



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TİCARİ ÖNEME SAHİP BAZI SERT
KABUKLU MEYVELERİN *IN VITRO*
PROTEİN SİNDİRİLEBİLİRLİKLERİNİN VE
KALIN BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI
ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Merve ŞAHİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak- 2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Merve ŞAHİN

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TİCARİ ÖNEME SAHİP BAZI SERT KABUKLU MEYVELERİN *IN VITRO* PROTEİN SİNDİRİLEBİLİRLİKLERİNİN VE KALIN BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Merve ŞAHİN

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Doç. Dr. Yunus Emre TUNÇİL

2023, 96 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Yunus Emre TUNÇİL

Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

Dr. Öğr. Üyesi Talha DEMİRCİ

Bu çalışmanın amacı, ticari öneme sahip bazı sert kabuklu meyvelerin (Antep fıstığı, badem, ceviz, fındık ve kaju) antioksidan kapasitelerinin ve fenolik madde içeriklerinin *in vitro* şartlar altında protein sindirilebilirliklerinin karşılaştırılması, diyet lifi içeriklerinin belirlenmesi kalın bağırsak mikrobiyotası üzerine etkilerinin tespit edilmesidir. Toplam fenolik madde içerikleri kıyaslandığında, ceviz örneklerinin en yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu ve bunu sırasıyla Antep fıstığı, fındık, kaju ve badem örneklerinin takip ettiği tespit edilmiştir. Örneklerin antioksidan kapasiteleri ile fenolik bileşen miktarlarının birbirleri ile ilişkili olduğu, en yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olan cevizin en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu; diğer taraftan en düşük toplam fenolik madde içeriğine sahip olan badem örneğinin ise en düşük antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Örnekler içerisinde en yüksek diyet lifi içeriklerinin Antep fıstığında (%16.75) olduğu ve bunu sırasıyla badem (%14.97), fındık (%14.25), ceviz (%11.60) ve kaju (%9.92) örneklerinin takip ettiği tespit edilmiştir. Örneklerin sindirim enzimleri ile muamelesi sonucunda meydana gelen protein sindirilebilirlikleri ortamda kalan azot miktarının ve oluşan primer aminoasit miktarlarının sırasıyla Kjeldahl ve TNBS metotları kullanılarak hesaplanması sonucu tespit edilmiş olup, örneklerin protein sindirilebilirliklerinin sert kabuklu meyve çeşidine göre değişiklik gösterdiği; kaju örneklerinin en yüksek protein sindirilebilirlik değerine sahip olduğu, diğer taraftan ceviz örneklerinin ise en düşük protein sindirilebilirliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. İlginç bir şekilde, örneklerin fitik asit değerleri ile protein sindirilebilirlikleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığı, ancak toplam fenolik madde içeriği ile protein sindirilebilirliği arasında ters bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin kalın bağırsak mikrobiyotası üzerine etkileri fekal mikrobiyota ile fermentasyon sonucunda açığa çıkan kısa zincirli yağ asitlerinin gaz kromatografisi ile mikrobiyota kompozisyonunun da yeni nesil dizileme analizleri sonucunda tespit edilmesi ile belirlenmiştir. Örneklerin kolonik mikrobiyota üzerine etkilerinin çeşide göre farklılık gösterdiği, kaju örneğinin diğer örneklerle kıyasla daha hızlı bir şekilde fermente edilebildiği ve bütirik asit oluşumunu daha fazla sağladığı tespit edilmiştir. Kajunun yüksek miktarda bütirik asit oluşturmasının, bu sert kabuklu meyve çeşidinin özellikle OTU30 *Butyricimonas* ve OTU34 *Collinsella aerofaciens* mikroorganizma gruplarının gelişimini daha fazla indüklemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu çalışma, sert kabuklu meyvelerin besinsel kalitesinin çeşide göre farklılık gösterdiğini, kaju örneğinin daha yüksek protein sindirilebilirliğine sahip olduğunu ve kalın bağırsakta yararlı olarak bilinen mikrobiyal metabolitlerin oluşumunu ve yararlı olarak bilinen mikroorganizmaların gelişimini teşvik ettiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Antep fıstığı, Antioksidan kapasite, Badem, Ceviz, Diyet lifi, Fındık, Kalın bağırsak mikroflorası, Kaju, Kısa zincirli yağ asitleri, Protein sindirilebilirliği, Toplam fenolik madde

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF THE *IN VITRO* PROTEIN DIGESTIBILITY OF SOME COMMERCIAL HARD FRUITS AND THEIR EFFECTS ON THE LARGE BOOT MICROBIOTA

Merve ŞAHİN

2023, 96 Pages

Jury

Assoc. Prof. Dr. Yunus Emre TUNÇİL

Assoc. Prof. Dr. Ahmet ÜNVER

Asst. Prof. Dr. Talha DEMİRCİ

The purpose of this study was to determine the total phenolic contents, antioxidant capacities, protein digestibilities and dietary fiber contents of commercially important nuts (almond, cashew, hazelnut, pistachio and walnut) and to investigate their effects on colonic microbiota compositions and functions *in vitro*. The highest total phenolic content was obtained in walnut samples, which was followed by pistachio, hazelnut, cashew, and almond, respectively. As expected, the samples possessing higher total phenolic contents has the higher antioxidant capacity. Among the samples, the highest dietary fiber content was determined in pistachios (16.75%), followed by almonds (14.97%), hazelnuts (14.25%), walnuts (11.60%) and cashews (9.92%). The protein digestibilities of the samples were determined by calculating the amount of nitrogen remaining in the medium and the amount of primary amino acids measured by using the Kjeldahl and TNBS methods, respectively, after digestive enzyme treatments and the results revealed that cashew samples had the highest protein digestibility, while walnut samples had the lowest protein digestibility. Interestingly, it was determined that there was no significant relationship between phytic acid values and protein digestibilities of the samples; however, an inverse relationship between total phenolic content and protein digestibility was detected. The effects of the samples on the colonic microbiota were determined by measuring the short-chain fatty acids formed by the fecal microbiota as a result of fermentation using gas chromatography and the composition of the microbiota as a result of the fermentation of the nuts were examined through next generation sequencing. The effects of the samples on the colonic microbiota were found to differ. Specifically, the cashew sample was found to be fermented faster than the other samples and provides more butyric acid formation. It is thought that the high amount of butyric acid formation in cashews is due to the fact that cashew induces the growth of microbial groups (i.e. OTU30 *Butyricimonas* and OTU34 *Collinsella aerofaciens*) that are capable of producing butyric acid. This study shows that the nutritional quality of nuts differs; the cashew sample has higher protein digestibility and promotes the formation of beneficial microbial metabolites in the large intestine and the growth of beneficial microorganisms.

Keywords: Pistachio, Antioxidant capacity, Almond, Walnut, Dietary fiber, Hazelnut, Large intestine microflora, Cashew, Short chain fatty acids, Protein digestibility, Total phenolic substance

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitimim boyunca her türlü desteği sağlayan, tez konumun belirlenmesi, analizlerin gerçekleştirilmesi ve yazımı sırasında bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, tüm tez sürecinde beni destekleyen sayın danışman hocam Doç. Dr. Yunus Emre TUNÇİL'e sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Tez çalışmam süresince kısa zincirli yağ asitleri analizlerindeki yardımlarından dolayı, Doç. Dr. Ahmet ÜNVER'e; tez çalışmam süresince özellikle *in vitro* fermantasyon ve DNA ekstraksiyon süreçlerinde bana yardımcı olan Dr. Öğretim Üyesi Seda TUNÇİL'e ve Illumina MiSeq sekanslama sürecindeki yardımlarından dolayı Purdue Üniversitesi Gıda Bilimleri Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Stephen R. Lindemann'a ve Dane Deemer'a teşekkür ederim.

Lisans eğitimimden beri beni destekleyen, ihtiyaç duyduğum anlarda bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, tez süresince yanımda olan Ordu Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi hocalarıma,

Tez çalışmamın başından sonuna kadar her türlü yardımda bulunan, zor zamanlarda motivasyon kaynağım olan Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Lisansüstü öğrenci arkadaşlarıma ve bölümümüzde görevli kıymetli hocalarıma,

Tüm hayatım boyunca maddi ve manevi desteği ile hep yanımda olan, en büyük destekçim babam Ayhan ŞAHİN'e, annem Sibel ŞAHİN'e ve kardeşlerime,

Hayatımın her döneminde olduğu gibi tez sürecinde de tüm imkanları ile yanımda olan çok kıymetli arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında, her konuda yanımda olan, maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman motivasyon kaynağım olan, Selim ŞENGÜL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü'nün 221319009 ve 221219012 No'lu proje desteklerinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Tezimi destekleyen Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Merve ŞAHİN
KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Sert Kabuklu Meyveler	4
2.1.1. Antep fıstığı (<i>Pistachio vera</i> L.).....	6
2.1.2. Badem (<i>Amygdalus communis</i> L.).....	11
2.1.3. Ceviz (<i>Juglans regia</i> L.).....	14
2.1.4. Fındık (<i>Corylus avellana</i> L.)	18
2.1.5. Kaju (<i>Anacordium occidantale</i> L.).....	22
2.2. Sert Kabuklu Meyveler ve Diyet Lifleri	25
2.2.1. Diyet lifi tanımı ve sağlık açısından önemi	25
2.2.2. Sert kabuklu meyvelerin diyet lifi içerikleri ve kalın bağırsak mikroorganizmaları üzerine etkileri.....	27
2.3. Sert Kabuklu Meyveler ve Protein Sindirilebilirliği	30
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	33
3.1. Materyal	33
3.2. Yöntem.....	34
3.2.1. Örneklerin hazırlanması.....	34
3.2.2. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin besinsel ve anti besinsel (fitik asit) içeriklerinin belirlenmesi	36
3.2.3. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi	37
3.2.4. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin içerdikleri proteinlerin sindirilebilirliklerinin <i>in vitro</i> şartlarda belirlenmesi.....	40
3.2.5. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin diyet lifi içeriklerinin belirlenmesi.....	41
3.2.6. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin kolonik mikroflora kompozisyonuna etkilerinin belirlenmesi	42
3.2.7. İstatistiksel analizler	47
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	48
4.1. Sert Kabuklu Meyve Çeşitlerinin Besinsel İçerikleri	48
4.2. Sert Kabuklu Meyve Çeşitlerinin Fitik Asit İçerikleri.....	50

4.3. Sert Kabuklu Meyve Çeşitlerinin Toplam Fenolik Madde İçerikleri ve Antioksidan Kapasitesi.....	52
4.4. Sert Kabuklu Meyve Çeşitlerinin Proteinlerinin <i>in vitro</i> Sindirilebilirlikleri ..	54
4.4.1. Protein sindirilebilirliği (parçalanmadan kalan protein miktarı üzerinden) 54	
4.4.2. Protein sindirilebilirliği (serbest hale geçen primer aminoasit miktarı üzerinden)	55
4.5. Sert Kabuklu Meyve Çeşitlerinin Diyet Lifi İçerikleri	58
4.6. Sert Kabuklu Meyve Çeşitlerinin Kolonik Mikroflora Kompozisyonu Üzerine Etkileri	60
4.6.1. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin mikrobiyal metabolitler üzerine etkileri	60
4.6.2. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin yapısında bulunan diyet liflerinin kalın bağırsak mikroorganizmalarının genel yapıları üzerine etkileri	64
4.6.3. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin yapısında bulunan diyet liflerinin kalın bağırsak mikroorganizmalarının α -çeşitlilikleri üzerine etkileri	65
4.6.4. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin yapısında bulunan diyet liflerinin kalın bağırsak mikroorganizma kompozisyonu üzerine etkileri (OTU bazında)	67
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	74
5.1. Sonuçlar	74
5.2. Öneriler	75
6. KAYNAKLAR	77

