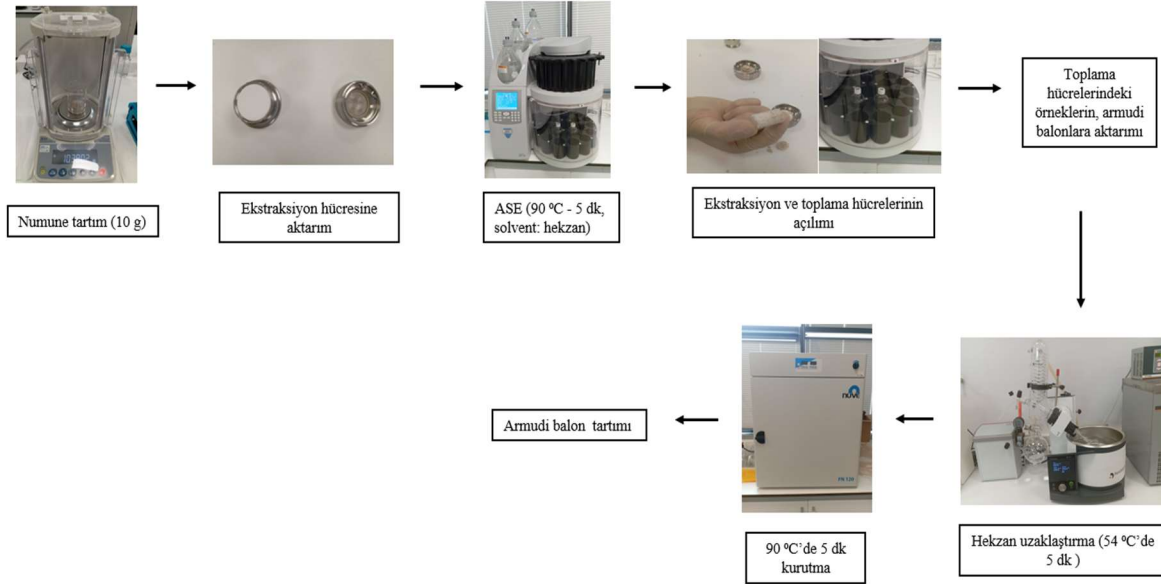
3.5.3. Yağ ekstraksiyonu ve yağ asitlerinin tayini

Numunelerin yağ ekstraksiyonu için Hızlandırılmış Çözücü Ekstraksiyonu (ASE) yöntemi kullanılmıştır. Yağ ekstraksiyonu için darası alınmış beherlere 10 g numune tartılmıştır. Daha sonra, beherlerdeki numune örnekleri dikkatli bir şekilde ekstraksiyon hücrelerine aktarılmıştır. ASE cihazına yerleştirilmiş olan ekstraksiyon hücreleri 90 °C’de 5

dk işlem görmüştür ve bu işlemde solvent olarak hekzan kullanılmıştır. Her hücre arasında rins yıkama işlemi yapılmıştır. Toplama kaplarındaki yağlar, önceden darası alınmış armudi balonlara aktarılmıştır. Armudi balon içerisinde bulunan hekzan, 54 °C’de 5 dk rotary evaporatör ile uzaklaştırılmıştır. Armudi balonlar etüvde 90 °C’de 5 dk bekletildikten sonra tartımları yapılmıştır ve yağ miktarı % olarak hesaplanmıştır. Analiz her örnek için 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Yağ ekstraksiyonu aşamaları Şekil 3.3’te özetlenmiştir.

$$\text{Yağ (\%)} = \frac{[(\text{Armudi balon dara} + \text{örnek miktarı (g)}) - \text{Armudi balon dara (g)}] \times 100}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$$

ASE cihaz koşulları: Dionex ASE 350. Sıcaklık ,90 °C; statik zaman ,5 dk; temizleme hacmi, %60; yıkama zamanı ,100 s.; statik devir, 3 ve solvent hekzan.



Şekil 3.3. Yağ ekstraksiyonu işlem basamakları

Örneklerde bulunan yağ asit oranları, Gaz Kromatografisi (GC) kullanılarak hesaplanmıştır. Yağ asitleri analizi için 15 mL’lik cam tüplere 0,2 g numune tartılmış ve üzerine 2 mL metanolik potasyum hidroksit (KOH) eklenmiştir. Cam tüpler kapağı kapatılarak 115 °C’de 5 dk ısıtılmıştır. Tüpler soğutulduktan sonra 2 mL bor triflorür (%14 BF₃) metanol eklenmiş ve tüpler tekrardan 115 °C’de 5 dk ısıtılmıştır. Cam tüpler soğutulduktan sonra 2 mL izooktan eklenmiş ve numuneler vortekslenmiştir. Numunelerin üst fazı viallere alınmıştır ve analiz için vialler GC’ye yerleştirilmiştir. Örneklerde bulunan yağ asit oranları, kromatogram çıktıları ile bulunmuştur. Yağ asit analizleri, her örnek için 3 tekerrürlü gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.1. GC cihaz koşulları

GC cihaz koşulları	
Cihaz modeli	Shimadzu GC-2025
Enjektör	AOC-20i Auto
Enjektör özellikleri	Enjeksiyon Hacmi: 1,0 µL #Çözücü ile durulama: 3 #Çözücü ile durulama: 3 #Numuneyi durulama: 3 Viskozite bileşim zamanı: 0,2 s
Alev iyonizasyon dedektörü (FID 1) özellikleri	Sıcaklık: 250 °C Sinyal edinimi (Örnekleme oranı, 40 ms; durma zamanı, 38 dk; gecikme süresi, 17 dk) Takviye gaz: He Takviye gaz akış: 30 mL/dk H ₂ akış: 40 mL/dk Hava akış: 400 mL/dk
Split enjeksiyon bloğu (SPL 1)	Sıcaklık: 250 °C Örnekleme zamanı: 1 dk Taşıyıcı gaz: He Basınç: 230 kPa Total akış: 93,90 mL/dk Kolon akış: 0,90 mL/dk Doğrusal hız: 17,30 cm/s Takviye akış: 3 mL/dk Bölünme oranı: 100
Kolon	Sıcaklık: 120 °C Denge zamanı: 1 dk Kolon: TR-CN100; maksimum sıcaklığı, 250 °C; uzunluk, 100 m; iç çap, 0,25 mm ; film kalınlığı, 0,20 µm.

3.5.4. Yağda çözünebilir vitaminler tayini

Yağda çözünebilir vitaminler analizi için eppendorf tüplere 0,1 g'lık yağ tartımı yapılmıştır. Daha sonra, yağlar 0,9 mL hekzan ile çözdürülmüştür. Organik çözeltiler PTFE 0,22 µm şırınga filtresi ile 2 mL'lik kahverengi viallere alınmıştır ve analiz için vialler Ultra Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi (UHPLC) cihazına yerleştirilmiştir. Yağda çözünebilir vitamin analizleri için her bir örnek 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

**Şekil 3.4. UHPLC cihazı**

UHPLC cihaz koşulları: Dionex UltiMate 3000 Column Compartment. Kolon; Acclaim™ RSLC Polar Advantage II (PA2) 2,2 µm , 120 A⁰ , 2.1 x 100 mm. Sıcaklık, 40 °C.

Tablo 3.2. UHPLC UV-Vis dedektör ayarları

Kanal	Dalga Boyu (nm)	Bant Genişliği (nm)	Referans Dalga Boyu (nm)	Referans Bant Genişliği (nm)
UV_VIS_1	265	4	Kapalı	1
UV-VIS_2	280	4	Kapalı	1
UV-VIS-3	290	4	Kapalı	1
UV-VIS-4	325	4	Kapalı	1

Tablo 3.3. UHPLC solvent zaman çizelgesi

Zaman	Akış hızı (mL/dk)	%B	Eğri
0.000	0,40	90	5
2.000	0,40	96	5
7.500	0,40	96	5
8.600	0,40	100	5
15.000	0,40	100	5
15.100	0,40	90	5
20.000	0,40	90	5

* %A: deiyonize su, %B: metanol.

3.5.5. Mineral tayini

Mineral analizi için 15 mL'lik falkon tüplere 0,2 g numune tartılmıştır. Numuneler mikrodalga teflon tüplere aktarılmış ve tüplere 10 mL nitrik asit (suprapure) eklenmiştir. Teflon tüpler yakma işlemi için mikrodalgaya (MARS-6 cihazı) konulmuştur ve işlem sonrasında numunelerin daha fazla çözünmesi için tüpler bir gece mikrodalgada bekletilmiştir. Mikrodalga işlemi sonrasında çıkarılan tüplerdeki numuneler, 25 mL'lik balon jöjelere aktarılmıştır. Kalibrasyonu ayarlamak için numuneler, ultra saf su ile 25 mL'ye tamamlanmıştır. Numuneler şırınga filtresi ile süzülerek 15 mL'lik falkon tüplere aktarılmıştır. Numuneler mineral analizi için İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) cihazına yerleştirilmiştir. Cihazdan alınan sonuçlara göre magnezyum ve potasyum değerleri kalibrasyon aralığından yüksekte çıktığı için numunelerde 50 kat daha seyreltme işlemi yapılmıştır. Numuneler magnezyum ve potasyum mineralleri analizi için tekrardan ICP-MS cihazına yerleştirilmiştir. Mineral analizleri, her örnek için 7 tekerrürlü gerçekleştirilmiştir. Mineral analiz aşamaları Şekil 3.5'te özetlenmiştir.



Şekil 3.5. Mineral analizi işlem basamakları

MARS-6 cihaz koşulları: One touch metodu- Food. Güç, 1020-1080 W; basınç süresi, 20-25 dk; sıcaklık, 210 °C; bekleme süresi, 15 dk.

ICP-MS cihaz: Agilent Technologies – 7900 ICP-MS / ASX 500.

Tablo 3.4. ICP-MS cihaz koşulları

	ICP-MS Cihaz Koşulları
Güç	1300 W
Plazma gaz (Argon) (1 dk ⁻¹)	13 L
Auxiliary gaz (Argon) (1 dk ⁻¹)	0,70 L
Nebülizatör gaz (Argon) (1 dk ⁻¹)	0,87 L
Kalma zamanı	10 ms
Tekrar okuma sayısı	3
Koşullar	¹⁴⁰ Ce ¹⁶ O ⁺ / ¹⁴⁰ Ce ve ¹³⁷ Ba ⁺⁺ / ¹³⁷ Ba ⁺ <%2

3.5.6. Yağların FTIR (Fourier Dönüştümlü Kızılötesi Spektroskopi) spektrum tayini

Sert kabuklu meyvelerin yağlarının kimyasal yapısının incelenmesi için, ASE yönteminden elde edilen yağlar kullanılmıştır. Analiz için Thermo Nicolet iS5 FTIR cihazı kullanılmıştır. Örnek yükleme bölümüne yağ damlatılmıştır ve yağların kimyasal yapısına bakılmıştır. Her numune arasında örnek yükleme bölümü aseton ile temizlenmiştir.



Şekil 3.6. FTIR cihazı

FTIR Cihaz Koşulları: Thermo Nicolet iS5 FT-IR. Spektral aralık, $7800-350\text{ cm}^{-1}$; sinyal gürültü oranı, 5 saniye 8000:1 (tepe değerinden tepe değerine) ; spektral çözünürlük, $0,8\text{ cm}^{-1}$; dalga boyu hassasiyeti, 2000 cm^{-1} 'de $0,01\text{ cm}^{-1}$.

3.5.7. Yağların refraktif indeks ve brix tayini

Yağların refraktif indeks ve brix tayini için, ASE yönteminden elde edilen yağlar kullanılmıştır. Refraktometre olarak, Abbe tipi refraktometre kullanılmıştır. Analiz için ilk önce, yağlar oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra; cam prizma bölümüne, 1 mL yağ damlatılmıştır. Netlik ayarlandıktan sonra refraktif indeks ve brix değerleri okunmuştur. Her numune arasında cam prizma bölümü saf su + etanol ile temizlenmiştir. İşlem $20,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de gerçekleşmiştir.



Şekil 3.7. Abbe tipi refraktometre

Abbe Tipi Refraktometre Cihaz Koşulları: ISOLAB Laborgate GmbH. Refraktif indeks (nD) , $1,300-1,700$; Brix (%), $0-95$; hassasiyet, $\pm 0,0002$; su giriş/çıkış \varnothing (mm), 10 ; sıcaklık aralığı ($^{\circ}\text{C}$), $0-70$; sıcaklık dağılımı ($^{\circ}\text{C}$), $\pm 0,1$.

3.6. Etik

Araştırma laboratuvar çalışması olduğu için etik kurul iznine gerek duyulmamıştır.

3.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmada sadece belirli bölgelerden sert kabuklu meyveler toplanması nedeniyle bir sınırlılık oluşmaktadır.

3.8. İstatiksel Analiz

Sert kabuklu meyvelerin analizi sonucunda elde edilen veriler, Windows sürümü IBM SPSS 29 istatiksel programı ile tek yönlü varyans analiz (one way ANOVA) kullanılarak değerlendirildi. Veriler arasındaki önemli farklılıkların değerlendirilmesinde Tukey testi kullanıldı ve anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

4.BULGULAR

4.1. Nem Tayini Sonuçları

Araştırma kapsamında sert kabuklu meyvelerin nem içerikleri ile ilgili bilgiler Tablo 4.1.'de yer almaktadır.

Tablo 4.1. Sert kabuklu meyvelerin nem içerikleri

Sert Kabuklu Meyveler	Nem (%) $\bar{x} \pm ss$
Fındık	1,67±0,14 ab
Antep Fıstığı	2,10±0,06 bc
Çam Fıstığı	2,91±0,51 d
Badem	1,83±0,01 ab
Kayısı Çekirdeği	1,53±0,08 ab
Ceviz	1,40±0,06 ab
Pikan cevizi	1,39±0,10 a

* Sonuçlar üç tekerrürün ortalaması \pm standart sapma olarak verilmiştir. Farklı harfler, istatistiksel açıdan örnekler arasındaki farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).

Örneklerin nem içerikleri ele alındığında, en yüksek nem içeriğine sahip olan sert kabuklu meyvenin çam fıstığı (%2,91) olduğu görülmektedir. Çam fıstığını sırasıyla, Antep fıstığı (%2,10), badem (%1,83), fındık (%1,67), kayısı çekirdeği (%1,53), ceviz (%1,40) ve pikan cevizi (%1,39) takip etmektedir. Çam fıstığı ile diğer örnekler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

4.2. Yağ ve Yağ Asitleri Tayin Sonuçları

Tablo 4.2.'de sert kabuklu meyvelerin yağ ve yağ asitleri miktarlarına ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Toplam yağ içeriği ele alındığında, pikan cevizinin (%52,68) en yüksek toplam yağ içeriğine sahip olup ve bunu ceviz (%52,01), fındık (%44,83), Antep fıstığı (%41,44), kayısı çekirdeği (%38,34), badem (%38,28) ve çam fıstığı (%11,63) takip etmektedir. Örnekler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

Palmitik asit (C16:0) içeriği incelendiğinde %8,42 ile en yüksek miktarın Antep fıstığında olduğu tespit edildi. Antep fıstığının diğer örneklerle istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunduğu ($p<0,05$) ve sıralamanın pikan cevizi (%7,28), badem (%6,94), çam fıstığı (%6,44), ceviz (%5,99) fındık (%5,65) ve kayısı çekirdeği (%5,41) şeklinde olduğu görülmektedir.

Tablo 4.2. Sert kabuklu meyvelerin toplam yağ ve yağ asit miktarları

Toplam Yağ ve Yağ Asitleri (%)	Sert Kabuklu Meyveler						
	Fındık	Antep Fıstığı	Çam Fıstığı	Badem	Kayısı Çekirdeği	Ceviz	Pikan Cevizi
Toplam Yağ	44,83±1,70 ab	41,44±0,71 ab	11,63±5,06 c	38,28±1,55 a	38,34±1,59 a	52,01±0,83 bd	52,68±1,15 bd
Palmitik asit (C16:0)	5,65±0,01 a	8,42±0,00 b	6,44±0,11 c	6,94±0,02 d	5,41±0,02 e	5,99 ±0,09 f	7,28±0,03 g
Palmitoleik asit (C16:1)	0,17±0,00 a	0,06±0,00 b	0,09±0,00 c	0,70±0,00 d	0,58±0,00 e	0,05±0,02 b	0,08±0,00 c
Margarik asit (C17:0)	0,05±0,00 a	0,05±0,00 a	0,09±0,00 a	0,06±0,00 a	0,05±0,00 a	0,04±0,00 a	0,07±0,00 a
Heptadesenoik asit (C17:1)	0,07±0,00 a	0,05±0,00 a	TE	0,09±0,00 a	0,12±0,00 a	TE	0,05±0,00 a
Stearik asit (C18:0)	2,30±0,02 a	1,80±0,04 b	3,81±0,07 c	2,13±0,01 d	1,15±0,01 e	3,01±0,01 f	2,78±0,00 g
Oleik asit (C18:1)	83,97 ±0,02 a	70,60±0,10 b	40,90±0,16 c	73,85±0,02 d	68,88±0,15 e	13,97±0,29 f	51,86±0,08 g
Linoleik asit (C18:2)	7,39±0,05 a	17,25±0,12 b	43,19±0,30 c	16,02±0,01 d	23,45±0,14 e	63,65±0,26 f	35,78±0,06 g
Linolenik asit (C18:3)	0,09±0,00 a	0,27±0,01 b	0,41±0,01 c	0,04±0,00 a	0,06±0,00 a	12,90±0,99 d	1,54±0,01 e
Araşidik asit (C20:0)	0,14±0,00 a	0,20±0,01 a	0,74±0,03 a	0,09±0,00 a	0,15±0,00 a	TE	0,17±0,00 a
Gadoleik asit (C20:1)	0,16±0,00 a	0,61±0,02 b	0,97±0,02 c	0,07±0,00 d	0,14±0,00 a	0,22±0,00 e	0,26±0,00 f
DYA	8,14±0,00 a	10,47± 0,01 b	11,08±0,17 c	9,22±0,00 d	6,76±0,00 e	9,04±0,01 d	10,30±0,00 b
TDYA	84,38±0,3 a	71,31±0,11 b	41,96±0,18 c	74,72±0,03 d	69,71±0,15 e	14,24±0,29 f	52,26±0,8 g
ÇDYA	7,49±0,05 a	17,52±0,12 b	43,68±0,31 c	16,07±0,01 b	23,51±0,15 d	76,56±0,21 e	37,32±0,07 f

* Bileşen miktarı, yağ ağırlık üzerinden % olarak verilmiştir.

** Sonuçlar üç tekerrürün ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Farklı harfler, istatistiksel açıdan örnekler arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0,05).

*** DYA: Doymuş yağ asitleri, TDYA: Tekli doymamış yağ asitleri, ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asitleri, TE: Tespit edilemedi.

Palmitoleik asit (C16:1) içeriği bakımından en yüksek miktarın badem (%0,70) örneklerindedir. Bademin ardından sırasıyla; kayısı çekirdeği (%0,58), fındık (%0,17), çam fıstığı (%0,09), pıkan cevizi (%0,08), Antep fıstığı (%0,06) ve ceviz (%0,05) gelmektedir. Örnekler arasında istatıksel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

Margarik asit (C17:0) içeriklerine bakıldığında en yüksek değerın çam fıstığı (%0,09) örneklerindedir. Bunu sırasıyla pıkan cevizi (%0,07), badem (%0,06), fındık (%0,05), Antep fıstığı (%0,05), kayısı çekirdeği (%0,05) ve ceviz (%0,04) takip etmektedir. Margarik asit bakımından örnekler arasında istatıksel açıdan anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0,05$).

Heptadesenoik asit (C17:1) miktarı en yüksek kayısı çekirdeği (%0,12) olduğu tespit edildi. Kayısı çekirdeğini sırasıyla badem (%0,09), fındık (%0,07), Antep fıstığı (%0,05) ve pıkan cevizi (%0,05) takip etmektedir. Çam fıstığı ve cevizde heptadesenoik asit miktarı tespit edilemedi. Sert kabuklu meyve örnekleri arasında heptadesenoik asit bakımından istatıksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$).

Stearik asit (C18:0) bakımından örnekler arasında istatıksel açıdan önemli ve anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$). Stearik asit içeriği bakımından en yüksek miktar %3,81 ile çam fıstığıdır. Bunu sırasıyla; ceviz (%3,01), pıkan cevizi (%2,78), fındık (%2,30), badem (%2,13), Antep fıstığı (%1,80) ve kayısı çekirdeği (%1,15) takip etmektedir.

Oleik asit (C18:1) miktarı en yüksek fındıkta (%83,97) tespit edildi ve bunu badem (%73,85), Antep fıstığı (%70,60), kayısı çekirdeği (%68,88), pıkan cevizi (%51,86), çam fıstığı (%40,90) ve ceviz (%13,97) takip etmektedir. Sert kabuklu meyve örnekleri arasında istatıksel açıdan önemli ve anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

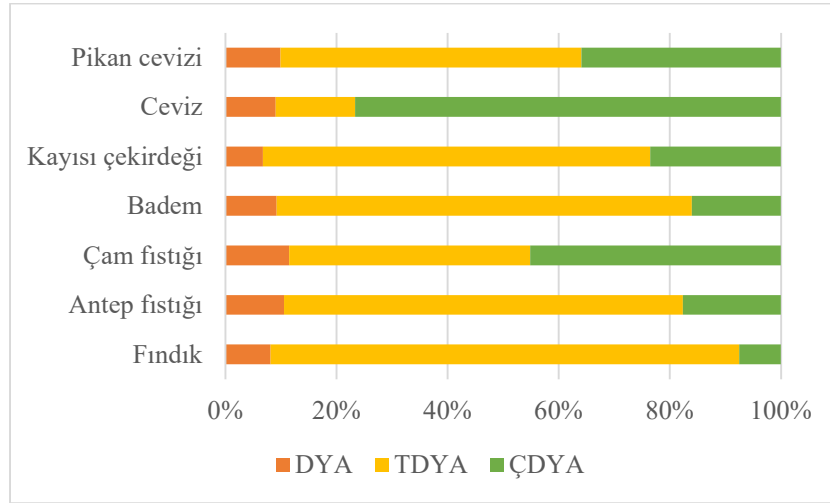
Linoleik asit (C18:2) içeriği bakımından en yüksek miktarın ceviz (%63,65) örneğine ait olduğu tespit edildi. Cevizi sırasıyla; çam fıstığı (%43,19), pıkan cevizi (%35,78), kayısı çekirdeği (%23,45), Antep fıstığı (%17,25), badem (%16,02) ve fındık (%7,39) takip etmektedir. Örnekler arasında istatıksel açıdan önemli ve anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

Linoleik asit gibi linolenik asit (C18:3) içeriği de en yüksek cevizde (%12,90) tespit edildi. Cevizi sırasıyla; pıkan cevizi (%1,54), çam fıstığı (%0,41), Antep fıstığı (%0,27), fındık (%0,09), kayısı çekirdeği (%0,06) ve badem (%0,04) takip etmektedir. Örnekler arasında istatıksel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

Araşidik asit (C20:0) içeriği bakımından en zengin sert kabuklu meyvenin çam fıstığı (%0,74) olduğu görülmektedir ve bunu sırasıyla Antep fıstığı (%0,20), pikan cevizi (%0,17), kayısı çekirdeği (%0,15), fındık (%0,14) ve badem (%0,09) takip etmektedir. Cevizde araşidik asit tespit edilemedi. Sert kabuklu meyve örnekleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0,05$).

Gadoleik asit (C20:1) miktarı en yüksek çam fıstığında (%0,97) olduğu tespit edildi. Çam fıstığını sırasıyla; Antep fıstığı (%0,61), pikan cevizi (%0,26), ceviz (%0,22), fındık (%0,16), kayısı çekirdeği (%0,14) ve badem (%0,07) takip edildi. Örnekler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

Sert kabuklu meyve örneklerinin % yağ asit profili Şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Sert kabuklu meyve örneklerinin yağ asit profili (%)

DYA miktarı en yüksek sert kabuklu meyvenin çam fıstığı (%11,08) olduğu tespit edildi ve diğer örneklerle istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$). Çam fıstığını sırasıyla Antep fıstığı (%10,47), pikan cevizi (%10,30), badem (%9,22), ceviz (%9,04), fındık (%8,14) ve kayısı çekirdeği (%6,76) takip etmektedir.

TDYA bakımından örnekler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$). En yüksek TDYA içeriğine sahip sert kabuklu meyvenin fındık (%84,38) olduğu tespit edildi ve bunu badem (%74,72), Antep fıstığı (%71,31), kayısı çekirdeği (%69,71), pikan cevizi (%52,26), çam fıstığı (%41,96) ve cevizin (%14,24) takip ettiği görülmektedir.

ÇDYA en yüksek miktarda içeren sert kabuklu meyvenin %76,56 oran ile ceviz olduğu tespit edildi. Cevizi sırasıyla, çam fıstığı (%43,68), pıkan cevizi (%37,32), kayısı çekirdeği (%23,51), Antep fıstığı (%17,52), badem (%16,07) ve fındık (%7,49) takip etmektedir. Örnekler arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulundu ($p<0,05$).

Sert kabuklu meyve örneklerinin yağ asit kromatogram sonuçları Ek.1’de yer verilmektedir.

4.3. Yağda Çözünabilen Vitamin Tayin Sonuçları

Sert kabuklu meyve yağlarının yağda çözünabilen vitamin sonuçları ile ilgili bilgiler Tablo 4.3’te yer verilmektedir.

Tablo 4.3. Sert kabuklu meyve yağlarının yağda çözünabilen vitamin içerikleri (mg/kg)

Sert Kabuklu Meyveler	Ergokalsiferol	Kolekalsiferol	Ergosterol	α -tokoferol	Menadion
Fındık	38,03 \pm 7,10 a	43,04 \pm 2,87	TE	1,71 \pm 0,07 a	58,41 \pm 0,56 a
Antep fıstığı	130,01 \pm 9,40 bc	5,27 \pm 1,83	47,13 \pm 21,29	2,27 \pm 0,18 a	30,61 \pm 0,34 b
Çam fıstığı	31,71 \pm 1,80 a	24,95 \pm 0,35	88,37 \pm 0,00	4,00 \pm 0,44 a	86,28 \pm 3,95 c
Badem	213,06 \pm 4,95 d	216,48 \pm 8,07	660,61 \pm 343,87	14,48 \pm 1,80 bc	86,89 \pm 1,07 c
Kayısı çekirdeği	269,61 \pm 47,96 d	TE	TE	29,14 \pm 3,97 d	29,55 \pm 7,59 b
Ceviz	69,18 \pm 28,03 ab	45,80 \pm 12,76	513,40 \pm 61,42	11,76 \pm 0,16 b	62,36 \pm 8,34 a
Pıkan Cevizi	150,18 \pm 3,51 c	104,47 \pm 1,06	323,20 \pm 0,00	17,59 \pm 0,09 c	22,60 \pm 3,80 b

* Sonuçlar üç tekerrürün ortalaması \pm standart sapma olarak verilmiştir. Farklı harfler, istatistiksel açıdan örnekler arasındaki farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).

** TE: Tespit edilemedi.

Ergokalsiferol içeriği en yüksek kayısı çekirdeği yağında (269,61 \pm 47,96 mg/kg) tespit edildi. Kayısı çekirdeğini sırasıyla; badem (213,06 \pm 4,95 mg/kg), pıkan cevizi (150,18 \pm 3,51 mg/kg), Antep fıstığı (130,01 \pm 9,40 mg/kg), ceviz (69,18 \pm 28,03 mg/kg), fındık (38,03 \pm 7,10 mg/kg) ve çam fıstığı (31,71 \pm 1,80 mg/kg) takip etmektedir. Sert kabuklu meyve örnekleri arasında ergokalsiferol içeriği bakımından anlamlı düzeyde ($p<0,05$) fark tespit edildi.

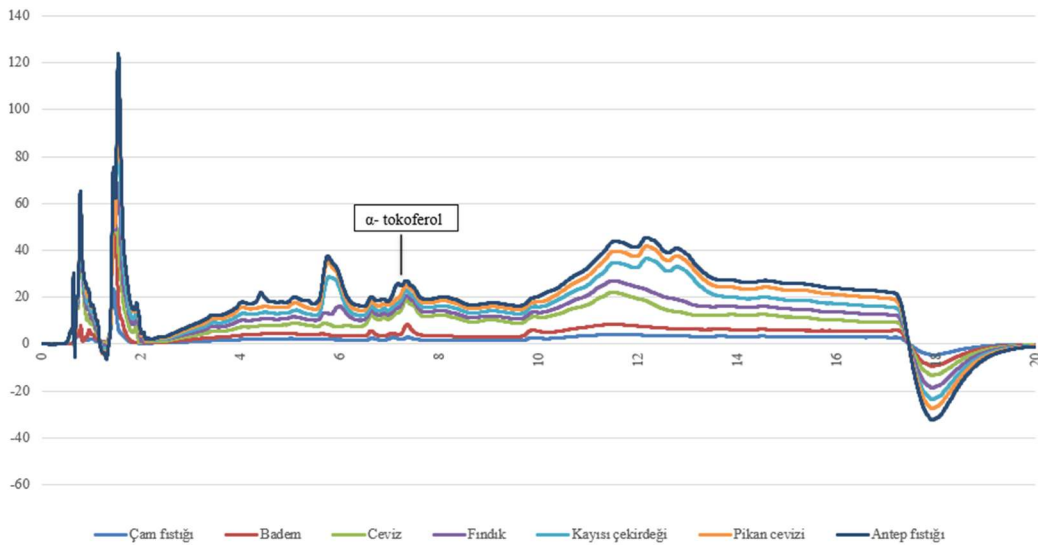
Kolekalsiferol içeriği en yüksek badem yağında (216,48 \pm 8,07 mg/kg) saptandı. Bademi sırasıyla; pıkan cevizi (104,47 \pm 1,06 mg/kg), ceviz (45,80 \pm 12,76 mg/kg), fındık (43,04 \pm 2,87 mg/kg), çam fıstığı (24,95 \pm 0,35 mg/kg) ve Antep fıstığı (5,27 \pm 1,83 mg/kg) takip etmektedir. Kayısı çekirdeği yağında kolekalsiferol içeriği tespit edilemedi. Sert kabuklu

meyve numunelerinde kolekalsiferol değerlerinin az olması nedeniyle kolekalsiferol içeriğindeki farklılıklar tespit edilemedi.

Ergosterol içeriği, en yüksek badem yağında ($660,61 \pm 343,87$ mg/kg) tespit edildi. Bademi sırasıyla, ceviz ($513,40 \pm 61,42$ mg/kg), pıkan cevizi ($323,20 \pm 0,00$ mg/kg), çam fıstığı ($88,37 \pm 0,00$ mg/kg) ve Antep fıstığı ($47,13 \pm 21,29$ mg/kg) takip etmektedir. Fındık ve kayısı çekirdeği yağında ergosterol tespit edilemedi. Numunelerdeki ergosterol değer eksikliği nedeniyle sert kabuklu meyve türlerinde ergosterol miktarındaki farklılıklar tespit edilemedi.

α -tokoferol içeriği en yüksek kayısı çekirdeği yağında ($29,14 \pm 3,97$ mg/kg) tespit edildi. Kayısı çekirdeğini sırasıyla, pıkan cevizi ($17,59 \pm 0,09$ mg/kg), badem ($14,48 \pm 1,80$ mg/kg), ceviz ($11,76 \pm 0,16$ mg/kg), çam fıstığı ($4,00 \pm 0,44$ mg/kg), Antep fıstığı ($2,27 \pm 0,18$ mg/kg) ve fındık ($1,71 \pm 0,07$ mg/kg) takip etmektedir. Kayısı çekirdeğinin diğer sert kabuklu meyve türlerine kıyasla α -tokoferol içeriğinin daha yüksek olduğu tespit edildi ($p < 0,05$).

Sert kabuklu meyve türlerinin UHPLC (280 nm) α -tokoferol kromatogramı Şekil 4.2’de verilmektedir.



Şekil 4.2. Sert kabuklu meyve türlerinin α -tokoferol kromatogramı (UHPLC)

Menadion içeriği en yüksek badem yağında ($86,89 \pm 1,07$ mg/kg) tespit edildi. Bademi sırasıyla; çam fıstığı ($86,28 \pm 3,95$ mg/kg), ceviz ($62,36 \pm 8,34$ mg/kg), fındık ($58,41 \pm 0,56$ mg/kg), Antep fıstığı ($30,61 \pm 0,34$ mg/kg), kayısı çekirdeği ($29,55 \pm 7,59$ mg/kg) ve pıkan cevizi ($22,60 \pm 3,80$ mg/kg) takip etmektedir. Sert kabuklu meyve türleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark ($p < 0,05$) bulundu.

4.4. Kül ve Mineral Tayin Sonuçları

Tablo 4.4'te sert kabuklu meyve örneklerinin kül ve minerallerin tayin sonuçları yer almaktadır.

Kül içeriği en yüksek çam fıstığında (%4,57) tespit edildi. Bunu sırasıyla badem (%3,10), kayısı çekirdeği (%2,47), Antep fıstığı (%2,41), fındık (%1,89), pıkan cevizi (%1,74) ve ceviz (%1,73) takip etmektedir. Çam fıstığının kül oranı, diğer örneklerle kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptandı ($p<0,05$).

Magnezyum içeriği ele alındığında, en yüksek magnezyum içeren sert kabuklu meyvenin çam fıstığı ($582,80\pm 0,95$ mg/100g) olduğu tespit edildi. Çam fıstığını, badem ($267,43\pm 1,24$ mg/100 g), kayısı çekirdeği ($256,15\pm 0,62$ mg/100 g), fındık ($181,47\pm 0,60$ mg/100 g), pıkan cevizi ($170,69\pm 0,41$ mg/100 g), ceviz ($151,74\pm 1,30$ mg/100 g) ve Antep fıstığı ($122,54\pm 0,71$ mg/100 g) takip etmektedir. Sert kabuklu meyveler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

Potasyum içeriği en yüksek oranda çam fıstığında ($1111,70\pm 0,78$ mg/ 100 g) bulundu ve bunu badem ($991,47\pm 0,41$ mg/ 100 g), kayısı çekirdeği ($966,51\pm 0,44$ mg /100 g), Antep fıstığı ($874,58\pm 0,97$ mg/ 100 g), fındık ($844,32\pm 4,05$ mg /100 g), pıkan cevizi ($818,01\pm 0,76$ mg/ 100 g) ve ceviz ($533,38\pm 0,87$ mg/ 100 g) takip etmektedir. Ceviz ve diğer sert kabuklu meyveler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

Kalsiyum içeriği en yüksek sert kabuklu meyvenin, badem ($83,21\pm 0,61$ mg /100 g) olduğu tespit edildi. Bademi sırasıyla; Antep fıstığı ($47,95\pm 0,70$ mg /100 g), ceviz ($41,71\pm 0,26$ mg/ 100 g), kayısı çekirdeği ($40,60\pm 0,39$ mg/ 100 g), fındık ($32,44\pm 0,19$ mg/ 100 g), pıkan cevizi ($23,40\pm 0,21$ mg/ 100 g) ve çam fıstığı ($8,03\pm 0,25$ mg/ 100 g) takip etmektedir. Sert kabuklu meyve örnekleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

Krom içeriği ele alındığında, en yüksek oranda krom içeriğine sahip sert kabuklu meyvenin ceviz ($0,05\pm 0,05$ mg/ 100 g) olduğu saptandı. Cevizi sırasıyla; Antep fıstığı ($0,04\pm 0,01$ mg/ 100 g), pıkan cevizi ($0,03\pm 0,01$ mg /100 g), badem ($0,02\pm 0,01$ mg /100 g), çam fıstığı ($0,02\pm 0,01$ mg/100 g), kayısı çekirdeği ($0,02\pm 0,01$ mg/100 g) ve fındık ($0,02\pm 0,01$ mg/ 100 g) takip etmektedir. Örnekler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0,05$).

Tablo 4.4. Sert kabuklu meyvelerin kül ve mineral içerikleri

Kül (%) ve Mineraller (mg/100 g)	Sert Kabuklu Meyveler						
	Fındık	Antep Fıstığı	Çam Fıstığı	Badem	Kayısı Çekirdeği	Ceviz	Pıkan Cevizi
Kül	1,89±0,00 a	2,41±0,10 b	4,57±0,01 c	3,10±0,03 d	2,47±0,06 b	1,73±0,05 a	1,74±0,02 a
Makro Elementler							
-Magnezyum (Mg)	181,47±0,60 abc	122,54±0,71 a	582,80±0,95 d	267,43±1,24 ce	256,15±0,62 bce	151,74±1,30 a	170,69±0,41 ab
-Potasyum (K)	844,32±4,05 a	874,58±0,97 a	1111,70±0,78 a	991,47±0,41 a	966,51±0,44 a	533,38±0,87 b	818,01±0,76 ab
-Kalsiyum (Ca)	32,44±0,19 a	47,95±0,70 b	8,03±0,25 c	83,21±0,61 d	40,60±0,39 a	41,71±0,26 a	23,40±0,21 e
Mikro Elementler							
-Krom (Cr)	0,02±0,01 a	0,01±0,01 a	0,02±0,01 a	0,02±0,01 a	0,02±0,01 a	0,05±0,05 a	0,03±0,01 a
-Demir (Fe)	5,07±0,50 ab	7,13±0,32 c	12,86±0,49 d	6,04±0,15 b	5,40±0,28 ab	3,98±0,33 a	4,27±0,15 ab
-Bakır (Cu)	2,05±0,22 a	1,51±0,05 b	4,28±0,17 c	1,74±0,05 b	1,66±0,05 b	1,70±0,04 b	1,60±0,04 b
-Çinko (Zn)	3,44±0,36 a	3,58±0,37 ab	12,30±0,48 c	5,51±0,01 de	6,32±0,22 e	3,98±0,33 bf	4,79±0,15 df
-Selenyum (Se)	0,01±0,01 a	0,01±0,01 a	0,04±0,01 a	0,01±0,02 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,01±0,00 a
-Mangan (Mn)	12,76±0,54 a	1,89±0,01 b	12,20±0,43 a	2,89±0,07 b	1,93±0,04 b	21,13±0,48 c	1,72±0,08 b
Ağır Metaller							
-Nikel (Ni)	0,44±0,05 ab	0,18±0,01 c	0,84±0,04 d	0,36±0,01 a	0,44±0,02 b	0,78±0,04 d	2,05±0,03 e
-Arsenik (As)	0,01±0,01 a	0,00±0,00 b	0,02±0,00 a	0,00±0,00 b	0,01±0,00 a	0,00±0,00 b	0,00±0,00 b
-Kurşun (Pb)	0,03±0,02 a	0,05±0,04 a	0,04±0,02 a	0,03±0,04 a	0,03 ±0,02 a	0,02±0,01 a	0,02±0,00 a
-Kadmiyum (Cd)	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,01±0,00 b	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a
-Cıva (Hg)	0,02±0,02 a	0,00±0,00 b	0,00±0,00 b	0,00±0,00 b	0,00±0,00 b	0,00±0,00 b	0,00±0,00 b

* Bileşen miktarı, yaş ağırlık üzerinden % olarak verilmiştir.

** Kül sonuçları üç tekrerrün ortalaması ± standart sapma ve mineral sonuçları yedi tekrerrün ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Farklı harfler, istatistiksel açıdan örnekler arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0,05).

Demir içeriği en yüksek am fıstığında (12,86±0,49 mg/ 100 g) bulundu ve bunu sırasıyla Antep fıstığı (7,13±0,32 mg/ 100 g), badem (6,04±0,15 mg/ 100 g), kayısı çekirdeği (5,40±0,28 mg /100 g), fındık (5,07±0,50 mg/ 100 g), pıkan cevizi (4,27±0,15mg/ 100 g) ve ceviz (3,98±0,33 mg/ 100 g) takip etmektedir. Sert kabuklu meyveler arasında istatikselsel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

Bakır içeriği ele alındığında, en yüksek miktarı am fıstığının (4,28±0,17 mg/ 100 g) içerdiği tespit edildi. am fıstığını; fındık (2,05±0,22 mg /100 g), badem (1,74±0,05 mg /100 g), ceviz (1,70±0,04 mg/ 100 g), kayısı çekirdeği (1,66±0,05 mg/ 100 g), pıkan cevizi (1,60±0,04 mg/ 100 g) ve Antep fıstığı (1,51±0,05 mg/ 100 g) takip etmektedir. am fıstığı ve fındık ile diğer sert kabuklu meyveler arasında istatikselsel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

Çinko oranı en yüksek sert kabuklu meyvenin, am fıstığı (12,30±0,48 mg/ 100 g) olduğu saptandı ve bunu sırasıyla kayısı çekirdeği (6,32±0,22 mg/ 100 g), badem (5,51±0,01 mg/ 100 g), pıkan cevizi (4,79±0,15 mg/ 100 g), ceviz (3,98±0,33 mg/ 100 g), Antep fıstığı (3,58±0,37 mg/ 100 g) ve fındık (3,44±0,36 mg/ 100 g) takip ettiği gözlendi. Örnekler arasında istatikselsel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

Selenyum içeriği ele alındığında, en yüksek oranda selenyum içeren sert kabuklu meyvenin am fıstığı (0,04±0,01 mg/ 100 g) olduğu tespit edildi. am fıstığını sırasıyla; badem (0,01±0,02 mg/ 100 g), fındık (0,01±0,01 mg/ 100 g), Antep fıstığı (0,01±0,01 mg/ 100 g), pıkan cevizi (0,01±0,00 mg/ 100 g), ceviz (0,00±0,00 mg/ 100 g) ve kayısı çekirdeği (0,00±0,00 mg/ 100 g) takip etmektedir. Sert kabuklu meyveler arasında istatikselsel açıdan anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0,05$).

Mangan içeriği bakımından en yüksek miktarın cevizde (21,13±0,48 mg/ 100 g) olduğu tespit edildi ve bunu sırasıyla fındık (12,76±0,54 mg/ 100 g), am fıstığı (12,20±0,43 mg/ 100 g), badem (2,89±0,07 mg/ 100 g), kayısı çekirdeği (1,93±0,04 mg /100 g), Antep fıstığı (1,89±0,01 mg/ 100 g) ve pıkan cevizi (1,72±0,08 mg/ 100 g) takip ettiği görüldü. Sert kabuklu meyve örnekleri arasında istatikselsel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

Nikel içeriği en yüksek oranda pıkan cevizinde (2,05±0,03 mg/ 100 g) bulundu. Pıkan cevizini sırasıyla; am fıstığı (0,84±0,04 mg/ 100 g), ceviz (0,78±0,04 mg/ 100 g), kayısı çekirdeği (0,44±0,02 mg/ 100 g), fındık (0,44±0,05 mg /100 g), badem (0,36±0,01 mg/ 100 g)

ve Antep fıstığı ($0,18\pm 0,01$ mg/ 100 g) takip etmektedir. Örnekler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

Arsenik içeriği en yüksek olan sert kabuklu meyvenin, çam fıstığı ($0,02\pm 0,00$ mg/ 100 g) olduğu tespit edildi. Çam fıstığını; fındık ($0,01\pm 0,01$ mg/ 100 g) ve kayısı çekirdeği ($0,01\pm 0,00$ mg/ 100 g) takip etmektedir. Antep fıstığı, badem, ceviz ve pıkan cevizinde arsenik içeriği saptanmadı. Sert kabuklu meyve türleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

Kurşun içeriği ele alındığında, sert kabuklu meyveler arasında Antep fıstığının ($0,05\pm 0,04$ mg/100 g) en yüksek kurşun içerdiği saptandı. Antep fıstığını sırasıyla; çam fıstığı ($0,04\pm 0,02$ mg/100 g), badem ($0,03\pm 0,04$ mg/100 g), fındık ($0,03\pm 0,02$ mg/100 g), kayısı çekirdeği ($0,03\pm 0,02$ mg/100 g), pıkan cevizi ($0,02\pm 0,00$ mg/100 g) ve ceviz ($0,02\pm 0,00$ mg/100 g) takip etmektedir. Örnekler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0,05$).

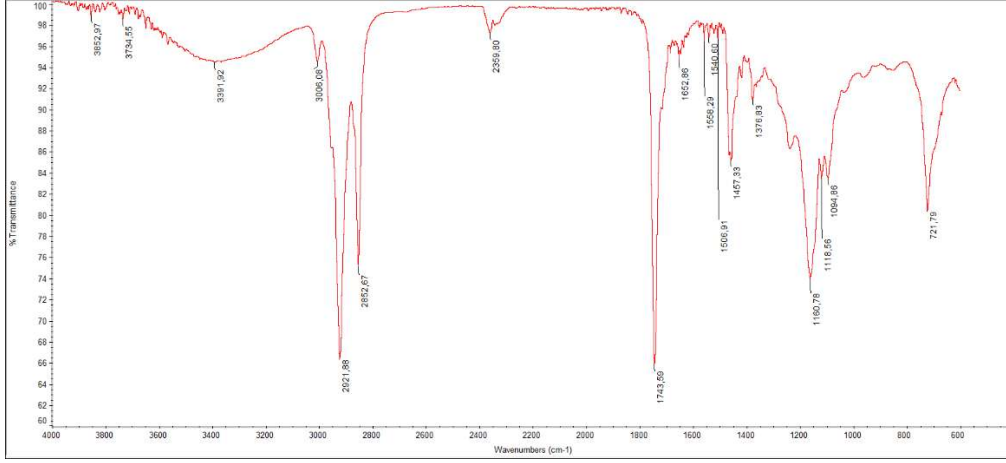
Kadmiyum içeriği en yüksek oranda çam fıstığında ($0,01\pm 0,00$ mg/100 g) tespit edildi ve diğer sert kabuklu meyvelerde kadmiyum içeriği saptanmadı. Sert kabuklu meyve örnekleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

Cıva içeriği bakımından en yüksek miktara sahip olan sert kabuklu meyvenin fındık ($0,02\pm 0,02$ mg/ 100 g) olduğu tespit edildi. Fındık dışındaki sert kabuklu meyvelerde cıva içeriği saptanmadı. Fındık ve diğer sert kabuklu meyveler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$).

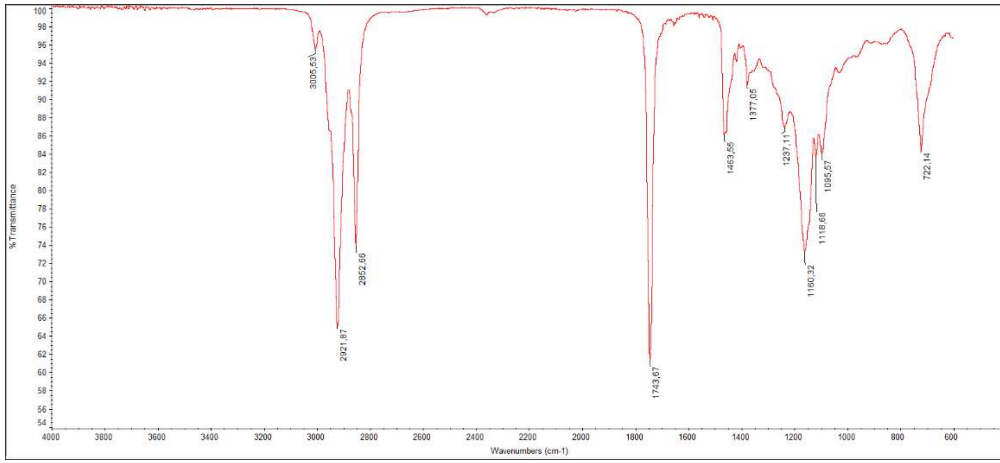
4.5. Yağların FTIR Spektrum Tayin Sonuçları

Sert kabuklu meyve türleri örneklerinin FTIR spektrum sonuçları Şekil 4.3., Şekil 4.4., Şekil 4.5., Şekil 4.6., Şekil 4.7., Şekil 4.8. ve Şekil 4.9'da verilmektedir.

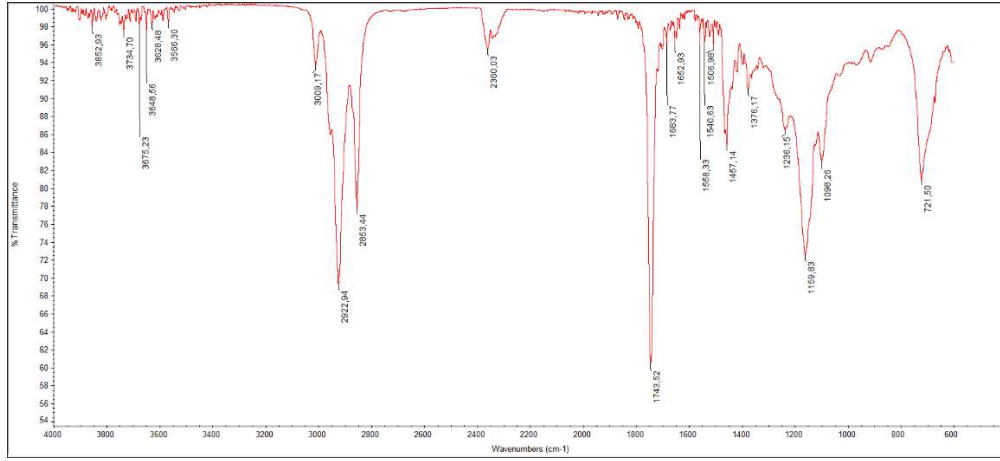
Çalışmamızda sert kabuklu meyve türleri arasında FTIR spektrumların benzerlik gösterdiği tespit edildi.



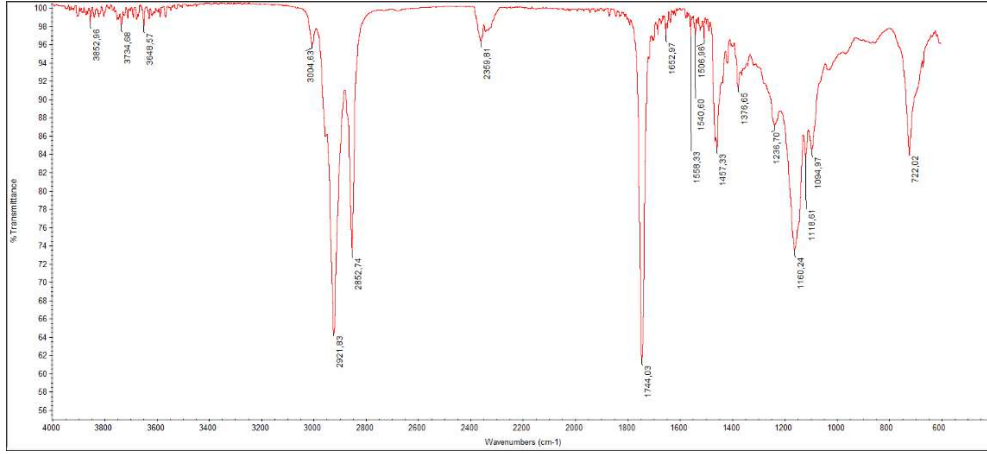
Şekil 4.3. Antep fıstığı yağının FTIR spektrumu



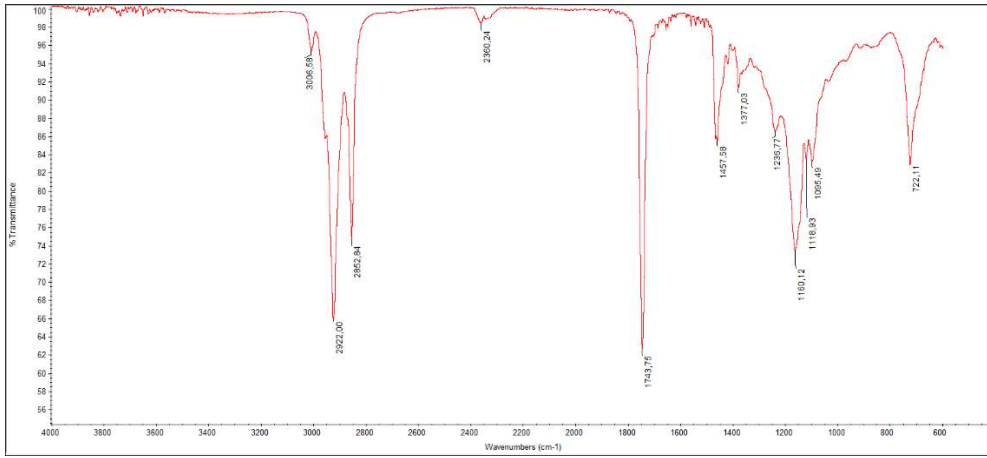
Şekil 4.4 Badem yağının FTIR spektrumu



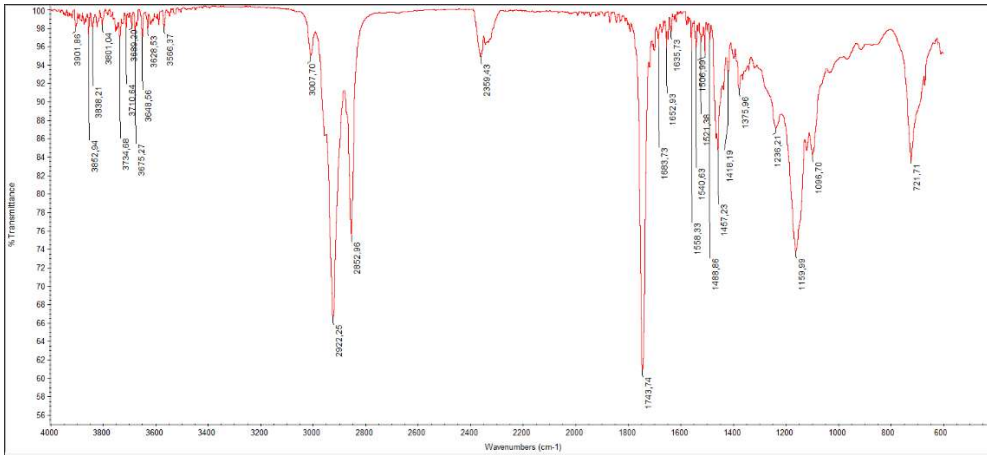
Şekil 4.5.Ceviz yağının FTIR spektrumu



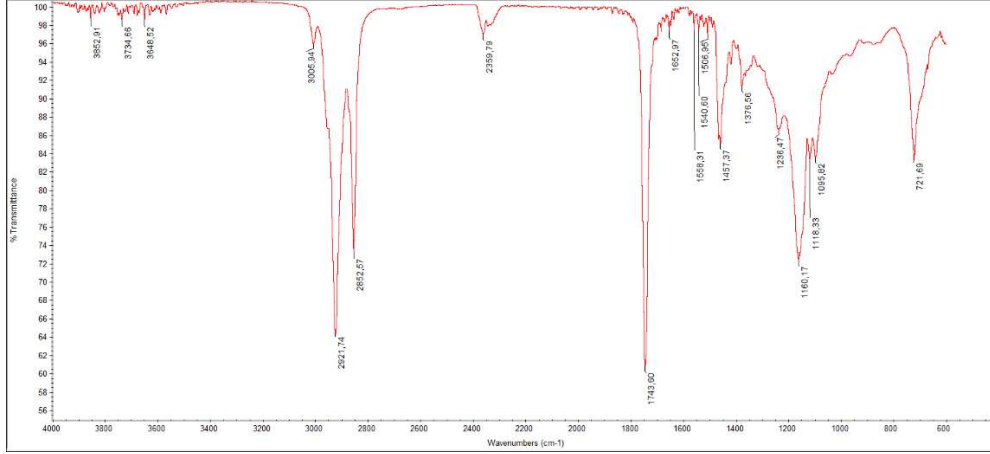
Şekil 4.6. Fındık yağının FTIR spektrumu



Şekil 4.7. Kayısı çekirdeği yağının FTIR spektrumu



Şekil 4.8. Pıkan cevizi yağının FTIR spektrumu



Şekil 4.9.Çam fıstığı yağının FTIR spektrumu

Sert kabuklu meyve yağlarının FTIR spektrumlarındaki başlıca absorpsiyon frekanslarına karşılık gelen fonksiyonel grupları ile ilgili bilgiler Tablo 4.5’te bulunmaktadır.

Tablo 4.5. Sert kabuklu meyve yağlarının FTIR spektrumlarındaki başlıca absorpsiyon frekansları ve fonksiyonel grupları

Frekans (cm ⁻¹)	Fonksiyonel grup
3200-3550	O-H
3300-3500	N-H
3000-3500	O=C-N-H
2500-3000	Karboksil O-H
2850-2950	C-H
1735-1750	Ester C=O
1680-1750	Keton C=O
1630-1690	Amid C=O
1620-1680	C=C
1540	C-N amid II
1400-1460	-C=O
1450-1370	CH
1080	C-O

4.6. Yağların Refraktif İndeks ve Brix Tayin Sonuçları

Sert kabuklu meyvelerin refraktif indeks ve % brix değeri ile ilgili bilgiler Tablo 4.6’da verilmektedir.

Refraktif indeks değeri en yüksek olan sert kabuklu meyvenin 1,476 nD ile cevizde olduğu tespit edildi. Cevizi sırasıyla çam fıstığı (1,474 nD), kayısı çekirdeği (1,472 nD), badem (1,471 nD), pıkan cevizi (1,471 nD), Antep fıstığı (1,467 nD) ve fındık (1,463 nD) takip etmektedir.

Brix değeri ele alındığında, en yüksek brix değerine sahip olan sert kabuklu meyvenin ceviz (%74,50) olduğu tespit edildi. Cevizi sırasıyla; çam fıstığı (%73,25), kayısı çekirdeği

(%72,50), badem (%72,25), pıkan cevizi (%72,25), fındık (%71,00) ve Antep fıstığı (%70,75) takip etmektedir.

Tablo 4.6. Sert kabuklu meyvelerin refraktif indeks ve brix değerleri

Sert Kabuklu Meyveler	Refraktif İndeks (nD)	Brix Değeri (%)
Fındık	1,463	71,00
Antep fıstığı	1,467	70,75
Çam fıstığı	1,474	73,25
Badem	1,471	72,25
Kayısı çekirdeği	1,472	72,50
Ceviz	1,476	74,50
Pıkan cevizi	1,471	72,25

5.TARTIŞMA

Brezilya cevizi, Macadamia fıncığı, Antep fıstığı, badem, fıncık, kaju, ceviz, pıkan cevizi, kestane ve kayısı çekirdeği gibi sert kabuklu meyveler zengin bir besin öğe profiline sahiptir (Souza ve ark., 2015; Cardoso ve ark., 2017; Taş & Gökmen, 2017). Sert kabuklu meyve türlerinin besin öğe bileşiminin incelenmesi hem sağlık hem de ekonomi için önem arz etmektedir. Ek olarak, sert kabuklu meyvelerin beslenmeye olan katkısının belirlenmesinde besin öğe bileşimi önemli bir konu olmaktadır. Yapılan bu çalışmada Türkiye’de yetiştirilen fıncık, ceviz, pıkan cevizi, badem, Antep fıstığı, çam fıstığı ve kayısı çekirdeği örneklerinin yağ, yağ asitleri, yağda çözünebilen vitaminler ve mikro element içeriğinin tespit edilmesi ve elde edilen verilerin beslenmeye olan katkısının belirlenmesi amaçlandı. Bu bölümde, çalışmada elde edilen bulgular literatür verileri ile tartışılmıştır.

5.1. Sert Kabuklu Meyve Türlerinin Nem İçeriğinin Değerlendirilmesi

Nem, sert kabuklu meyvelerde hasat sonrası niceliksel, niteliksel ve ekonomik kayıplara yol açan en baş etmendır (Hodges ve ark., 2011; Hailu & Derbew, 2015). Bunun nedeni nemin mikrobiyal büyüme hızını arttıran bir faktör olmasıdır (Prior, 1979). Sert kabuklu meyvelerde mikrobiyal çoğalmayı önlemek için FDA tarafından güvenli nem aralığı, 25°C’de 0,70 a_w karşılık gelen %8’den az nem olarak belirtilmiştir (Khir ve ark., 2013). Çalışmamızda tüm numunelerde nem içeriği %8’in altında bulunmuştur. Bu nedenle, çalışmamızdaki sert kabuklu meyve örnekleri güvenli nem aralığındadır.

Çalışmamızda sert kabuklu meyve örneklerinin nem içeriği incelendiğinde; en yüksek nem içeriğinin çam fıstığında (%2,91) olduğu saptanmıştır. Literatürde Türkiye’de yetiştirilen sert kabuklu meyvelerin verileri incelendiğinde; Ahmed ve ark. (2025) , Şen ve ark. (2016), Örnek ve ark. (2015) ve Nergiz & Dönmez (2004) tarafından çam fıstıklarının nem içeriği sırasıyla %5,05; %4,64; %8,82 ve %5,00 olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmalara göre çam fıstığında bulduğumuz nem miktarı çok düşüktür. Antep fıstığında tespit etmiş olduğumuz nem oranı (%2,10), Şahin (2023) tarafından rapor edilen nem oranına (%2,63) benzerlik gösterirken Polat ve ark. (2007) ve Satil ve ark. (2003) tarafından rapor edilen nem oranlarından (%7,10 ve %5,63) çok düşüktür. Badem örneklerinde tespit etmiş olduğumuz nem değeri (%1,83) ise Nizamlıoğlu (2015), Yıldırım ve ark. (2008) ve Şahin (2023) çalışmalarından elde ettikleri verilere kıyasla (sırasıyla %4,60, %4,30 ve %3,31) daha düşüktür. Fıncık örneklerimizin nem içeriği (%1,67), Şahin (2023) tarafından rapor edilen sonuca (%2,04) benzer olurken Demirci-Ercoşkun (2009) (%3,64), Akar (2016) (%4,49) ve

Şengül (2019) (%4,26) tarafından beyan edilen sonuçlardan daha düşüktür. Aydın (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, çeşitli kayısı çekirdeği türlerinde nem içeriğinin %2,92-28,37 arasında değiştiği bildirilmiştir. Aksüt ve ark. (2023) ve Fayed ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmalarda da kayısı çekirdeğinin nem içeriği sırasıyla %33,50 ve %9,21 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmalara kıyasla kayısı çekirdeği örneklerimizin nem içeriği (%1,53) çok düşüktür. Ceviz örneklerinin nem içeriği (%1,40) ele alındığında ise Şahin (2023) tarafından rapor edilen sonuçlar (%1,67) ile benzerdir. Ancak Balta ve ark. (2016) ve Başer ve ark. (2016) tarafından çeşitli ceviz türleri üzerinde yapılan çalışma sonuç bildirimlerine (sırasıyla %3,25-4,10 ve %2,09-3,87) kıyasla ceviz örneklerimizin nem içeriğinin daha düşüktür. Benzer şekilde, pikan cevizi örneklerimizin nem içeriği de (%1,39) Akkuş-Binici (2020) ve Çelik (2024) tarafından bildirilen sonuçlara (%2,34-6,23 ve %3,48) kıyasla daha düşüktür.

Sert kabuklu meyve örneklerimizin nem içeriği genellikle literatürdeki çalışmalara kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak tohum çeşidi, yetiştirilen bölge, iklim, tarımsal uygulamalar, hasat zamanı, hasat yılı, olgunlaşma derecesi, hasat sonrası kurutma işlemleri ve depolama süresi gibi farklılıklardan ileri gelebileceği düşünülmektedir.

5.2. Sert Kabuklu Meyve Türlerinin Yağ ve Yağ Asit İçeriklerinin Değerlendirilmesi

5.2.1. Toplam yağ

Yağ ve yağ asit içeriği, sert kabuklu meyvelerin besin değeri, lezzeti ve dokusunu önemli ölçüde etkileyen bir parametredir. Sert kabuklu meyvelerin yağ içeriği, bazı temel yağ asitlerini içermenin yanında kremi ve zengin lezzet katması ile tat ve ağız hissiyatında önemli bir rol oynamaktadır. Ek olarak, sert kabuklu meyvelerin yağ içeriği raf ömrünü etkilemektedir. Yüksek oranda yağ içeren sert kabuklu meyveler oksidasyona daha yatkındır ve bunun sonucunda daha hızlı bozulmaya başlayabilmektedir (Akdemir-Evrendilek ve ark., 2025; Gama ve ark., 2018).