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1. Antep Fıstığı	7
Şekil 2.2. Antep fıstığı üretiminde ülkelerin payları	8
Şekil 2.3. (a) Ülkelere göre dünya Antep fıstığı ithalatı (% , 2019/20), (b) Ülkelere göre dünya Antep fıstığı ihracatı (% , 2019/20)	8
Şekil 2.4. Badem	12
Şekil 2.5. (a) Ülkelere göre dünya badem ithalatı (% , 2019/20), (b) Ülkelere göre dünya badem ihracatı (% , 2019/20)	13
Şekil 2.6. Badem üretiminde ülkelerin payları	13
Şekil 2.7. Ceviz	15
Şekil 2.8. (a) Ülkelere göre dünya ceviz ithalatı (% , 2019/20), (b) Ülkelere göre dünya ceviz ihracatı (% , 2019/20)	16
Şekil 2.9. Ceviz üretiminde ülkelerin payları	17
Şekil 2.10. Fındık	19
Şekil 2.11. Fındık dış kabuk, iç kabuk ve meyvesi	20
Şekil 2.12. (a) Ülkelere göre dünya fındık ithalatı (% , 2019/20), (b) Ülkelere göre dünya fındık ihracatı (% , 2019/20)	21
Şekil 2.13. Fındık üretiminde ülkelerin payları	21
Şekil 2.14. Kaju meyvesi	23
Şekil 2.15. Kaju elma ve fıstık kısımları	23
Şekil 2.16. Kaju üretiminde ülkelerin payları	24
Şekil 3.1. Kabuklu, kabuğu ayıklanmış ve yağı alınmış toz halde Antep fıstığı örneği.	33
Şekil 3.2. İç badem ve yağı alınmış toz badem örneği	33
Şekil 3.3. Kabuklu, kabuğu ayıklanmış ve yağı alınmış toz halde ceviz örneği	34
Şekil 3.4. Kabuklu, kabuğu ayıklanmış ve yağı alınmış toz halde fındık örneği	34
Şekil 3.5. Kaju fıstığı ve yağı alınmış toz kaju örneği	34
Şekil 3.6. Kısmi yağ uzaklaştırma işlem basamakları	35
Şekil 3.7. Soxhlet yağ tayin cihazı	36
Şekil 3.8. Leco protein cihazı	37
Şekil 3.9. Fenolik madde analizi	38
Şekil 3.10. Protein sindirilebilirliği analizi işlem basamakları	41
Şekil 3.11. Diyet lifi analizi akım şeması	42

Şekil 3.12. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin üst sindirim sistemi enzimleri ile in vitro şartlar altında muamele edilmesi	43
Şekil 3.13. Anaerobik kabin	44
Şekil 4.1. Sert kabuklu meyvelerin fermentasyonu sonucu oluşan metabolitlerin zamana göre değişimi.....	63
Şekil 4.2. Bray-Curtis ve ThetaYC benzerlik indeksleri	64
Şekil 4.3. Mikrobiyotada gözlemlenen tür sayıları ve Invsimpson- Shannon indeksleri	66
Şekil 4.4. En fazla kat değişimi gösteren 50 OTU türü.....	68
Şekil 4.5. Nispi bollukları en çok değişen dokuz OTU	73

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1. Türkiye sert kabuklu meyve verileri	5
Çizelge 2.2. Dünya Antep fıstığı üretimi verileri	7
Çizelge 2.3. Türkiye Antep fıstığı verileri	9
Çizelge 2.4. Dünya badem üretimi verileri	12
Çizelge 2.5. Türkiye badem verileri	12
Çizelge 2.6. Dünya ceviz üretimi verileri	15
Çizelge 2.7. Türkiye ceviz verileri	16
Çizelge 2.8. Dünya fındık üretimi verileri	19
Çizelge 2.9. Türkiye fındık verileri	20
Çizelge 2.10. Dünya kaju üretimi verileri	24
Çizelge 2.11. Çiğ sert kabuklu meyvelerin diyet lifi içerikleri	28
Çizelge 2.12. Çiğ sert kabuklu meyvelerin diyet liflerinin karbonhidrat bileşimleri ve üronik asit miktarları (g/100g)	30
Çizelge 2.13. Sert kabuklu meyvelerin aminoasitleri ve sindirilebilirlikleri	32
Çizelge 4.1. Sert kabuklu meyve örneklerinin besinsel bileşimleri	49
Çizelge 4.2. Sert kabuklu meyve örneklerinin toplam fitik asit miktarı.....	51
Çizelge 4.3. Sert kabuklu meyve örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasiteleri.....	53
Çizelge 4.4. Sert kabuklu meyve örneklerinin protein sindirilebilirlikleri (%).....	55
Çizelge 4.5. Sert kabuklu meyve örneklerinin protein sindirilebilirlikleri (mM lösin – mM lösin/ % azot).....	56
Çizelge 4.6. Sert kabuklu meyve örneklerinin diyet lifi içerikleri	59

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	: Santigrat derece
%	: Yüzde

Kısaltmalar

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ABTS	: 2,2-azinobis (3-etilbenzothiazollin -6-sulfonik asit)
AOAC	: Resmi Analitik Kimyacılar Derneği
Cm	: Santimetre
DPPH	: 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil
G	: Gram
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
FAOSTAT	: Gıda ve Tarım Örgütü
FDA	: Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi
HCl	: Hidroklorür
HDL	: Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
Kcal	: Kilokalori
Kj	: Kilojul
Kg	: Kilogram
KZYA	: Kısa Zincirli Yağ Asitleri
L	: Litre
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
Mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mM	: Milimol
µm	: Mikrometre
Mmol	: Milimol
Nm	: Nanometre
NaCl	: Sodyum Klorür
PCR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu

pH	: Potansiyel Hidrojen
TE	: Trolox eşdeğeri
TEPGE	: Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliřtirme Enstitüsü Müdürlüğü
TNBS	: Trinitrobenzen Sülfonik Asit
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

1. GİRİŞ

Günümüzde artan tüketici bilinci ile sağlıklı, besin değeri yüksek ve fonksiyonel özellikteki gıdalara olan talep artış göstermektedir. Bu ürünlerden olan sert kabuklu meyveler, yapılarında yüksek miktarda protein, yağ ve karbonhidrat bulundurmakta olup aynı zamanda canlılar için besleyici ve fonksiyonel özellik gösteren gıda maddeleri olarak da bilinmektedirler (Üstün ve Karaosmanoğlu, 2017). Günlük kullanımda kuruyemiş olarak adlandırılan sert kabuklu meyveler, duyuşal özelliklerinin iyi olması ve sağlık üzerine olumlu etkilerinin bulunmasından dolayı yaygın olarak tüketilmektedir (Öz ve ark., 2021).

Fındık, ceviz, kaju, badem ve Antep fıstığı gibi sert kabuklu meyveler yüksek oranda yağ içermekte olup bu yağların tekli ve doymamış formda olmasının insan sağlığına yararlı etkileri bulunmaktadır (Üstün ve Karaosmanoğlu, 2017). İçerdikleri tekli doymamış yağ asidi, kötü kolesterolün (LDL) miktarını düşürerek kalp-damar hastalıklarına karşı koruyucu etki oluşturmaktadır (Üstün ve Karaosmanoğlu, 2017). Ayrıca tekli doymamış yağ asidi açısından zengin olması ve önemli düzeyde fitokimyasal ve antioksidan maddeleri içermesi sayesinde kanser gibi kronik hastalıklardan korunma ve tedavisinde büyük önem taşımaktadır (Özer ve Güven, 2008). İnsan sağlığına olan faydalarından dolayı Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından sert kabuklu meyvelerin tüketimi tavsiye edilmektedir. Bu tüketimin miktarı yaş, cinsiyet, sağlık durumu ve bireylerin beslenme alışkanlıklarına göre değişebilmektedir. Günlük önerilen sert kabuklu meyve tüketim miktarı yetişkin kadınlar için 25-32 g, yetişkin erkekler için ise 30-35 g'dır (Stephen ve ark., 2017; Karabıyıklı ve Donat, 2019). 2003 yılında, Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA)'nin yaptığı açıklamaya göre bilimsel kanıtlar günde 42 gram sert kabuklu meyve tüketmenin kalp hastalığı riskini azalttığını öne sürmektedir (Kris-Etherton ve ark., 2008).

Yüksek yağ içeriklerine ilaveten, sert kabuklu meyveler yapılarında yüksek oranda protein içermektedir. Örneğin, ticari öneme sahip bazı sert kabuklu meyve örneklerinin protein içeriklerinin çoktan aza doğru sıralanışı; ceviz (26.1 g/100g), badem (%21.9 g/100g), Antep fıstığı (20.6 g/100g), kaju (18.2 g/100g) ve fındık (13.7 g/100g) şeklindedir (Brufau ve ark., 2006). Bitkisel kaynaklı protein açısından önemli bir kaynak olan sert kabuklu meyve proteinlerinin beslenme açısından yüksek kalitede olduğu belirtilmektedir (Brufau ve ark., 2006). Günümüzde tüketici tercihleri ve ulaşılabilirlik

açısından bitkisel bazlı protein kaynaklarına olan talep hayvansal bazlı protein kaynaklarına kıyasla daha fazla olmaktadır (Çetiner ve Bilek, 2018).

Bitkisel kaynaklı proteinlerin vücuttaki yararlılık oranı üzerinde proteinin sindirilebilirlik oranı önemli bir etkiye sahiptir. Protein sindirilebilirliği hem iç hem dış faktörlerden etkilenebilmektedir. Dış etkenler bozulmamış hücre yapılarından kaynaklı fiziksel erişilmezlik ve beslenme karşıtı faktörlerin varlığı; iç etkenler ise proteinlerin amino asit dizilimi ile proteinlerin çapraz bağlanması ve katlanması olarak belirtilmektedir (Joye, 2019). Gıdaların işlenmesi genellikle bu iç ve dış faktörleri etkileyerek genel sindirilebilirliği artırmak için tasarlanmaktadır (Joye, 2019). Gbadamosi ve ark. (2012), Nijerya cevizlerinin *in vitro* şartlarda sindirimini gerçekleştirmiş ve sonuçta protein içeriği arttıkça proteinlerin sindirilebilirliklerinin de arttığını belirlemiştir. Mandalari ve ark. (2008b), parçacık boyutunun sindirilebilirlik üzerine etkisini belirlemek için badem örneklerini kullanmış ve sonuçta öğütmenin sindirilebilirlik üzerine olumlu etkisi olduğunu tespit etmiştir.

Sert kabuklu meyveler, diyet lifi bakımından da oldukça zengindir. Diyet lifleri, insan üst sindirim sistemlerinde parçalanmayıp kalın bağırsağa geçen kalın bağırsakta bulunan mikroorganizmalar tarafından fermente edilen gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır (Hamaker ve Tuncil, 2014). Teknolojik ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle sıklıkla gıda formülasyonlarına dahil edilen diyet liflerinin sağlık üzerine de oldukça fazla olumlu etkisi bulunmaktadır. Diyet lifi bileşenlerinin, glukoz ve lipid metabolizması ile mineral absorpsiyonu ve kalın bağırsak fonksiyonları üzerinde etkileri olduğu bildirilmektedir (Dülger ve Şahan, 2011). Günümüzde hemoroit, kabızlık, kolon kanseri, şişmanlık, diyabet ve kalp-damar hastalıklarına karşı diyet liflerinin koruyucu etkisi kesin olarak bilinmektedir (Dülger ve Şahan, 2011). Diyet liflerinin su çekici özelliği ve enerji değerinin düşük olmasından dolayı mide içeriğinin viskozitesini artırarak midenin boşalmasını geciktirdiği bilinmektedir. Diyet lifi içeriği yüksek bir diyet, bol su içimi ile desteklendiğinde daha uzun süre tokluk oluşturmaktadır (Thompson ve Manore, 2005). Diyet lifleri başlıca tahıl, sert kabuklu meyve ve sebzelerde bulunmaktadır (Stephen ve ark., 2017).