Çalışmamızda pikan cevizi (%52,68) diğer sert kabuklu meyve örneklerine kıyasla en yüksek yağ içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum pikan cevzinin diğer numunelere göre oksidasyona daha yatkın olduğunu düşündürülebilir. Pikan cevizi örneğinin yağ verileri incelendiğinde, Toker ve ark. (2015) (%72,10), Yılmaz ve ark. (2021) (%70,31), Akkuş-Binici (2020) (%58,90) ve Yıldız-Turgut & Özdemir (2023) (%69,35-77,08) tarafından rapor edilen verilere kıyasla daha düşüktür. Ceviz örneklerinden elde etmiş olduğumuz yağ içeriği (%52,01), Alkan & Öksüz (2025) tarafından yapılan bir çalışmadaki

veriler (%55,76) ile benzerlik göstermektedir. Ancak Aydın % Güven (2024) ,Bayazıt ve ark. (2020) ve Şahin (2023) tarafından yapılan çalışmalarda rapor edilen verilere (sırasıyla %67,64: %65,46 ve %67,90) kıyasla ceviz örneklerimizin yağ içeriği daha düşüktür. Ceviz yağ içeriğinin Aydın & Güven (2024) ,Bayazıt ve ark. (2020) ve Şahin (2023) sonuçları ile çalışmamızdaki farklılıklar; bu çalışmalarda yağ ekstraksiyon etkinliğini arttırmak için 2 basamaklı yağ ekstraksiyon işlemi gerçekleşmesi ve yağ içeriğinin kuru ağırlık üzerinden % olarak hesaplanması nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Fındık örneği için tespit etmiş olduğumuz yağ içeriği (%44,83), Tunçil (2020) , Subaşı ve ark. (2025) ve Yılmaz ve ark. (2024) tarafından rapor edilen değerlere (sırasıyla %57,90, %56,22 ve %62,50) kıyasla daha düşüktür. Antep fıstığının yağ içeriği çalışmamızda %41,44 olup Akdemir-Evrendilek ve ark. (2025) (%42,52) benzer bir sonuç bulduğumuz tespit edilmiştir. Younis ve ark. (2024) tarafından yapılan bir çalışmada, Antep fıstığının yağ içeriği %31,13 olarak rapor edilmiştir. Bu veriye kıyasla da Antep fıstığı örneğimizin yağ içeriği yüksek olduğu görülmektedir. Kayısı çekirdeği örneklerinde tespit etmiş olduğumuz yağ içeriği (%38,34), Salık & Çakmakçı (2024) tarafından belirtilen değerler (%38,97–42.22) ile benzerlik gösterirken Aydın (2024) tarafından beyan edilen değerden (%65,16) daha düşüktür. Bayazıt ve ark. (2025), Çolak ve ark. (2025) ve Gulsoy ve ark. (2022) tarafından badem örneklerinin yağ içerikleri sırasıyla %51,81; %57,71 ve %47,85 olarak rapor edilmiştir. Bu literatür verilerine göre badem örneklerinde bulduğumuz yağ miktarı (%38,28) daha düşüktür. Badem örneklerinde kaynaklanan bu farklılığın sebebi; yağ ekstraksiyonu yöntemlerindeki farklılık olabilir. Bayazıt ve ark. (2025), Çolak ve ark. (2025) ve Gulsoy ve ark. (2022) badem örneklerinde yağ ekstraksiyonu için Soxhlet yöntemi kullanmıştır. Çalışmamızda ise yağ ekstraksiyonu için ASE yöntemi kullanılmıştır. Çam fıstığı örneklerinden elde ettiğimiz yağ içeriği (%11,63) ele alındığında ise Şen ve ark. (2016) , Ahmed ve ark. (2025) ve Meshgi & Asadi-Gharneh (2019) tarafından rapor edilen çam fıstığı yağ miktarlarının (%45,80, %45,45 ve %39,60) altında olduğu görülmektedir. Bu farklılıkların nedeni, hasat zamanı, hasat yılı, yetiştirilen coğrafi bölge, olgunlaşma derecesi, işleme tekniği (kavurma, kurutma vb.) ve depolama gibi faktörlerden olabilmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı (2022) tarafından günlük diyet enerjisinin %20-35 yağlardan oluşması gerektiği belirtilmektedir. Bu da enerji ihtiyacı ortalama 2000 kkal olan bireylerin günde 44-77 g yağ tüketmesi gerektirdiğini göstermektedir (Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, 2022). Bu çalışmada, sert kabuklu meyve türlerinin 1 porsiyonun (30 g) içerdiği yağ miktarı 3,49-15,80 g arasında değişiklik gösterdiği

görülmektedir. Bu sayede enerji ihtiyacı 2000 kkal olan bir bireyin, 1 porsiyon sert kabuklu meyve tükettiğinde önerilen yağ tüketiminin %4,53-35,90'ına kadar karşılayabildiği tespit edilmiştir.

5.2.2. Doymuş yağ asitleri

Sert kabuklu meyveler, sağlıklı yağ asit profiline sahip besinler olarak değerlendirilmektedir. Bunun sebebi, çeşitli sağlık sorunları ile ilişkisi olan DYA'ların sert kabuklu meyvelerde düşük oranlarda bulunmasıdır. Literatürde sert kabuklu meyvelerin DYA içeriği, %4-16 arasında değişiklik göstermektedir (Öz ve ark., 2021; Ros & Mataix, 2006). Çalışmamızda da sert kabuklu meyve örneklerinin DYA içeriği, %6,76-11,08 arasında tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ile literatür verileri arasında uyum olduğu görülmektedir.

Genel olarak fındık ve Antep fıstığı diğer sert kabuklu meyvelere kıyasla daha fazla DYA içeriğine sahiptir (Çağlarımak & Coşkunseven-Batkan, 2005). Çalışmamızda ise en yüksek DYA içeriğine sahip sert kabuklu meyvenin çam fıstığı (%11,08) olduğu saptanmıştır. Wojdyło ve ark. (2022) tarafından yapılan bir çalışmada pıkan cevizi, çam fıstığı, fındık, Antep fıstığı, badem ve cevizin DYA içeriği sırasıyla; %12,60; %11,80 ; %13,30 ; % 13,30; %9,20 ve %13,30 olarak rapor edilmiştir. Bu sonuçlar ile çalışmamızdaki DYA verileri kıyaslandığında, çam fıstığı ve badem verilerinde benzerlik olduğu ancak diğer sert kabuklu meyve türlerinde çalışmamızdaki verilerden daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca bu çalışmada DYA içeriği bakımından sert kabuklu meyve türleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Çalışmamızdaki çam fıstığı ve diğer sert kabuklu meyveler arasındaki istatistiksel olarak bulunan fark bu çalışma ile benzerlik göstermektedir. Şen ve ark. (2016) ve Özel ve ark. (2022) tarafından çam fıstığının DYA içerikleri %10,47 ve %6,94-10,07 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmalara kıyasla çam fıstığı örneklerinden elde ettiğimiz DYA verilerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Antep fıstığı örneklerimizden elde ettiğimiz DYA içeriği (%10,47), Abdolshahi ve ark. (2015) ve Ghazzawi & Al-Ismail (2017) tarafından rapor edilen değerlerden (%11,50-13,75 ve %11,92) daha düşük olduğu görülmektedir. Yıldız-Turgut & Özdemir (2023) ve Çelik (2024) tarafından tespit edilen pıkan cevizinin DYA içeriği (%7.34-9.49 ve %8,71) elde ettiğimiz sonucun (%10,30) altında kaldığı tespit edilmiştir. Badem örneklerinden elde ettiğimiz DYA oranı (%9,22) ise Gulsoy ve ark. (2022) ve Karatay ve ark. (2014) tarafından rapor edilen değerlerden (sırasıyla %8,06 ve %6,19) yüksek olduğu görülürken Asil & Bozdoğan Konaşkan (2021) tarafından rapor edilen değerden (%13,30) daha düşük olduğu görülmektedir. Cevizde (%9,04) tespit etmiş

olduğumuz DYA içeriği Nogales-Bueno ve ark. (2021) tarafından rapor edilen değer (%9,40) ile benzerlik göstermektedir. Aynı şekilde, fındık örneğinden elde ettiğimiz DYA içeriği (%8,14) Cakmak-Arslan & Gulsen (2024) tarafından rapor edilen değere (%8,93) benzerlik göstermektedir. Ancak Çelik ve ark. (2023) tarafından rapor edilen değerden (%27,10) daha düşük olduğu görülmektedir. Kayısı çekirdeği örneklerinden tespit edilen DYA oranı (%6,76) ise Kaya ve ark. (2008) ve Turan ve ark. (2007) tarafından rapor edilen değerler (%7,10 ve %6,27) ile benzerlik gösterirken Gümüş & Erol (2023) tarafından belirtilen değerden (%11,53) daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Palmitik asit (C16:0), genellikle sert kabuklu meyvelerde yüksek oranda bulunan DYA'dır (Li & Hu, 2011). Çalışmamızda %8,42 oran ile Antep fıstığının en yüksek palmitik asit içeriğine sahip sert kabuklu meyve olduğu tespit edilmiştir. En düşük palmitik asit içeriğine sahip sert kabuklu meyvenin ise kayısı çekirdeği (%5,41) olduğu saptanmıştır. Esteki ve ark. (2019) ve Ismaiel ve ark. (2025) tarafından Antep fıstığının palmitik asit içeriği sırasıyla %9,04 ve %10,24 olarak rapor edilmiştir. Bu verilere kıyasla Antep fıstığı örneklerimizde tespit ettiğimiz palmitik asit içeriği daha düşüktür. Pikan cevizi örneklerinde de bu farklılık görülmektedir. Cui ve ark. (2025) ve Siebeneichler ve ark. (2024) tarafından pikan cevzinin palmitik asit içeriği sırasıyla %8,97 ve %9,36 olarak rapor edilmiştir. Bu sonuçlara kıyasla pikan cevizi örneğimizden elde etmiş olduğumuz değer (%7,28) düşüktür. Diğer taraftan, badem örneklerinden elde ettiğimiz palmitik asit oranı (%6,94) Genç & Güney (2025) (%6,95) ve Kumawat ve ark. (2024) (%6,37) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Aynı şekilde çam fıstığı örneklerimizin palmitik asit içeriği (%6,44), Ahmed ve ark. (2025) ve Şen ve ark. (2016) tarafından bulunan değerler (%6,35 ve %6,30) ile benzerlik göstermektedir. Ceviz numunelerimizde tespit ettiğimiz palmitik asit içeriği (%5,99), Kafkas ve ark. (2017) tarafından rapor edilen sonuca (%5,92) benzerlik gösterirken Ada ve ark. (2020) tarafından bildirilen sonuçtan (%6,31) daha düşüktür. Fındık örneklerimizden elde edilen palmitik asit içeriği de (%5,65) Tüfekci & Karataş (2018) tarafından bulunan sonuçlara (%5,18-5,65) benzerlik gösterirken Taş & Gökmen (2015) tarafından rapor edilen sonuçlardan (%6,50-7,00) daha düşük olduğu görülmektedir. Turan ve ark. (2007) tarafından kayısı çekirdeğinin palmitik asit içeriği %4,92 olarak tespit edilmiştir. Bu değere göre de kayısı çekirdeği örneğimizde tespit ettiğimiz palmitik asit oranı yüksektir.

Çalışmamızla paralel olarak sert kabuklu meyvelerde, DYA oranı bakımından palmitik asitten sonra stearik asit (C18:0) gelmektedir (Li & Hu, 2011). Stearik asit içeriği bakımından

en yüksek miktar %3,81 ile çam fıstığında olduğu saptandı. Destailats ve ark. (2010) ve Matthäus & Özcan (2006) tarafından çam fıstığının stearik asit içeriği sırasıyla %3,20 ve %2,10 olarak tespit edilmiştir. Bu verilere kıyasla çam fıstığı örneklerimizde tespit ettiğimiz stearik asit içeriği yüksektir. Akbari ve ark. (2015) tarafından rapor edilen değerler (%2,00-3,90) ile ceviz örneklerimizde tespit ettiğimiz stearik asit miktarı (%3,01) benzerlik göstermektedir. Ancak ceviz örneklerimizin stearik asit içeriği Li ve ark. (2017) ve Hama & Fitzsimmons-Thoss (2022) tarafından rapor edilen değerlerin (%2,67 ve %0,50) üzerinde kalmaktadır. Curiel-Maciel ve ark. (2021) ve Yılmaz ve ark. (2021) tarafından pıkan cevizi çeşitlerinin stearik asit miktarı sırasıyla, %1,95-2,96 ve %2,41-2,99 olarak rapor edilmiştir ve bu sonuçlar ile çalışmamızda tespit edilen pıkan cevzinin stearik asit miktarı (%2,78) benzerlik göstermektedir. Fındık örneklerimiz (%2,30) ele alındığında ise Turan (2018) ve Mohammed ve ark. (2023) tarafından rapor edilen stearik asit miktarlarından (%1,73 ve %1,04) çok yüksektir. Mohammed ve ark. (2023) tarafından badem ve Antep fıstığının stearik asit içeriği sırasıyla %0,96 ve 0,88 olarak belirtilmiştir ve bu sonuca kıyasla badem ve Antep fıstığı örneğinde tespit ettiğimiz değerler daha yüksektir. Rabadán ve ark. (2018) ve Gecgel ve ark. (2011) tarafından bildirilen badem ve Antep fıstığının stearik asit içeriği sonuçları ile çalışmamızdaki sonuçlar (sırasıyla %2,13 ve %1,80) arasında da benzerlik görülmektedir. Kayısı çekirdeği örneklerimiz ele alındığında sonucumuz (%1,15) Pavlović ve ark. (2018) tarafından rapor edilen değerlerle (%1,24-1,46) uyumlu olurken, Zhou ve ark. (2016) tarafından rapor edilen değerlerden (%0,85-0,91) yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda tespit edildiği gibi margarik asit (C17:0) ve araşidik asit (C20:0), sert kabuklu meyvelerde düşük miktarlarda bulunan DYA'dır. Çalışmamızda margarik asit ve araşidik asit içeriği en yüksek miktarda çam fıstığında (%0,09 ve %0,74) olduğu tespit edilmiştir. Literatür verileri incelendiğinde, çalışmamızda sert kabuklu meyve türlerinde tespit edilen margarik asit ve araşidik asit içeriği ile literatür verileri arasında benzerlik olduğu görülmektedir (Carmona ve ark., 2015; Esteki ve ark., 2019; García-Martínez ve ark., 2025; Kirbaşlar ve ark., 2012; Matthäus & Özcan, 2006, 2012; Muradoglu ve ark., 2010; Sun ve ark., 2022; Şen ve ark., 2016; Turan, 2018; Yang ve ark., 2022).

Literatür verileri ile çalışmamızdaki sonuçlar arasında olan farklılıkların; tür, genotip, iklim, coğrafi bölge, hasat zamanı, hasat yöntemi, kurutma yöntemleri ve depolama süresindeki farklılıklardan olduğu düşünülmektedir. Ayrıca genel olarak literatür çalışmalarında sert kabuklu meyvelerin yağ asit analizi, numunelerden yağ çıkarıldıktan sonra

yağların metillendirilmesi işlemi ile analiz yapılmaktadır. Ancak bu çalışmada numune örneğinden yağ çıkarılmadan direkt metillendirme işlemi yapılmıştır. Analiz yöntemi farklılığı nedeniyle de çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile literatür verileri arasında farklılık olduğu düşünülmektedir.

5.2.3. Doymamış yağ asitleri

Doymamış yağ asitleri, sert kabuklu meyvelerde yüksek oranlarda bulunmaktadır (Ros & Mataix, 2006). Türkiye’de yetiştirilen sert kabuklu meyvelerin doymamış yağ asit içeriği, %22,12-53,63 olarak değişmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024). Çalışmamızda ise bazı sert kabuklu meyvelerin doymamış yağ asit içeriğinin %85,64-93,22 arasında değişiklik göstermektedir. Bunun sebebi, sert kabuklu meyve türlerinde genotip, coğrafi bölge, kavrulma durumu ve analiz yöntemi gibi farklılıklar olmasından dolayı olduğu düşünülmektedir.

Tekli doymamış yağ asitleri

Sert kabuklu meyveler, TDYA içeriği bakımından zengin besinlerdir (Öz ve ark., 2021). Macadamia fıncığı, fıncık ve kayısı çekirdeği genel olarak en yüksek TDYA içeriğine sahip sert kabuklu meyvelerdir (Kırca ve ark., 2018). Çalışmamızda, en yüksek TDYA içeriğine sahip sert kabuklu meyvenin fıncık (%84,38) olduğu tespit edildi. Buna ilaveten fıncıktaki TDYA oranı diğer sert kabuklu meyve türlerine kıyasla anlamlı düzeyde ($p<0,05$) daha yüksektir. Fıncık örneklerimizin TDYA içeriği incelendiğinde, Tüfekci & Karataş (2018) ve Karaosmanoğlu (2025) tarafından bildirilen değerler (sırasıyla %82,71-83,54 ve %84,55-85,54) ile sonuçlarımızın benzer olduğu görülmektedir. Ancak fıncık örneklerimizde tespit edilen TDYA miktarı Şahin & Topçu (2025) tarafından bildirilen orandan (%80,11) daha yüksektir. Benzer olarak, badem numunelerinden elde ettiğimiz TDYA içeriği (%74,72), Genç & Güney (2025) tarafından bademin TDYA içeriğinin bildirilen oranından (%45,97-63,83) daha yüksektir. Ancak Csakvari ve ark. (2019) tarafından rapor edilen değer (%74,46) ile uyumludur. Tsantili ve ark. (2010) tarafından Antep fıncığında TDYA içeriğinin bildirilen değer (%55,35-70,90) örneklerimizde saptadığımız değerden (%71,31) daha düşüktür. Kayısı çekirdeği örneklerimizde saptadığımız TDYA içeriği (%69,71), Aydın (2024) tarafından bildirilen değerden (%67,99) daha yüksek olurken Turan ve ark. (2007) tarafından bildirilen değerden (%71,68) daha düşüktür. Pıkan cevizi ve çam fıncığı örneklerinden elde ettiğimiz TDYA içeriği ise (sırasıyla %52,26 ve %41,96), Rivera-Rangel ve ark. (2018) ve Özel ve ark. (2022) tarafından bildirilen değerlerden (%23,92-29,03 ve %34,68-39,36) daha yüksektir.

Alkan & Öksüz (2025) ve Simsek (2016) tarafından cevizin TDYA içeriği sırasıyla %20,75 ve %22,17-29,73 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmalardaki verilere kıyasla ceviz örneklerimizin TDYA içeriği (%14,24) daha düşüktür. Literatür verileri ile çalışmamızdaki sert kabuklu meyvelerin TDYA içerik farklılıkları; tohum çeşidi, hasat yılı, yetiştirilen coğrafi bölge, iklim ve analiz yöntemlerindeki farklılıklar nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Enerji ihtiyacı ortalama 2000 kkal olan bireylerin, toplam yağdan gelen enerjinin %12-15'inin TDYA'dan (zeytinyağı, fındık yağı, kolza yağı vb.) gelmesi önerilmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, 2022). Bu oran yaklaşık 5,28-11,55 g'a tekabül etmektedir. Çalışmamızda, günlük 1 porsiyon sert kabuklu meyve (30 g) tüketimi ile 1,47-11,35 g arasında TDYA alınabildiği tespit edildi. Sonuç olarak, 1 porsiyon sert kabuklu meyve ile enerji ihtiyacı 2000 kkal olan bireylerin günlük TDYA gereksiniminin belirli oranda (%12,72-214,96) karşılanabildiği tespit edildi.

Oleik asit (C18:1), sert kabuklu meyvelerde yüksek oranda bulunan TDYA'dır (Öz ve ark., 2021). Çalışmamızda, oleik asit diğer TDYA'lara kıyasla daha yüksek oranda (%13,97-83,97) olduğu bulunmuştur. Oleik asit oranının en yüksek miktarda fındıkta (%83,97) olduğu tespit edilmiştir. Miraliakbari & Shahidi (2008) ve Cakmak-Arslan & Gulsen (2024) tarafından fındığın oleik asit içerik oranı %83,43 ve %81,00 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmamızda fındıkta tespit edilen oleik asit miktarı (%83,97) bu sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Badem numunelerinde tespit ettiğimiz oleik asit oranı (%73,85), Çolak ve ark. (2025) (%66,30) ve Yildirim ve ark. (2016) (%64,49) tarafından yapılan çalışma sonuçlarından daha yüksektir. Antep fıstığı örneklerimizde elde edilen sonuçlar ise (%68,88) Esteki ve ark. (2019) ve Abidi ve ark. (2025) tarafından bildirilen değerlere (%60,71–69,84 ve %68) benzerdir. Aynı şekilde, kayısı çekirdeğinde tespit ettiğimiz oleik asit oranı (%68,88), Aydın (2024) ve Alajil ve ark. (2022) tarafından rapor edilen değerler ile (%67,96 ve %60,96-73,17) benzerdir. Pıkan cevizinde elde ettiğimiz oleik asit oranı (%51,86) ise Çelik (2024) çalışmasının sonuçları (%50,57) ile benzerlik gösterirken, Carmona ve ark. (2015) tarafından bildirilen sonuçtan (%62,86) daha düşük olduğu görülmektedir. Şen ve ark. (2016) ve Özel ve ark. (2022) tarafından çam fıstığının oleik asit oranı sırasıyla %38,44 ve %34,68-36,95 olarak bildirilmiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre çam fıstığı örneğimizde tespit etmiş olduğumuz oleik asit oranı (%40,90) daha yüksektir. Ceviz örneklerimizin oleik asit oranı (%13,97), Miraliakbari & Shahidi (2008) tarafından bildirilen sonuçtan (%12,14) daha

yüksektir. Ancak Muradoglu ve ark. (2010) ve Alkan & Öksüz (2025) tarafından bildirilen sonuçlardan (%25,26 ve %20,50) daha düşüktür.

Genel olarak sert kabuklu meyvelerde, palmitoleik asit (C16:1), heptadesenoik asit (C17:1) ve gadoleik asit (C20:1), oleik asite kıyasla düşük oranlarda bulunmaktadır (Miraliakbari & Shahidi, 2008). Çalışmamızda da sert kabuklu meyvelerde oleik asite kıyasla palmitoleik asit, heptadesenoik asit ve gadoleik asitin düşük oranlarda bulunduğu saptandı. Palmitoleik asit, heptadesenoik asit ve gadoleik asitin yüksek oranda bulunduğu sert kabuklu meyvelerin sırasıyla badem (%0,70) , kayısı çekirdeği (%0,12) ve çam fıstığı (%0,97) olduğu tespit edildi. Literatür verileri incelendiğinde, sert kabuklu meyve türlerinde palmitoleik asit, heptadesenoik asit ve gadoleik asit içeriği ile ilgili elde ettiğimiz veriler ile literatür verileri arasında benzerlik görülmektedir (Fernandes ve ark., 2017; Gecgel ve ark., 2011; Matthaus ve ark., 2016; Miraliakbari & Shahidi, 2008; Yildirim ve ark., 2016).

Çoklu doymamış yağ asitleri

ÇDYA, vücutta sentezlenemeyen esansiyel yağ asitleridir (Kapoor ve ark., 2021). ÇDYA, ω -3 (alfa linolenik asit) ve ω -6 (linoleik asit) olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır. ÇDYA, ceviz ve fındık gibi sert kabuklu meyve türlerinde yüksek oranda bulunan yağ asitleridir (Öztürk, 2014). Çalışmamızda en yüksek ÇDYA içeriğine sahip sert kabuklu meyvenin %76,56 oran ile ceviz olduğu saptandı. Buna ilaveten, cevizin diğer sert kabuklu meyvelere kıyasla ÇDYA içeriğinin anlamlı düzeyde ($p<0,05$) daha yüksek olduğu tespit edildi. Ceviz örneğimizin ÇDYA içeriği, Kömür ve ark. (2024) ve Lakhli El Idrissi ve ark. (2024) tarafından bildirilen sonuçlara (%67,20-79,27 ve %74,26) benzerlik göstermektedir. Çam fıstığı örneklerimizden elde ettiğimiz ÇDYA oranı ise (%43,68) Kwon ve ark. (2021) ve Lutz ve ark. (2017) tarafından rapor edilen değerlere (%55,79 ve %48,01-51,08) kıyasla daha düşüktür. Alkan & Öksüz (2025) tarafından pikan cevizinin ÇDYA içeriği %30,88 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmaya göre pikan cevizi örneğimizde tespit ettiğimiz ÇDYA içeriği (%37,32) daha yüksektir. Kayısı çekirdeği örneklerimizde tespit edilen ÇDYA oranı (%23,51), Turan ve ark. (2007) tarafından bildirilen sonuç (%22,05) ile benzerlik gösterirken Kaya ve ark. (2008) tarafından bildirilen değerden (%17,70) daha yüksektir. Benzer olarak, Antep fıstığı örneklerimizde tespit ettiğimiz ÇDYA oranı (%17,52), Acar ve ark. (2008) ve Yakar (2023) tarafından tespit edilen değerlerden (%16,51 ve %14,83) daha yüksektir. Badem ve fındık örneklerimizde tespit ettiğimiz ÇDYA oranları ise (sırasıyla %16,07 ve %7,49), Gecgel ve ark. (2011) (%26,53 ve %10,92) ve Maguire ve ark. (2004) (%21,70 ve %10,90)

tarafından rapor edilen değerlerden daha düşüktür. Literatür verileri ile çalışmamızda elde edilen ÇDYA (linoleik ve linolenik asit) sonuçları arasındaki farklılıklar; sert kabuklu meyvelerin besinsel içeriğini önemli derecede etkileyen etmenler (hasat zamanı, hasat yılı, tohum çeşidi, olgunluk derecesi, lokasyon vb.) ve analiz yöntemindeki farklılıklar (yağdan yağ asit analizi vb.) nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Sert kabuklu meyvelerde yüksek oranda bulunan ÇDYA, linoleik asittir (C18:2) (Öz ve ark., 2021). Çalışmamızda sert kabuklu meyvelerin linoleik asit içeriği değerlendirildiğinde, en yüksek miktarın cevizde (%63,65), en düşük miktarın ise fındıkta (%7,39) olduğu saptandı. Ceviz örneklerimizden elde ettiğimiz veriler literatür ile karşılaştırıldığında; Aydın & Güven (2024) (%44,95-48,90) ve Beyhan ve ark. (2017) (%53,23-63,62) tarafından bildirilen sonuçlardan daha yüksektir. Fındık örneğimizde tespit ettiğimiz linoleik asit miktarı ise Tüfekci & Karataş (2018) rapor edilen değerden (%7,75-9,10) daha düşüktür. Benzer şekilde, çam fıstığı örneklerinde tespit ettiğimiz linoleik asit (%43,19), Şen ve ark. (2016) ve Nergiz & Dönmez (2004) tarafından bildirilen değerlerden (%46,79-47,73 ve %47,60) daha düşüktür. Literatür verileri ile kıyaslandığında badem örneklerimizde de linoleik asit miktarı (%16,02) daha düşüktür (Genç & Güney, 2025). Antep fıstığı örneklerimizden elde ettiğimiz linoleik asit oranı (%17,25) ise Esteki ve ark. (2019) tarafından bildirilen sonuçtan (%18,99-25,90) düşük, Özrenk ve ark. (2012) tarafından bildirilen sonuçtan (%13,02) yüksektir. Pikan cevizi örneklerimizden tespit edilen linoleik asit miktarı da (%35,78), Yıldız-Turgut & Özdemir (2023) ve Yılmaz ve ark. (2021) rapor edilen sonuçlardan (%19,38-33,45 ve %18,87-29,81) daha yüksektir. Kayısı çekirdeği örneklerimizin linoleik asit miktarı (%23,45) ise literatür verileri ile benzerlik göstermektedir (Candan, 2019; Zhou ve ark., 2016).

Çalışmamızda, linolenik asit (C18:3) içeriği de en yüksek cevizde (%12,90) tespit edildi. Ek olarak cevizin diğer sert kabuklu meyvelere kıyasla linolenik asit içeriği anlamlı düzeyde ($p<0,05$) daha yüksek olduğu saptandı. Ceviz literatür verileri ile kıyaslandığında, Aydın & Güven (2024) ve Beyhan ve ark. (2017) tarafından bildirilen değerler (sırasıyla %11,25-13,69 ve %10,75-15,24) ile benzerdir. Aynı şekilde Antep fıstığı ve fındık örneklerimizde tespit ettiğimiz linolenik asit miktarı (%0,27 ve %0,09) literatür verileri ile benzerlik göstermektedir (Esteki ve ark., 2019; Özrenk ve ark., 2012; Tüfekci & Karataş, 2018). Pikan cevizi örneklerimizde tespit edilen linolenik asit miktarı (%1,54), Yıldız-Turgut & Özdemir (2023) tarafından bildirilen sonuçla (%0,79-1,55) uyumlu, Yılmaz ve ark. (2021)

tarafından bildirilen sonuçtan (%0,31-1,15) yüksektir. Badem örneklerimizde saptanan miktar (%0,04) ise Özcan ve ark. (2020) ve Genç & Güney (2025) tarafından bildirilen değerlerden (%0,05-1,42 ve %0,12-1,14) düşüktür. Benzer olarak, çam fıstığı örneklerimizde tespit edilen linolenik asit miktarı (%0,41), Şen ve ark. (2016) ve Nergiz & Dönmez (2004) tarafından rapor edilen sonuçtan (%1,14-1,20 ve %0,68) düşüktür. Kayısı çekirdeğinde tespit ettiğimiz linolenik asit miktarı da (%0,06) Zhou ve ark. (2016) ve Candan (2019) tarafından bildirilen sonuçlardan (%0,15 ve %0,56) daha düşüktür.

Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı (2022) tarafından besinlerden alınması önerilen günlük ÇDYA miktarı; yağdan gelen enerjinin %7-10'udur. Enerji ihtiyacı ortalama 2000 kkal olan bireylerde bu miktar, 1,01-11,98 g arasında değişiklik göstermektedir. Çalışmamızda elde edilen veriler incelendiğinde, 1 porsiyon sert kabuklu meyvenin (30 g) içerdiği ÇDYA miktarı ile (2,25-23,00 g) bu oranın %13,11-387,66'sının karşılanabileceği tespit edildi. Ek olarak, toplam yağdan gelen enerjinin %0,5'inin ω -3 (linolenik asit), %4'ünün ω -6 (linoleik asit) yağ asitlerinden gelmesi önerilmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, 2022). Bu oranlar; enerji ihtiyacı ortalama 2000 kkal olan bireylerde günlük 0,02-0,38 g ω -3 (linolenik asit) ve 1,76-3,08 g ω -6 (linoleik asit) yağ asitlerinin alınması gerekmektedir. Çalışmamızda elde edilen veriler incelendiğinde, günlük önerilen sert kabuklu meyve tüketimi (1 porsiyon=30 g) ile de 0,01-3,87 g linolenik asit ve 2,22-19,10 g linoleik asit alınabildiği tespit edildi. Bu sonuçlar ile günlük alınması gereken linolenik asit ve linoleik asit miktarları, 1 porsiyon sert kabuklu meyve tüketimi ile büyük oranda karşılanabilmektedir.

5.3. Sert Kabuklu Meyve Yağlarının, Yağda Çözünebilen Vitamin İçeriklerinin Değerlendirilmesi

Yağda çözünebilen vitaminler; A vitamini (retinol, retinal, retinoik asit), D vitamini (ergosterol-provitamin, ergokalsiferol-D2, kolekalsiferol-D3), E vitamini (α -, β -, γ - ve δ - tokoferol) ve K (K1-filokinon, K2-menakinon, K3-menadion) vitaminleridir (Acarkan, 2015; Baysal, 2017). Yağda çözünebilen vitaminler vücutta; büyüme-gelişme, üreme, sinir ve sindirim sistemlerinin çalışması, bağışıklık ve besin emilimini etkileme gibi etkileri vardır. Bu nedenle yağda çözünebilen vitaminler, besinler ile alınması zorunlu bileşenlerdir (Baysal, 2017).

Yağda çözünebilen vitaminler, besinlerdeki dağılımında farklılıklar vardır. Bazı besinlerde bir veya birkaç yağda çözünebilen vitamin çok az bulunurken, diğer yağda çözünebilen vitaminler yüksek oranda bulunabilmektedir (Baysal, 2017). Sert kabuklu

meyvelerde, D ve K vitamini düşük oranda bulunurken E vitamini (α -tokoferol) yüksek oranda bulunmaktadır (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024; United States Department of Agriculture, 2024b).

Çalışmamızda, yağda çözünebilen vitamin analizi için Bertolín ve ark. (2018) yöntemiyle direkt numunelerden analiz yapıldı. Ancak, bu yöntem ile sert kabuklu meyve örneklerinde yağda çözünebilen vitamin tespit edilemedi. Bu yüzden, yağda çözünebilen vitamin analizi için sert kabuklu meyvelerin yağı kullanıldı. Çalışmamızda incelediğimiz sert kabuklu meyve yağları arasında; E vitamini (α -tokoferol) içeriği en yüksek kayısı çekirdeği yağının (29,14 mg/kg) olduğu saptandı. Ek olarak, kayısı çekirdeği yağının α -tokoferol içeriği, diğer sert kabuklu meyvelere kıyasla yüksek olduğu tespit edildi. Literatürde ise en yüksek α -tokoferol içeriğine sahip sert kabuklu meyve yağının fındık olduğu ve fındığın diğer sert kabuklu meyvelere kıyasla anlamlı düzeyde ($p<0,05$) daha yüksek α -tokoferol içeriğine sahip olduğu bildirilmektedir (Kornsteiner ve ark., 2006; Miraliakbari & Shahidi, 2008).

Kayısı çekirdeği yağında tespit ettiğimiz α -tokoferol miktarı, Matthaus ve ark. (2016) tarafında bildirilen değerden (0,35- 2,19 mg/kg) yüksek, Pavlović ve ark. (2018) ve Stryjecka ve ark. (2019) tarafından bildirilen değerlerden (71,00 mg/kg ve 31,50 mg/kg) düşüktür. Fındık, Antep fıstığı, çam fıstığı, badem, ceviz ve pikan cevizi yağında tespit ettiğimiz α -tokoferol miktarları (1,71 mg/kg; 2,27 mg/kg; 4,00 mg/kg; 14,48 mg/kg; 11,76 mg/kg ve 17,59 mg/kg) ise, Miraliakbari & Shahidi (2008) tarafından bildirilen değerlerden (sırasıyla 365,00 mg/kg; 286,90 mg/kg; 114,60 mg/kg; 231,20 mg/kg; 33,10 mg/kg ve 13,70 mg/kg), pikan cevizi haricinde düşüktür. Pikan cevzinde tespit ettiğimiz α -tokoferol içeriği, bu çalışmaya göre daha yüksektir. Kornsteiner ve ark. (2006) tarafından badem, fındık ve çam fıstığı yağının α -tokoferol içeriği, sırasıyla 242 mg/kg; 314 mg/kg ve 41 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, bu çalışmada pikan cevizi, Antep fıstığı ve ceviz yağlarının α -tokoferol içeriği de incelenmiştir. Fakat bu sert kabuklu meyve türlerinde α -tokoferol tespit edilememiştir. Sonuç olarak, bu çalışmaya kıyasla, badem, fındık ve çam fıstığı yağında tespit ettiğimiz α -tokoferol değerleri düşüktür. Benzer olarak, badem örneklerimizde tespit ettiğimiz α -tokoferol miktarı, García-Pascual ve ark. (2003) tarafından bildirilen değerden (33,80-40,50 mg/kg) düşüktür. Ancak, çam fıstığı yağımızda tespit ettiğimiz α -tokoferol miktarı, Lutz ve ark. (2017) tarafından bildirilen α -tokoferol miktarından (0,06 mg/kg) daha yüksektir. Antep fıstığı yağımızda tespit ettiğimiz α -tokoferol miktarı ise Yahyavi ve ark. (2020) tarafından bildirilen değerler (1,10-6,10 mg/kg) ile benzerlik göstermektedir. Genel olarak, sert kabuklu

meyve yağlarında tespit ettiğimiz α -tokoferol içeriği literatür verilerinden düşüktür. Bunun sebebi, yağ ekstraksiyonu işlemi sırasında yüksek sıcaklık (90 °C) ve yağ numunelerimizin uygun koşullarda (4 °C, karanlık ortam vb.) saklanamaması nedeniyle E vitaminin oksidasyona uğramasından dolayı olduğu düşünülmektedir

Sert kabuklu meyve yağlarında tespit ettiğimiz D vitamini (ergokalsiferol-D2, kolekalsiferol-D3) incelendiğinde; ergokalsiferol içeriği en yüksek kayısı çekirdeği yağında (269,61 mg/kg); kolekalsiferol içeriğinin ise en yüksek badem yağında (216,48 mg/kg) olduğu saptandı. Literatür verileri incelendiğinde, United States Department of Agriculture (2024b) tarafından, badem, fındık, ceviz ve kayısı çekirdeği yağının D vitamini (D2+D3) miktarı 0,00 μ g/100 g olarak bulunmuştur. Pikan, çam fıstığı ve Antep fıstığının işlem görmemiş çiğ numunelerinde de D vitamini 0,00 μ g/100 g olarak bulunmuştur (United States Department of Agriculture, 2024b). Kayısı çekirdeği haricinde diğer sert kabuklu meyve yağlarında tespit ettiğimiz D vitamini (D2, D3), literatür verilerine kıyasla daha yüksektir.

D vitaminin provitamini olan ergosterol, çalışmamızda en yüksek badem yağında (660,61 mg/kg) tespit edildi. Kornsteiner-Krenn ve ark. (2013) tarafından badem ve fındık yağının ergosterol içeriği sırasıyla 147 mg/kg ve 235 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Ek olarak, bu çalışmada ceviz, pikan cevizi, çam fıstığı ve Antep fıstığı yağlarının ergosterol içeriği incelenmiş ama tespit edilememiştir. Bu çalışmaya kıyasla badem, ceviz, pikan cevizi, çam fıstığı ve Antep fıstığı yağında tespit ettiğimiz ergosterol miktarı yüksektir. Ancak, fındık yağında ergosterol içeriğimiz bu çalışmaya kıyasla düşüktür.

Çalışmamızda sert kabuklu meyve yağlarında, K vitamini olarak sadece menadion (K3) formu saptandı. Menadion; K vitaminin yapay formudur ve filokinon (K1) kadar güçlü bir etkiye sahiptir (Uğurlu ve ark., 2020). Menadion içeriği en yüksek badem yağında (86,89 mg/kg) olduğu tespit edildi. Literatürde, sert kabuklu meyve yağlarında K vitamininin filokinon (K1) formu tespit edilmiştir. United States Department of Agriculture (2024b) tarafından badem ve ceviz yağlarının K1 vitamin içeriği sırasıyla 0,07 mg/kg ve 0,15 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Ek olarak, United States Department of Agriculture (2024b) tarafından ham pikan cevizinin K1 vitamin miktarı; 0,04 mg/kg olarak saptanmıştır. Dismore ve ark. (2003) tarafından pikan cevizi, fındık, çam fıstığı, Antep fıstığı ve cevizin K1 vitamin miktarları sırasıyla 0,04 mg/kg; 0,04 mg/kg; 0,54 mg/kg ;0,16 mg/kg ve 0,02 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Ek olarak, bu çalışmada bademde K1 vitamin içeriği saptanamamıştır.

5.4. Sert Kabuklu Meyve Türlerinin Kül ve Mineral İçeriklerinin Değerlendirilmesi

5.4.1. Kül

Besinlerdeki toplam mineral miktarını belirten kül, sert kabuklu meyvelerde %0,94-4,62 arasında değişiklik göstermektedir (Hoffman, 2005; Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024). Çalışmamızda, sert kabuklu meyve türlerinin kül oranının %1,73-4,57 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, tespit edilen sert kabuklu meyvelerin kül oranı ile literatür verileri arasında benzerlik olduğu söylenebilmektedir.

Genel olarak çam fıstığı, en yüksek kül içeriğine sahip sert kabuklu meyvedir (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024; United States Department of Agriculture, 2024b). Literatürle paralel olarak, çalışmamızda da çam fıstığı (%4,57) en yüksek kül miktarına sahip sert kabuklu meyve olduğu tespit edildi. Çam fıstığı, literatür verileri ile kıyaslandığında Nergiz & Dönmez (2004) tarafından bildirilen sonuçla (%4,50) benzer, Yalın (2023) tarafından bildirilen sonuçtan (%5,01) düşüktür. Antep fıstığı örneklerimizde tespit ettiğimiz kül oranı (%2,41), literatür verileri ile benzerlik göstermektedir (Şahin, 2023). Badem örneklerimizde tespit ettiğimiz kül oranı (%3,10) ise Gulsoy ve ark. (2022) tarafından bildirilen sonuçtan (%3,21-3,51) düşük, Özcan ve ark. (2011) tarafından bildirilen sonuçtan (%2,74-3,05) yüksektir. Kayısı çekirdeği örneklerimizde %2,47 oranında tespit edilen kül oranı, Thakur ve ark. (2019) ve Aydın (2022) tarafından rapor edilen değerlerden (%2,67 ve %1,85-3,42) düşüktür. Benzer olarak, fındık örneklerimizin kül oranı (%1,89) Tunçil (2020) ve Şahin ve ark. (2019) tarafından bildirilen oranlardan (%2,57 ve %2,27-2,62) düşüktür. Ceviz örneklerimizde tespit edilen kül oranı (%1,73), Muradoglu ve ark. (2010) ve Yılmaz & Akça (2017) tarafından bildirilen değerlere (%1,10 ve %1,36-2,20) benzerdir. Reis Ribeiro ve ark. (2020) ve Hussain ve ark. (2021) tarafından pıkan cevizin kül oranı sırasıyla; %1,10-1,70 ve %1,49 olarak saptanmıştır. Bu çalışmalara kıyasla da pıkan cevizinde tespit ettiğimiz kül oranı (%1,74) daha yüksektir.

Literatür verileri ile çalışmamızda elde edilen kül sonuçları arasında farklılıklar vardır. Bunun sebebi; toprak yapısı (tekstürü, strüktürü, su miktarı, porotize oranı, rengi, sıcaklığı, derinliği, pH'ı ve bulunan canlı miktarı), iklim (yağış, sıcaklık ve ışık), tohum genotipi, coğrafi bölge, insani girişimler (gübre, sulama, ışılandırma, gölgeleme, ilaçlama, budama, vb.) ve analiz yöntemindeki farklılıklar nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

5.4.2. Makro elementler

Makro elementler (magnezyum, kalsiyum, potasyum, sodyum, klor ve fosfor), vücutta büyük miktarda ihtiyaç duyulan minerallerdir. Makro elementler, vücut sıvılarının ozmotik su basıncı, kemik ve diş gelişimi, sinir iletimi, asit-baz dengesi ve kasların düzenli kasılıp gevşemesini sağlama gibi vücutta önemli rolleri olan minerallerdir (Ali, 2023).

Magnezyum, potasyum ve kalsiyum, sert kabuklu meyvelerde yüksek oranda bulunan minerallerdir (Sathe ve ark., 2009; Üstün & Karaosmanoğlu, 2017). Çalışmamızda; magnezyum ve potasyum içeriği en yüksek sert kabuklu meyvenin çam fıstığı (582,80 mg/100g ve 1111,70 mg/ 100 g), en yüksek kalsiyum içeriğinin ise bademde (83,21 mg /100 g) olduğu tespit edildi. Bazı sert kabuklu meyvelerin mineral içeriğinin incelendiği bir çalışmada, en yüksek magnezyum, potasyum ve kalsiyum içeriğine sahip sert kabuklu meyvelerin sırasıyla kaju (502,50 mg/100 g), Antep fıstığı (1772,30 mg/100 g) ve badem (59,00 mg/100 g) olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma ile verilerimiz kıyaslandığında, kalsiyum içeriği en yüksek olan sert kabuklu meyve ile benzerlik, potasyum ve magnezyum içeriği en yüksek sert kabuklu meyveler bakımından farklılık vardır (Wojdyło ve ark., 2022) .

Literatür verileri incelendiğinde; Yalın (2023) tarafından çam fıstığında magnezyum, potasyum ve kalsiyum değerleri sırasıyla 583,80 mg/100 g; 731,02 mg/100 g ve 126,54 mg/100 g olarak bildirilmiştir. Nergiz & Dönmez (2004) tarafından ise çam fıstığında magnezyum, potasyum ve kalsiyum değerleri ise sırasıyla 325,00 mg/100g; 713,00 mg/100g ve 13,80 mg/100g olarak rapor edilmiştir. Bu sonuçlar ile kıyaslandığında, çalışmamızda çam fıstığında tespit ettiğimiz magnezyum (582,80 mg/100 g), potasyum (1111,70 mg/100) ve kalsiyum (8,03 mg/100 g) miktarları arasında farklılık vardır. Badem örneklerinde tespit ettiğimiz makro element miktarları (Mg-267,43 mg/100 g; K-991,47 mg/100 g ve Ca-83,21 mg/100 g), Gulsoy ve ark. (2022) tarafından rapor edilen değerler (Mg-222,40-242,59 mg/100 g; K-653,43-916,49 mg/100 g ve Ca-247,33-445,42 mg/100 g) ile kıyaslandığında, magnezyum ve potasyum bakımından yüksek, kalsiyum bakımından düşüktür. Özcan & Lemiasheuski (2020) tarafından bademde tespit edilen magnezyum (280,86 mg/100 g), potasyum (721,86 mg/100 g) ve kalsiyum (197,09 mg/100 g) değerleri ile bulduğumuz sonuçlar kıyaslandığında, çalışmamızda tespit edilen magnezyum ve kalsiyum değerinin düşük, potasyum değeri ise yüksektir. Thakur ve ark. (2019) (Mg-210,00 mg/100 g; K-647,00 mg/100 g ve Ca-195,00 mg/100 g) ve Yıldırım ve ark. (2010) (Mg-186,00 mg/100 g; K-667,00 mg/100 g ve Ca-175,00 mg/100 g) tarafından bildirilen kayısı çekirdeğinin makro

element içerikleri ile çalışmamızda tespit edilen veriler (Mg-256,15 mg/100 g; K-966,51 mg/100 g ve Ca-40,60 mg/100 g) arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bu çalışmalar ele alındığında, kayısı çekirdeğinde tespit ettiğimiz magnezyum ve potasyumun yüksek; kalsiyum ise düşüktür. Benzer şekilde, fındık örneklerimizde tespit ettiğimiz makro element miktarı (Mg-181,47 mg/100 g; K-844,32 mg/100 g ve Ca-32,44 mg/100 g) literatür verileri ile kıyaslandığında magnezyum ve potasyum bakımından yüksekken kalsiyum bakımından düşüktür (Kafaoğlu, 2012; Karaosmanoğlu, 2022). Pıkan cevizi örneklerinde tespit ettiğimiz magnezyum (170,69 mg/100 g), potasyum (818,01 mg/100 g) ve kalsiyum (23,40 mg/100 g) miktarı; Çelik (2024) tarafından bildirilen değerlerden (Mg-699,86 mg/100 g ; K-2751,65 mg/100 g; Ca-325,50 mg/100 g) düşüktür. Ancak pıkan cevizinde elde ettiğimiz veriler, Wojdyło ve ark. (2022) tarafından bildirilen magnezyum değerinden (296,30 mg/100 g) düşükken potasyum ve kalsiyum değerinden (718,70 mg/100 g ve 19,20 mg/100 g) yüksektir. Aksi olarak, Antep fıstığında tespit ettiğimiz magnezyum (122,54 mg/100 g), potasyum (874,58 mg/100 g) ve kalsiyum (47,95 mg/100 g) miktarları, Çınar (2012) tarafından rapor edilen magnezyum değerinden (77,50-128,10 mg/100 g) yüksekken potasyum ve kalsiyum değerlerinden (1866,70-2033,30 mg/100 g ve 85,20-212,10 mg/100 g) düşüktür. Özcan & Lemiasheuski (2020) ve Kömür ve ark. (2024) tarafından bildirilen cevizin magnezyum (264,66 mg/100 g ve 298,08 mg/100 g), potasyum (1109,12 mg/100 g ve 122,07-223,31 mg/100 g) ve kalsiyum (1,34 mg/100 g ve 103,96-402,48 mg/100 g) değerleri, çalışmamızda cevizde elde edilen veriler (Mg-151,74 mg/100 g; K-533,38 mg/100 g; Ca-41,71 mg/100 g) ile de farklılık vardır. Genel olarak, literatür verileri ile çalışmamızda elde edilen veriler arasında farklılıklar vardır. Bu farklılıkların sebebi; tohum çeşidi, lokasyon, polen çeşidi, toprakta bulunan mineral miktarı, üretim koşulları, besin işlem çeşidi, besinin içerdiği kül miktarı, analiz yöntemi ve hesaplama yöntemindeki farklılıklardan olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda elde edilen verilerin incelendiğinde, 1 porsiyon sert kabuklu meyve (30 g) tüketimi ile 37,76-174,84 mg magnezyum, 160,01-333,51 mg potasyum ve 2,41-24,96 mg kalsiyum alınabildiği tespit edildi. Bu sonuçlar doğrultusunda, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı (2022) tarafından belirtilen yetişkin bireylerde günlük magnezyum (erkek-350 mg; kadın-300 mg), potasyum (3500 mg) ve kalsiyum (950-1000 mg) gereksinimi; 1 porsiyon sert kabuklu meyve tüketimi ile magnezyum gereksiniminin yüksek oranda (kadın: %12,59-58,28; erkek: %10,79-49,95), potasyum ve kalsiyum gereksinimi ise düşük oranlarda (sırasıyla %4,57-9,53 ve %0,24-2,63) karşılanabilmektedir.

5.4.3. Mikro elementler

Mikro elementler (iz elementler); demir, iyot, çinko, selenyum, krom, bakır, molibden, mangan, kobalt ve flor mineralleridir. Mikro elementler, vücutta düşük oranda bulunmalarına rağmen makro elementler gibi vücut için önemli bileşiklerdir (Ali, 2023). Mikro elementler vücutta; oksijen taşınımı, enzim kofaktörü ve hormon bileşiminde yer alma gibi önemli rollerde yer almaktadır (Baysal, 2017).

Çalışmamızda sert kabuklu meyvelerin mikro element içerikleri incelendiğinde; krom ve mangan içeriği en yüksek cevizde; demir, bakır, çinko ve selenyum içeriğinin ise en yüksek çam fıstığında olduğu saptandı. Cevizin literatür verileri incelendiğinde, Özcan & Lemiasheuski (2020) tarafından cevizin mangan, demir, bakır ve çinko miktarı sırasıyla 1,53 mg/100 g; 0,60 mg/100 g; 1,12 mg/100 g ve 2,22 mg/100 g olarak bulunmuştur. Kömür ve ark. (2024) tarafından ise cevizin mangan, demir, bakır ve çinko miktarı sırasıyla 1,50-3,36 mg/100 g; 1,04-2,61 mg/100 g; 0,72-2,8 mg/100 g ve 1,19-3,43 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmalara kıyasla ceviz örneklerimizde tespit ettiğimiz mangan (21,13 mg/100 g), demir (3,98 mg/100 g), bakır (1,70 mg/100 g) ve çinko (3,98 mg/100 g) miktarı daha yüksektir. Çam fıstığı örneklerimizde tespit ettiğimiz mangan (12,20 mg/100 g), demir (12,86 mg/100 g), bakır (4,28 mg/100 g), çinko (12,30 mg/100 g) ve selenyum (0,04 mg/100 g) miktarı, Yalım (2023) (100 g'da: Mn-8,87 mg; Fe-10,66 mg; Cu-3,76 mg; Zn-8,45 mg), Nergiz & Dönmez (2004)(100 g'da: Mn-6,9 mg; Cu-1,5 mg; Fe-,10,2 mg; Zn-6,4 mg) ve Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı (2024) (Se-0,7 µg/100 g) tarafından bildirilen miktarlardan daha yüksektir. Benzer olarak, badem örneklerimizde tespit ettiğimiz mikro element miktarları (100 g'da: Mn-2,89 mg; Fe-6,04 mg; Cu-1,74 mg; Zn-5,51 mg; Cr-0,02 mg ve Se-0,01 mg), Özcan & Lemiasheuski (2020) tarafından bildirilen değerlerden (100 g'da: Mn-0,67 mg; Fe-3,87 mg; Cu-1,04 mg ve Zn-3,88 mg) yüksektir. Ancak, badem örneklerimiz Kafaoğlu (2012) tarafından tespit edilen bademin mangan, demir, bakır, çinko değerlerine kıyasla yüksekken, krom ve selenyum değerine (0,05 mg/100 g ve 0,02 mg/100 g) kıyasla daha düşüktür. Çalışmamızda, 100 g kayısı çekirdeğinde krom, mangan, demir, bakır ve çinko miktarı sırasıyla 0,02 mg; 1,93 mg; 5,40 mg; 1,66 mg ve 6,32 mg olarak tespit edildi. Thakur ve ark. (2019) ve Yıldırım ve ark. (2010) tarafından kayısı çekirdeğinin mangan (0,95 mg/100 g ve 1,10 mg/100 g), demir (3,82 mg/100 g ve 1,60 mg/100 g), bakır (1,05 mg/100 g ve 1,30 mg/100 g) ve çinko (3,87 mg/100 g ve 5,00 mg/100 g) miktarları; çalışmamızda kayısı çekirdeğinde tespit edilen miktarlar ile kıyaslandığında düşüktür. Benzer şekilde, Çınar (2012) tarafından Antep fıstığında bildirilen mikro element miktarları (Fe-4,93-

6,43 mg/100 g; Cu-0,26-085 mg/100 ve Zn-1,15-2,47 mg/100 g), çalışmamızdaki Antep fıstığında tespit edilen mikro element miktarlarına (Cr-; 0,01 mg/100 g; Fe-7,13 mg/100 g; Cu-1,51 mg/100 g; Zn-3,58 mg/100 g ve Se-0,01 mg/100 g) kıyasla düşüktür. Çalışmamızdaki Antep fıstığı mikro element içeriği, Kafaoğlu (2012) tarafından rapor edilen değerler ile kıyaslandığında ise selenyum haricindeki diğer mikro element miktarlarından (100 g'da: Cr-0,08 mg; Mn-0,91 mg; Fe-,2,49 mg; Cu-1,02 mg; Zn-1,68 mg ve Se-0,01 mg) yüksektir. Fındık örneklerimizde tespit ettiğimiz krom, mangan, demir, bakır, çinko ve selenyum miktarı (sırasıyla 0,02 mg/100 g; 12,76 mg/100 g; 5,07 mg/100 g; 2,05 mg/100 g; 3,44 mg/100 g ve 0,01 mg/100 g), Karaosmanoğlu (2022) (100 g'da: Cr-2,50 µg; Mn-7,32 mg; Fe-3,70 mg; Cu-1,94 mg; Zn-2,56 mg ve Se-0,27 µg) ve Kafaoğlu (2012) (100 g'da: Cr-6,04 µg; Mn-5,35 mg; Fe-2,60 mg; Cu-1,37 mg; Zn-1,60 mg ve Se-1,88 µg) tarafından rapor edilen değerlerle kıyasla daha yüksektir. Pıkan cevizi örneklerimizde tespit ettiğimiz mikro element miktarları (100 g'da: Cr-0,03 mg; Mn-1,72 mg; Fe,4,27 mg; Cu-1,60 mg; Zn-4,79 mg ve Se-0,01mg), Wojdyło ve ark. (2022) tarafından bildirilen değerler (100 g'da: Mn-1,50 mg; Fe-8,10 mg; Cu-1,30 mg; Zn-3,30 mg ve Se-0,60 µg) ile kıyaslandığında; demir bakımından düşük, diğer mikro elementler bakımından yüksektir. Fakat, Çelik (2024) tarafından bildirilen pıkan cevzinin mikro element değerlerinden (mg/100 g: Cr-0,35; Mn-9,47; Fe-,9,52; Cu-6,52; Zn-27,02 ve Se-0,85) çalışmamızdaki veriler daha düşüktür. Sert kabuklu meyve türlerinde tespit ettiğimiz mikro element miktarları ile literatürdeki farklılıkların sebebi; genotip, iklim, lokasyon, toprak yapısı, topraktaki mineral madde miktarı, besinin kül miktarı ve analiz yöntemlerindeki farklılıklar olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda elde edilen veriler doğrultusunda, 1 porsiyon sert kabuklu meyve tüketimi ile krom, mangan, demir, bakır, çinko ve selenyumun sırasıyla 0,01-0,02 mg/100 g; 0,52-6,34 mg/100 g; 1,20-3,86 mg/100 g; 0,45-1,28 mg/100 g; 1,03-3,69 mg/100 g ve \leq 0,01 mg/100 g alınabildiği tespit edildi. Bu sonuçlar doğrultusunda; Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı (2022) tarafından bildirilen yetişkin bireylerde günlük mangan (3 mg), demir (kadın: 11-16 ; erkek-11 mg), bakır (kadın:1,3 mg; erkek:1,6 mg), çinko (kadın:7,5-12,7 mg; erkek: 9,4-16,3 mg) ve selenyum (0,07 mg) gereksinimlerinin, 1 porsiyon sert kabuklu meyve tüketimi ile belirli oranlarda (Mn: %17,33-211,22; Fe-kadın: %7,50-35,09; Fe-erkek; %10,91-35,09; Cu-kadın: %34,61-98,46; Cu-erkek: %28,13-80,00; Zn-kadın: %8,11-49,20; Zn-erkek: %6,32-39,26 ve Se- \leq %14,29) karşılanabildiği tespit edildi.

5.4.4. Ağır metaller

Ağır metaller; “metalik özellik gösteren, göreceli olarak yüksek yoğunluğa sahip, düşük derişimlerde bile toksik etki gösterebilen elementler” olarak tanımlanmaktadır (Özbolet & Tuli, 2016). Ağır metaller; sanayi atıkların göllere ve denizlere akması, tarımsal ilaç bileşiminde ağır metal bulunması, yakıtlar ve evsel atıklar gibi çeşitli kontaminasyonlar ile besinlerde bulunur (İmer, 2018). Ağır metaller, vücut homeostazını bozması nedeniyle tüm hastalıkların ana nedenlerinden biri olarak görülmektedir (Ali, 2023). Bu nedenle, besinlerde ağır metal limit değerleri önemli bir konudur (İmer, 2018). FAO/WHO (World Health Organization) Ortak Uzmanlar Komitesi (JECFA); Besinler ile alınan kurşun, kadmiyum, cıva, arsenik ve nikelin tolere edilebilir haftalık alım düzeylerini sırasıyla 0,025 mg/kg; 0,007 mg/kg; 1,6 µg/kg; 1,6 µg/kg ve 1 mg/gün olarak belirlemiştir (Baysal, 2017; Food and Agriculture Organization of The United Nations ve World Health Organization, 2009).

Sert kabuklu meyvelerde; nikel, arsenik, kurşun, kadmiyum ve cıva miktarları sırasıyla 0,18-2,05 mg/100 g; 0,01-0,02 mg/100 g; 0,02-0,05 mg/100 g; 0,00-0,01 mg/100 g ve 0,00-0,02 mg/100 g olarak tespit edildi. Bu sonuçlar doğrultusunda, günlük önerilen sert kabuklu meyve tüketimi (30 g) ile JECFA tarafından belirlenen ağır metallerin (kurşun, kadmiyum, cıva, arsenik ve nikel) haftalık tolere edilebilen değerlerin altında alındığı saptandı.

Çalışmamızda; arsenik ve kadmiyum miktarı en yüksek çam fıstığında (0,02 mg/ 100 ve 0,01 mg/100 g); kurşun miktarı en yüksek Antep fıstığında (0,05 mg/100 g); cıva miktarının en yüksek fındıkta (0,02 mg/ 100 g) ve nikel miktarı ise en yüksek pikan cevzinde (2,05 mg/ 100 g) olduğu tespit edildi. Literatür verileri incelendiğinde; Antep fıstığı, badem, ceviz, fındık, çam fıstığı ve kayısı çekirdeğinde tespit ettiğimiz ağır metal miktarları literatür ile uyumludur (Gómez-Ariza ve ark., 2007; Kafaoğlu, 2012; Özcan & Lemiasheuski, 2020; Tareen ve ark., 2021; Xie ve ark., 2024). Pikan cevzinde tespit ettiğimiz ağır metaller miktarları (As-0,00 mg/100 g; Cd-0,00 mg/100 g; Ni- 2,05 mg/100 g; Pb-0,02 mg/100 g ve Hg-0,00 mg/100 g) ise Çelik (2024) tarafından bildirilen değerlerden (As-11,36 mg/100 g; Cd-0,05 mg/100 g; Ni- 4,92 mg/100 g; Pb-0,80 mg/100 g) düşüktür.

5.5. Sert Kabuklu Meyve Yağlarının, FTIR Spektrum Sonuçlarının Değerlendirilmesi

FTIR, besinlerin kimyasal yapısının (amino asit, karbonhidrat, nükleik asit, polisakaritler ve yağ asitleri) belirlenmesi için kullanılan hızlı bir yöntemdir. FTIR, besin kalite kontrolünde kullanımı ile besinlerin kimlik doğrulmasının sağlanması ve tağşişinin belirlenmesini sağlayabilmektedir (Büyüksırt & Kuleaşan, 2014). Çalışmamızda, sert

kabuklu meyve yağlarının arasında FTIR spektrumlarında benzer olduğu tespit edildi. Bu sonuca dayalı olarak, sert kabuklu meyve türlerini birbirinden ayırt etmek için belirgin bir spektrum olmadığı söylenebilmektedir. Literatür verileri incelendiğinde, çalışmamızdaki sert kabuklu meyvelerin FTIR spektrum sonuçları ile literatür verileri arasında benzerlik olduğu görülmektedir (Alkan & Öksüz, 2025; Beltrán ve ark., 2011; Dogan ve ark., 2007; El Mouftari ve ark., 2022; Thakur ve ark., 2019; Valasi ve ark., 2020).

5.6. Sert Kabuklu Meyve Yağlarının, Refraktif İndeks ve Brix Sonuçlarının

Değerlendirilmesi

Refraktif indeks; besinin kalitesinin belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Yağların refraktif indeksi, yağın saflığının ve yağda meydana gelen değişikliklerin (hidrojenasyon vb.) belirlenmesi için kullanılmaktadır (Yahyavi ve ark., 2020). Çalışmamızda sert kabuklu meyve yağlarının refraktif indeks aralığı; 1,463-1,476 olarak bulundu. Bu sonuçlar, sert kabuklu meyve türlerinin refraktif indeks değerlerinin benzer olduğunu göstermektedir. Ayrıca, sert kabuklu meyve yağlarının refraktif indeks değerleri diğer bitkisel yağların refraktif indeks değerleri (keten tohumu yağı: 1,477-1,480; zeytinyağı: 1,467-1,468; aspir yağı:1,466 vb.) ile de benzerlik göstermektedir (Öksüz ve ark., 2015). Bu nedenle refraktif indeksin, bitkisel yağların ayırt edilmesinde kullanımının zor olduğu söylenebilmektedir.

Çalışmamızda refraktif indeks değeri en yüksek, ceviz yağında (1,476) tespit edildi. Literatür verileri incelendiğinde, ceviz örneklerimizin refraktif indeks değeri Aydın & Güven (2024) tarafından bildirilen ile benzer (1,468-1,477), Özcan (2009) tarafından bildirilen değerden (1,446) yüksektir. Çam fıstığı yağında tespit ettiğimiz refraktif indeks değeri (1,474); Sheikahmadi ve ark. (2020) tarafından bildirilen sonuçlar (1,474) ile benzer, Parıldı ve ark. (2022) tarafından bildirilen sonuçlardan (1,530) düşüktür. Fındık yağı örneklerimizde tespit ettiğimiz refraktif indeks değeri (1,463) ise Şahin ve ark. (2022) tarafından bildirilen değerle (1,466-1,468) uyumlu, Najda & Gantner (2012) tarafından bildirilen değerden (1,479-1,480) düşüktür. Kayısı çekirdeği, badem, pıkan cevizi ve Antep fıstığı yağlarında tespit ettiğimiz refraktif indeks değerleri (sırasıyla 1,472; 1,471; 1,471 ve 1,467) ise literatür ile benzerdir (Akinola & Adeyinka, 2022; Gümüş & Erol, 2023; Kaya ve ark., 2008; Oro ve ark., 2009; Yıldız ve ark., 1998). Literatür verileri ile çalışmamızdaki bazı refraktif indeks değer farklılıkların; refraktif indeks ölçümü sırasında ortam sıcaklıklarının farklı olması (20

°C; 35 °C ve 40 °C) nedeniyle olduğu düşünölmektedir. Çünkü ortam sıcaklığı, yağların refraktif indeks değeriini etkileyen bir parametredir (Khodier, 2002).

Brix değeri, “suda çözünen kuru madde değeri” olarak tanımlanmaktadır. Brix değeri, genel olarak meyve ve sebzelerin üretim sürecinde denetiminin sağlanması, kalitesinin belirlenmesi, olgunluk derecesinin saptanması ve hasat zamanının kararlaştırılmasında yardımcı olan bir ölçüttür (Akgün ve ark., 2017). Ek olarak brix değeri, yağlarda emülsiyon kalitesinin belirlenmesi içinde kullanılmaktadır (Moharreri ve ark., 2022).

Bitkisel yağların, brix değeri %57-90 aralığında olduğu bildirilmektedir (Mettler Toledo, 2025). Çalışmamızda, sert kabuklu meyve yağlarının brix değerinin %70,75-74,50 aralığında olduğu tespit edildi. Bu nedenle; çalışmamamızda elde edilen brix değer aralığı literatür verileri ile uyumlu olduğu söylenebilmektedir.