Literatür verileri incelendiğinde, günümüze kadar sert kabuklu meyvelerin fonksiyonel özelliklerini konu alan çalışmaların genellikle, bu meyve türlerinin protein ve yağ içerikleri ile fenolik bileşen kompozisyonunun ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesine yönelik olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, sert kabuklu meyvelerin içermiş oldukları proteinlerinin sindirilebilirliklerinin (biyoyararlılıklarının) ve diyet

liflerinin fonksiyonel özelliklerinin karşılaştırılmalı olarak belirlenmesine yönelik yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın birinci amacı, ticari öneme sahip bazı sert kabuklu meyve türleri [Antep fıstığı (*Pistachio vera* L.), badem (*Amygdalus communis* L.), ceviz (*Juglans regia* L.), fındık (*Corylus avellana* L.) ve kaju (*Anacardium occidentale*)] proteinlerinin sindirilebilirliklerinin *in vitro* şartlar altında karşılaştırılmalı olarak belirlenmesidir. Bu çalışmanın bir diğer amacı ise, yukarıda bahsi geçen sert kabuklu meyve türlerinin fenolik içeriklerinin ve antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılmasıdır. Son olarak ise, yukarıda bahsi geçen sert kabuklu meyve türlerinin diyet lifi içeriklerinin belirlenmesi ve bu diyet liflerinin kalın bağırsak mikroflorası üzerine olan etkilerinin *in vitro* şartlarda belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Sert Kabuklu Meyveler

Sert kabuklu meyveler, çok uzun yıllardan beri insanlar tarafından tüketilmektedir (Alasalvar ve ark., 2020). Yüksek besinsel içeriklerinin yanı sıra lezzetli ve insan sağlığı için faydalı olmalarından dolayı son zamanlarda da artan bir şekilde üretim ve tüketimleri devam etmektedir (Chen ve Pan, 2022). Sert kabuklu meyveler protein, karbonhidrat, yağ ve fonksiyonel bileşikler açısından zengin gıda maddeleridir (Üstün ve Karaosmanoğlu, 2017). Sert kabuklu meyveler dünya literatüründe “nuts” grubu olarak adlandırılmakta ve yüksek oranda besinsel bileşime sahip olmaları, kalorilerinin fazla olması, iştah mekanizması üzerinde etkili olmaları, kalp-damar hastalıkları ve bazı kanser türleri üzerinde olumlu etkilerinden dolayı “fonksiyonel bileşen içeren gıdalar” olarak tanımlanmaktadır (Martins ve ark., 2017; Martirosyan ve Pisarski, 2017; Topçuoğlu ve Yılmaz-Ersan, 2020).

Çeşitli ekolojik şartlarda yetiştirilen sert kabuklu meyveler yüksek miktarda vitamin ve mineral madde bulunduran besinlerdir (Ros, 2015). En önemli sert kabuklu meyve türleri; Antep fıstığı (*Pistachio vera* L.), badem (*Amygdalus communis* L.), ceviz (*Juglans regia* L.), fındık (*Corylus avellana* L.) ve kajudur (*Anacordium occidantale*) (Granato ve ark., 2010; Kaur ve Singh, 2017; Castillo ve ark., 2018; Yılmaz Ersan ve Topçuoğlu, 2019).

Dünya üzerinde 10'dan fazla sert kabuklu meyve türü yetiştirilmektedir. Ülkemizin içinde yer aldığı iklim kuşağında yetişen en önemli sert kabuklu meyveler; Antep fıstığı, badem, ceviz, fındık ve kestanedir. Çizelge 2.1'de verilen 2020/21 dönemi verilerine bakıldığında ülkemizde toplam sert kabuklu meyve üretiminin 1.483.314 ton olduğu görülmektedir. Ülkemizde üretilen sert kabuklu meyvelerin önemli bir kısmı ihraç edilmekte ve bu sebepten dolayı ülkemiz ekonomisi açısından sert kabuklu meyveler önem arz etmektedirler. 2020/2021 dönemi verileri incelendiğinde ülkemizin sert kabuklu meyve ithalat ve ihracat değerlerinin sırasıyla 216.398 ve 758.398 ton olduğu görülmektedir (Çizelge 2.1).

Sert kabuklu meyveler son yıllarda gelişen popülaritesiyle birlikte üretim hacimlerini de artırmaya devam etmektedirler. 2020 yılında sert kabuklu meyvelerin küresel pazarının 88.8 milyar ABD doları olduğu bildirilmiştir (Intrada Globe Newswire, 2020; Chen ve Pan, 2022).

Çizelge 2.1. Türkiye sert kabuklu meyve verileri (TÜİK, 2022).

Yıllar	Üretim (ton)	İthalat (ton)	İhracat (ton)	Kişi Başı Tüketim (kg)
2020/21	1.483.314	216.398	758.808	11.4
2019/20	1.308.701	161.184	776.578	8.9
2018/19	1.133.580	189.096	709.108	9.2
2017/18	1.115.904	142.428	669.055	7.8
2016/17	934.750	113.400	562.193	8.0
2015/16	1.123.750	94.994	577.100	7.6

Sağlıklı yaşama karşı duyulan ilginin günümüzde artarak devam etmesi tüketicilerin tercihlerini sağlıklı ve besleyici olan sert kabuklu meyvelere çevirmiştir. Sert kabuklu meyveler yapılarında makro ve mikro besinleri bulundurmaları, fitokimyasalları içermeleri gibi olumlu etkilerinden dolayı beslenme konusunda sağlıklı bir seçim olmaktadır (Alasalvar ve Bolling, 2015; Bulló ve ark., 2015; Parafati ve ark., 2022). Bu sebeplerden dolayı, Çizelge 2.1’de verilen üretim verileri de dikkate alındığında sert kabuklu meyvelerin küresel pazarının gelecek dönemlerde artarak devam etmesi beklenmektedir (TÜİK, 2022).

Günümüze kadar yapılmış olan analitik ve klinik çalışmalar, farklı sert kabuklu meyve türlerinin farklı besinsel bileşime ve fonksiyonel özelliğe sahip olduklarını ortaya koymuşlardır (Ayaz, 2008; Ros, 2015; Alasalvar ve ark., 2020). Sert kabuklu meyvelerin yapısında bulunan diyet lifi bileşikleri birçok kronik hastalığı önleyici etki göstermektedir (Chen ve Blumberg, 2008). Sert kabuklu meyvelerin sağlığa olan faydaları konusunda çok sayıda epidemiyolojik çalışma ve kanıtlar bulunmaktadır. Yapılmış olan pek çok çalışmada sert kabuklu meyve tüketimi ile kardiyovasküler hastalık, koroner kalp hastalığı ve bunlara bağlı ölümler, kanser ve tüm ölüm sebepleri arasında ters orantı olduğu öne sürülmektedir (Aune ve ark., 2016; Becerra-Tomás ve ark., 2019). Benzer şekilde, Ayaz (2008), sert kabuklu meyvelerin tüketiminin koroner kalp hastalığı riskini önlediğini ve yapısında bulundukları kalsiyum ve magnezyum ile kan basıncını kontrol altına aldıklarını belirtmiştir.

Aşağıda bu çalışmamızda kullanılan ve ticari öneme sahip olan Antep fıstığı (*Pistachio vera* L.), badem (*Amygdalus communis* L.), ceviz (*Juglans regia* L.), fındık (*Corylus avellana* L.) ve kaju (*Anacordium occidentale*) sert kabuklu meyvelerinin besinsel ve fonksiyonel özellikleri özetlenmiştir.

2.1.1. Antep fıstığı (*Pistachio vera* L.)

Antep fıstığı (*Pistachio vera* L.), Anacardiaceae familyasına ait, önemli bir ağaç yemişidir (Saitta ve ark., 2009). Bu cinsin türlerinin genel olarak Antep fıstığı olarak adlandırılmasına rağmen, içlerinde sadece *Pistachio vera*'nın meyveleri yenebilecek meyve boyutuna ulaşmaktadır (Shokraii ve Esen, 1988; Kashaninejad ve ark., 2006). Etiler tarafından Güney Anadolu'da kültüre alınan Antep fıstığı (*Pistachio vera* L.), sistematik olarak incelendiğinde; Bitkiler Alemi (Plante), Tohumlu Bitkiler (Phanerogamae), Manolyagiller Sınıfı (Magnoliopsida), Sapindales takımı, Sakızağacıgiller familyası (Anacardiaceae), *Pistachio* cinsi ve *Pistachio vera* L. türüne ait olduğu görülmektedir (Bilgen, 1973; Maskan ve Karataş, 1999; Kashaninejad ve ark., 2003; Çağlar ve ark., 2017).

Ülkemizde 56 ilde yetiştiriciliği yapılan Antep fıstığı; Gaziantep, Siirt, Kahramanmaraş, Şanlıurfa ve Adıyaman'da ekonomik amaçla yetiştirilmektedir. Bölgelere göre farklılık göstermekle birlikte ülkemizde pek çok Antep fıstığı türü yetiştirilmektedir. Başlıca yetiştirilen türler Uzun, Kırmızı, Ohadi, Siirt ve Halebi'dir (Çağlar ve ark., 2017). Türkiye'de üretimi çok uzun yıllardır yapılan Antep fıstığının profesyonel manada ilk üretimi 1948 yılında gerçekleştirilmiştir. Meyve, adını Gaziantep ilinden almaktadır (Sandal ve Yurddaş, 2019). Ülkemizde en çok Şanlıurfa'da yetişmektedir (Sandal ve Yurddaş, 2019).

Antep fıstığı kışları oldukça soğuk, yaz döneminde ise meyvelerin olgunlaşması için yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duymaktadır (Çelik ve Karabulut, 2013). Sulama gereksinimi olmayan, taşlık, kireçli alanlarda bile yetişme imkanı bulabilen bir meyve çeşididir. Antep fıstığı meyvesi boyu 10 metreyi bulan ağaçlarda yetişmektedir (Çetin ve ark., 2022). Antep fıstığı genel olarak 2 dış kabuk, meyve ve meyveyi saran iç kabuktan meydana gelmektedir (Şekil 2.1). Toplandıktan sonra kurutulur ve dışında bulunan pembe kabuk kısmı uzaklaştırılır. Günlük hayatta tükettiğimiz hali sert dış kabuk, meyve ve meyveyi saran iç kabuktur (Çetin ve ark., 2022). Meyve kısmı uzun süre saklanabildiği için çok eski çağlardan beri stratejik ve ekonomik anlamda oldukça önemlidir (Binici ve ark., 2022). Antep fıstığı kabuklu veya kabuksuz olarak tüketilmekte ve satılmaktadır. Kurutularak tüketildiği gibi tuzlanarak da tüketimi mevcuttur (Tsantili ve ark., 2010). Günlük hayatta çerez olarak tüketiminin yanı sıra, tatlı ve çikolatalarda, salam ve sosis gibi et ürünlerinin yapımında renk ve lezzeti artırmak amacıyla da kullanılmaktadır (Sandal ve Yurddaş, 2019).



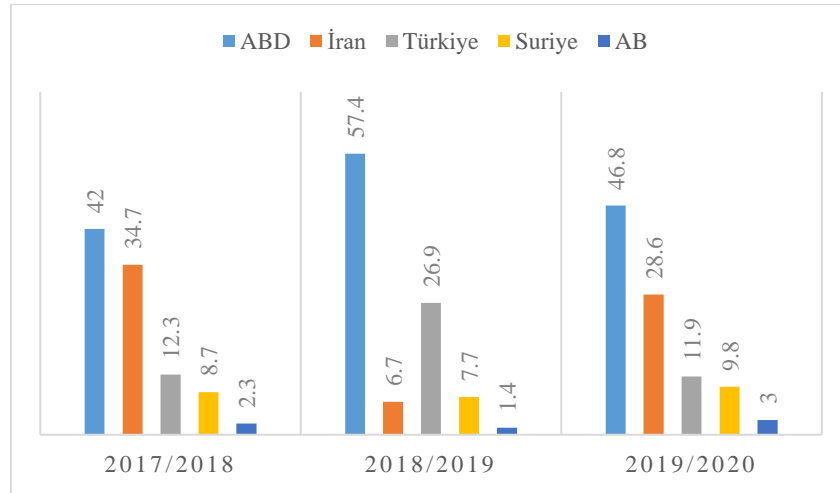
Şekil 2.1. Antep Fıstığı (Kurt, 2014)

Antep fıstığı, yaygın olarak Ortadoğu’da yetiştirilmektedir. Türkiye, İran, Yunanistan, Suriye, ABD ve İtalya ana üreticiler konumundadır. Dünya üzerinde üretimi gün geçtikçe artmaktadır. ABD, Antep fıstığı üretimi ve ihracatında dünyada lider konumdadır (Çizelge 2.2.). Farklı dönemlerde ülkelere ait üretim payları Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Dünya Antep fıstığı üretimi verileri (FAOSTAT, 2022)