Çalışmamızda, en yüksek brix değerine sahip sert kabuklu meyve yağının ceviz (%74,50) olduğu saptandı. Literatür verileri incelendiğinde, genel olarak meyve ve sebzelerde brix değeri hesaplanmıştır. Ek olarak, sert kabuklu meyve yağlarında brix değeri için literatür kaynağı bulunamamaktadır. Kyei ve ark. (2019) tarafından kaju kabuğu yağının, brix değeri %76,20 olarak bulunmuştur. Vasquez-Rojas ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada da ham Brezilya cevizinin brix değeri %14,50 olarak bulunmuştur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Çalışmamızda Türkiye’de yetiştirilen bazı sert kabuklu meyve türlerinin (Antep fıstığı, fındık, ceviz, pıkan cevizi, badem, kayısı çekirdeği ve çam fıstığı) nem, yağ, yağ asitleri, yağda çözünebilir vitaminler, kül, makro element, mikro element ve ağır metal içeriği incelendi. Ayrıca, çalışmamızda elde edilen veriler ile sert kabuklu meyvelerin beslenmeye olan katkısı belirlendi. Buna ek olarak, sert kabuklu meyve yağlarının kimyasal yapısı için FTIR spektrumları, refraktif indeksleri ve brix değerleri incelendi. Sonuç olarak;

1. Sert kabuklu meyve örnekleri arasında nem içeriğinin en yüksek çam fıstığında (%2,91) olduğu tespit edildi.
2. Toplam yağ içeriğinin; en yüksek pıkan cevizinde (%52,68) ve en düşük çam fıstığında (%11,63) olduğu tespit edildi. Çam fıstığındaki toplam yağ miktarı, diğer sert kabuklu meyvelere kıyasla anlamlı düzeyde ($p<0,05$) daha düşük olduğu saptandı.
3. Sert kabuklu meyvelerin günlük 1 porsiyon (30 g) tüketimi, günlük enerji ihtiyacı 2000 kkal olan bireylere önerilen yağ tüketiminin (44-77 g) %4,53-35,90’ına kadar karşılayabildiği saptandı.
4. DYA içeriğinin %6,76-11,08 arasında değiştiği ve en yüksek DYA içeriğine sahip sert kabuklu meyvenin çam fıstığı olduğu tespit edildi.
5. Palmitik asit içeriği, %8,42 oran ile en yüksek Antep fıstığında; stearik asit içeriği bakımından en yüksek miktar %3,81 ile çam fıstığında; margarik asit ve araşidik asit içeriği en yüksek miktarda çam fıstığında (%0,09 ve %0,74) olduğu tespit edildi.
6. Sert kabuklu meyvelerin doymamış yağ asit içeriğinin %85,64-93,22 arasında değişiklik gösterdiği saptandı.
7. En yüksek TDYA içeriğine sahip sert kabuklu meyvenin fındık (%84,38), en düşük ceviz (%14,24) olduğu tespit edildi.
8. Günlük 1 porsiyon sert kabuklu meyve tüketimi (30 g) ile 1,47-11,35 g arasında TDYA alınabildiği tespit edildi. Ek olarak, 1 porsiyon sert kabuklu meyve tüketiminin bireylerde günlük TDYA gereksinimi belirli oranda (%12,74-214,96) karşılayabildiği saptandı.
9. Oleik asit (C18:1) miktarı en yüksek fındıkta (%83,97) tespit edildi. Fındıktaki oleik asit miktarı diğer sert kabuklu meyve örneklerine kıyasla anlamlı düzeyde ($p<0,05$) daha yüksek olduğu saptandı.

10. Palmitoleik asit (C16:1) heptadesenoik asit (C17:1) ve gadoleik asit (C20:1) miktarı sırasıyla badem (%0,70), kayısı çekirdeği (%0,12) ve çam fıstığında (%0,97) yüksek oranda bulundu.
11. ÇDYA en yüksek miktarda içeren sert kabuklu meyvenin %76,56 oran ile ceviz olduğu tespit edildi. Cevizdeki ÇDYA oranı diğer sert kabuklu meyve örneklerine kıyasla anlamlı düzeyde ($p<0,05$) daha yüksek olduğu saptandı.
12. Sert kabuklu meyvelerin 1 porsiyonda (30 g) içerdiği ÇDYA miktarı ile (1,01-11,94 g) günlük ÇDYA gereksiniminin belirli oranda (%13,11-387,66) karşılanabildiği saptandı.
13. Linoleik asit (C18:2) içeriği bakımından en yüksek miktarın ceviz (%63,65), en düşük miktarın ise fıındıkta (%7,39) olduğu tespit edildi. Cevizdeki linoleik asit oranı diğer sert kabuklu meyve örneklerine kıyasla anlamlı düzeyde ($p<0,05$) daha yüksek olduğu saptandı.
14. Linolenik asit (C18:3) içeriği de en yüksek cevizde (%12,90), en düşük bademde (%0,04) olduğu tespit edildi. Cevizdeki linoleik asit oranı diğer sert kabuklu meyve örneklerine kıyasla anlamlı düzeyde ($p<0,05$) daha yüksek olduğu saptandı.
15. Günlük önerilen sert kabuklu meyve tüketimi (1 porsiyon-30 g) ile 0,01-3,87 g linolenik asit ve 2,22-19,10 g linoleik asit alınabildiği saptandı. Bu sonuçlar ile günlük alınması gereken linolenik asit (0,02-0,38 g) ve linoleik asit (1,76-3,08 g) miktarları, 1 porsiyon sert kabuklu meyve tüketimi ile büyük oranda karşılanabildiği tespit edildi.
16. Yağda çözünebilen vitaminler; kolekalsiferol, ergosterol ve menadion içeriği en yüksek badem yağında (sırasıyla 216,48 mg/kg, 660,61 mg/kg ve 86,89 mg/kg); ergokalsiferol ve α -tokoferol içeriği ise en yüksek kayısı çekirdeği yağında (269,61 mg/kg ve 29,14 mg/kg) tespit edildi. Ek olarak, kayısı çekirdeği yağının diğer sert kabuklu meyve türlerine kıyasla α -tokoferol içeriğinin anlamlı düzeyde ($p<0,05$) daha yüksek olduğu saptandı.
17. Kül içeriği en yüksek çam fıstığında (%4,57) saptandı. Çam fıstığının kül içeriği, diğer sert kabuklu meyvelere kıyasla anlamlı düzeyde ($p<0,05$) daha yüksek olduğu tespit edildi.
18. Makro element; magnezyum ve potasyum içeriğinin en yüksek çam fıstığında olduğu (sırasıyla 582,80 mg/100g ve 1111,70 mg/ 100 g), en yüksek kalsiyum içeriğinin ise bademde (83,21 mg /100 g) olduğu tespit edildi.
19. Sert kabuklu meyveleri günlük önerilen miktarda (30 g) tüketimi ile 37,76-174,84 mg magnezyum, 160,01-333,51 mg potasyum ve 2,41-24,96 mg kalsiyum alınabildiği

tespit edildi. Ek olarak, 1 porsiyon sert kabuklu meyve tüketimi ile günlük magnezyum, potasyum ve kalsiyum gereksinimini belirli oranlarda (magnezyum-kadın: %12,59-58,28; magnezyum-erkek: %10,79-49,45; potasyum: %4,57-9,53 ve kalsiyum: %0,24-2,63) karşılanabildiği saptandı.

20. Mikro element; krom ve mangan içeriği en yüksek cevizde (0,05 mg/ 100 g ve 21,13 mg/ 100 g); demir, bakır, çinko ve selenyum içeriğinin ise en yüksek çam fıstığında (sırasıyla 12,86 mg/ 100 g; 4,28 mg/ 100 g; 12,30 mg/ 100 g ve 0,04 mg/ 100 g) olduğu tespit edildi.
21. Sert kabuklu meyvelerin 1 porsiyon tüketimi (30 g) ile krom, mangan, demir, bakır, çinko ve selenyumun sırasıyla 0,01-0,02 mg/100 g; 0,52-6,34 mg/100 g; 1,20-3,86 mg/100 g; 0,45-1,28 mg/100 g; 1,03-3,69 mg/100 g ve $\leq 0,01$ mg/100 g alınabildiği tespit edildi. Ayrıca, 1 porsiyon sert kabuklu meyve tüketimi ile krom, mangan, demir, bakır, çinko ve selenyumun günlük gereksinimi belirli oranlarda (Mn: %17,33-211,22; Fe-kadın: %7,5-35,09; Fe-erkek: %10,91-35,09; Cu-kadın: %34,61-98,46; Cu-erkek: %28,13-80,00; Zn-kadın: %8,11-49,20; Zn-erkek: %6,32-39,26 ve Se- $\leq 14,29$) karşılanabildiği tespit edildi.
22. Ağır metaller, sert kabuklu meyve örneklerinde düşük miktarda tespit edildi. Nikelin pikan cevizinde (2,05 mg/ 100 g); arsenik ve kadmiyumun çam fıstığında (0,02 mg/ 100 g ve 0,01 mg/100 g); kurşunun Antep fıstığında (0,05 mg/100 g) ve cıvanın fındıkta (0,02 mg/ 100 g) en yüksek miktarda olduğu saptandı.
23. Sert kabuklu meyve türleri arasında FTIR spektrumlarında benzer olduğu saptandı.
24. Refraktif indeksi ve brix değeri, en yüksek cevizde (1.476 nD ve %74,50) tespit edildi.

6.2. Öneriler

Çalışmamızda elde ettiğimiz veriler ile sert kabuklu meyveler beslenmeye olan katkıları nedeniyle insan sağlığı için önem arz eden bir besin grubu olduğu söylenebilmektedir. Sonuçlar doğrultusunda;

1. Sert kabuklu meyvelerin yağ asit bileşimi, kronik rahatsızlıkların önlenmesi için önemlidir.
2. Çam fıstığının mineral içeriğinin diğer sert kabuklu meyvelere kıyasla yüksek olması nedeniyle bazı mineral eksikliklerin giderilmesinde bir besin kaynağı olarak görülebilir. Ek olarak, genellikle sert kabuklu meyve yerine bir çeşni olarak tüketilen çam fıstığının, insanların diyetindeki yerinin de artırılması gerekebilir.

3. Çalışmamızda, yağda eriyen vitaminler sert kabuklu meyve yağlarında tespit edilmiş olup, çiğ sert kabuklu meyvelerin analizi için farklı yöntemler ile çalışmalar yapılabilir.
4. Literatürde, sert kabuklu meyve yağlarının brix değeri ile ilgili çalışma bulunmamaktadır. Bu durumdan dolayı, sert kabuklu meyve yağlarının emülsiyon kalitesinin belirlenmesi için brix değerleri ile ilgili çalışmalar yapılabilir.
5. Çalışmamızda, sadece işlem görmeyen çiğ sert kabuklu meyvelerin besin öge içerikleri incelenmiştir. Ancak insanların diyetlerinde, kavrulmuş sert kabuklu meyveler de yer almaktadır. Bu nedenle, gelecekte yapılacak olan çalışmalarda sert kabuklu meyvelerin çiğ ve kavrulmuş besin öge içerikleri de araştırılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Abbaspour, N., Roberts, T., Hooshmand, S., Kern, M., & Hong, M. Y. (2019). Mixed nut consumption may improve cardiovascular disease risk factors in overweight and obese adults. *Nutrients*, *11*(7), e1488. <https://doi.org/10.3390/NU11071488>.
- Abdolshahi, A., Majd, M. H., Rad, J. S., Taheri, M., Shabani, A., et. al. (2015). Choice of solvent extraction technique affects fatty acid composition of pistachio (*Pistacia vera* L.) oil. *Journal of Food Science and Technology*, *52*(4), 2422-2427. <https://doi.org/10.1007/S13197-013-1183-8/FIGURES/3>.
- Abdrabalnabi, A.A., Rajaram, S., Bitok, E., Oda, K., Beeson, W. L., et. al. (2020). Effects of supplementing the usual diet with a daily dose of walnuts for two years on metabolic syndrome and its components in an elderly cohort. *Nutrients*, *12*(2), e451. <https://doi.org/10.3390/NU12020451>.
- Abidi, W., Akrimi, R., Rizzo, V., Cincitta, F., Merlino, M., et. al. (2025). Characterization of biochemical traits, volatile compounds, and sensorial attributes of pistachio (*Pistacia vera* L.) nuts and oil as affected by regulated deficit irrigation and roasting. *Italian Journal of Food Science*, *37*(1), 16-42. <https://www.itjfs.com/index.php/ijfs/article/view/2814/1304>.
- Acar, I., Kafkas, E., Ozogul, Y., Dogan, Y., & Kafkas, S. (2008). Variation of fat and fatty acid composition of some pistachio genotypes. *Italian Journal of Food Science*, *20*(2), 273-279. www.chiriottieditori.it.
- Acarkan, T. (2015). D vitamini. *Bilimsel Tamamlayıcı Tıp Regülasyon ve Nöral Terapi Dergisi*, *9*(3), 5-8. <https://dergipark.org.tr/en/pub/barnat/issue/42340/509522>.
- Ada, M., Paizila, A., Bilgin, Ö. F., Attar, Ş. H., Türemiş, N. F., et. al. (2020). Determination of fat, fatty acids and tocopherol content of several Turkish walnut cultivars. *International Journal of Agriculture, Forestry and Life Sciences*, *5*(1), 94-100. <http://dergipark.gov.tr/ijafsl>.
- Adokwe, J. B., Waeyeng, D., Suwan, K., Camsanit, K., Kaiduong, C., et. al. (2024). Plant-based diet and glycemic control in Type 2 Diabetes: Evidence from a Thai Health-Promoting hospital. *Nutrients*, *16*(5), e619. <https://doi.org/10.3390/NU16050619>.
- Ahmed, I. A. M., Yalın, N., Al Juhaimi, F., Özcan, M. M., Uslu, N., et. al. (2025). The effect of different roasting processes on the total phenol, flavonoid, polyphenol, fatty acid composition and mineral contents of pine nut (*Pinus pinea* L.) seeds. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *19*(1), 238-251. <https://doi.org/10.1007/S11694-024-02965-1/TABLES/7>.
- Akar, A. (2016). *Tombul, Palaz ve Kalınkara fındık çeşitlerinde elle ve patozla ayıklanmış örneklerde depolama süresince meydana gelen kalite değişimleri* [Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi]. <http://earsiv.odu.edu.tr:8080/xmlui/handle/11489/894>.
- Akbari, V., Heidari, R., & Jamei, R. (2015). Fatty acid compositions and nutritional value of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Iran. *Future Natural Products*, *1*(1), 36-41. <https://fnp.skums.ac.ir/Article/fnp-7>.
- Akdemir-Evrendilek, G., Mustuloğlu, Ş., & Turan, S. (2025). Surface disinfection and food safety enhancement in pistachios through ultraviolet light application. *Food Science and Engineering*, *6*(1), 156-171. <https://ojs.wiserpub.com/index.php/FSE/article/view/6282/3124>.
- Akgün, A., Damar Hüner, İ., Yılmaz, E., & Çınra, K. (2017). *Gıda analiz uygulamaları*. SİDAS. <https://www.nobelkitabevi.com.tr/gida-tarim-ve-hayvancilik/12546-gida-analiz-uygulamaları-9786055267360.html>.
- Akinola, A., & Adeyinka, T. (2022). Physicochemical characteristics study of oil extracted from almond seed. *Saudi Journal of Engineering and Technology*, *7*(6), 305-311. <https://doi.org/10.36348/SJET.2022.V07I06.005>.
- Akkuş-Binici, S. (2020). *Harran ovası koşullarında bazı pıkan cevizi (Carya illinoensis) çeşitlerinin fiziksel ve biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi* [Doktora tezi, Harran Üniversitesi]. <http://acikerisim.harran.edu.tr:8080/jspui/bitstream/11513/3350/1/643921.pdf>.
- Aksüt, B., Polatçı, H., & Taşova, M. (2023). The effect of drying methods on drying and thermo-physical properties of apricot kernels. *Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology*, *11*(3), 546-552. <https://doi.org/10.24925/TURJAF.V11I3.546-552.5954>.

- Alajil, O., Sagar, V. R., Kaur, C., Rudra, S. G., Vasudev, S., et. al. (2022). Chemical characterization of apricot kernel: Nutraceutical composition, amino acid, and fatty acid profile. *Food Analytical Methods*, 15(9), 2594-2604. <https://doi.org/10.1007/S12161-022-02317-Z/FIGURES/2>.
- Alasalvar, C., & Bolling, B. W. (2015). Review of nut phytochemicals, fat-soluble bioactives, antioxidant components and health effects. *British Journal of Nutrition*, 113(2), 68-78. <https://doi.org/10.1017/S0007114514003729>.
- Alasalvar, C., Salas-Salvadó, J., Ros, E., & Sabaté, J. (2020). Health benefits of nuts and dried fruits. In C. Alasalvar, J. Salas-Salvadó, E. Ros, & J. Sabaté (Eds.), *Health Benefits of Nuts and Dried Fruits* (pp. 13-58). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315173337/health-benefits-nuts-dried-fruits-cesarettin-alsalvar-joan-sabate-jordi-salas-salvado-emilio-ros>.
- Alasalvar, C., Salvadó, J. S., & Ros, E. (2020). Bioactives and health benefits of nuts and dried fruits. *Food Chemistry*, 314, e126192 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126192>.
- Alasalvar, C., & Shahidi, F. (2009). Tree nuts: Composition, phytochemicals, and health effects: An overview. In C. Alasalvar, & F. Shahidi (Eds.), *Tree Nuts Composition Phytochemicals and Health Effects Nutritional Science* (pp. 1-10). CRC Press. <https://doi.org/10.20935/ACADENVSCI7489>.
- Alasalvar, C., Shahidi, F., Liyanapathirana, C. M., & Ohshima, T. (2003). Turkish Tombul hazelnut (*Corylus avellana* L.) compositional characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(13), 3790-3796. <https://doi.org/10.1021/JF0212385>.
- Albert, C. M., Michael Gaziano, J., Willett, W. C., & Manson, J. A. E. (2002). Nut consumption and decreased risk of sudden cardiac death in the physicians health study. *Archives of Internal Medicine*, 162(12), 1382-1387. <https://doi.org/10.1001/ARCHINTE.162.12.1382>.
- Ali, A. A. H. (2023). Overview of the vital roles of macro minerals in the human body. *Journal of Trace Elements and Minerals*, 4, e100076. <https://doi.org/10.1016/J.JTEMIN.2023.100076>.
- Alkan, Ş. B., & Öksüz, A. (2025). Comparison of the fatty acid composition of pecan and walnuts from various regions and the development of a rapid analytical method. *Food and Health*, 11(1), 14-26. <https://doi.org/10.3153/FH25002>.
- Alpaslan, M., & Hayta, M. (2006). Apricot kernel: Physical and chemical properties. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(5), 469-471. <https://doi.org/10.1007/S11746-006-1228-5>.
- Amadi, P. U., Agomuo, E. N., Amadi, J. A., Bob-Chile Agada, A. I., Njoku, U. C., et. al. (2022). Efficacy of using walnuts as statin adjuvants in hypertension management. *Clinical and Experimental Hypertension*, 44(5), 419-426. <https://doi.org/10.1080/10641963.2022.2065287>.
- American Diabetes Association. (2019). 5. Lifestyle Management: Standards of medical care in Diabetes—2019. *Diabetes Care*, 42(1), 46-60. <https://doi.org/10.2337/DC19-S005>.
- Anand, P., Kunnumakara, A. B., Sundaram, C., Harikumar, K. B., Tharakan, S. T., et. al. (2008). Cancer is a preventable disease that requires major lifestyle changes. *Pharmaceutical Research*, 25(9), 2097-2116. <https://doi.org/10.1007/S11095-008-9661-9>.
- Andrés, C. M. C., Pérez de la Lastra, J. M., Juan, C. A., Plou, F. J., & Pérez-Lebeña, E. (2024). Antioxidant metabolism pathways in vitamins, polyphenols, and selenium: Parallels and divergences. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(5), 2600. <https://doi.org/10.3390/IJMS25052600>.
- Arise, R. O., Taofeek, O. O., Babaita, K., Adeoye, R. I., & Osemwegie, O. (2021). Blood pressure and sugar regulating potentials of *Anarcadium occidentale* nut globulin and albumin hydrolysates. *Heliyon*, 7(3), e06384. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06384>.
- Ashwell, M. (2002). *Concepts of Functional Foods*. ILSI Europe Concise Monograph Series. <https://ilsi.eu/publication/concepts-of-functional-foods/>.
- Asil, H., & Bozdoğan Konaşkan, D. (2021). Farklı yağlı tohumlardan soğuk pres yöntemiyle elde edilen sabit yağların yağ asidi kompozisyonlarının araştırılması. *Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences*, 26(3), 670-678. <https://doi.org/10.37908/MKUTBD.959699>.
- Askari, M., Daneshzad, E., Jafari, A., Bellissimo, N., & Azadbakht, L. (2021). Association of nut and legume consumption with Framingham 10 year risk of general cardiovascular disease in older adult men: A cross-sectional study. *Clinical Nutrition ESPEN*, 42, 373-380. <https://doi.org/10.1016/J.CLNESP.2020.12.024>.

- Aune, D., Keum, N. N., Giovannucci, E., Fadnes, L. T., Boffetta, P., et. al. (2016). Nut consumption and risk of cardiovascular disease, total cancer, all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMC Medicine*, 14(1), 207. <https://doi.org/10.1186/S12916-016-0730-3>.
- Ayaz, A. (2012). Yağlı tohumların beslenmemizdeki yeri (Yayın No: 727). Sağlık Bakanlığı. <https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-ve-hareketli-hayat-db/Dokumanlar/Kitaplar/Yagli-Tohumlarin-Beslenmemizdeki-Yeri.pdf>.
- Aydın, Ç. M. (2022). Hozat apricot kernel: Pomological and physicochemical properties with comparison of apricot kernel varieties harvested in Türkiye. *European Journal of Science and Technology*, 1(45), 107-115. <https://doi.org/10.31590/EJOSAT.1217820>.
- Aydın, Ç. M. (2024). Characteristics of Hozat apricot seed oil as a new source of oilseed. *Applied Food Research*, 4(1), e100396. <https://doi.org/10.1016/J.AFRES.2024.100396>.
- Aydın, Ç. M., & Güven, A. (2024). Seed content and its oil composition in walnut cultivated from Tunceli, Türkiye. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1), e2297517. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2297517>.
- Azadmard-Damirchi, S., Emami, Sh., Hesari, J., Peighambaroust, S. H., & Nemati, M. (2011). Nuts composition and their health benefits. *International Journal of Nutrition and Food Engineering*, 5(9), 544-548. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.1329785>.
- Baer, D. J., Dalton, M., Blundell, J., Finlayson, G., & Hu, F. B. (2023). Nuts, energy balance and body weight. *Nutrients*, 15(5), e1162. <https://doi.org/10.3390/NU15051162>.
- Baer, D. J., & Novotny, J. A. (2019). Consumption of cashew nuts does not influence blood lipids or other markers of cardiovascular disease in humans: A randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, 109(2), 269-275. <https://doi.org/10.1093/AJCN/NQY242>.
- Bahadoran, Z., Golzarand, M., Mirmiran, P., Saadati, N., & Azizi, F. (2013). The association of dietary phytochemical index and cardiometabolic risk factors in adults: Tehran Lipid and Glucose Study. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 26(1), 145-153. <https://doi.org/10.1111/JHN.12048>.
- Balakrishna, R., Bjørnerud, T., Bemanian, M., Aune, D., & Fadnes, L. T. (2022). Consumption of nuts and seeds and health outcomes including cardiovascular disease, diabetes and metabolic disease, cancer, and mortality: An umbrella review. *Advances in Nutrition*, 13(6), 2136-2148. <https://doi.org/10.1093/advances/nmac077>.
- Balta, M. F., Uçar, L., & Karakaya, O. (2016). Çorum ili merkez ilçe Ümitvar ceviz genotipleri: Fiziksel ve kimyasal özellikler. *Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 45(1), 771-776.
- Bamberger, C., Rossmeier, A., Lechner, K., Wu, L., Waldmann, E., et. al. (2017). A walnut-enriched diet reduces lipids in healthy caucasian subjects, independent of recommended macronutrient replacement and time point of consumption: A prospective, randomized, controlled trial. *Nutrients*, 9(10), e1097. <https://doi.org/10.3390/NU9101097>.
- Banel, D. K., & Hu, F. B. (2009). Effects of walnut consumption on blood lipids and other cardiovascular risk factors: A meta-analysis and systematic review. *American Journal of Clinical Nutrition*, 90(1), 56-63. <https://doi.org/10.3945/AJCN.2009.27457>.
- Bars, T. (2024). *Sert kabuklu meyveler ürün raporu*. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>.
- Barut-Uyar, B., & Sürücüoğlu, M. S. (2011). Besinlerdeki Biyolojik Aktif Bileşenler. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 38(1-2), 69-76. <https://doi.org/10.33076/2010.BDD.331>.
- Başer, S., Kazankaya, A., Doğan, A., Yaviç, A., & Çelik, F. (2016). Van gölü havzasında soğuklara dayanıklı ceviz (*Juglans regia* L.) genotiplerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(4), 632-641.
- Bayazıt, S., Çalışkan, O., & Kılıç, D. (2020). Yükseltinin Chandler ceviz çeşidine meyve kalite özelliklerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 9(2), 124-132. <http://dergipark.gov.tr/gbad>.
- Bayazıt, S., Çalışkan, O., & Yaman, M. (2025). Assessment of genetic diversity using phenological and morpho-physicochemical traits of almond genotypes in the Eastern Mediterranean Region of Türkiye. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1-16. <https://doi.org/10.1007/S10722-025-02351-W/FIGURES/3>.
- Baysal, A. (2017). *Beslenme* (17th edition). Hatipoğlu Yayınları. <https://www.hatibogluyayinevi.com/urun/beslenme>.

- Becerra-Tomás, N., Paz-Graniel, I., Kendall, C., Kahleova, H., Rahelić, D., et al. (2019). Nut consumption and incidence of cardiovascular diseases and cardiovascular disease mortality: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutrition Reviews*, 77(10), 691-709. <https://doi.org/10.1093/NUTRIT/NUZ042>.
- Becerra-Tomás, N., Paz-Graniel, I., Hernández-Alonso, P., Jenkins, D. J. A., Kendall, C. W. C., et al. (2021). Nut consumption and type 2 diabetes risk: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, 113(4), 960-971. <https://doi.org/10.1093/AJCN/NQAA358>.
- Beltrán, A., Ramos, M., Grané, N., Martín, M. L., & Garrigós, M. C. (2011). Monitoring the oxidation of almond oils by HS-SPME-GC-MS and ATR-FTIR: Application of volatile compounds determination to cultivar authenticity. *Food Chemistry*, 126(2), 603-609. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2010.11.058>.
- Bento, A. P. N., Cominetti, C., Simões Filho, A., & Naves, M. M. V. (2014). Baru almond improves lipid profile in mildly hypercholesterolemic subjects: A randomized, controlled, crossover study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 24(12), 1330-1336. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2014.07.002>.
- Berryman, C. E., West, S. G., Fleming, J. A., Bordi, P. L., & Kris-Etherton, P. M. (2015). Effects of daily almond consumption on cardiometabolic risk and abdominal adiposity in healthy adults with elevated LDL-cholesterol: A randomized controlled trial. *Journal of the American Heart Association*, 4(1), e000993. <https://doi.org/10.1161/JAHA.114.000993>.
- Bersch-Ferreira, Â. C., Stein, E., Waclawovsky, G., Da Silva, L. R., Machado, R. H. V., et al. (2024). Effect of nuts on lipid profile and inflammatory biomarkers in atherosclerotic cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *European Journal of Nutrition*, 63(7), 2391-2405. <https://doi.org/10.1007/S00394-024-03455-2>.
- Bertolín, J. R., Joy, M., Rufino-Moya, P. J., Lobón, S., & Blanco, M. (2018). Simultaneous determination of carotenoids, tocopherols, retinol and cholesterol in ovine lyophilised samples of milk, meat, and liver and in unprocessed/raw samples of fat. *Food Chemistry*, 257(2018), 182-188. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.139>.
- Bes-Rastrollo, M., Wedick, N. M., Martinez-Gonzalez, M. A., Li, T. Y., Sampson, L., et al. (2009). Prospective study of nut consumption, long-term weight change, and obesity risk in women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 89(6), 1913-1919. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.27276>.
- Beyhan, O., Ozcan, A., Ozcan, H., Kafkas, E., Kafkas, S., et al. (2017). Fat, fatty acids and tocopherol content of several walnut genotypes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 45(2), 437-441. <https://doi.org/10.15835/NBHA45210932>.
- Bidadian, M., Bahramzadeh, H., & Poursharifi, H. (2011). Obesity and quality of life: The role of early maladaptive schemas. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 30(3), 993-998. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2011.10.193>.
- Blomhoff, R., Carlsen, M. H., Andersen, L. F., & Jacobs, D. R. (2006). Health benefits of nuts: Potential role of antioxidants. *British Journal of Nutrition*, 96(2), 52-60. <https://doi.org/10.1017/BJN20061864>.
- Bodoira, R., & Maestri, D. (2020). Phenolic compounds from nuts: Extraction, chemical profiles, and bioactivity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(4), 927-942. <https://doi.org/10.1021/ACS.JAFC.9B07160>.
- Bolling, B. W., Chen, C. Y. O., McKay, D. L., & Blumberg, J. B. (2011). Tree nut phytochemicals: Composition, antioxidant capacity, bioactivity, impact factors. A systematic review of almonds, Brazils, cashews, hazelnuts, macadamias, pecans, pine nuts, pistachios and walnuts. *Nutrition Research Reviews*, 24(2), 244-275. <https://doi.org/10.1017/S095442241100014X>.
- Bolling, B. W., Dolnikowski, G., Blumberg, J. B., & Chen, C. Y. O. (2010). Polyphenol content and antioxidant activity of California almonds depend on cultivar and harvest year. *Food Chemistry*, 122(3), 819-825. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.068>.
- Bolling, B. W., McKay, D. L., & Blumberg, J. B. (2010). The phytochemical composition and antioxidant actions of tree nuts. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 19(1), 117-123. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5012104/>.
- Borges, O. P., Soeiro Carvalho, J., Reis Correia, P., & Paula Silva, A. (2007). Lipid and fatty acid profiles of *Castanea sativa* Mill. Chestnuts of 17 native Portuguese cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(2), 80-89. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2006.07.008>.

- Brufau, G., Boatella, J., & Rafecas, M. (2006). Nuts: Source of energy and macronutrients. *British Journal of Nutrition*, 96(2), 24-28. <https://doi.org/10.1017/BJN20061860>.
- Büyüksırt, T., & Kuleşan, H. (2014). Fourier dönüşümlü kızılötesi (FTIR) spektroskopisi ve gıda analizlerinde kullanımı. *Gıda*, 39(4), 235-241. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gida/issue/6967/92893>.
- Çakmak-Arslan, G., & Gulsen, K. (2024). Evaluating the thermal stability of hazelnut oil in comparison with common edible oils in Turkey using ATR infrared spectroscopy. *Vibrational Spectroscopy*, 135, e103743. <https://doi.org/10.1016/J.VIBSPEC.2024.103743>.
- Caldas, A. P. S., Rocha, D. M. U. P., Dionísio, A. P., Hermsdorff, H. H. M., & Bressan, J. (2022). Brazil and cashew nuts intake improve body composition and endothelial health in women at cardiometabolic risk (Brazilian Nuts Study): A randomised controlled trial. *British Journal of Nutrition*, 128(9), 1747-1757. <https://doi.org/10.1017/S000711452100475X>.
- Candan, A. (2019). *Farklı ön işlem ve ekstraksiyon yöntemleri ile kayısı çekirdeği, keten tohumu ve üzüm çekirdeği yağı eldesi ve özelliklerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. <https://www.proquest.com/docview/2606898503?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true&sourcetype=Dissertations%20&%20Theses>.
- Cardoso, B. R., Duarte, G. B. S., Reis, B. Z., & Cozzolino, S. M. F. (2017). Brazil nuts: Nutritional composition, health benefits and safety aspects. *Food Research International*, 100(2), 9-18. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2017.08.036>.
- Carmona, M. A., Lafont, F., Jiménez-Sanchidrián, C., & Ruiz, J. R. (2015). Characterization of macadamia and pecan oils and detection of mixtures with other edible seed oils by Raman spectroscopy. *Grasas y Aceites*, 66(3), e094. <https://doi.org/10.3989/GYA.1191142>.
- Casas-Agustench, P., Salas-Huetos, A., & Salas-Salvadó, J. (2011). Mediterranean nuts: Origins, ancient medicinal benefits and symbolism. *Public health nutrition*, 14(12), 2296-2301. <https://doi.org/10.1017/S1368980011002540>.
- Chandrasekara, N., & Shahidi, F. (2011). Effect of roasting on phenolic content and antioxidant activities of whole cashew nuts, kernels, and testa. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(9), 5006-5014. <https://doi.org/10.1021/JF2000772>.
- Chen, C. M., Liu, J. F., Li, S. C., Huang, C. L., Hsirh, A. T., et al. (2017). Almonds ameliorate glycemic control in Chinese patients with better controlled type 2 diabetes: A randomized, crossover, controlled feeding trial. *Nutrition and Metabolism*, 14(1), 51. <https://doi.org/10.1186/S12986-017-0205-3>.
- Chen, C.Y. O., & Blumberg, J. B. (2008). Phytochemical composition of nuts. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 17(1), 329-332. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18296370/>.
- Coates, A. M., Morgillo, S., Yandell, C., Scholey, A., Buckley, J. D., et al. (2020). Effect of a 12-week almond-enriched diet on biomarkers of cognitive performance, mood, and cardiometabolic health in older overweight adults. *Nutrients*, 12(4), e1180. <https://doi.org/10.3390/NU12041180>.
- Cordova, R., Kliemann, N., Huybrechts, I., Rauber, F., Vamos, E. P., et al. (2021). Consumption of ultra-processed foods associated with weight gain and obesity in adults: A multi-national cohort study. *Clinical Nutrition*, 40(9), 5079-5088. <https://doi.org/10.1016/J.CLNU.2021.08.009>.
- Csakvari, A. C., Lupitu, A., Bungău, S., Gîtea, M. A., Gîtea, D., et al. (2019). Fatty acids profile and antioxidant activity of almond oils obtained from six Romanian varieties. *Farmacia*, 67(5), 882-887. <https://doi.org/10.31925/FARMACIA.2019.5.19>.
- Csiszar, A., Labinsky, N., Podlutzky, A., Kaminski, P. M., Wolin, M. S., et al. (2008). Vasoprotective effects of resveratrol and SIRT1: Attenuation of cigarette smoke-induced oxidative stress and proinflammatory phenotypic alterations. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, 294(6), 2721-2735. <https://doi.org/10.1152/AJPHEART.00235.2008>.
- Cui, J., Cui, L., Zhang, T., Jiang, X., Qian, Y., et al. (2025). Comparative analysis of lipid profiles and aroma characteristics in pecan oils: Probing conventional and non-conventional extraction techniques. *Food Chemistry: X*, 27, e102470. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHX.2025.102470>.
- Curriel-Maciél, N. F., Arreola-Ávila, J. G., Esparza-Rivera, J. R., Luna-Zapién, E. A., Minjares-Fuentes, J. R., et al. (2021). Nutritional quality, fatty acids content and antioxidant capacity of pecan nut fruits from Criolla and improved walnut varieties. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49(2), 12021. <https://doi.org/10.15835/NBHA49212021>.

- Çağlarımak, N., & Coşkunseven-Batkan, A. (2005). Nutrients and biochemistry of nuts in different consumption types in Turkey. *Journal of Food Processing and Preservation*, 29(5-6), 407-423. <https://doi.org/10.1111/J.1745-4549.2005.00037.X>.
- Çağlar, V., Gönül, Y., & Songur, A. (2014). Pankreas Anatomisi ve Varyasyonları. *Uluslararası Klinik Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 77-82. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ukad/issue/22387/239674>.
- Çelik, Ö. F., Aktaş, N., Tugay, M., & Tunçil, Y. E. (2023). Hazelnut (*Corylus avellana* L.) skin, a by-product of hazelnut industry, possesses oil with high oxidative and thermal stabilities. *International Journal of Food Science and Technology*, 58(10), 5471-5477. <https://doi.org/10.1111/IJFS.16371>;CTYPE:STRING:JOURNAL.
- Çelik, S. A. (2024). Determination of physico-mechanical and chemical properties of pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] grown in Türkiye. *Applied Fruit Science*, 66(5), 1977-1985. <https://doi.org/10.1007/S10341-024-01171-Z/TABLES/5>.
- Çınar, B. (2012). *Türk Antepfıstığı çeşitlerinin vitamin, mineral madde, yağ ve yağ asitleri bileşimi üzerinde araştırmalar* [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi]. <https://avesis.ankara.edu.tr/yonetilen-tez/dcaff9a2-493e-4e58-8f1a-09c02deeb01d/turk-antepfistigi-cesitlerinin-vitamin-mineral-madde-yag-ve-yag-asitleri-bilesimi-uzerinde-arastirmalar>.
- Çolak, A. M., Gundogdu, M., Kuru, S.B., Sahin, T., & Canaz, M. (2025). Determination of physicochemical and bioactive components of different almond cultivars and phenotypes in Türkiye. *Applied Fruit Science*, 67(2), 1-10. <https://doi.org/10.1007/S10341-025-01293-Y/FIGURES/3>.
- Damavandi, R. D., Mousavi, S. N., Shidfar, F., Mohammadi, V., Rajab, A., et. al. (2019). Effects of daily consumption of cashews on oxidative stress and atherogenic indices in patients with type 2 diabetes: A randomized, controlled-feeding trial. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 17(1), e70744. <https://doi.org/10.5812/IJEM.70744>.
- De Oliveira Fialho, C. G., Moreira, A. P. B., Bressan, J., de Cássia Gonçalves Alfenas, R., Mattes, R et. al. (2022). Effects of whole peanut within an energy-restricted diet on inflammatory and oxidative processes in obese women: A randomized controlled trial. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(8), 3446-3455. <https://doi.org/10.1002/JSFA.11692>.
- De Souza, R. G. M., Gomes, A. C., De Castro, I. A., & Mota, J. F. (2018). A baru almond-enriched diet reduces abdominal adiposity and improves high-density lipoprotein concentrations: A randomized, placebo-controlled trial. *Nutrition*, 55-56, 154-160. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.06.001>.
- De Souza, R. G. M., Schincaglia, R. M., Pimente, G. D., & Mota, J. F. (2017). Nuts and human health outcomes: A systematic review. *Nutrients*, 9(12), 1311-1334. <https://doi.org/10.3390/NU9121311>.
- De Souza, R. J., Dehghan, M., Mente, A., Bangdiwala, S. I., Ahmed, S. H., et. al. (2020). Association of nut intake with risk factors, cardiovascular disease, and mortality in 16 countries from 5 continents: Analysis from the Prospective Urban and Rural Epidemiology (PURE) study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 112(1), 208-219. <https://doi.org/10.1093/AJCN/NQAA108>.
- Del Rio, D., Calani, L., Dall'Asta, M., & Brighenti, F. (2011). Polyphenolic composition of hazelnut skin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(18), 9935-9941. <https://doi.org/10.1021/JF202449Z>.
- Demirci Ercoskun, T. (2009). *Bazı işlenmiş fındık ürünlerinin raf ömrü üzerine araştırmalar* [Doktora tezi, Ankara Üniversitesi]. <http://hdl.handle.net/20.500.12575/34507>.
- Destailats, F., Cruz-Hernandez, C., Giuffrida, F., & Dionisi, F. (2010). Identification of the botanical origin of pine nuts found in food products by gas-liquid chromatography analysis of fatty acid profile. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(4), 2082-2087. https://doi.org/10.1021/JF9041722/ASSET/IMAGES/LARGE/JF-2009-041722_0002.JPEG.
- Dhillon, J., Tan, S. Y., & Mattes, R. D. (2016). Almond consumption during energy restriction lowers truncal fat and blood pressure in compliant overweight or obese adults. *Journal of Nutrition*, 146(12), 2513-2519. <https://doi.org/10.3945/JN.116.238444>.
- Dhillon, J., Thorwald, M., De La Cruz, N., Vu, E., Asghar, S. A., et. al. (2018). Glucoregulatory and cardiometabolic profiles of almond vs. cracker snacking for 8 weeks in young adults: A randomized controlled trial. *Nutrients*, 10(8), 960. <https://doi.org/10.3390/NU10080960>.
- Dikariyanto, V., Smith, L., Francis, L., Robertson, M., Kusalaslan, E., et. al. (2020). Snacking on whole almonds for 6 weeks improves endothelial function and lowers LDL cholesterol but does not affect liver fat and

- other cardiometabolic risk factors in healthy adults: The ATTIS study, a randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, 111(6), 1178-1189. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa100>.
- Dikeman, C. L., & Fahey, G. C. (2006). Viscosity as related to dietary fiber: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(8), 649-663. <https://doi.org/10.1080/10408390500511862>.
- Dikmen, D. (2015). Sert kabuklu kuruyemişler ve sağlık üzerine etkileri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 43(2), 174-182. <https://beslenmevediyetdergisi.org/index.php/bdd/article/view/142>.
- Dismore, M. L., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E., Peterson, J. W., & Booth, S. L. (2003). Vitamin K content of nuts and fruits in the US diet. *Journal of the American Dietetic Association*, 103(12), 1650-1652. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2003.09.028>.
- Dogan, A., Siyakus, G., & Severcan, F. (2007). FTIR spectroscopic characterization of irradiated hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Food Chemistry*, 100(3), 1106-1114. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2005.11.017>.
- Dusanov, S., Svendsen, M., Ruzzin, J., Kiviranta, H., Gulseth, H. L., et. al. (2020). Effect of fatty fish or nut consumption on concentrations of persistent organic pollutants in overweight or obese men and women: A randomized controlled clinical trial. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 30(3), 448-458. <https://doi.org/10.1016/J.NUMECD.2019.11.006>.
- Dyer, G. A. (2011). A primer on seed and nut biology, Improvement, and use. In V. R. Preedy, R. R. Watson, & V. B. Patel, (Ed.), *Nuts and seeds in health and disease prevention* (pp. 5-13). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10001-5>.
- Dyson, P. A., Twenefour, D., Breen, C., Duncan, A., Elvin, E., et. al. (2018). Diabetes UK evidence-based nutrition guidelines for the prevention and management of diabetes. *Diabetic Medicine*, 35(5), 541-547. <https://doi.org/10.1111/DME.13603>.
- Ebrahimi Mousavi, S., Ghoreishy, S. M., Hemmati, A., & Mohammadi, H. (2021). Association between magnesium concentrations and prediabetes: A systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 11(1), 24388. <https://doi.org/10.1038/S41598-021-03915-3>.
- El derawi, W. A., Naser, I. A., Taleb, M. H., & Abutair, A. S. (2019). The effects of oral magnesium supplementation on glycemic response among type 2 diabetes patients. *Nutrients*, 11(1), 44. <https://doi.org/10.3390/NU11010044>.
- El Mouftari, M., Essafi, I., Khalidi, A., Kzaiber, F., Ali, G. A. M., et. al. (2022). Applications of FTIR and chemometrics methods in authenticity analysis of walnut oil. *Emergent Materials*, 5(1), 167-174. <https://doi.org/10.1007/S42247-022-00351-5/FIGURES/5>.
- Eslami, O., Khorramrouz, F., Sohoul, M., Bagheri, N., Shidfar, F., et. al. (2022). Effect of nuts on components of metabolic syndrome in healthy adults with overweight/obesity: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 32(11), 2459-2469. <https://doi.org/10.1016/J.NUMECD.2022.07.015>.
- Esteki, M., Ahmadi, P., Heyden, Y. Vander, & Simal-Gandara, J. (2019). Fatty acids-based quality index to differentiate worldwide commercial pistachio cultivars. *Molecules*, 24(1), 58. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES24010058>.
- Fabani, M. P., Luna, L., Baroni, M. V., Monferran, M. V., Ighani, M., et. al. (2013). Pistachio (*Pistacia vera* Kerman) from Argentinean cultivars. A natural product with potential to improve human health. *Journal of Functional Foods*, 5(3), 1347-1356. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2013.05.002>.
- Fang, Z., Wu, Y., Li, Y., Zhang, X., Willett, W. C., et. al. (2021). Association of nut consumption with risk of total cancer and 5 specific cancers: Evidence from 3 large prospective cohort studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 114(6), 1925-1935. <https://doi.org/10.1093/AJCN/NQAB295>.
- Fathollahzadeh, H., Mobli, H., Jafari, A., Rafiee, S., & Mohammadi, A. (2008). Some physical properties of Tabarzeh apricot kernel. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(5), 645-651. <https://doi.org/10.3923/PJN.2008.645.651>.
- Fayed, M. I. A., El-Shal, M. S., & Omar, O. A. (2020). Determination of some apricot seed and kernel physical and mechanical properties. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 22(4), 229-237. <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/5729>.

- Fernandes, G. D., Gómez-Coca, R. B., Pérez-Camino, M. D. C., Moreda, W., & Barrera-Arellano, D. (2017). Chemical characterization of major and minor compounds of nut oils: Almond, hazelnut, and pecan nut. *Journal of Chemistry*, 2017(1), e2609549. <https://doi.org/10.1155/2017/2609549>.
- Fine, M. A. (2000). Oligomeric proanthocyanidin complexes: History, structure, and phytopharmaceutical applications. *Alternative Medicine Review*, 5(2), 144-151.
- Fitzgerald, E., Lambert, K., Stanford, J., & Neale, E. P. (2021). The effect of nut consumption (tree nuts and peanuts) on the gut microbiota of humans: A systematic review. *British Journal of Nutrition*, 125(5), 508-520. <https://doi.org/10.1017/S0007114520002925>.
- Flores-Córdova, M. A., Sánchez, E., Muñoz-Márquez, E., Ojeda-Barrios, D. L., Soto-Parra, J. M., et al. (2017). Phytochemical composition and antioxidant capacity in Mexican pecan nut. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 29(5), 346-350. <https://doi.org/10.9755/EJFA.EJFA-2016-08-1075>.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2025). *Crops and livestock products*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, & World Health Organization. (2009). *Evaluation of certain food additives*. <http://www.who.int/bookorders>.
- Food and Drug Administration. (2003). Qualified health claims: Letter of enforcement discretion - Nuts and coronary heart disease (Dosya No : 02P-0505). *Rockville, MD*, 1-4.
- Fraga, C. G. (2005). Relevance, essentiality and toxicity of trace elements in human health. *Molecular Aspects of Medicine*, 26(4-5), 235-244. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2005.07.013>.
- Fraser, G. E., Lindsted, K. D., & Lawrence Beeson, W. (1995). Effect of risk factor values on lifetime risk of and age at first coronary event: The adventist health study. *American Journal of Epidemiology*, 142(7), 746-758. <https://doi.org/10.1093/OXFORDJOURNALS.AJE.A117706>.
- Fraser, G. E., Sabate, J., Beeson, W. L., & Strahan, T. M. (1992). A Possible protective effect of nut consumption on risk of coronary heart-disease: The adventist health study. *Archives of Internal Medicine*, 152(7), 1416-1424. <https://doi.org/10.1001/ARCHINTE.1992.00400190054010>.
- Fraser, G. E., & Shavlik, D. J. (1997). Risk factors for all-cause and coronary heart disease mortality in the oldest-old: The Adventist Health Study. *Archives of Internal Medicine*, 157(19), 2249-2258. <https://doi.org/10.1001/ARCHINTE.1997.00440400099012>.
- Freitas, J. B., Fernandes, D. C., Czedler, L. P., Lima, J. C. R., Sousa, A. G. O et al. (2012). Edible seeds and nuts grown in Brazil as sources of protein for human nutrition. *Food and Nutrition Sciences*, 3(6), 857-862. <https://doi.org/10.4236/FNS.2012.36114>.
- Fukuda, T. (2009). Walnut polyphenols: Structures and functions. In Alasalvar, C. & Shahidi, F. (Eds.), *Tree nuts: Composition, phytochemicals and health effects* (pp. 305-321). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420019391.CH1>.
- Gama, T., Wallace, H. M., Trueman, S. J., & Hosseini-Bai, S. (2018). Quality and shelf life of tree nuts: A review. *Scientia Horticulturae*, 242, 116-126. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2018.07.036>.
- García-Martínez, M. D., Esteve Ciudad, P., Gómez Tenorio, M. Á., & Raigón Jiménez, M. D. (2025). Effect of organic farming techniques on the quality of almond fat. *Horticulturae*, 11(2), 135. <https://doi.org/10.3390/HORTICULTURAE11020135>.
- García-Pascual, P., Mateos, M., Carbonell, V., & Salazar, D. M. (2003). Influence of storage conditions on the quality of shelled and roasted almonds. *Biosystems Engineering*, 84(2), 201-209. [https://doi.org/10.1016/S1537-5110\(02\)00262-3](https://doi.org/10.1016/S1537-5110(02)00262-3).
- Gecgel, U., Gumus, T., Tasan, M., Daglioglu, O., & Arici, M. (2011). Determination of fatty acid composition of γ -irradiated hazelnuts, walnuts, almonds, and pistachios. *Radiation Physics and Chemistry*, 80(4), 578-581. <https://doi.org/10.1016/J.RADPHYSICHEM.2010.12.004>.
- Genç, B., & Güney, M. (2025). Evaluation of pomological traits and fatty acid profile of almond (*Prunus dulcis* L. [Mill.] D.A. Webb) genotypes grown in Yozgat province. *European Food Research and Technology*, 251, 969-979. <https://doi.org/10.1007/S00217-025-04681-6/FIGURES/3>.
- Gervasi, T., Barreca, D., Laganà, G., & Mandalari, G. (2021). Health benefits related to tree nut consumption and their bioactive compounds. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(11), 5960. <https://doi.org/10.3390/IJMS22115960>.

- Ghanavati, M., Alipour Parsa, S., & Nasrollahzadeh, J. (2021a). A calorie-restricted diet with nuts favourably raises plasma high-density lipoprotein-cholesterol in overweight and obese patients with stable coronary heart disease: A randomised controlled trial. *International Journal of Clinical Practice*, 75(9), e14431. <https://doi.org/10.1111/IJCP.14431>.
- Ghanavati, M., Hosseinabadi, S. M., Parsa, S. A., Safi, M., Emamat, H., et. al. (2021b). Effect of a nut-enriched low-calorie diet on body weight and selected markers of inflammation in overweight and obese stable coronary artery disease patients: A randomized controlled study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 75(7), 1099-1108. <https://doi.org/10.1038/S41430-020-00819-9>.
- Ghazzawi, H. A., & Al-Ismail, K. (2017). A comprehensive study on the effect of roasting and frying on fatty acids profiles and antioxidant capacity of almonds, pine, cashew, and pistachio. *Journal of Food Quality*, 2017(1), e9038257. <https://doi.org/10.1155/2017/9038257>.
- Gómez-Ariza, J. L., Arias-Borrego, A., & García-Barrera, T. (2007). Combined use of total metal content and size fractionation of metal biomolecules to determine the provenance of pine nuts (*Pinus pinea*). *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 388(5-6), 1295-1302. <https://doi.org/10.1007/S00216-007-1331-Y/FIGURES/5>.
- Gonçalves, B., Pinto, T., Aires, A., Morais, M. C., Bacelar, E., et. al. (2023). Composition of nuts and their potential health benefits: An Overview. *Foods*, 12(5), 942. <https://doi.org/10.3390/FOODS12050942>.
- Gray, J. (2012). Nuts and seeds. *Encyclopedia of Human Nutrition*, 3-4, 329-335. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375083-9.00208-7>.
- Gu, L., Kelm, M. A., Hammerstone, J. F., Beecher, G., Holden, J., et. al. (2004). Concentrations of proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption. *Journal of Nutrition*, 134(3), 613-617. <https://doi.org/10.1093/JN/134.3.613>.
- Guasch-Ferré, M., Tessier, A. J., Petersen, K. S., Sapp, P. A., Tapsell, L. C., et. al. (2023). Effect of nut consumption on blood lipids and lipoproteins: A comprehensive literature update. *Nutrients*, 15(3), 596-616. <https://doi.org/10.3390/NU15030596>.
- Gulsoy, E., Tarhan, A., Izol, E., Dogru-Cokran, B., & Simsek, M. (2022). A research on the chemical, mineral and fatty acid compositions of two almond cultivars grown as organic and conventional in Southeastern Turkey. *Grasas y Aceites*, 73(3), e477. <https://doi.org/10.3989/GYA.0679211>.
- Gülsünoğlu-Çalışkan, Z. (2021). Sert kabuklu sebze ve meyveler (Ceviz, fındık, incir, kuru kayısı, kuru üzüm)(Fenoller) . In M. Arslan, (Ed.), *Fonksiyonel besinlerin sağlıktaki rolü* (pp. 179-213). Güven Plus Grup A.Ş. Yayınları. <https://www.guvenplus.com.tr/imagesbuyuk/a21eafonksiyonel-besinlerin.pdf>.
- Gümüş, P., & Erol, Ü. H. (2023). Comparison of fatty acid profile and quality properties of commercial apricot (*Prunus Armeniaca*) kernel oils. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(4), 2646-2654. <https://doi.org/10.21597/JIST.1293261>.
- Hailu, G., & Derbew, B. (2015). Extent, Causes and Reduction Strategies of Postharvest Losses of Fresh Fruits and Vegetables-A Review. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 5(5),49-64. www.iiste.org.
- Hama, J. R., & Fitzsimmons-Thoss, V. (2022). Determination of unsaturated fatty acids composition in walnut (*Juglans regia* L.) oil using NMR spectroscopy. *Food Analytical Methods*, 15(5), 1226-1236. <https://doi.org/10.1007/S12161-021-02203-0/FIGURES/4>.
- Harnly, J. M., Doherty, R. F., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., et. al. (2006). Flavonoid content of U.S. fruits, vegetables, and nuts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(26), 9966-9977. <https://doi.org/10.1021/JF061478A>.
- Hayes, D., Angove, M. J., Tucci, J., & Dennis, C. (2016). Walnuts (*Juglans regia*) chemical composition and research in human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(8), 1231-1241. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.760516>.
- Hayta, M., & Alpaslan, M. (2011). Apricot kernel flour and its use in maintaining health. In V. R. Preedy , R. R. Watson, & V. B. Patel, (Ed.), *Flour and breads and their fortification in health and disease prevention* (pp. 213-221). sAcademic Press.
- Hernández-Alonso, P., Salas-Salvadó, J., Baldrich-Mora, M., Juanola-Falgarona, M., & Bulló, M. (2014). Beneficial effect of pistachio consumption on glucose metabolism, insulin resistance, inflammation, and related metabolic risk markers: A randomized clinical trial. *Diabetes Care*, 37(11), 3098-3105. <https://doi.org/10.2337/DC14-1431>.

- Hertzler, S. R., Lieblein-Boff, J. C., Weiler, M., & Allgeier, C. (2020). Plant proteins: Assessing their nutritional quality and effects on health and physical function. *Nutrients*, *12*(12), 1-27. <https://doi.org/10.3390/NU12123704>,
- Hodges, R. J., Buzby, J. C., & Bennett, B. (2011). Postharvest losses and waste in developed and less developed countries: Opportunities to improve resource use. *The Journal of Agricultural Science*, *149*(1), 37-45. <https://doi.org/10.1017/S0021859610000936>.
- Hoffman, P. C. (2005). Ash content of forages. *Focus on Forage*, *7*(1), 1-2. <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/ash-content-of-forages/>.
- Hong, M. Y., Groven, S., Marx, A., Rasmussen, C., & Beidler, J. (2018). Anti-inflammatory, antioxidant, and hypolipidemic effects of mixed nuts in atherogenic diet-fed rats. *Molecules*, *23*(12), 3126. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES23123126>.
- Hosseinpour-Niazi, S., Hosseini, S., Mirmiran, P., & Azizi, F. (2017). Prospective study of nut consumption and incidence of metabolic syndrome: Tehran Lipid and glucose study. *Nutrients*, *9*(10), 1056. <https://doi.org/10.3390/NU9101056>.
- Hou, Y., & Wu, G. (2018). Nutritionally essential amino acids. *Advances in Nutrition*, *9*(6), 849-851. <https://doi.org/10.1093/ADVANCES/NMY054>.
- Hu, F. B., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Rimm, E. B., Colditz, G. A., et. al. (1998). Frequent nut consumption and risk of coronary heart disease in women: Prospective cohort study. *British Medical Journal*, *317*(7169), 1341-1345. <https://doi.org/10.1136/BMJ.317.7169.1341>.
- Hu, F. B., & Willett, W. C. (2002). Optimal diets for prevention of coronary heart disease. *The Journal of the American Medical Association*, *288*(20), 2569-2578. <https://doi.org/10.1001/JAMA.288.20.2569>.
- Hussain, S. Z., Naseer, B., Qadri, T., Fatima, T., & Bhat, T. A. (2021). Peacan nut (*Carya illinoensis*) morphology, taxonomy, composition and health benefits. *Fruits Grown in Highland Regions of the Himalayas*, 297-303. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75502-7_23.
- Ismail, L., Rizzo, V., Di Mattia, C., Fanesi, B., Lucci, P., et. al. (2025). Oil-in-water emulsions made of pistachio oil: Physical and chemical properties and stability. *Foods*, *14*(1), 60. <https://doi.org/10.3390/FOODS14010060>.
- İmer, Y. (2018). Çeşitli soğuk pres yağların bazı mikro ve makro element içeriklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, *15*(1),14-25. <https://dergipark.org.tr/pub/jotaf/issue/35312/285460>.
- International Nut and Dried Fruit Council. (2024). *Nuts& Dried fruits statistical yearbook 2024*. https://api.iib.org.tr/files/anc_rapor1735025254995.pdf.
- Jaceldo-Siegl, K., Haddad, E., Oda, K., Fraser, G. E., & Sabaté, J. (2014). Tree nuts are inversely associated with metabolic syndrome and obesity: The Adventist Health Study-2. *PLOS One*, *9*(1), e85133. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0085133>.
- Jackson, C. L., & Hu, F. B. (2014). Long-term associations of nut consumption with body weight and obesity. *American Journal of Clinical Nutrition*, *100*(1), 408-411. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071332>.
- Jakobek, L. (2015). Interactions of polyphenols with carbohydrates, lipids and proteins. *Food Chemistry*, *175*, 556-567. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.013>.
- Jakopic, J., Petkovsek, M. M., Likozar, A., Solar, A., Stampar, F., & Veberic, R. (2011). HPLC-MS identification of phenols in hazelnut (*Corylus avellana* L.) kernels. *Food Chemistry*, *124*(3), 1100-1106. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2010.06.011>.
- Jamshidi, S., Moradi, Y., Nameni, G., Mohsenpour, M. A., & Vafa, M. (2021). Effects of cashew nut consumption on body composition and glycemic indices: A meta-analysis and systematic review of randomized controlled trials. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, *15*(2), 605-613. <https://doi.org/10.1016/J.DSX.2021.02.038>.
- Jenab, M., Sabaté, J., Slimani, N., Ferrari, P., Mazuir, M., Casagrande, C., et. al. (2006). Consumption and portion sizes of tree nuts, peanuts and seeds in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) cohorts from 10 European countries. *British Journal of Nutrition*, *96*(2), 12-23. <https://doi.org/10.1017/BJN20061859>.

- Jia, X., Luo, H., Xu, M., Zhai, M., Guo, Z., et. al. (2018). Dynamic changes in phenolics and antioxidant capacity during pecan (*Carya illinoensis*) kernel ripening and its phenolics profiles. *Molecules*, 23(2), 435. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES23020435>.
- John, J. A., & Shahidi, F. (2010). Phenolic compounds and antioxidant activity of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). *Journal of Functional Foods*, 2(3), 196-209. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2010.04.008>.
- Joye, I. (2019). Protein digestibility of cereal products. *Foods*, 8(6), 199. <https://doi.org/10.3390/FOODS8060199>.
- Kafaoğlu, B. (2012). *Bazı kuruyemişlerdeki ağır metal içeriklerinin ve biyoerişilebilirliklerinin kemometrik olarak değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi]. <https://www.proquest.com/docview/3142825259?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true&sourcetype=Dissertations%20&%20Theses>.
- Kafkas, E., Burgut, A., Ozcan, H., Ozcan, A., Sutyemez, et. al. (2017). Fatty acid, total phenol and tocopherol profiles of some walnut cultivars: A comparative study. *Food and Nutrition Sciences*, 8(12), 1074-1084. <https://doi.org/10.4236/FNS.2017.812079>.
- Kapoor, B., Kapoor, D., Gautam, S., Singh, R., & Bhardwaj, S. (2021). Dietary polyunsaturated fatty acids (PUFAs): Uses and potential health benefits. *Current Nutrition Reports*, 10(3), 232-242. <https://doi.org/10.1007/S13668-021-00363-3/FIGURES/3>.
- Karadağ, G., Karaman, A. D., & Ögüt, S. (2022). Meyve ve sebzelerde bulunan biyoaktif bileşenlerin sağlık üzerine etkileri. *Journal of Food Nutrition and Gastronomy*, 2022(1), 77-91. <https://doi.org/10.26809/joa.7.3.02>.
- Karaosmanoğlu, H. (2022). Lipid characteristics, bioactive properties, and mineral content in hazelnut grown under different cultivation systems. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(7), e16717. <https://doi.org/10.1111/JFPP.16717;WGROUPE:STRING:PUBLICATION>.
- Karaosmanoğlu, H. (2025). Comparative analysis of roasting conditions on the lipid composition, oxidative stability and healthy effects of organic versus conventional hazelnuts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 143, e107616. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2025.107616>.
- Karatay, H., Şahin, A., Yılmaz, Ö., & Aslan, A. (2014). Major fatty acids composition of 32 almond (*Prunus dulcis* [Mill.] D.A. Webb) genotypes distributed in East and Southeast of Anatolia. *Turkish Journal of Biochemistry*, 39(3), 307-316.
- Kaya, C., Kola, O., Ozer, M. S., & Altan, A. (2008). Some characteristics and fatty acids composition of wild apricot (*Prunus pseudoarmeniaca* L.) kernel Oil. *Asian Journal of Chemistry*, 20(4), 2597-2602.
- Khair, R., Pan, Z., Atungulu, G. G., Thompson, J. F., & Shao, D. (2013). Size and moisture distribution characteristics of walnuts and their components. *Food and Bioprocess Technology*, 6(3), 771-782. <https://doi.org/10.1007/S11947-011-0717-1>.
- Khodier, S. A. (2002). Refractive index of standard oils as a function of wavelength and temperature. *Optics & Laser Technology*, 34(2), 125-128. [https://doi.org/10.1016/S0030-3992\(01\)00101-3](https://doi.org/10.1016/S0030-3992(01)00101-3).
- Kırca, L. (2023). Doğal yiyecekler: Sert kabuklu meyveler. In S. Türk-Aslan (Ed.), *Gastronomik akımlar* (pp.185-214). İKSAD Publishing House. <https://zenodo.org/records/10045301>
- Kırca, L., Bak, T., Kırca, S., & Karadeniz, T. (2018). Fındığın kullanım alanları ve insan sağlığına etkileri. *Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 47(2), 292-299. https://www.researchgate.net/publication/342657828_Findigin_Kullanim_Alanlari_ve_Insan_Sagligina_Etkileri.
- King, J. C., Blumberg, J., Ingwersen, L., Jenab, M., & Tucker, K. L. (2008). Tree nuts and peanuts as components of a healthy diet. *Journal of Nutrition*, 138(9), 1736-1470. <https://doi.org/10.1093/JN/138.9.1736S>.
- Kirbaşlar, F. G., Türker, G., Ozsoy Güneş, Z., Ünal, M., Dülger, B., et. al. (2012). Evaluation of fatty acid composition, antioxidant and antimicrobial activity, mineral composition and calorie values of some nuts and seeds from Turkey. *Records of Natural Products*, 6(4), 339-349.
- Kornsteiner, M., Wagner, K. H., & Elmadfa, I. (2006). Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food Chemistry*, 98(2), 381-387. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2005.07.033>.

- Kornsteiner-Krenn, M., Wagner, K. H., & Elmadfa, I. (2013). Phytosterol content and fatty acid pattern of ten different nut types. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 83(5), 263-270. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/A000168>.
- Kömür, Y. K., Karakaya, O., Sütyemez, M., Dirim, E., Yaman, M., et. al. (2024). Characterization of walnut (*Juglans regia* L.) hybrid genotypes; fatty acid composition, biochemical properties and nutrient contents. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 71(6), 2965-2985. <https://doi.org/10.1007/S10722-023-01810-6/FIGURES/5>.
- Kris-Etherton, P. M. (2014). Walnuts decrease risk of cardiovascular disease: A summary of efficacy and biologic mechanisms. *Journal of Nutrition*, 144(4), 547-554. <https://doi.org/10.3945/JN.113.182907>.
- Kris-Etherton, P. M., Hu, F. B., Ros, E., & Sabaté, J. (2008). The role of tree nuts and peanuts in the prevention of coronary heart disease: Multiple potential mechanisms. *Journal of Nutrition*, 138(9), 1746-1751. <https://doi.org/10.1093/jn/138.9.1746s>.
- Kumawat, K. L., Verma, M. K., Kumar, D., Singh, D. B., Lal, S., et. al. (2024). Fatty acid profiling of almond germ-palsm grown in the Western Himalayan region of India. *Journal of Environmental Biology*, 45(1), 106-116. http://jeb.co.in/journal_issues/202401_jan24/paper_16.pdf.
- Kundu, J. K., Shin, Y. K., Kim, S. H., & Surh, Y. J. (2006). Resveratrol inhibits phorbol ester-induced expression of COX-2 and activation of NF- κ B in mouse skin by blocking I κ B kinase activity. *Carcinogenesis*, 27(7), 1465-1474. <https://doi.org/10.1093/CARCIN/BGI349>.
- Kushi, L. H., Folsom, A. R., Prineas, R. J., Mink, P. J., Wu, Y., et. al. (1996). Dietary antioxidant vitamins and death from coronary heart disease in postmenopausal women. *New England Journal of Medicine*, 334(18), 1156-1162. <https://doi.org/10.1056/NEJM199605023341803>.
- Kwon, M.H., Jung, S.M., Chung, B.H., Kim, S.G., Byun, S.J., et. al. (2021). Analysis of fatty acid composition in oil blends using pine nut oil. *Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences*, 33(3), 176-186. <https://doi.org/10.22698/JALES.20210018>.
- Kyei, S. K., Akaranta, O., Darko, G., & Chukwu, U. J. (2019). Extraction, characterization and application of cashew nut shell liquid from cashew nut shells. *Chemical Science International Journal*, 28(3), 1-10. <https://doi.org/10.9734/CSJI/2019/V28I330143>.
- Labinskyy, N., Csiszar, A., Veress, G., Stef, G., Pacher, P., et. al. (2006). Vascular dysfunction in aging: Potential effects of resveratrol, an anti-inflammatory phytoestrogen. *Current Medicinal Chemistry*, 13(9), 989-996. <https://doi.org/10.2174/092986706776360987>.
- Labuckas, D., Maestri, D., & Lamarque, A. (2016). Molecular characterization, antioxidant and protein solubility-related properties of polyphenolic compounds from walnut (*Juglans regia*). *Natural Product Communications*, 11(5), 637-640. <https://doi.org/10.1177/1934578X1601100521>.
- Lakhlifi El Idrissi, Z., El Guezane, C., Boujemaa, I., El Bernoussi, S., Sifou, A., et. al. (2024). Blending cold-pressed peanut oil with omega-3 fatty acids from walnut oil: Analytical profiling and prediction of nutritive attributes and oxidative stability. *Food Chemistry: X*, 22, e101453. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHX.2024.101453>.
- Lee, J. H., Lavie, C. J., O'Keefe, J. H., & Milani, R. (2011). Nuts and seeds in cardiovascular health. In V. R. Preedy, R. R. Watson, & V. B. Patel (Eds.), *Nuts and seeds in health and disease prevention* (pp. 75-82). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10008-8>.
- Leigh, M. J. (2003). Health benefits of grape seed proanthocyanidin extract (GSPE). *Nutrition Noteworthy*, 6(1), 1-5. <https://escholarship.org/uc/item/5fc136ng>.
- Li, D., & Hu, X. (2011). Fatty acid content of commonly available nuts and seeds. In V. R. Preedy, R. R. Watson, & V. B. Patel (Eds.), *Nuts and seeds in health and disease prevention* (pp. 35-42). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10004-0>.
- Li, H., Li, X., Yuan, S., Jin, Y., & Lu, J. (2018). Nut consumption and risk of metabolic syndrome and overweight/obesity: A meta-analysis of prospective cohort studies and randomized trials. *Nutrition and Metabolism*, 15(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/S12986-018-0282-Y>.
- Li, H., Xia, N., & Förstermann, U. (2012). Cardiovascular effects and molecular targets of resveratrol. *Nitric Oxide - Biology and Chemistry*, 26(2), 102-110. <https://doi.org/10.1016/J.NIOX.2011.12.006>.