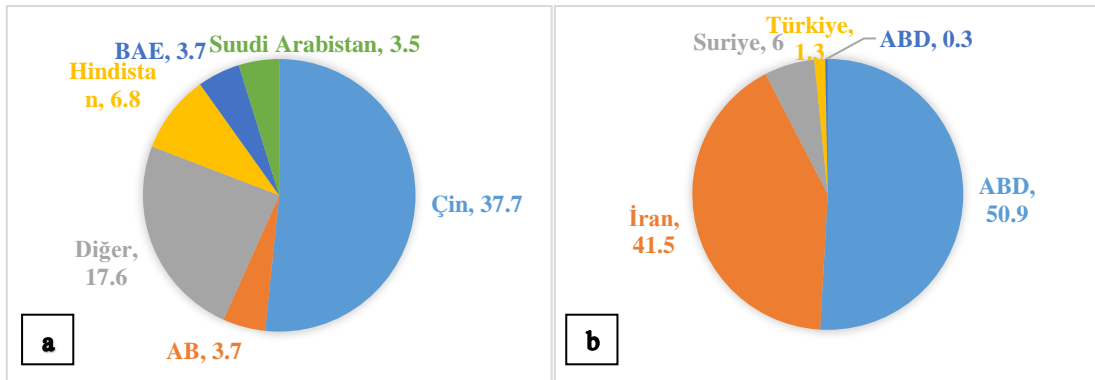
Yıllar	ABD	İran	Türkiye	Çin	Suriye
2015	122.470	430.000	144.000	83.533	52.499
2016	406.646	574.987	170.000	78.588	49.753
2017	272.290	648.934	78.000	80.118	51.048
2018	447.700	143.695	240.000	80.747	61.631
2019	336.112	337.815	85.000	79.818	31.813
2020	474.004	190.000	296.376	80.227	69.403

Şekil 2.2’de ülkelerin Antep fıstığı üretimindeki payları verilmiştir. Grafikteki verilere bakıldığında en yüksek üretimin tüm dönemlerde ABD’ye ait olduğu görülmektedir. Ülkemize ait veriler incelendiğinde 2017/2018 döneminde %12.3 olan üretim payı artış göstererek 2018/2019 döneminde %26.9’a yükselmiştir. 2019/2020 dönemine gelindiğinde ise üretim payı %11.9’a gerilemiştir. AB ve Suriye’ye ait verilere bakıldığında ise 2018/2019 döneminde azalış; 2019/2020 döneminde ise artış görülmüştür.



Şekil 2.2. Antep fıstığı üretiminde ülkelerin payları (TEPGE, 2021a)

Dünya Antep fıstığı ithalatında en yüksek pay %37.7 ile Çin'e aitken %30.7 ile ardından AB gelmektedir (Şekil 2.3). İhracat verileri değerlendirildiğinde ise en yüksek ihracat %50.9'luk oranla ABD'ye aitken, en düşük oran %0.3 ile AB'ye aittir.



Şekil 2.3. (a) Ükelere göre dünya Antep fıstığı ithalatı (% , 2019/20), (b) Ükelere göre dünya Antep fıstığı ihracatı (% , 2019/20) (TEPGE, 2021a)

2019/20 döneminde ülkemizde 85 bin ton Antep fıstığı üretilmiştir. Şanlıurfa 32 bin tonluk üretim ile ilk sırada iken, 26 bin ton üretim ile Gaziantep ikinci, 12 bin ton ile Siirt üçüncü sırada yer almaktadır (TEPGE, 2021a). Türkiye'ye ait Antep fıstığı üretim verileri Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Türkiye Antep fıstığı verileri (TÜİK, 2022)

Yıllar	Üretim (ton)	İthalat (ton)	İhracat (ton)	Kişi Başı Tüketim (kg)
2020/21	296.376	20.132	50.820	3.0
2019/20	85.000	198	11.986	0.8
2018/19	240.000	19.417	39.101	2.5
2017/18	78.000	218	6.575	0.8
2016/17	170.000	150	12.736	1.8
2015/16	144.000	118	13.887	1.5

Besinsel açıdan incelendiğinde, Antep fıstığının protein, yağ, karbonhidrat ve fitokimyasallar açısından zengin olduğu görülmektedir (Çetin ve ark., 2022). Bu zenginlikten dolayı enerji hâbi olarak da adlandırılmaktadır (Tekin ve ark., 2001; Çağlar ve ark., 2017). 100 gram Antep fıstığı; 594 kalori, 20.8 g protein, 51.6 g yağ ve 16.4 g karbonhidrat içermesine rağmen, yapıda hiç kolesterol bulundurmaz (Çetin ve ark., 2022). Bileşiminde düşük oranda su (%3-6) ve %8-12 oranında diyet lifi yer almaktadır (Sarı ve ark., 2010).

Yapılan bir çalışmada Ohadi çeşidine ait Antep fıstığı örneklerinin yapısında bulunan aminoasitler % toplam amino asit olarak belirlenmiştir ve örneklerde amino asit dağılımının; alanin (4.00), arginin (9.70), glutamik asit (20.60), glisin (4.50), histidin (2.30), lösin (7.00), valin (5.60), serin (5.60), fenilalanin (4.90), lizin (5.70), izolösin (4.10), sistin (2.60) ve aspartik asit (8.80) şeklinde olduğu tespit edilmiştir (Kashaninejad ve ark., 2011). Uzun türüne ait naturel Antep fıstığı örnekleri üzerine yapılan bir çalışmada, Antep fıstığı örneklerine ait toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri sırasıyla; 9.19-11.46 mg GAE/kg ve 7.16-13.58 mmol Trolox/kg olarak belirtilmiştir (Mateos ve ark., 2022). Antep fıstığı fenoliklerinin özellikle *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* gibi patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki gösterdiği yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır (Bisignano ve ark., 2013). Bu sebepten dolayı Antep fıstığı gıda güvenliğini sağlamada ve ürünlerin raf ömürlerinin uzatılmasında da önemli bir paya sahiptir (Bisignano ve ark., 2013).

Yüksek besinsel içeriğinden dolayı, Antep fıstığı tüketiminin insan sağlığını olumlu yönde etkilediği birçok klinik çalışma tarafından kanıtlanmıştır. Örneğin, Antep fıstığının lipid, kan basıncı ve oksidatif stres gibi kardiyovasküler hastalıkların risk faktörleri üzerinde yararlı etki gösterdiği ifade edilmektedir (Gebauer ve ark., 2008; Kay

ve ark., 2010; Sarı ve ark., 2010; Zhang ve ark., 2010; West ve ark., 2012; Bisigano ve ark., 2013).

Sarı ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada günlük diyet içerisinde Antep fıstığı dahil edilerek yaş ortalaması 22 olan (21-24 aralığında) 32 denek incelenmiştir. Antep fıstığı tüketimi ile glikoz seviyelerinde önemli düşüşler gözlemlendiği ve LDL seviyesinde anlamlı, HDL seviyesinde ise anlamlı olmayan bir düşüş meydana geldiğini belirtmişlerdir. Özellikle sağlıklı genç erkek bireylerde Antep fıstığı tüketiminin glikoz seviyesi, lipit parametreleri, bazı inflamasyon ve oksidatif durum indeksleri üzerinde olumlu etkileri olduğu ortaya konmuştur. Çalışmadan elde edilen bir diğer önemli sonucunda, kan şekerinde meydana gelen önemli düşüş olduğu ifade edilmiştir. Antep fıstığının yapısında yüksek miktarda bulunan arginin aminoasidi arter genişletici ve damarlarda esnekliği koruyucu özelliktedir (Tokuşoğlu, 2007; Çağlar ve ark., 2017). Sahip olduğu bu özelliklerden dolayı kan akışının artmasını desteklediği belirtilmiştir (Tokuşoğlu, 2007).

Bir diğer çalışmada, Kendall ve ark. (2014), 20 kişiden oluşan bir grubun günlük diyetine Antep fıstığını dahil etmiş ve Antep fıstığı tüketimi sonrasında glukoz seviyelerinde düşüş tespit etmişlerdir. Ayrıca Antep fıstığı tüketiminin sağlıklı bireylerde toplam kolesterol ve LDL seviyelerini düzenleyerek, oksidatif stresi önemli oranda azalttığını öne sürmüşlerdir. Bunun yanı sıra yapılan çalışmalarla Antep fıstığının yapısında bulunan fitosterollerin prostat kanserinin oluşmasını önleyebilecek kapasitede olduğu bildirilmiştir (Kashaninejad ve Tabil, 2011; Çağlar ve ark., 2017).

Yağ, protein ve fenoliklerine ilaveten, Antep fıstığı diyet liflerinin fonksiyonel özelliklerini belirlemeye yönelik yapılmış bazı çalışmalarda mevcuttur. Örneğin; Ukhanova ve ark. (2014) badem ve Antep fıstığı tüketiminin kalın bağırsak mikrobiyota kompozisyonu üzerine etkisini belirlemek amacıyla 34 katılımcıdan oluşan bir deney tasarlamıştır. 18 denek badem, geriye kalan 16 denek ise Antep fıstığı ile; 0, 1.5, 3 porsiyon/gün şeklinde beslenmiştir. Sonuç olarak bağırsak mikrobiyotası üzerinde yüksek etki gösteren Antep fıstığının, bütirat üreten yararlı mikroorganizma sayısını bademe kıyasla daha fazla oranda artırdığı bildirilmiştir (Ukhanova ve ark., 2014; Mateos ve ark., 2022).

2.1.2. Badem (*Amygdalus communis* L.)

Badem, Rosaceae familyası, *Prunus* cinsine bağlı olan *Prunus amygdalus* L. alt cinsinin içinde yer almaktadır. Bu cins içerisinde yaklaşık 40 farklı badem türü bulunmaktadır (Şimşek ve ark., 2010). Badem, dünya üzerinde yetiştiriciliği yapılmakta olan sert kabuklu meyveler arasında ekonomik açıdan en yüksek değere sahip olan türlerdendir (Venkatachalam ve Sathe, 2006; Barreira ve ark., 2008). Bademin anavatanı olarak Batı ve Orta Asya kabul edilmektedir (Küden ve ark., 2000; Şimşek ve ark., 2010). Doğal olarak Hindistan, İran ve Pakistan’ da yetişmiştir. Daha sonrasında buralardan Akdeniz’ e yayılım göstermiştir (Şimşek ve ark., 2010). Badem eski tıp kaynakları ve kitaplarında, dini metinlerde adı geçmekte olan şifalı bitkiler arasında yer almaktadır (Cioaca ve Stanica, 2021).

Anadolu badem yetiştiriciliğinde oldukça büyük öneme sahiptir. 40 farklı badem türünden 9 tanesi ülkemiz iklim şartlarında yetişmektedir (Alaz ve Bayazıt, 2022). Toprak isteği bakımından seçici olmamakla birlikte Doğu Karadeniz ve yüksek kesimler harici ülkemizin her bölgesinde badem yetişmektedir (Tursun ve ark., 2022), ancak ağırlıklı olarak Ege Bölgesinde yetiştiriciliği gerçekleştirilmektedir. Badem, kurağa karşı dayanıklı türler içerisinde başı çekmektedir (Acarsoy Bilgin ve Mısırlı, 2022). 10 metreye kadar uzayabilen veya çalı şeklinde ağaçlardan meydana gelmektedir. Badem, meyve kabuk kısmından dolayı sert çekirdekli meyvedir (Şekil 2.4). Fakat olgunlaşınca iç kısmı yendiğinden sert kabuklu meyve grubunda da yer almaktadır. Yerli üretimi olan tipler; Akbadem, Drake, Ferragnes, Gülcan, Ferraduel ve Hacı Alibeydir (Küden ve ark., 2014).

Şeftaliye benzer olan badem, meyve kısmı (Şekil 2.4), iç kısım veya et, orta kabuk kısım ve en dış yeşil kabuktan meydana gelir (Barreira ve ark., 2008). Bademler acı ve tatlı badem olarak iki gruba ayrılır. Acı bademler yapılarında zehirli bir bileşik olan siyanidrik asit içerdiklerinden dolayı zehirlidirler ve yenilmemesi gerekir. Tatlı bademlerde bu zehirli bileşik çok az miktardadır ya da hiç yoktur (Küden ve ark., 2014). Tatlı bademler çerez olarak kullanılırken acı bademler yapılarında bulunan yağdan prusik asit uzaklaştırıldıktan sonra aroma özütlemeye kullanılır (Mao ve ark., 2019; Tursun ve ark., 2022).