- Li, Q., Yin, R., Zhang, Q. R.U., Wang, X., Hu, J.U., et. al. (2017). Chemometrics analysis on the content of fatty acid compositions in different walnut (*Juglans regia* L.) varieties. *European Food Research and Technology*, 243(12), 2235-2242. <https://doi.org/10.1007/S00217-017-2925-Z/TABLES/7>.
- Liu, R. H. (2004). Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: Mechanism of action. *Journal of Nutrition*, 134(12), 3479-3485. <https://doi.org/10.1093/jn/134.12.3479s>.
- Liu, X., Li, Y., Guasch-Ferré, M., Willett, W. C., Drouin-Chartier, J.-P., et. al. (2019). Changes in nut consumption influence long-term weight change in US men and women. *BMJ Nutrition, Prevention & Health*, 2(2), 90-99. <https://doi.org/10.1136/BMJNPH-2019-000034>.
- Liu, Z., Lin, X., Huang, G., Zhang, W., Rao, P., et. al. (2014). Prebiotic effects of almonds and almond skins on intestinal microbiota in healthy adult humans. *Anaerobe*, 26, 1-6. <https://doi.org/10.1016/J.ANAEROBE.2013.11.007>.
- Lloyd-Jones, D. M., Hong, Y., Labarthe, D., Mozaffarian, D., Appel, L. J., et. al. (2010). Defining and setting national goals for cardiovascular health promotion and disease reduction: The american heart association's strategic impact goal through 2020 and beyond. *Circulation*, 121(4), 586-613. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192703>.
- Lopez-Neyman, S. M., Zohoori, N., Broughton, K. S., & Miketinas, D. C. (2023). Association of tree nut consumption with cardiovascular disease and cardiometabolic risk factors and health outcomes in US adults: NHANES 2011–2018. *Current Developments in Nutrition*, 7(10), e102007. <https://doi.org/10.1016/J.CDNUT.2023.102007>.
- Luo, C., Zhang, Y., Ding, Y., Shan, Z., Chen, S., et. al. (2014). Nut consumption and risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and all-cause mortality: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 100(1), 256-269. <https://doi.org/10.3945/AJCN.113.076109>.
- Luparelli, A., Losito, I., De Angelis, E., Pilolli, R., Lambertini, F., et. al. (2022). Tree nuts and peanuts as a source of beneficial compounds and a threat for allergic consumers: Overview on methods for their detection in complex food products. *Foods*, 11(5), 728. <https://doi.org/10.3390/FOODS11050728>.
- Lutz, M., Álvarez, K., & Loewe, V. (2017). Chemical composition of pine nut (*Pinus pinea* L.) grown in three geographical macrozones in Chile. *CyTA - Journal of Food*, 15(2), 284-290. <https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1250109;SUBPAGE:STRING:FULL>.
- Maguire, L. S., O'Sullivan, S. M., Galvin, K., O'Connor, T. P., & O'Brien, N. M. (2004). Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55(3), 171-178. <https://doi.org/10.1080/09637480410001725175>.
- Mann, J. I., De Leeuw, I., Hermansen, K., Karamanos, B., Karlström, B., et. al. (2004). Evidence-based nutritional approaches to the treatment and prevention of diabetes mellitus. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 14(6), 373-394. [https://doi.org/10.1016/S0939-4753\(04\)80028-0](https://doi.org/10.1016/S0939-4753(04)80028-0).
- Manna, S. K., Mukhopadhyay, A., & Aggarwal, B. B. (2000). Resveratrol suppresses TNF-induced activation of nuclear transcription factors NF- κ B, activator protein-1, and apoptosis: Potential role of reactive oxygen intermediates and lipid peroxidation. *The Journal of Immunology*, 164(12), 6509-6519. <https://doi.org/10.4049/JIMMUNOL.164.12.6509>.
- Mathlouthi, M. (2001). Water content, water activity, water structure and the stability of foodstuffs. *Food Control*, 12(7), 409-417. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(01\)00032-9](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(01)00032-9).
- Mattagajasingh, I., Kim, C. S., Naqvi, A., Yamamori, T., Hoffman, T. A., et. al. (2007). SIRT1 promotes endothelium-dependent vascular relaxation by activating endothelial nitric oxide synthase. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(37), 14855-14860. <https://doi.org/10.1073/PNAS.0704329104>.
- Matthäus, B., & Özcan, M. M. (2006). Quantitation of fatty acids, sterols, and tocopherols in turpentine (*Pistacia terebinthus* Chia) growing wild in Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(20), 7667-7671. <https://doi.org/10.1021/JF060990T;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER>.
- Matthäus, B., & Özcan, M. M. (2012). The comparison of properties of the oil and kernels of various hazelnuts from Germany and Turkey. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114(7), 801-806. <https://doi.org/10.1002/EJLT.201100299;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER>.

- Matthaus, B., Özcan, M. M., & Al Juhaimi, F. (2016). Fatty acid composition and tocopherol content of the kernel oil from apricot varieties (Hasanbey, Hacıhaliloglu, Kabaasi and Soganci) collected at different harvest times. *European Food Research and Technology*, 242(2), 221-226. <https://doi.org/10.1007/S00217-015-2533-8/TABLES/3>.
- Mayumi Usuda Prado Rocha, D., Paula Silva Caldas, A., Simões e Silva, A. C., Bressan, J., & Hermana Miranda Hermsdorff, H. (2023). Nut-enriched energy restricted diet has potential to decrease hunger in women at cardiometabolic risk: a randomized controlled trial (Brazilian Nuts Study). *Nutrition Research*, 109, 35-46. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2022.11.003>.
- Mazidi, M., Vatanparast, H., Katsiki, N., & Banach, M. (2018). The impact of nuts consumption on glucose/insulin homeostasis and inflammation markers mediated by adiposity factors among American adults. *Oncotarget*, 9(58), 31173-31186. <https://doi.org/10.18632/ONCOTARGET.25168>.
- Meneguelli, T. S., Kravchychyn, A. C. P., Wendling, A. L., Dionísio, A. P., Bressan, J., et al. (2024). Cashew nut (*Anacardium occidentale* L.) and cashew nut oil reduce cardiovascular risk factors in adults on weight-loss treatment: A randomized controlled three-arm trial (Brazilian Nuts Study). *Frontiers in Nutrition*, 11, e1407028. <https://doi.org/10.3389/FNUT.2024.1407028/BIBTEX>.
- Meshgi, V., & Asadi-Ghameh, H. A. (2019). Oil content and fatty acid profile of some pine nuts species (*Pinus* spp.). *Journal of Nuts*, 2(1), 78. <https://doi.org/10.22034/JON.2019.664765>.
- Mettler Toledo. (2025). *Sugar determination by density and refractometry*. BRIX-Sugar Determination. <https://www.mt.com/sg/en/home/library/applications/lab-analytical-instruments/sugar-dere.html>.
- Milbury, P. E., Chen, C. Y., Dolnikowski, G. G., & Blumberg, J. B. (2006). Determination of flavonoids and phenolics and their distribution in almonds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(14), 5027-5033. <https://doi.org/10.1021/JF0603937>.
- Miraliakbari, H., & Shahidi, F. (2008). Lipid class compositions, tocopherols and sterols of tree nut oils extracted with different solvents. *Journal of Food Lipids*, 15(1), 81-96. <https://doi.org/10.1111/J.1745-4522.2007.00104.X;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER>.
- Mohammed, D., Freije, A., Abdhussain, H., Khonji, A., Hasan, M., et al. (2023). Analysis of the antioxidant activity, lipid profile, and minerals of the skin and seed of hazelnuts (*Corylus avellana* L.), pistachios (*Pistacia vera*) and almonds (*Prunus dulcis*)-A comparative analysis. *AppliedChem*, 3(1), 110-118. <https://doi.org/10.3390/APPLIEDCHEM3010008/S1>.
- Mohan, V., Gayathri, R., Jaacks, L. M., LakshmiPriya, N., Anjana, R. M., et al. (2018). Cashew nut consumption increases HDL cholesterol and reduces systolic blood pressure in Asian Indians with type 2 diabetes: A 12-week randomized controlled trial. *Journal of Nutrition*, 148(1), 63-69. <https://doi.org/10.1093/jn/nxx001>.
- Moharreri, M., Vakili, R., Oskoueian, E., & Gh, R. (2022). Evaluation of microencapsulated essential oils in broilers challenged with salmonella enteritidis: A focus on the body's antioxidant status, gut microbiology, and morphology. *Archives of Razi Institute*, 77(2), 629-639. <https://doi.org/10.22092/ARI.2021.354334.1634>.
- Muradoglu, F., Oguz, H. I., Yildiz, K., & Yilmaz, H. (2010). Some chemical composition of walnut (*Juglans regia* L.) selections from Eastern Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 5(17), 2379-2385. <http://www.academicjournals.org/AJAR>.
- Murthy, H. N., & Bapat, V. A. (2020). Importance of underutilized fruits and nuts . In H. N. Murthy & V. A. Bapat (Eds.), *Bioactive compounds in underutilized fruits and nuts* (pp. 3-19). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-30182-8>.
- Naghshi, S., Sadeghian, M., Nasiri, M., Mobarak, S., Asadi, M., et al. (2021). Association of total nut, tree nut, peanut, and peanut butter consumption with cancer incidence and mortality: A comprehensive systematic review and dose-response meta-analysis of observational studies. *Advances in Nutrition*, 12(3), 793-808. <https://doi.org/10.1093/ADVANCES/NMAA152>.
- Najda, A., & Gantner, M. (2012). Chemical composition of essential oils from the buds and leaves of cultivated hazelnut. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 11(5), 91-100. <https://czasopisma.up.lublin.pl/asphc/article/view/3142>.
- Nergiz, C., & Dönmez, I. (2004). Chemical composition and nutritive value of *Pinus pinea* L. seeds. *Food Chemistry*, 86(3), 365-368. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2003.09.009>.

- Nieuwenhuis, L., & Van den Brandt, P. A. (2019). Nut and peanut butter consumption and the risk of lung cancer and its subtypes: A prospective cohort study. *Lung Cancer*, 128, 57-66. <https://doi.org/10.1016/J.LUNGCAN.2018.12.018>.
- Nishi, S. K., Paz-Graniel, I., Ni, J., Valle-Hita, C., Khoury, N., et. al. (2025). Effect of nut consumption on blood lipids: An updated systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 35(5), e103771. <https://doi.org/10.1016/J.NUMECD.2024.10.009>.
- Nishi, S. K., Vigiouliouk, E., Blanco Mejia, S., Kendall, C. W. C., Bazinet, R. P., et. al. (2021). Are fatty nuts a weighty concern? A systematic review and meta-analysis and dose-response meta-regression of prospective cohorts and randomized controlled trials. *Obesity Reviews*, 22(11), e13330. <https://doi.org/10.1111/OBR.13330>.
- Nishi, S. K., Vigiouliouk, E., Kendall, C. W. C., Jenkins, D. J. A., Hu, F. B., et. al. (2023). Nuts in the prevention and management of type 2 diabetes. *Nutrients*, 15(4), 878. <https://doi.org/10.3390/NU15040878>.
- Nizamlioglu, N. M. (2015). *Kavurma ve depolama koşullarının bademin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi* [Doktora tezi, Pamukkale Üniversitesi]. <https://gcris.pau.edu.tr/handle/11499/657>.
- Nogales-Bueno, J., Baca-Bocanegra, B., Hernández-Hierro, J. M., Garcia, R., Barroso, J. M., et. al. (2021). Assessment of total fat and fatty acids in walnuts using near-infrared hyperspectral imaging. *Frontiers in Plant Science*, 12, e729880. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2021.729880/BIBTEX>.
- Nora, C. L., Zhang, L., Castro, R. J., Marx, A., Carman, H. B., et. al. (2023). Effects of mixed nut consumption on LDL cholesterol, lipoprotein(a), and other cardiometabolic risk factors in overweight and obese adults. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 33(8), 1529-1538. <https://doi.org/10.1016/J.NUMECD.2023.05.013>.
- Olas, B. (2024). The cardioprotective properties of selected nuts: Their functional ingredients and molecular mechanisms. *Foods*, 13(2), 242. <https://doi.org/10.3390/FOODS13020242>.
- Oro, T., Bolini, H. M. A., Arellano, D. B., & Block, J. M. (2009). Physicochemical and sensory quality of crude Brazilian pecan nut oil during storage. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86(10), 971-976. <https://doi.org/10.1007/S11746-009-1434-Z>.
- Öksüz, A., Bahadırılı, N. P., Yıldırım, M. U., & Sarıhan, E. O. (2015). Farklı keten tür ve çeşitlerinin besin bileşenleri, yağ asitleri ve mineral içeriklerinin karşılaştırılması. *Journal of Food and Health Science*, 1(3), 124-134. <https://doi.org/10.3153/JFHS15012>.
- Örnek, M., Sonmete, H., Şeflek, A., Kayahan, N., & Hacıseferoğulları, H. (2015). Determination of some physical properties of wild stone pine (*Pinus pinea* L.) kernel and pits grown in Turkey. *Selcuk Journal Agricultural Food Science*, 29(1), 1-9.
- Öz, E., Ekiz, E., Savaş, A., Aoudeh, E., Abd El-aty, A., et. al. (2021). Impact of roasting level on fatty acid composition, oil and polycyclic aromatic hydrocarbon contents of various dried nuts. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(2), 213-221. <https://doi.org/10.3906/tar-2006-43>.
- Özbolat, G., & Tuli, A. (2016). Ağır metal toksisitesinin insan sağlığına etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 25(4), 502-521. <https://doi.org/10.17827/AKTD.253562>.
- Özcan, M. M. (2009). Some nutritional characteristics of fruit and oil of walnut (*Juglans regia* L.) growing in Turkey. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 28(1), 57-62. <https://doi.org/10.30492/IJCCE.2009.6915>.
- Özcan, M. M., & Lemiasheuski, V. (2020). The effect of harvest times on mineral contents of almond and walnut kernels. *Erwerbs-Obstbau*, 62(4), 455-458. <https://doi.org/10.1007/S10341-020-00523-9/FIGURES/1>.
- Özcan, M. M., Matthäus, B., Aljuhaimi, F., Mohamed Ahmed, I. A., Ghafoor, K., et. al. (2020). Effect of almond genotypes on fatty acid composition, tocopherols and mineral contents and bioactive properties of sweet almond (*Prunus amygdalus* Batsch spp. dulce) kernel and oils. *Journal of Food Science and Technology*, 57(11), 4182-4192. <https://doi.org/10.1007/S13197-020-04456-9/FIGURES/1>.
- Özcan, M. M., Ünver, A., Erkan, E., & Arslan, D. (2011). Characteristics of some almond kernel and oils. *Scientia Horticulturae*, 127(3), 330-333. <https://doi.org/10.1016/J.SCIEN.2010.10.027>.

- Özel, H. B., Şevik, H., Onat, S. M., & Yiğit, N. (2022). The effect of geographic location and seed storage time on the content of fatty acids in stone pine (*Pinus pinea* L.) seeds. *BioResources*, 17(3), 5038-5048. <https://doi.org/10.15376/BIORES.17.3.5038-5048>.
- Özrenk, K., Javidipour, I., Yarilgac, T., Balta, F., & Gündoğdu, M. (2012). Fatty acids, tocopherols, selenium and total carotene of pistachios (*P. vera* L.) from Diyarbakir (Southeastern Turkey) and walnuts (*J. regia* L.) from Erzincan (Eastern Turkey). *Food Science and Technology International*, 18(1), 55-62. <https://doi.org/10.1177/1082013211414174>.
- Öztürk, M. O. (2014). Esansiyel yağ asitlerinin insan metabolizması ve beslenmesi üzerine etkisi. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 7(2), 37-40. <https://doi.org/10.5578/kvj.8394>.
- Pal, S., Ho, N., Santos, C., Dubois, P., Mamo, J., et. al. (2003). Red wine polyphenolics increase LDL receptor expression and activity and suppress the secretion of apoB100 from human HepG2 cells. *Journal of Nutrition*, 133(3), 700-706. <https://doi.org/10.1093/JN/133.3.700>.
- Pallarès, V., Calay, D., Cedó, L., Castell-Auví, A., Raes, M., et. al. (2012). Enhanced anti-inflammatory effect of resveratrol and EPA in treated endotoxin-activated RAW 264.7 macrophages. *British Journal of Nutrition*, 108(9), 1562-1573. <https://doi.org/10.1017/S0007114511007057>.
- Pan, A., Sun, Q., Manson, J. A. E., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2013). Walnut consumption is associated with lower risk of type 2 diabetes in women. *Journal of Nutrition*, 143(4), 512-518. <https://doi.org/10.3945/JN.112.172171>.
- Parıldı, E., Kola, O., Keçeli, N., Akkaya, M., Özcan, B., et. al. (2022). Physicochemical characterization and bioactive compounds of cold pressed pine nut oil. *Authorea Preprints*, 1-7. <https://doi.org/10.22541/AU.165531243.34368268/V1>.
- Park, S. K., Oh, C. M., & Jung, J. Y. (2022). The association between insulin resistance and the consumption of nut including peanut, pine nut and almonds in working-aged Korean population. *Public Health Nutrition*, 25(7), 1904-1911. <https://doi.org/10.1017/S1368980021003803>.
- Pavlović, N., Vidović, S., Vladić, J., Popović, L., Moslavac, T., et. al. (2018). Recovery of tocopherols, amygdalin, and fatty acids from apricot kernel oil: Cold pressing versus supercritical carbon dioxide. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(11), e1800043. <https://doi.org/10.1002/EJLT.201800043>.
- Pérez-Jiménez, J., Neveu, V., Vos, F., & Scalbert, A. (2010). Identification of the 100 richest dietary sources of polyphenols: An application of the Phenol-Explorer database. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(3), 112-120. <https://doi.org/10.1038/EJCN.2010.221>.
- Pérez-Vizcaíno, F., Ibarra, M., Cogolludo, A. L., Duarte, J., Zaragoza-Arnáez, F., et. al. (2002). Endothelium-independent vasodilator effects of the flavonoid quercetin and its methylated metabolites in rat conductance and resistance arteries. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 302(1), 66-72. <https://doi.org/10.1124/JPET.302.1.66>.
- Polat, R., Aydın, C., & Ak, B. E. (2007). Some physical and mechanical properties of pistachio nut. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 13(2007), 237-246.
- Polat, Y., Çelik, F., & Kafkas, N. E. (2023). The importance of fatty acids in nuts in terms of human health. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2), 313-338.
- Prior, B. A. (1979). Measurement of water activity in foods: A review. *Journal of Food Protection*, 42(8), 668-674. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-42.8.668>.
- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2013). Beneficial effects of polyphenols on cardiovascular disease. *Pharmacological Research*, 68(1), 125-131. <https://doi.org/10.1016/J.PHRS.2012.10.018>.
- Rabadán, A., Álvarez-Ortí, M., Gómez, R., de Miguel, C., & Pardo, J. E. (2018). Influence of genotype and crop year in the chemometrics of almond and pistachio oils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(6), 2402-2410. <https://doi.org/10.1002/JSFA.8732>.
- Rabadán, A., Álvarez-Ortí, M., & Pardo, J. E. (2019). A comparison of the effect of genotype and weather conditions on the nutritional composition of most important commercial nuts. *Scientia Horticulturae*, 244(97), 218-224. <https://doi.org/10.1016/J.SCIEN.2018.09.064>.
- Rajaram, S., & Sabaté, J. (2006). Nuts, body weight and insulin resistance. *British Journal of Nutrition*, 96(2), 79-86. <https://doi.org/10.1017/BJN20061867>.

- Reis Ribeiro, S., Klein, B., Machado Ribeiro, Q., Duarte dos Santos, I., Gomes Genro, A. L., et. al. (2020). Chemical composition and oxidative stability of eleven pecan cultivars produced in Southern Brazil. *Food Research International*, 136, e109596. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2020.109596>.
- Rivera-Rangel, L. R., Aguilera-Campos, K. I., García-Triana, A., Ayala-Soto, J. G., Chavez-Flores, D., et. al. (2018). Comparison of oil content and fatty acids profile of Western Schley, Wichita, and Native pecan nuts cultured in Chihuahua, Mexico. *Journal of Lipids*, 2018(1), e4781345. <https://doi.org/10.1155/2018/4781345>.
- Rock, C. L., Zunshine, E., Nguyen, H. T., Perez, A. O., Zoumas, C., et. al. (2020). Effects of pistachio consumption in a behavioral weight loss intervention on weight change, cardiometabolic factors, and dietary intake. *Nutrients*, 12(7), 1-14. <https://doi.org/10.3390/NU12072155>.
- Rodushkin, I., Baxter, D. C., & Engström, E. (2011). Inorganic constituents of cuts and seeds. In V. R. Preedy, R. R. Watson, & V. B. Patel (Eds.), *Nuts and seeds in health and disease prevention* (pp. 65-72). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10007-6>.
- Rolls, B. J. (2017). Dietary energy density: Applying behavioural science to weight management. *Nutrition Bulletin*, 42(3), 246-253. <https://doi.org/10.1111/NBU.12280>.
- Ros, E. (2010). Health benefits of nut consumption. *Nutrients*, 2(7), 652-682. <https://doi.org/10.3390/NU2070652>.
- Ros, E. (2020). Contribution of nuts to the Mediterranean Diet. In V. R. , Preedy & R. R. Watson (Eds.), *The Mediterranean Diet* (pp. 141-150). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407849-9.00017-8>.
- Ros, E., & Mataix, J. (2006). Fatty acid composition of nuts - Implications for cardiovascular health. *British Journal of Nutrition*, 96(2), 29-35. <https://doi.org/10.1017/BJN20061861>.
- Ros, E., Singh, A., & O'keefe, J. H. (2021). Nuts: Natural pleiotropic nutraceuticals. *Nutrients*, 13(9), e3269. <https://doi.org/10.3390/NU13093269>.
- Rosales-Garcia, T., Jimenez-Martinez, C., & Davila-Ortiz, G. (2017). Squalene extraction: Biological sources and extraction methods. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 2(4), 1662-1670. <https://doi.org/10.22161/IJEAB/2.4.26>.
- Russell, W. R., Baka, A., Björck, I., Delzenne, N., Gao, D., et. al. (2016). Impact of diet composition on blood glucose regulation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(4), 541-590. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.792772>.
- Ryan, E., Galvin, K., O'Connor, T. P., Maguire, A. R., & O'Brien, N. M. (2006). Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of brazil, pecan, pine, pistachio and cashew nuts. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 57(3-4), 219-228. <https://doi.org/10.1080/09637480600768077>.
- Sabaté, J., & Ang, Y. (2009). Nuts and health outcomes: New epidemiologic evidence. *American Journal of Clinical Nutrition*, 89(5), 1643-1648. <https://doi.org/10.3945/AJCN.2009.26736Q>.
- Sabaté, J., Ros, E., & Salas-Salvadó, J. (2006). Preface nuts: Nutrition and health outcomes. *British Journal of Nutrition*, 96(2), 1-2. <https://doi.org/10.1017/BJN20061857>.
- Salas-Salvadó, J., Casas-Agustench, P., & Salas-Huetos, A. (2011). Cultural and historical aspects of Mediterranean nuts with emphasis on their attributed healthy and nutritional properties. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 21(1), 1-6. <https://doi.org/10.1016/J.NUMECD.2010.10.013>.
- Salık, M. A., & Çakmakçı, S. (2024). Effects of the debittering process on the physicochemical and techno-functional properties, mineral composition, and bioactive compounds of bitter apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernels. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/S13399-024-06304-8/TABLES/4>.
- Sanyal, R., & Bishi, S. (2021). Nuts for nutrition (N4N): Composition and health benefits. *Agriculture & Food*, 3(9), 183-186.
- Sathe, S., Monaghan, E., Kshirsagar, H., & Venkatachalam, M. (2009). Chemical composition of edible nut seeds and its implications in human health. In C. , Alasalvar & F. Shahidi (Eds.), *Tree Nuts Composition Phytochemicals and Health Effects Nutraceutical Science.pdf* (pp. 11-36). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420019391.CH2>.
- Satil, F., Azcan, N., & Baser, K. H. C. (2003). Fatty acid composition of pistachio nuts in Turkey. *Chemistry of Natural Compounds*, 39(4), 322-324. <https://doi.org/10.1023/B:CONC.0000003408.63300.B5/METRICS>.

- Schroeter, H., Heiss, C., Balzer, J., Kleinbongard, P., Keen, C. L., et al. (2006). (-)-Epicatechin mediates beneficial effects of flavanol-rich cocoa on vascular function in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(4), 1024-1029. <https://doi.org/10.1073/PNAS.0510168103>.
- Schulz, M. D., Atay, C., Heringer, J., Romrig, F. K., Schwitalla, S., et al. (2014). High-fat-diet-mediated dysbiosis promotes intestinal carcinogenesis independently of obesity. *Nature*, 514(7253), 508-512. <https://doi.org/10.1038/NATURE13398>.
- Schwingshackl, L., Schwedhelm, C., Hoffmann, G., Knüppel, S., Iqbal, K., et al. (2017). Food groups and risk of hypertension: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Advances in Nutrition*, 8(6), 793-803. <https://doi.org/10.3945/an.117.017178>.
- Seeram, N. P., Zhang, Y., Henning, S. M., Lee, R., Niu, Y., et al. (2006). Pistachio skin phenolics are destroyed by bleaching resulting in reduced antioxidative capacities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(19), 7036-7040. <https://doi.org/10.1021/JF0614948>.
- Segura, R., Javierre, C., Lizarraga, M. A., & Ros, E. (2006). Other relevant components of nuts: Phytosterols, folate and minerals. *British Journal of Nutrition*, 96(2), 36-44. <https://doi.org/10.1017/BJN20061862>.
- Shapiro, H., Theilla, M., Attal-Singer, J., & Singer, P. (2011). Effects of polyunsaturated fatty acid consumption in diabetic nephropathy. *Nature Reviews Nephrology*, 7(2), 110-121. <https://doi.org/10.1038/NRNEPH.2010.156>.
- Sharif, Y., Sadeghi, O., Benisi-Kohansal, S., Azadbakht, L., & Esmailzadeh, A. (2021). Legume and nuts consumption in relation to odds of breast cancer: A case-control study. *Nutrition and Cancer*, 73, 750-759. <https://doi.org/10.1080/01635581.2020.1773874>.
- Sheikhahmadi, M., Sahari, M. A., & Barzegar, M. (2020). Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of pinus gerardiana nuts and oil. *Journal of Food Engineering and Technology*, 9(1), 38-47. <https://doi.org/10.32732/JFET.2020.9.1.38>.
- Shin, H. R., & Song, S. (2024). Nut consumption and risks of all-cause, cardiovascular disease, and cancer mortality: Results from two cohorts of Korean genome and epidemiology study. *Current Developments in Nutrition*, 8(2), e103374. <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.103374>.
- Shin, S., Hu, W., Wang, Z., Chen, M., & Kim, J. E. (2024). Effects of consuming nuts with different fatty acid composition on body composition: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Current Developments in Nutrition*, 8(2), e103571. <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.103571>.
- Siddiqui, K., Bawazeer, N., & Scaria Joy, S. (2014). Variation in macro and trace elements in progression of type 2 diabetes. *Scientific World Journal*, 2014(1), e461591. <https://doi.org/10.1155/2014/461591>.
- Siebeneichler, T. J., Crizel, R. L., Duarte, T. de O., Carvalho, I. R., Galli, V., et al. (2024). Influence of cultivar on quality parameters of pecans produced in Southern Brazil. *Scientia Horticulturae*, 336, e113423. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2024.113423>.
- Sevenpiper, J. L., Chan, C. B., Dworatzek, P. D., Freeze, C., & Williams, S. L. (2018). Nutrition therapy. *Canadian Journal of Diabetes*, 42(1), 64-79. <https://doi.org/10.1016/j.cjcd.2017.10.009>.
- Simsek, M. (2016). Chemical, mineral, and fatty acid compositions of various types of walnut (*Juglans regia* L.) in Turkey. *Bulgarian Chemical Communications*, 48(1), 66-70.
- Souza, R. G. M., Gomes, A. C., Naves, M. M. V., & Mota, J. F. (2015). Nuts and legume seeds for cardiovascular risk reduction: Scientific evidence and mechanisms of action. *Nutrition Reviews*, 73(6), 335-347. <https://doi.org/10.1093/NUTRIT/NUU008>.
- Stević, I., Milenković, D., Petrović, A., Pejčić, A., Dodevska, M., et al. (2024). The role of nutrition education in the pharmacy curriculum using the example of knowledge about the health benefits of nuts. *Frontiers in Public Health*, 12, e1481265. <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2024.1481265>.
- Stryjecka, M., Kiełtyka-Dadasiewicz, A., Michalak, M., Rachoń, L., & Głowacka, A. (2019). Chemical composition and antioxidant properties of oils from the seeds of five apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. *Journal of Oleo Science*, 68(8), 729-738. <https://doi.org/10.5650/JOS.ESS19121>.
- Subaşı, İ., Güler, E., Taş, A., & Gündoğdu, M. (2025). Diversity in fatty acid composition of hazelnut varieties cultivated in a prominent production region of Türkiye (Akçakoca/Düzce). *Applied Fruit Science*, 67(2), 1-7. <https://doi.org/10.1007/S10341-025-01282-1/FIGURES/2>.

- Sugizaki, C. S. A., & Naves, M. M. V. (2018). Potential prebiotic properties of nuts and edible seeds and their relationship to obesity. *Nutrients*, *10*(11), e1645. <https://doi.org/10.3390/NU10111645>.
- Sun, J., Feng, X., Lyu, C., Zhou, S., & Liu, Z. (2022). Effects of different processing methods on the lipid composition of hazelnut oil: A lipidomics analysis. *Food Science and Human Wellness*, *11*(2), 427-435. <https://doi.org/10.1016/J.FSHW.2021.11.024>.
- Şahin, E., & Öncel, M. (2014). Diyabet tanı ve takibinde geleneksel ve yeni biyokimyasal belirteçler. *European Journal of Basic Medical Science*, *4*(3), 66-73. <https://www.ejbms.net/download/traditional-and-novel-biochemical-markers-in-diagnosis-and-monitoring-of-diabetes-9223.pdf>.
- Şahin, M. (2023). *Ticari öneme sahip bazı sert kabuklu meyvelerin in vitro protein sindirilebilirliklerinin ve kalın bağırsak mikrobiyotası üzerine etkilerinin belirlenmesi* [Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. <https://hdl.handle.net/20.500.12452/9500>.
- Şahin, M., Topal, E., Özsoy, N., & Altınoğlu, E. (2015). İklim değişikliğinin meyvecilik ve arıcılık üzerine etkileri. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, *6*(2), 147-154.
- Şahin, S., Kılıç, Ö., Şengül, S., & Perçin, S. (2019). Farklı illerden temin edilen fındık zarrının bileşimi ve antioksidan etkinliğinin araştırılması. *Ordu University Journal of Science and Technology*, *9*(1), 27-35.
- Şahin, S., Tonkaz, T., & Yarılgaç, T. (2022). Chemical composition, antioxidant capacity and total phenolic content of hazelnuts grown in different countries. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, *19*(2), 262-270. <https://doi.org/10.33462/JOTAF.893244>.
- Şahin, S., & Topçu, C. Ü. (2025). Evaluation of oxidation stability of organic and conventional hazelnut oils. *Journal of Agricultural Sciences*, *31*(1), 126-136. <https://doi.org/10.15832/ANKUTBD.1458732>.
- Şen, F., Özer, K., & Aksoy, U. (2016). Physical and dietary properties of in-shell pine nuts (*Pinus pinea* L.) and kernels. *American Journal of Experimental Agriculture*, *10*(6), 1-9. <https://doi.org/10.9734/AJEA/2016/22464>.
- Şengül, S. (2019). *Fındık yağı kimyasal kompozisyonu antioksidan kapasitesi ve kalite parametreleri üzerine fındık hasat tarihi ve rakımın etkisi* [Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi]. <http://earsiv.odu.edu.tr:8080/xmlui/handle/11489/928>.
- Tareen, A. K., Panezai, M. A., Sajjad, A., Achakzai, J. K., Kakar, A. M., et. al. (2021). Comparative analysis of antioxidant activity, toxicity, and mineral composition of kernel and pomace of apricot (*Prunus armeniaca* L.) grown in Balochistan, Pakistan. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *28*(5), 2830-2839. <https://doi.org/10.1016/J.SJBS.2021.02.015>.
- Taş, N. G., & Gökmen, V. (2015). Profiling triacylglycerols, fatty acids and tocopherols in hazelnut varieties grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, *44*, 115-121. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2015.08.010>.
- Taş, N. G., & Gökmen, V. (2017). Phenolic compounds in natural and roasted nuts and their skins: A brief review. *Current Opinion in Food Science*, *14*, 103-109. <https://doi.org/10.1016/J.COFS.2017.03.001>.
- Ternus, M. E., Lapsley, K., & Geiger, C. J. (2009). Health benefits of tree nuts. In C. , Alasalvar & F. Shahidi (Eds.), *Tree nuts: Composition, phytochemicals and health effects* (pp. 37-64). CRC Press. <https://doi.org/10.20935/ACADNUTR7689>.
- Thakur, A., Vaidya, D., Kaushal, M., & Gupta, A. (2019). Physicochemical properties, mineral composition, FTIR spectra and scanning electron microscopy of wild apricot kernel press cake. *International Journal of Food Science and Nutrition*, *4*(2), 140-143.
- Thomson, C. D., Chisholm, A., McLachlan, S. K., & Campbell, J. M. (2008). Brazil nuts: An effective way to improve selenium status. *American Journal of Clinical Nutrition*, *87*(2), 379-384. <https://doi.org/10.1093/AJCN/87.2.379>.
- Toker, R., Gölükçü, M., Tokgöz, H., Özdemir, M., & Turgut, D. Y. (2015). Bazı pikan cevizi çeşitlerinin yağ içeriği ve yağ asitleri bileşimi. *Akademik Gıda*, *13*(4), 299-303. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akademik-gida/issue/55786/763648>.
- Tolhurst, G., Heffron, H., Lam, Y. S., Parker, H. E., Habib, A. M., et. al. (2012). Short-chain fatty acids stimulate glucagon-like peptide-1 secretion via the G-protein-coupled receptor FFAR2. *Diabetes*, *61*(2), 364-371. <https://doi.org/10.2337/DB11-1019>.

- Tomaino, A., Martorana, M., Arcoraci, T., Monteleone, D., Giovinazzo, C., et. al. (2010). Antioxidant activity and phenolic profile of pistachio (*Pistacia vera* L., variety Bronte) seeds and skins. *Biochimie*, 92(9), 1115-1122. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2010.03.027>.
- Topçuoğlu, E., & Ersan, L. Y. (2020). Fonksiyonel beslenmede bademin önemi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2), 427-441. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat/issue/57889/701469>.
- Tsantili, E., Takidelli, C., Christopoulos, M. V., Lambrinea, E., Rouskas, D., et. al. (2010). Physical, compositional and sensory differences in nuts among pistachio (*Pistachia vera* L.) varieties. *Scientia Horticulturae*, 125(4), 562-568. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2010.04.039>.
- Tsigalou, C., Konstantinidis, T., Paraschaki, A., Stavropoulou, E., Voidarou, C., et. al. (2020). Mediterranean diet as a tool to combat inflammation and chronic diseases: An overview. *Biomedicines*, 8(8), 201-214. <https://doi.org/10.3390/BIOMEDICINES8070201>.
- Tunçil, Y. E. (2020). Dietary fibre profiles of Turkish Tombul hazelnut (*Corylus avellana* L.) and hazelnut skin. *Food Chemistry*, 316, e126338. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2020.126338>.
- Turan, A. (2018). Effect of drying methods on fatty acid profile and oil oxidation of hazelnut oil during storage. *European Food Research and Technology*, 244(12), 2181-2190. <https://doi.org/10.1007/S00217-018-3128-Y/TABLES/3>.
- Turan, S., Topcu, A., Karabulut, I., Vural, H., & Hayaloglu, A. A. (2007). Fatty acid, triacylglycerol, phytosterol, and tocopherol variations in kernel oil of Malatya apricots from Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(26), 10787-10794. https://doi.org/10.1021/JF071801P/ASSET/IMAGES/LARGE/JF-2007-01801P_0002.JPEG.
- Tüfekci, F., & Karataş, Ş. (2018). Determination of geographical origin Turkish hazelnuts according to fatty acid composition. *Food Science and Nutrition*, 6(3), 557-562. <https://doi.org/10.1002/FSN3.595;PAGEGROUP:STRING:PUBLICATION>.
- Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı. (2019). *Türkiye beslenme ve sağlık araştırması (TBSA)*. www.tirajbasim.com.
- Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı. (2022). *Türkiye beslenme rehberi (TÜBER) 2022 (Yayın No: 1031)*. <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/web-uygulamalarimiz/357.html>.
- Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı. (2024). *Türkomp-Ulusal gıda kompozisyon veri tabanı*. <https://turkomp.tarimorman.gov.tr/main>.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2023). *Bitkisel üretim istatistikleri 2023*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2023-49535>.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2025). *Meyveler, sert kabuklular ve içecek bitkileri denge tabloları*. <https://data.tuik.gov.tr/Search/Search?text=sert%20kabuklu>.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2024). *Sert kabuklu meyveler*. <https://data.tuik.gov.tr/Search/Search?text=sert%20kabuklu%20meyveler>.
- Uğurlu, E., Duysak, Ö., & Şereflişan, H. (2020). K vitamini ve sucul canlılara etkisi. *Marine and Life Sciences*, 2(1), 45-50. <https://dergipark.org.tr/en/pub/marlife/issue/55380/679314>.
- United States Department of Agriculture. (2024a). *Türkiye: Tree nuts annual (Yayın No: TU2024-0046)*. <https://www.fas.usda.gov/data/turkiye-tree-nuts-annual>.
- United States Department of Agriculture. (2024b). *USDA FoodData Central*. <https://fdc.nal.usda.gov/>.
- Uslu, N., & Özcan, M. M. (2019). Effect of microwave heating on phenolic compounds and fatty acid composition of cashew (*Anacardium occidentale*) nut and oil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(3), 344-347. <https://doi.org/10.1016/J.JSSAS.2017.10.001>.
- Üstün, N. Ş., & Karaosmanoğlu, H. (2017). Sert kabuklu meyveler ve fonksiyonel özellikleri. *Meyve Bilimi*, 2(1), 142-148. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/meyve/issue/31361/342699>.
- Valaiyapathi, B., Gower, B., & Ashraf, A. P. (2019). Pathophysiology of type 2 diabetes in children and adolescents. *Current Diabetes Reviews*, 16(3), 220-229. <https://doi.org/10.2174/1573399814666180608074510>.

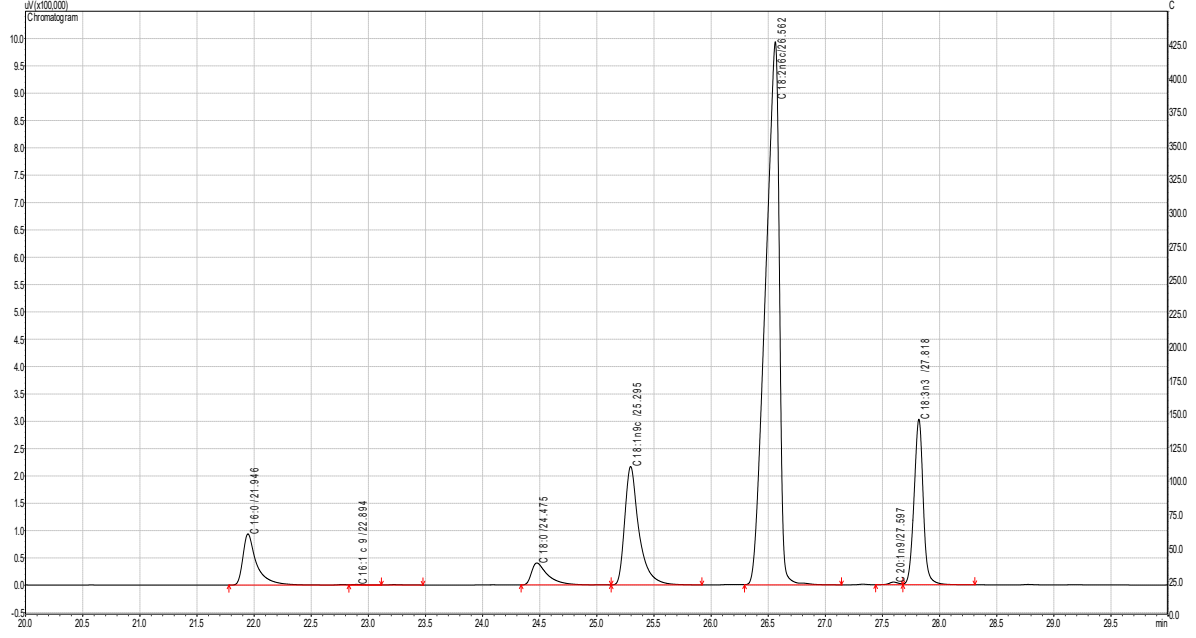
- Valasi, L., Arvanitaki, D., Mitropoulou, A., Georgiadou, M., & Pappas, C. S. (2020). Study of the quality parameters and the antioxidant capacity for the FTIR-chemometric differentiation of Pistacia Vera oils. *Molecules*, 25(7), 1614. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES25071614>.
- Vasquez-Rojas, W. V., Martín, D., Miralles, B., Recio, I., Fornari, T., et. al. (2021). Composition of Brazil nut (*Bertholletia excels* HBK), its beverage and by-products: A healthy food and potential source of ingredients. *Foods*, 10(12), 3007. <https://doi.org/10.3390/FOODS10123007/S1>.
- Venkatachalan, M., & Sathe, S. K. (2006). Chemical composition of selected edible nut seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(13), 4705-4714. <https://doi.org/10.1021/JF0606959>.
- Viguiliouk, E., Kendall, C. W. C., Mejia, S. B., Cozma, A. I., Ha, V., et. al. (2014). Effect of tree nuts on glycemic control in diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled dietary trials. *PLoS ONE*, 9(7), e103376. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0103376>.
- Wallerath, T., Deckert, G., Ternes, T., Anderson, H., Li, H., et. al. (2002). Resveratrol, a polyphenolic phytoalexin present in red wine, enhances expression and activity of endothelial nitric oxide synthase. *Circulation*, 106(13), 1652-1658. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000029925.18593.5C>.
- Wilcox, L. J., Borradaile, N. M., De Dreu, L. E., & Huff, M. W. (2001). Secretion of hepatocyte apoB is inhibited by the flavonoids, naringenin and hesperetin, via reduced activity and expression of ACAT2 and MTP. *Journal of Lipid Research*, 42(5), 725-734. [https://doi.org/10.1016/S0022-2275\(20\)31634-5](https://doi.org/10.1016/S0022-2275(20)31634-5).
- Williams, M. J. A., Sutherland, W. H. F., Whelan, A. P., McCormick, M. P., & De Jong, S. A. (2004). Acute effect of drinking red and white wines on circulating levels of inflammation-sensitive molecules in men with coronary artery disease. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 53(3), 318-323. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2003.10.012>.
- Williams, R. J., Spencer, J. P. E., & Rice-Evans, C. (2004). Flavonoids: Antioxidants or signalling molecules? *Free Radical Biology and Medicine*, 36(7), 838-849. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2004.01.001>.
- Wojdyło, A., Turkiewicz, I. P., Tkacz, K., Nowicka, P., & Bobak, Ł. (2022). Nuts as functional foods: Variation of nutritional and phytochemical profiles and their in vitro bioactive properties. *Food Chemistry: X*, 15, e100418. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHX.2022.100418>.
- World Cancer Research Fund International. (2018). *Diet, nutrition, physical activity and cancer: A global perspective a summary of the third expert report*. <https://www.wcrf.org/wp-content/uploads/2024/11/Summary-of-Third-Expert-Report-2018.pdf>.
- World Health Organization. (2024a). *Cancer*. https://www.who.int/health-topics/cancer#tab=tab_1.
- World Health Organization. (2024b). *Obesity and overweight*. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- Woźniak, M., Waśkiewicz, A., & Ratajczak, I. (2022). The content of phenolic compounds and mineral elements in edible nuts. *Molecules*, 27(14), e4326. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES27144326>.
- Wu, J. H. Y., Micha, R., Imamura, F., Pan, A., Biggs, M. L., et. al. (2012). Omega-3 fatty acids and incident type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Nutrition*, 107(2), 214-227. <https://doi.org/10.1017/S0007114512001602>.
- Xie, X., Wu, W., Wang, P., & Zhang, G. (2024). Health risk assessment of heavy metals in nuts and seeds in Gansu Province, China. *Journal of Food Composition and Analysis*, 135, e106676. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2024.106676>.
- Yada, S., Lapsley, K., & Huang, G. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrients. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(4-5), 469-480. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2011.01.007>.
- Yahyavi, F., Alizadeh-Khaledabad, M., & Azadmard-Damirchi, S. (2020). Oil quality of pistachios (*Pistacia vera* L.) grown in East Azarbaijan, Iran. *NFS Journal*, 18, 12-18. <https://doi.org/10.1016/J.NFS.2019.11.001>.
- Yakar, Y. (2023). Taze, kurutulmuş ve kavrulmuş Antep fıstıklarında yağ asidi kompozisyonlarının GC-FID ile belirlenmesi. *Ege 10.Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi*, 368-368.
- Yalım, N. (2023). *Çam fıstığı (Pinus pinea L.) tohumlarının toplam fenol, flavonoid, polifenol, yağ asitleri bileşimi ve mineral içerikleri üzerine farklı kavurma işlemlerinin etkisi* [Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi]. <https://hdl.handle.net/20.500.12395/53289>.

- Yang, H., Xiao, X., Li, J., Wang, F., Mi, J., et. al. (2022). Chemical compositions of walnut (*Juglans* Spp.) oil: Combined effects of genetic and climatic factors. *Forests*, 13(6), 962. <https://doi.org/10.3390/F13060962>.
- Yang, J. (2009). Brazil nuts and associated health benefits: A review. *LWT - Food Science and Technology*, 42(10), 1573-1580. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2009.05.019>.
- Yeung, F., Hoberg, J. E., Ramsey, C. S., Keller, M. D., Jones, D. R., et. al. (2004). Modulation of NF- κ B-dependent transcription and cell survival by the SIRT1 deacetylase. *EMBO Journal*, 23(12), 2369-2380. <https://doi.org/10.1038/SJ.EMBOJ.7600244>.
- Yıldırım, A. N., Koyuncu, F., Tekintaş, E., & Akıncı-Yıldırım, F. (2008). Isparta bölgesinde selekte edilen badem (*Prunus amygdalus* Batsch.) genotiplerinin bazı kimyasal özellikleri ve yağ asitleri kompozisyonları. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1), 19-25.
- Yıldırım, F. A., Yıldırım, A. N., Şan, B., Aşkın, M. A., & Polat, M. (2010). Variability of phenolics and mineral composition in kernels of several bitter and sweet apricot (*Prunus armeniaca* Batsch.) cultivars. *Agriculture & Environment*, 8(4), 179-184. www.world-food.net.
- Yıldız, M., Gurcan, S. T., & Özdemir, M. (1998). Oil composition of pistachio nuts (*Pistacia vera* L.) from Turkey. *Chemische Umschau auf dem Gebiet der Fette Oele Wachse und Harze*, 84(86), 100-103..
- Yıldız-Turgut, D., & Özdemir, M. (2023). Determination of oil content and fatty acid composition of twenty-six pecan cultivars grown in Türkiye. *Horticultural Studies*, 40(1), 1-7. <https://doi.org/10.16882/HortiS>.
- Yılmaz, M., Kaya, T., Karakaya, O., Balta, F., & Çalışkan, K. (2024). Orchard-based variations in oil content, fatty acid composition, and bioactive compounds in ‘Tombul’ and ‘Palaz’ hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Applied Fruit Science*, 66(2), 599-608. <https://doi.org/10.1007/S10341-024-01047-2/FIGURES/2>.
- Yılmaz, R., Nurhan, A., Çelik, C., & Karakurt, Y. (2021). Determination of nut characteristics and biochemical components of some pecan nut cultivars. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 31(4), 906-914. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.899879>.
- Yiğit, A., Ertürk, Ü., & Korukluoğlu, M. (2005). Fonksiyonel bir gıda: Ceviz. *Bahçe*, 34(1), 163-170. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bahce/issue/3349/46340>.
- Yıldırım, A. N., Akıncı-Yıldırım, F., Şan, B., & Sesli, Y. (2016). Total oil content and fatty acid profile of some almond (*Amygdalus Communis* L.) cultivars. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66(3), 173-178. <https://doi.org/10.1515/PJFNS-2015-0032>.
- Yılmaz, S., & Akça, Y. (2017). Determination of biochemical properties and fatty acid composition of new walnut (*Juglans regia*) genotypes. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2), 74-80. <https://doi.org/10.13002/JAFAG4203>.
- Younis, M., Ahmed, I. A. M., Özcan, M. M., Uslu, N., & Albakry, Z. (2024). Effect of microwave roasting on chemical and bioactive compounds of pistachio (*Pistacia vera* L.) kernels. *International Journal of Food Science and Technology*, 59(8), 5787-5793. <https://doi.org/10.1111/IJFS.17333>.
- Zhang, D., Dai, C., Zhou, L., Li, Y., Liu, K., et. al. (2020). Meta-analysis of the association between nut consumption and the risks of cancer incidence and cancer-specific mortality. *Aging*, 12(11), 10772-10794. <https://doi.org/10.18632/AGING.103292>.
- Zhang, Q. J., Wang, Z., Chen, H. Z., Zhou, S., Zheng, W., et. al. (2008). Endothelium-specific overexpression of class III deacetylase SIRT1 decreases atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient mice. *Cardiovascular Research*, 80(2), 191-199. <https://doi.org/10.1093/CVR/CVN224>.
- Zhang, Y., Li, Q., Xin, Y., Lv, W., & Ge, C. (2018). Association between serum magnesium and common complications of Diabetes Mellitus. *Technology and Health Care*, 26(1), 379-387. <https://doi.org/10.3233/THC-174702>.
- Zhou, B., Wang, Y., Kang, J., Zhong, H., & Prenzler, P. D. (2016). The quality and volatile-profile changes of Longwangmo apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernel oil prepared by different oil-producing processes. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118(2), 236-243. <https://doi.org/10.1002/EJLT.201400545>.
- Zhou, J., Yan, F., Bi, Y., & Li, J. (2025). Nuts: An overview on oxidation, affecting factors, inhibiting measures, and prospects. *Journal of Food Composition and Analysis*, 139, e107134. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.107134>.

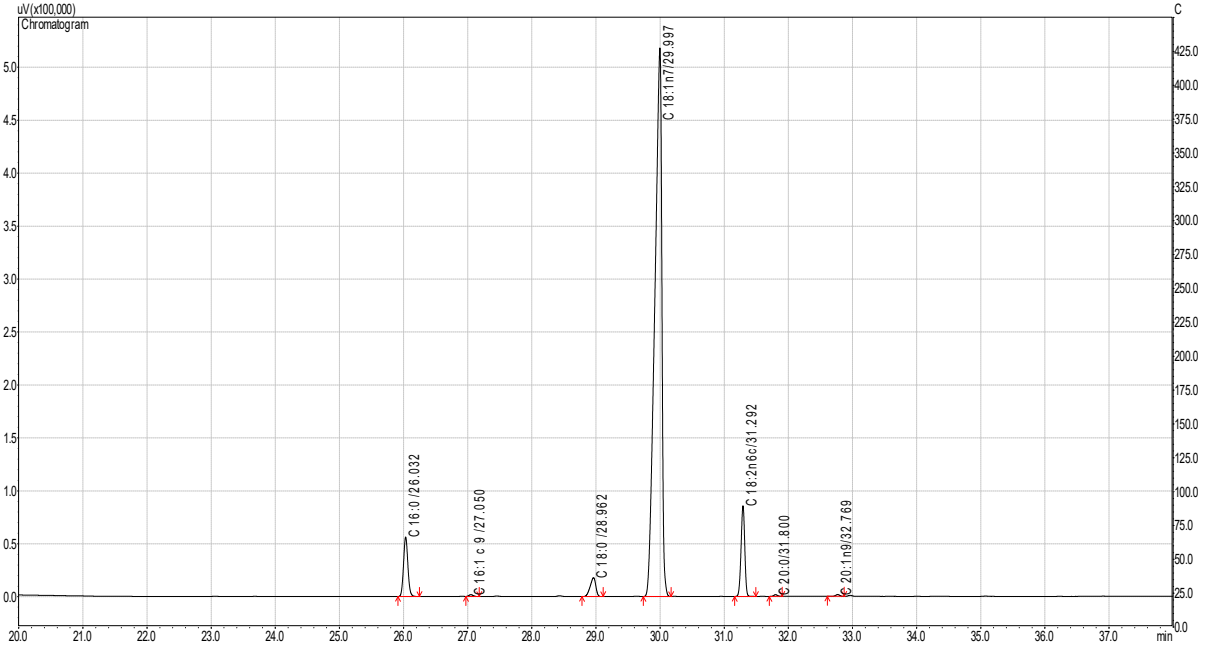
8. EKLER

8.1. EK 1 Kromatogram Sonuçları

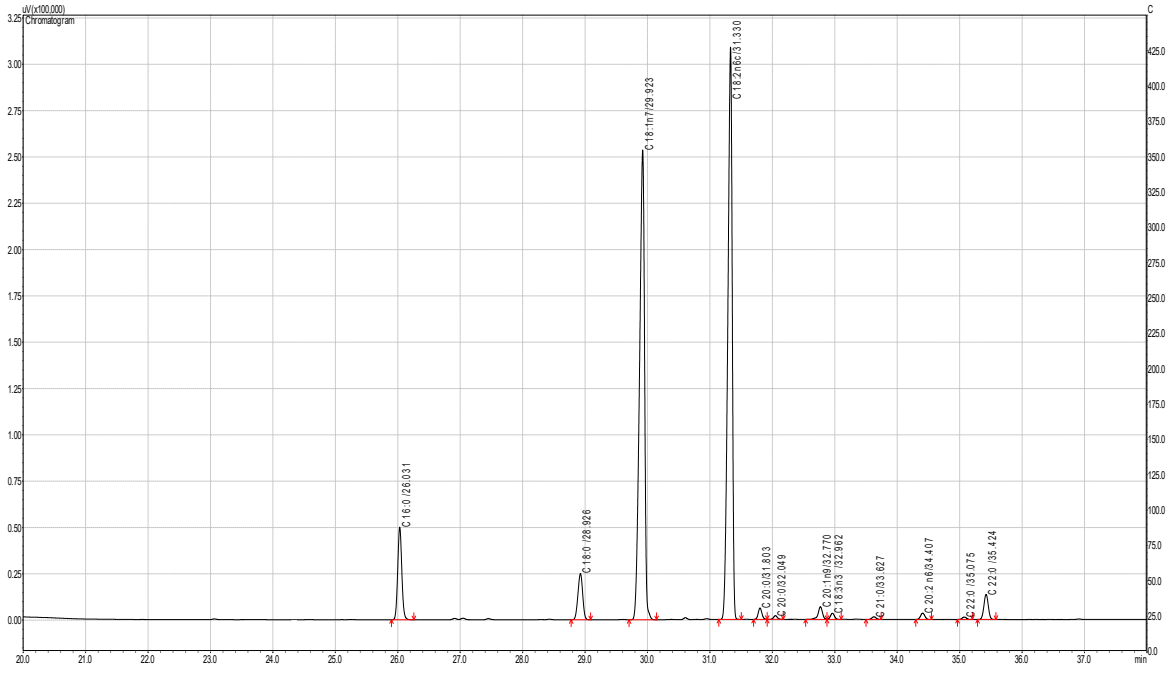
8.1.1. Ceviz örneğinin yağ asit GC kromatogramı



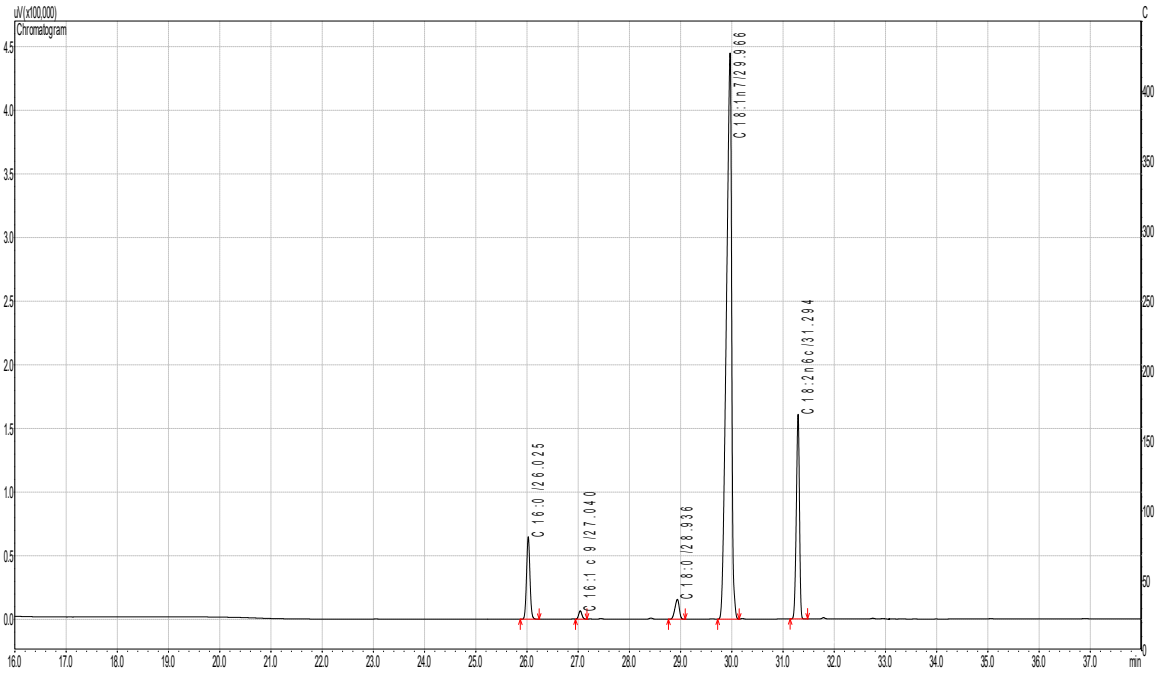
8.1.2. Fındık örneğinin yağ asit GC kromatogramı



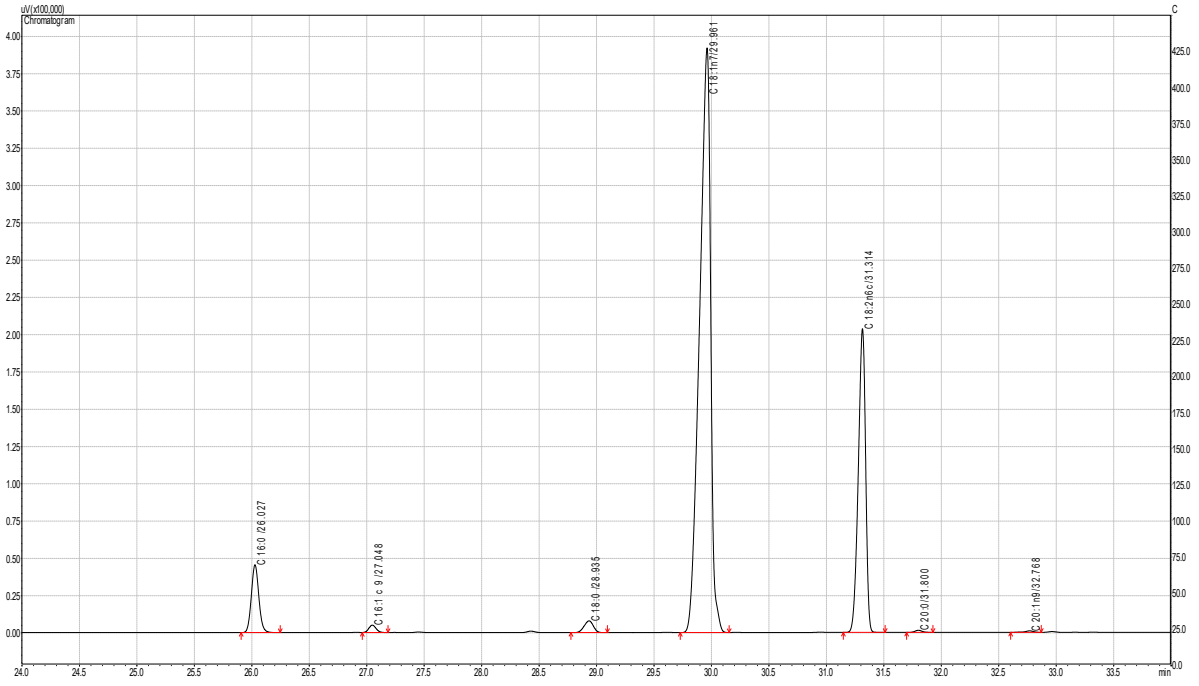
8.1.3. am fıstığı rneğinin yağ asit GC kromatogramı



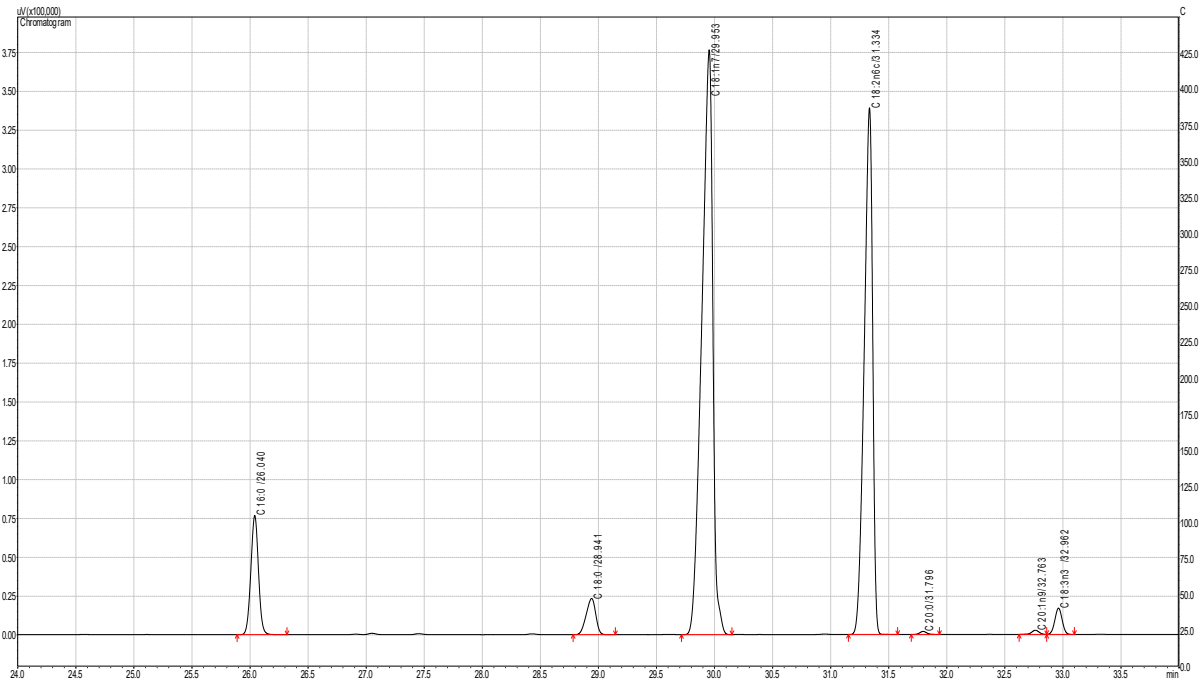
8.1.4. Badem örneğinin yağ asit GC kromatogramı



8.1.5. Kayısı çekirdeği örneğinin yağ asit GC kromatogramı



8.1.6. Pıkan cevizi örneğinin yağ asit GC kromatogramı



8.1.7. Antep fıstığı örneğinin yağ asit GC kromatogramı