Şekil 2.4. Badem (Kurt, 2014)

2020 yılı dönemi Dünya üretiminde ABD başı çekmektedir. Ardından sırasıyla İspanya, Türkiye ve Fas gelmektedir (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4. Dünya badem üretimi verileri (FAOSTAT, 2022)

Yıllar	ABD	Çin	İspanya	İtalya	Suriye	Türkiye	Fas
2015	1.436.383	43.080	211.084	70.399	51.571	80.000	97.723
2016	1.617.816	43.271	199.167	74.584	55.532	85.000	112.681
2017	1.716.850	43.000	255.503	79.599	50.875	90.000	116.923
2018	1.721.380	43.000	339.030	79.800	98.446	100.000	117.270
2019	1.945.912	45.000	340.420	77.300	80.258	150.000	102.185
2020	2.370.021	45.000	416.950	80.520	123.017	159.187	134.436

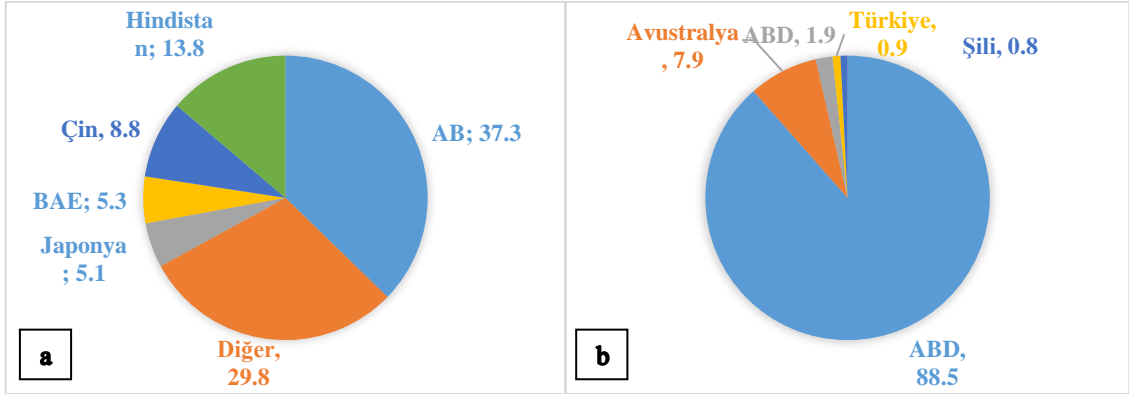
2020/2021 dönemi için Türkiye üretiminde 159.187 tona ulaşılmıştır (Çizelge 2.5). Bu üretimde en yüksek pay (23 bin ton) %15.3 oran ile Mersin' e aittir. 2. Sırada 15 bin ton ile Adıyaman ve 10 bin ton ile 3. olarak Muğla gelmektedir (TEPGE, 2021b).

Çizelge 2.5. Türkiye badem verileri (TÜİK, 2022)

Yıllar	Üretim (ton)	İthalat (ton)	İhracat (ton)	Kişi Başı Tüketim (kg)
2020/21	159.187	77.313	42.826	2.2
2019/20	150.000	58.528	18.562	2.2
2018/19	100.000	50.036	28.901	1.4
2017/18	90.000	49.415	20.988	1.4
2016/17	85.000	36.241	19.149	1.2
2015/16	80.000	20.921	12.696	1.1

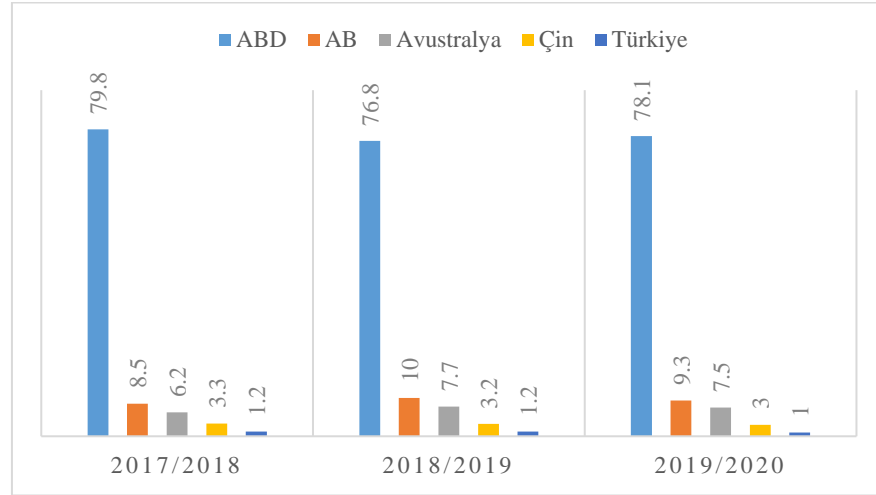
2019/20 dönemi dünya geneli badem ithalat ve ihracat verileri incelendiğinde ithalat için en yüksek değer % 37.3 ile AB'ye, ihracat için ise % 88.5 ile ABD'ye ait olduğu görülmektedir (Şekil 2.5). ABD'nin ihracatta diğer ülkelere karşı açık ara önde

olduğu görülmektedir. Ülkemizde dünya ihracatında % 09'luk bir paya sahiptir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. (a) Ükelere göre dünya badem ithalatı (% , 2019/20), (b) Ükelere göre dünya badem ihracatı (% , 2019/20) (TEPGE, 2021b)

Badem üretiminde önde gelen ülkelerin 2017-2020 yıllarını kapsayan dönemlerde badem üretim verileri Şekil 2.6'da verilmiştir. Verilere bakıldığında üretimin her döneminde ABD'nin bariz bir şekilde ilk sırada olduğu görülmektedir. Dönemler arasında üretim paylarında çok büyük değişiklikler meydana gelmemiştir.



Şekil 2.6. Badem üretiminde ülkelerin payları (TEPGE, 2021b)

100 g çiğ bademde 578 Kcal enerji, 51g yağ, 20 g karbonhidrat ve 22 g protein bulunmaktadır (Ahmad, 2010). Ferragnes türü badem örnekleri yağ asidi bileşimi bakımından oldukça zengindir; oleik asit (%75.21), linoleik asit (%18.12), palmitik asit (%6.01) ve palmitoleik asit (%0.53) (Özcan ve ark., 2011). Bademin toplam fenolik

madde içeriği 78.2 mg GAE/g ekstrakt olarak bildirilmektedir (Sfahlan ve ark., 2009). Yağı alınmış badem örneklerinin protein içeriğinin incelendiği bir çalışmada, badem proteininin %24.56 albümin, %32.22 globulin ve %39.96 gluteninden meydana geldiği tespit edilmiştir (Li ve ark., 2017). Yüksek yağ, protein ve fenolik bileşen içeriğinin yanı sıra, bademin önemli miktarda diyet lifi içerdiği (11.75-13 g/100 g) rapor edilmiştir. Günde 28-30 g arası badem tüketilmesi durumunda günlük diyet lifi ihtiyacının yaklaşık %14'ünün karşılanmış olacağı hesaplanmıştır (Salas-Salvado ve ark., 2006; Topçuoğlu ve Yılmaz-Ersan, 2020). Ancak, badem diyet liflerinin fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılmış olan çalışmalar sınırlı sayıdadır.

Yüksek besinsel içeriğinden dolayı badem tüketiminin insan sağlığına faydalı olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Örneğin; Tip 2 diyabetli, 22 Çinli deneğin kullanıldığı bir çalışmada, denekler 2 haftalık alıştırma sürecinin ardından 4 hafta süresince günde ortalama 56 g badem ile beslenmiş ve deneklerde açlık insülini ve glukozun sırasıyla %41 ve %0.8 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca bademlerin α -tokoferol içeriğinin yüksek olmasından dolayı plazmadaki α -tokoferol düzeyinin de %26.8 oranında arttığı bildirilmiştir. (Li ve ark., 2011).

Badem ve bademlerden elde edilen yağın bağışıklık güçlendirici özellikte olduğu düşünülmektedir (Ahmad, 2010). Yapılan çalışmalar badem tüketiminin trigliserit seviyeleri, toplam kolesterol, LDL, HDL gibi kan profillerini iyileştirici etkisinin olduğunu göstermektedir (Li ve ark., 2017). Bowen ve ark. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, tip 2 diyabet riski taşıyan 76 yetişkine günlük beslenme içerisine iki porsiyon şeklinde 8 hafta boyunca badem dahil edilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada, düzenli badem tüketimi ile kilo kontrolü ve lipit profilinin iyileşmesi arasında doğru orantı olduğu bildirilmiştir Davis ve Iwahashi, (2001) yaptıkları çalışmalarında fare diyetine eklenen bademin kolon kanseri riskini azalttığını tespit etmişlerdir. Bademin insan diyetine dahil edildiği çalışmalarda ise HDL'yi yükselttiği ve LDL'yi düşürdüğü öne sürülmüştür (Hyson ve ark., 2002; Sfahlan ve ark., 2010).

2.1.3. Ceviz (*Juglans regia* L.)

Ceviz meyvesi Latince *Juglans* cins adını taşımaktadır (Şekil 2.7). *Juglans* cinsi içerisinde birkaç farklı türü barındırmaktadır. *Juglans* kelimesi incelendiğinde Tanrının meyvesi anlamına geldiği görülmektedir. Osmanlı dönemine ait bazı yazılı kaynaklarda Anadolu' da 15. yüzyılda ceviz yetiştiriciliği yapıldığına dair bilgiler yer almaktadır

(Güvenç ve Purlu, 2022). Ceviz, dünya genelinde oldukça geniş bir yayılıma sahiptir. İran cevizi ya da adi ceviz (*Juglans regia* L.) olarak adlandırılan tür, cinsin en bilindik üyesidir (Pereira ve ark, 2007). Var olan türler arasında en üstün, kaliteli meyveye sahip olan *Juglans regia* L.'dir (Şen, 1986; Bayazıt ve ark., 2016). Sistematik olarak incelendiğinde Dicotyledoneae sınıfı, *Juglandales* takımı, Juglandaceae familyası, *Juglans* cinsinde yer aldığı görülmektedir (Şenay Alagöz, 2022).



Şekil 2.7. Ceviz (Kurt, 2014)

Ceviz ağacı oldukça dayanıklı ve uzun ömürlüdür. Ülkemizde ticari anlamda üreticiliği yapılmaktadır. Dünya genelinde de üretimi ve yetiştiriciliği oldukça yaygındır (Şen, 2011). Dünya üzerinde yetiştiriciliği oldukça eskilere M.Ö. 1000'li yıllara dayanan önemli sert kabuklu meyvelerden biri olan cevizin ülkemizde üretimi oldukça eskiye dayanmaktadır (Şenay Alagöz, 2022).

Dünya da en önemli ve büyük ceviz üreticisi ülke Çin'dir. 2020 yılından elde edilen verilere göre ceviz üretim miktarı açısından Çin birinci sırada yer almaktadır. Sonrasında ABD, İran ve Türkiye gelmektedir (Çizelge 2.6).

Çizelge 2.6. Dünya ceviz üretimi verileri (FAOSTAT, 2022)

Yıllar	ABD	Fransa	İran	Türkiye	Ukrayna	Çin	Şili
2015	549.754	42.281	420.000	190.000	115.080	1.000.000	90.000
2016	625.050	40.225	349.192	195.000	107.990	1.060.000	90.000
2017	571.530	32.629	393.598	210.000	108.660	1.000.000	100.000
2018	615.980	37.690	304.040	215.000	127.190	850.000	152.000
2019	594.206	34.950	321.074	225.000	125.850	1.000.000	125.000
2020	707.604	35.700	356.666	286.706	113.320	1.100.000	158.000

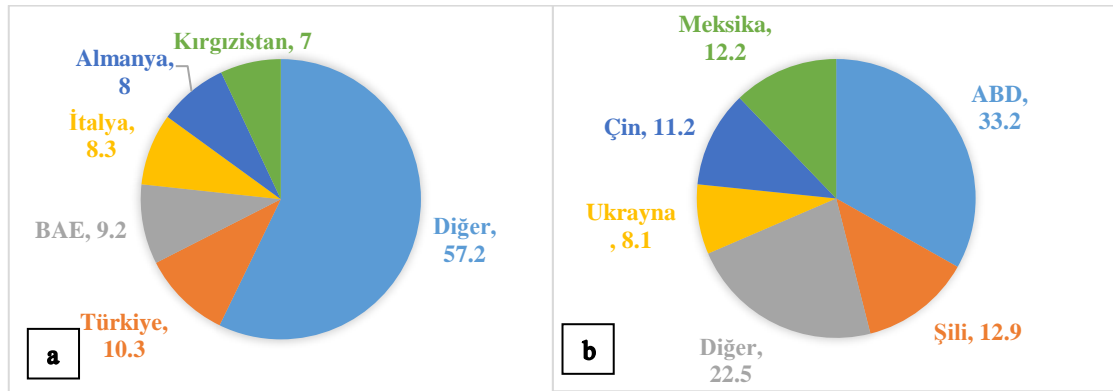
Ülkemizde 2020/2021 döneminde 286.706 ton ceviz üretimi yapılmıştır (Çizelge 2.7). Bu üretimde 12 bin ton ile en büyük pay Hakkari'ye aittir. Hakkari'nin ardından

11.4 bin ton ve 11 bin tonluk üretimler ile sırasıyla Kahramanmaraş ve Mersin gelmektedir (TEPGE, 2021c)

Çizelge 2.7. Türkiye ceviz verileri (TÜİK, 2022)

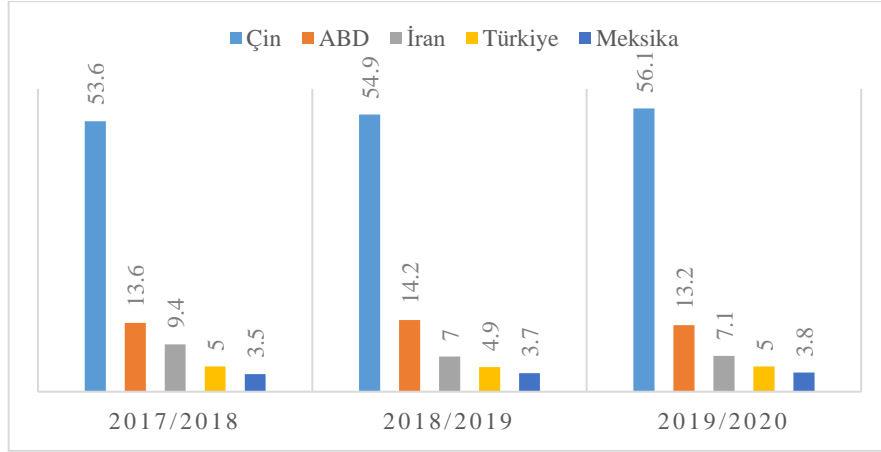
Yıllar	Üretim (ton)	İthalat (ton)	İhracat (ton)	Kişi Başı Tüketim (kg)
2020/21	286.706	100.095	33.747	4.0
2019/20	225.000	90.525	8.180	3.5
2018/19	215.000	103.345	30.330	3.4
2017/18	210.000	77.382	7.185	3.3
2016/17	195.000	66.008	8.167	3.0
2015/16	190.000	63.800	7.917	3.0

Cevizin tüketim şekillerine bakıldığında çok çeşitli tüketim imkanı olduğu görülmektedir. Ceviz taze veyahut kuru olarak, şekerleme ve pastane ürünlerinin imalatında ham madde olarak kullanım olanağı bulmakta; ayrıca ceviz ağacının gövdesi ve dallarından elde edilen keresteler de mobilya sektöründe kullanılmaktadır (Yücer, 2013; Güvenç ve Purlu, 2022).



Şekil 2.8. (a) Ükelere göre dünya ceviz ithalatı (%), (b) Ükelere göre dünya ceviz ihracatı (%), 2019/20) (TEPGE, 2021c)

Dünya ceviz ihracatında ilk sırada % 33.2'lik pay ile ABD bulunmaktadır. İthalat paylarına bakıldığında ise diğer ülkelerin toplamından sonra en çok ithalat payı %10.3 ile ülkemize aittir (Şekil 2.8).



Şekil 2.9. Ceviz üretiminde ülkelerin payları (TEPGE, 2021c)

Ülkeler bazında ceviz üretimi verilerine (Şekil 2.9) bakıldığında açık ara fark ile ilk sırada Çin; ardından sırasıyla ABD, İran, Türkiye ve Meksika gelmektedir. Yıllara göre üretimlerde çok belirgin değişimler yaşanmamıştır.

Yapılan bir çalışmada ceviz örneklerinin ortalama nem değeri %3.86; yağ içeriği %66.9; protein içeriği %14.03 ve kül içeriği %1.95 olarak tespit edilmiştir (Akça ve Köroğlu, 2005). 100 g iç cevizde yaklaşık 630 kcal enerji bulunmaktadır (Yıldız ve Sümbül, 2019). Franquette türü cevizlere analiz prosedürleri uygulanmış; toplam fenolik madde, antioksidan kapasitesi (DPPH) ve yağ asidi bileşimleri hesaplanmıştır. Antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde içeriği değerleri sulu ceviz ekstraktında sırasıyla; EC_{50} :0.15 mg/ml ve 78.56 GAE/g olarak tespit edilmiştir. Yağ asidi bileşimi ise; %9.91 doymuş yağ asidi, %20.53 tekli doymamış yağ asidi ve %69.55 çoklu doymamış yağ asidi şeklindedir (Pereira ve ark., 2008). Ceviz proteinlerinin yapısında ağırlıklı olarak; glutamin (22.16), arjinin (14.73), asparajin (10.04) ve lösin (7.13) aminoasitleri tespit edilmiş olup Mao ve Hua, (2012), ceviz meyvesinin zengin bileşiminden dolayı insan sağlığı üzerinde faydaları olduğu yapılan çalışmalarla desteklenmiştir. Örneğin; gerçekleştirilen bir çalışmada ceviz tüketimi ile HDL kolesterol seviyesi arasında pozitif yönlü anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Lavedrine ve ark., 1999). 365 katılımcının yer aldığı, toplam kalorisinin %10-24'ünün cevizden sağlandığı diyetle 4-24 hafta süren 13 farklı çalışma sonucunda meta analiz verilerine göre serum kolesterol düzeyinin ceviz tüketimi ile düştüğü belirtilmiştir (Banel ve Hu, 2009).Yapılan başka bir çalışmada, 40 sağlıklı kadın ve erkek denek 4 hafta boyunca günlük diyet içerisinde 43-57 g ceviz tüketen özellikle kadın deneklerde kan kolesterol seviyesinin düştüğü bildirilmiştir (Iwamoto ve ark., 2000).

Ceviz meyvesinin yüksek besin kalitesi (lisin/arjinin oranı düşük) ve hazmı kolay proteinleri içermesinden ötürü vejetaryen beslenmede yeri önemlidir. Cevizlerden elde edilen ekstraktların tamamı insanlarda böbrek ve kolon kanser hücreleri üzerinde konsantrasyona bağlı olarak büyümeyi inhibe edici özellik göstermektedir (Carvalho ve ark., 2010). Cevizlerde yüksek oranda serotonin tespit edilmiştir. İçeriğinde yüksek oranda gümüş ve selenyum barındırmasından dolayı zihin sağlığı üzerinde olumlu etkisi bulunmaktadır (Şenay Alagöz, 2022).

Zibaenezhad ve ark. (2003), 60 yüksek kolesterol hastasından oluşan bir deney grubunda deneklerin 29 tanesine 45 gün boyunca 500 mg kapsül içerisinde 3 g/gün ceviz yağı takviyesi ve kontrol grubu olarak ise kalan deneklere plasebo takviyesi uygulamışlardır. Deneyin 15., 30. ve 45. günlerinde toplanan örneklerin analiz edilmesiyle İran cevizinden elde edilen yağın olumlu kardiyovasküler etki gösterdiğini öne sürmüşlerdir. Fareler üzerinde gerçekleştirilen bir deneyde Ammar ve ark. (2020), farelerin öğrenme yeteneklerinin diyetlerine ceviz eklenmesi ile arttığını ifade etmişlerdir. 31 deneğin yer aldığı bu çalışmada diyete fazladan sert kabuklu meyve eklenmesi ile ağırlık kaybı ve bel çevresinde incelleme meydana geldiği belirtilmiştir.

Cevizde bulunan polifenollerin antikanser özelliği ile ilgili yapılan çalışmalarda %30-40 oranında prostat kanserinin büyümesini ve meme kanseri riskini azalttığı bildirilmektedir (Reiter ve ark.,2005; Yiğit ve ark., 2005; Reiter ve ark., 2013; Park ve ark., 2020; Ni ve ark., 2022). Ayrıca ceviz tüketiminin beyin bilişsel yeteneğini geliştirdiği de yapılan çalışmalar ile ortaya konmaktadır (Musavi ve ark., 2020). Ceviz tüketiminin oksidatif stres ve inflamasyon açısından kalbi koruyucu etkisinin olduğu ve yüksek oranda bulunan omega 3/omega 6 yağ asitleri sayesinde bağırsak mikrobiyotasını düzenleyici etkisinin bulunduğu belirtilmektedir (Kurihara ve ark., 2019; Ni ve ark., 2022).

2.1.4. Fındık (*Corylus avellana* L.)

Fındık (*Corylus avellana* L.), dünya üzerinde yetiştirilmekte olan önemli sert kabuklu meyvelerden birisidir (İslam, 2018). Bu önemli durumundan kaynaklı olarak üretimi gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Fındık meyvesi (Şekil 2.10.) Amerika, Avrupa, Kuzey Afrika, Kafkaslar ve Batı Asya' da pek çok enlem ve yükseklik değerinde yetişme imkanı bulmaktadır. Çok çeşitli türleri bulunmasına karşın yetiştiriciliği en yaygın olan tür *Corylus avellana* L. 'dir (Çöpoğlu ve Karabörklü, 2022).

Dünya üzerinde 12-20 arasında değişen fındık türü bulunmaktadır. Fındık, 2-2.5 m kadar boylanan ağaçlarda, ılıman ve nemli şartlarda yetişmektedir. Ülkemizde Trabzon, Samsun, Ordu, Sakarya, Giresun, Düzce başta olmak üzere 13 ilde yetiştirilen fındık için en uygun alan Doğu Karadeniz bölümüdür. Çok çeşitli ülkelerde yetişme imkanı bulsa da ülkemiz Dünya genelinde en önemli fındık üreticisi konumundadır (Doğanay, 2005; Çöpoğlu ve Karabörklü, 2022). Ülkemizin ardından üretici olarak İtalya, Azerbaycan, Gürcistan, ABD ve İspanya gelmektedir (İslam, 2018). Ülkemizde 18 tescilli fındık çeşidi bulunmaktadır. Bu 18 tür badem, yuvarlak ve sivri olarak üç sınıfa ayrılmaktadır. Foşa, Uzunmusa, sivri, ince kara, kalın kara, kargalak, acı, çakıldak, yassı badem, kara, kuş, mincane, yuvarlak badem, kan, tombul, cavcava ve palaz tescilli türlerdir. İçeriğinde yüksek oranda yağ bulunması ve lezzetli olmasından dolayı en önemli tür tombul fındıktır (Balık ve ark., 2016; İslam, 2018; Daştan, 2022).



Şekil 2.10. Fındık (Kurt, 2014)

Dünya fındık üretiminin %69'u Türkiye tarafından karşılanmaktadır. 2020 yılı üretim verilerine bakıldığında ülkemizde fındık üretiminin 665 bin ton olduğu görülmektedir (Çizelge 2.8).

Çizelge 2.8. Dünya fındık üretimi verileri (FAOSTAT, 2022)

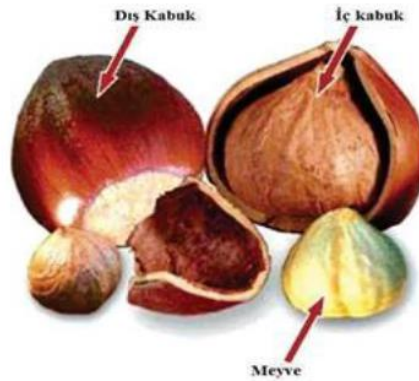
Yıllar	Azerbaycan	ABD	Çin	İtalya	Türkiye	Gürcistan
2015	32.260	28.123	25.101	101.643	646.000	35.300
2016	34.271	39.916	23.907	120.572	420.000	29.500
2017	45.530	29.030	24.210	131.281	675.000	21.400
2018	52.067	46.270	24.406	132.700	515.000	17.000
2019	53.793	44.452	24.174	98.530	776.046	24.000
2020	49.465	64.410	24.263	140.560	665.000	32.700

217 bin ton üretim ile Ordu ilk sıradadır. 138 bin ton ile Samsun ikinci, 102 bin ton ile de Sakarya üçüncü sırayı almaktadır (TEPGE, 2021d). Ülkemizde değişen yıllara ait fındık verileri Çizelge 2.9’da verilmiştir.

Çizelge 2.9. Türkiye fındık verileri (TÜİK, 2022)

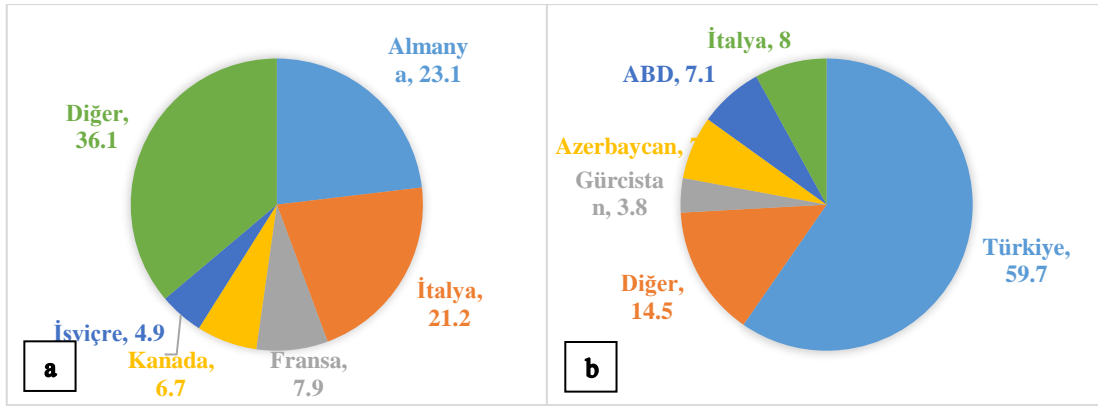
Yıllar	Üretim (ton)	İthalat (ton)	İhracat (ton)	Kişi Başı Tüketim (kg)
2020/21	665.000	16.337	624.412	1.4
2019/20	776.046	9.510	730.572	1.6
2018/19	515.000	14.842	594.796	1.4
2017/18	675.000	14.848	628.545	1.6
2016/17	420.000	10.861	519.332	1.2
2015/16	646.000	9.710	534.274	1.3

Fındıklar çiğ ya da kavurulmuş olarak pazarlanmaktadır. Kavurma işlemi uygulanan fındıkların üzerinde bulunan zar çatlayarak meyveden ayrılır ve zarsız fındık elde edilir. Kavrulmamış fındıklar ise zarı ile tüketilmektedir (Şekil 2.11).



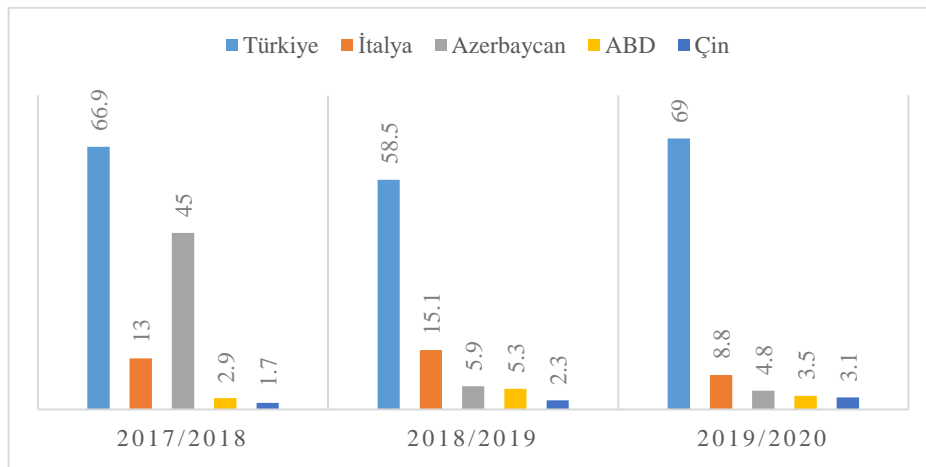
Şekil 2.11. Fındık dış kabuk, iç kabuk ve meyvesi (Geçer, 2022)

Dünya fındık ithalatı sırasıyla, diğer (%36.1), Almanya (%23.1), İtalya (%21.2), Fransa (%7.9), Kanada (%6.7) ve İsviçre (%4.9) şeklindedir. İhracatta ise ülkemiz %59.7’lik pay ile lider konumdadır. Ülkemizin ardından sırasıyla diğer, İtalya, ABD, Azerbaycan ve Gürcistan gelmiştir (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. (a) Ülkelere göre dünya fındık ithalatı (% 2019/20), (b) Ülkelere göre dünya fındık ihracatı (% 2019/20) (TEPGE, 2021)

Ülkemiz için fındık önemli bir tarım ürünüdür. Ülkeler arası dünya üretimindeki paylara (Şekil 2.13) baktığımızda da bu durum bariz bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Yüksek üretim payları ile ülkemiz dünya genelinde lider konumdadır. Ülkemizin ardından İtalya, Azerbaycan, ABD ve Çin gelmiştir.



Şekil 2.13. Fındık üretiminde ülkelerin payları (TEPGE, 2021)

Kavrulmuş fındık, fındık tüketiminin çoğunluğunu oluşturmaktadır (Geçer, 2022). Fındık çeşitli organoleptik özelliklerinden ötürü dünya üzerinde sadece meyve olarak değil; süt ürünleri, atıştırmalık, salata, sos, çikolata, unlu mamuller ve dondurma yapımlarında da kullanılır (Özdemir ve Akıncı, 2004; Amaral ve ark., 2006; Oliveira ve ark., 2008). Fındık hiç işlem görmeden tüketilebildiği gibi kavurma, soyma, dilimleme, öğütme ve parçalama gibi değişik şekillerde de değerlendirilebilmektedir.

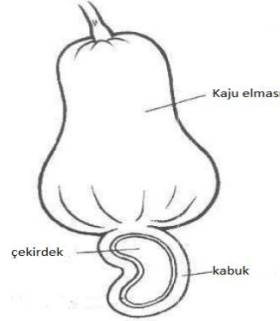
Fındık meyvesi yüksek ve kaliteli besinsel içeriğe sahiptir. Zengin içeriği ve insan sağlığı üzerine olumlu etkileri yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Fındıkla ilgili yapılmış bir çalışmada tombul fındık için nem değeri %3.41; yağ %62.8; protein %16.13; ham selüloz %3.59 ve kül değeri %2.26 bulunmuştur (Özdemir ve ark., 1998). Şengül (2019), Tombul türüne ait fındık örneklerine ait yağda antioksidan kapasiteyi 0.3 mmol TE/L; toplam fenolik madde miktarını ise 1.1 mmol GAE/L ekstrakt olarak bildirmiştir. Yine aynı çalışmada fındık örneklerinin yağ asidi bileşimi; %4.66 palmitik asit, %2.11 stearik asit, %86.19 oleik asit ve %7.03 linoleik asit olarak belirtilmiştir (Şengül, 2019). Tombul fındık örneklerinin diyet liflerinin incelendiği bir çalışmada Tunçil (2020), fındık örneklerinde toplam diyet lifini %17.78, suda çözünmeyen diyet lifini %17.21, suda çözünür diyet lifini %0.58 ve klason lignini %2.04 olarak tespit etmiştir. Natural fındık örneklerinin diyet lifi bileşimlerini ise; %58.0 glukoz, %11.5 arabinoz, %6.3 galaktoz, %3.5 mannoz, %4.2 ramnoz, %6.1 ksiloz, %8.5 galakturonik asit ve %2.0 glukuronik asit olarak belirtmiştir. Fındığın kansızlık, sindirim ve solunum sistemi hastalıklarının önlenmesi için önemli olan demir yönünden zengin içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir (Şimşek ve Aslantaş, 1999).

Türkiye ve İtalya'dan temin edilen fındık örnekleri ile gerçekleştirilen bir *in vivo* çalışmada Mollica ve ark. (2018) fındık tüketimi ile kilo kaybının meydana geldiğini belirterek bu durumun fındığın yapısında bulunan diyet lifi ve proteinlerden kaynaklı oluşabilecek tokluk hissinden kaynaklandığını öne sürmüştür. Fındık yağında bulunan linoleik ve linolenik asit gibi yağ asitlerin kandaki lipit ve trigliserit düzeyini düşürme etkisinin yanı sıra tansiyon düşürücü etkisinin de olduğu ileri sürülmektedir (Şimşek ve Aslantaş, 1999). 40-56 yaş aralığında 15 yüksek kolesterol hastası erkek deneğin 8 hafta boyunca fındık ile beslenmesi sonucu LDL seviyesinin düştüğünü ve HDL düzeyini ise arttığını bildiren Mercanlıgil (2007), fındık tüketiminin kalp sağlığı üzerine koruyucu etki gösterdiğini de ortaya koymuştur. Kadınlarda yaygın olarak görülen polikistik over sendromunun tedavisinde fındık tüketiminin önemli etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Daştan, 2022).

2.1.5. Kaju (*Anacardium occidentale* L.)

Kaju (*Anacardium occidentale* L.), Anacardiaceae familyasına ait, Brezilya'ya özgü tropikal bir meyvedir (Trevisan ve ark., 2006). 1600'lü yıllarda Portekizli tüccarlar erozyonu önlemek amacıyla kaju ağacını Hindistan ve Afrika'ya getirmişlerdir (Azam-

Ali ve Judge, 2001). Kajunun anavatanına bakıldığında Brezilya ve aşağı Amazonlar karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde Doğu Afrika ve Hindistan'da yetiştirilmektedir (Trevisan ve ark., 2006).



Şekil 2.14. Kaju meyvesi (Azam-Ali ve Judge, 2006)

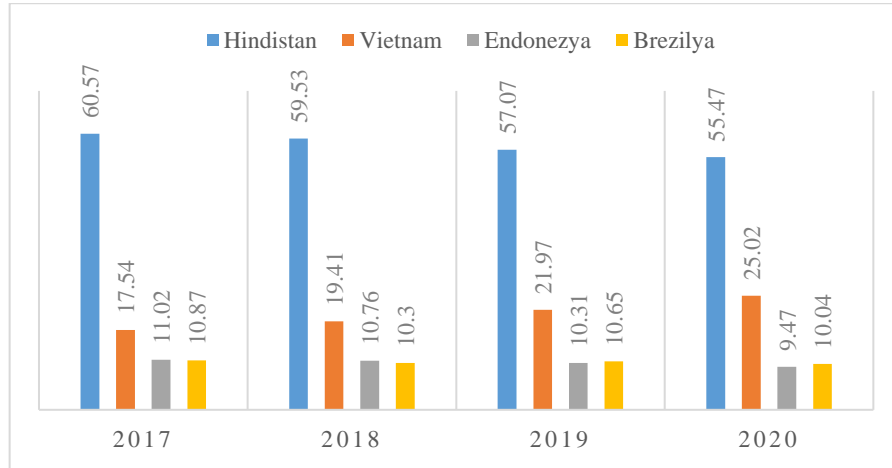
Hindistan kaju üretiminde dünyada başı çekmektedir. Ardından sırasıyla Vietnam, Endonezya ve Brezilya gelmektedir. Tarımsal bir ürün olarak Afrika, Asya ve Orta Amerika'da pek çok ülkede yetiştirilmektedir (Das ve Arora, 2017). Kaju ağacı 12 metreye kadar uzayabilen, kalın ve kıvrımlı bir gövdeye sahiptir. Bulunduğu cins içerisinde en önemli tür kajudur (Şekil 2.14). Diğer türler bu kadar bilinmemekte ve ekonomik anlamda yetiştiriciliği yapılmamaktadır (Bladzell, 2000). Kaju ağacının yetişmesi için çok zor koşullara gerek yoktur, nispeten kolay yetiştirilmektedir (Azam-Ali ve Judge, 2001). Kaju meyvesi genellikle yağmur isteyen bir üründür. İklim ve hava şartlarına bağlı olarak ürün verim ve kalitesi değişiklik göstermektedir. İklim şartlarının uygun olmayışından dolayı ülkemizde yetiştiriciliği bulunmamaktadır (Poduval, 2022).



Şekil 2.15. Kaju elma ve fıstık kısımları (Salam, 2010)

Kaju fıstığı atıştırmalıkların yapısında, unlu mamuller ve şekerleme yapımında katkı olarak kullanılmaktadır (Wang ve ark., 2002). Kajunun yapısına bakıldığında elma olarak adlandırılan kırmızı sarımsı bir meyve kısmı bulunur (Şekil 2.15). Tükettiğimiz

fıstık kısmı ise kırmızı meyvenin arkasında bulunan şişmiş bir çiçek sapıdır (Bladzell, 2000). Kaju fıstığı gri renkte 2.5-4 cm uzunluğundadır. Piyasaya bakıldığında 3 temel kaju ürünü bulunmaktadır. Bunlar; çiğ fındık, kaju çekirdekleri ve kaju fıstığı kabuğu sıvısıdır (Azam-Ali ve Judge, 2001).



Şekil 2.16. Kaju üretiminde ülkelerin payları (FAOSTAT, 2022)

2017-2020 yılları arasını kapsayan FAOSTAT (Şekil 2.16) verilerine göre üretimde söz sahibi ülke Hindistan'dır. Diğer üretici konumda olan ülkeler ise Vietnam, Endonezya ve Brezilya'dır. Çizelge 2.10'a bakıldığında bazı ülkelere ait kaju üretim miktarları verilmiştir.

Çizelge 2.10. Dünya kaju üretimi verileri (FAOSTAT, 2022)

Yıllar	Brezilya	Vietnam	Hindistan	Endonezya	Tayland
2015	103.363	352.029	745.000	137.580	22.060
2016	74.568	305.268	671.000	137.094	25.130
2017	133.608	215.765	745.000	135.569	24.530
2018	141.386	266.388	817.000	147.647	23.907
2019	138.597	286.047	743.000	134.183	24.522
2020	139.921	348.504	772.779	131.872	24.320

Kaju fıstığında ortalama olarak %21 protein, %47 yağ, %5 nem, %22 karbonhidrat ve %1.3 lif bulunmaktadır (Salam, 2010). Razali ve ark. (2008) kaju örneklerini metanol ile ekstrakte etmiş ve elde edilen metanollü ekstraktta antioksidan kapasite (DPPH ve ABTS metodu) ve toplam fenolik madde miktarını hesaplamıştır. ABTS, 2.28 mmol TE/g ekstrakt; DPPH, 2.52 mmol TE/g ekstrakt ve toplam fenolik madde içeriği 307.33 mg GAE/g ekstrakt olarak belirlenmiştir. Kajunun yağ asidi bileşimi %10.1 doymuş, %29.4

tekli doymamış ve %9.1 çoklu doymamış yağ asidi şeklinde raporlanmıştır (Salam ve Peter, 2010). Kajunun bu zengin besinsel bileşiminin insan sağlığı üzerine faydaları yapılmış çalışmalarla kanıtlanmıştır.

Kajunun antimikrobiyal etkisi ilk olarak 1982' de yapılmış olan *in vitro* bir çalışmada ortaya koyulmuştur. 1999 yılına gelindiğinde kajunun *E. coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı antibakteriyel etkisi olduğu tespit edilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada günümüzde gastrit ve ülserle sebep olan *Helicobacter pylori* üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiği gözlemlenmiştir (Akınpelu ve Ojewole, 2001). Batista ve ark. (2018), yaptığı çalışmada kaju tüketimi ile bağırsak sağlığı ve lipid metabolizması üzerindeki zararlı etkilerin engellendiğini tespit etmişlerdir. Tip 2 diyabetli olan 300 yetişkin 12 hafta boyunca 30g/gün miktarda kaju diyetine tabi tutulmuş ve kaju fıstığı tüketimi ile sistolik kan basıncında azalma ve kandaki HDL seviyesinde artış meydana geldiği belirlenmiştir (Mohan ve ark., 2018).

2.2. Sert Kabuklu Meyveler ve Diyet Lifleri

2.2.1. Diyet lifi tanımı ve sağlık açısından önemi

Diyet lifi, insan üst sindirim sisteminde sindirilemeyip kalın bağırsağa geçen ve kalın bağırsakta bulunan mikroorganizmalar tarafından kısmi veya tamamen parçalanıp sindirilen çoğunlukla bitki kaynaklı olan gıda bileşenidir (AACCI, 2010). Dayanıklı nişasta, inülin, lignin, pektin, fruktooligosakkaritler, selüloz, gamlar ve galaktooligosakkaritler diyet lifine örnektir. Diyet lifleri suda çözünen ve suda çözünmeyen olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Selüloz ve lignin suda çözünmeyen; pektin, inülin ve oligosakkaritler ise suda çözünen diyet liflerine örnek olarak verilmektedir (Hamaker ve Tunçil, 2014).

Diyet liflerinin pek çok olumlu sağlık etkisinin bulunduğu bilinmektedir. Son yıllarda yapılan inceleme ve analizler sonucunda diyet lifi tüketen ve tüketmeyen bireyler karşılaştırıldığında kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve kolon kanseri riskinde diyet lifi tüketimine bağlı olarak %15-30 oranında azalmalar meydana geldiği belirlenmiştir (Tomas, 2022).

Diyet liflerinin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri. aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

- Suda çözünmeyenler başta olmak üzere diyet lifleri kalın bağırsakta bulunan zararlı metabolitleri bağlayıp dışkı ile uzaklaştırırlar (Anderson ve ark., 2009).

-Yüksek su tutucu kapasiteleri sebebiyle kabızlığı önlemektedirler (Slavin, 2013).

-Diyet lifleri (özellikle karbonhidrat yapıdakiler), kalın bağırsaktaki mikroorganizmaların enerji kaynağıdır (Hamaker ve Tunçil, 2014).

-Diyet liflerinin su tutma kapasitesi yüksektir ve bundan dolayı mide içeriğinin viskozitesini artırır. Bu durumda tüketilen gıdaların mideden çıkışı uzamakta ve bireyin yeme sıklığı azalmaktadır (Yu ve ark., 2014; Qi ve ark., 2018).

Diyet lifleri, özellikle LDL (düşük yoğunluklu lipoproteinler) tarafından taşınan kolesterol düzeyini düşürür (Slavin, 2008). Gerçekleştirilen çalışma sonucunda fazla miktarda diyet lifi tüketimine bağlı diyare meydana gelmiş ve diyet lifi tüketimi artırıldığında buna paralel olarak sıvı alımının da artırılması gerektiği önerilmiştir (Slavin, 2008). Finlandiya’da yapılan bir çalışmada test grubunun fazla miktarda diyet lifi alması sonucunda dışkı hacminin üç kat arttığı ve fekal safra asidi miktarında orantılı bir azalış olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Reddy ve ark., 1978). Modan ve ark. (1975), yaptıkları çalışmada artan diyet lifi tüketimini kolon kanserinde görülen azalma ile ilişkilendirmiştir. Graham ve ark. (1978), lif içeriği yüksek sebzelerin tüketilmesi ile kalın bağırsak kanseri arasında ters orantı bulunduğunu tespit etmiştir.

Diyet lifi bileşenlerinin sağlık üzerindeki etkilerini spesifik olarak ortaya koyan çalışmalarda mevcuttur. Örneğin;

- Arabinoksilan, bağırsak mikroflorasında meydana geldiğinde antidiyabetik etki göstermiştir (Nie ve ark., 2022).
- Ksiloglukan yüksek yağlı farelerde obezite ve karaciğer hasarını azaltmıştır (Cheng ve ark., 2020).
- Fruktooligosakkarit ve glukomannan farelerde yaşlanmayı hızlandıran inflamasyonu azaltarak kemik metabolizmasını iyileştirmiştir (Tanabe ve ark., 2019).
- Pektin oligosakkaritler seçici olarak bazı bakteri gruplarını ve metabolitlerini modüle ederek hipokolesterolemik etki göstermiştir (Hu ve ark., 2019).
- İnülin, farelerde mikrobiyota ve kısa zincirli yağ asitlerini (KZYA) modüle ederek hiperürisemiye hafifletmiştir (Guo ve ark., 2021).

2.2.2. Sert kabuklu meyvelerin diyet lifi içerikleri ve kalın bağırsak mikroorganizmaları üzerine etkileri

Kalın bağırsak mikroflorası yaklaşık 10^{13} - 10^{14} mikroorganizmadan meydana gelen oldukça karışık kompleks bir yapıdır (Lin ve ark., 2011). Kalın bağırsakta bulunan bakteriler anaerobik fermentasyon sonucunda konakçı için gerekli besin ve enerjiyi sağlarlar. Sağlıklı bir insanın kalın bağırsak mikrobiyotası 6 temel bakteriyel sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar; Firmicutes, Fusobacteria, Bacteroidetes, Verrucomicrobia, Proteobacteria ve Actinobacteria'dır. Mikrobiyotanın çoğunluğunu (yaklaşık %60) *Bacteroidetes* ve *Firmicutes* cinsleri oluşturur. Sıklıkla rastlanan zorunlu anaerob mikroorganizmalara örnek olarak *Eubacterium*, *Clostridium*, *Reptococcus*, *Bifidobacterium* ve *Fusabacterium* cinsleri verilmektedir. Daha az sıklıkla rastlanılan fakültatif anaeroplara örnek ise *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* ve *Enterococcus* cinsleridir (Koçak ve Şanlıer, 2017).

Kalın bağırsağın mikrobiyal yapısı çevresel faktörler ve genetiğe bağlı olmakla birlikte beslenme şekil ve alışkanlıkları da mikrobiyal kompozisyon üzerinde oldukça etkilidir. Bu faktörler içerisinde beslenme yüksek öneme sahiptir (Hamaker ve Tunçil, 2014). Kalın bağırsak florasını oluşturan mikroorganizmaların, vücutta önemli işlevleri (metabolik, koruyucu ve yapısal) olduğundan dolayı mikrobiyal ortamın sağlıklı olması konakçı sağlığının da korunmasında etkilidir (Pascale ve ark., 2018; Amanpour ve ark., 2022). Mikrobiyotanın çok çeşitli oluşu ve hastalık durumları incelendiğinde çeşitliliğin fazla olduğu mikrobiyotada hastalıklara karşı korunmanın daha kuvvetli olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak mikrobiyotanın çeşitli oluşu iyi ve sağlıklı bir bağırsağın göstergesi olarak kabul edilmektedir (Valdes ve ark., 2018).

Kalın bağırsakta sindirim sonucunda önemli metabolitler üretilir ve günümüz teknolojisinde çeşitli metagenomik yöntemler kullanılarak bu metabolitler dışkıda tespit edilirler. Diyet liflerinin fermentasyonu kalın bağırsakta gerçekleşir ve fermentasyon sonucunda farklı gazlar ve kısa zincirli yağ asitleri (KZYA) üretilir. Kısa zincirli yağ asitleri, diyet liflerinin fermentasyonu sonucunda kolonda yer alan mikroorganizmalar tarafından üretilen metabolitlerdir. Kalın bağırsakta üretilen kısa zincirli yağ asitleri bağırsak pH'sını düşürerek patojen mikroorganizmaların gelişmesini engellerler (Slavin, 2013) ve bu sayede konakçının sağlığı açısından önem arz etmektedirler (Tunçil, 2016).

Asetat, bütirat ve propiyonat kalın bağırsakta ortaya çıkan önemli kısa zincirli yağ asitleridir ve bu kısa zincirli yağ asitleri kalın bağırsakta oluşan toplam mikrobiyal

metabolitlerin yaklaşık %90-95'lik kısmını oluşturmaktadır (Rios- Covion ve ark., 2016). Bütirat en önemli kısa zincirli yağ asidi olarak kabul edilmekte ve insan kalın bağırsağında bulunan canlıların temel enerji kaynağı olarak bilinmekle birlikte günümüzde fareler üzerinde yapılan çalışmalarda bütiratın, insülin duyarlılığını artırdığı ve obeziteyi önleyici etkisi olabileceği sonucuna varılmıştır (Louis ve ark., 2007). Propiyonatlar yağ asidi reseptörleriyle tepkimeye girerek tokluk sinyalinin düzenlenmektedir (Louis ve ark., 2007). Dışkıda en fazla üretilen kısa zincirli yağ asidi türü asetatdır ve toplam kısa zincirli yağ asidi miktarının yaklaşık %60-75'ini oluşturmasını yanısıra kalın bağırsakta yaşayan pek çok mikroorganizma tarafından üretilmektedir (Louis ve ark., 2007). En fazla üretilen kısa zincirli yağ asidi olan asetat, kolesterolde ve iştahın düzenlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Amanpour ve ark., 2022).

Kalın bağırsakta bakteriyel büyümenin gerçekleşebilmesi için gerekli temel substratlar, üst sindirim sisteminde sindirilmeyip kalın bağırsağa geçen diyet lifleridir (Gibson, 1998). Diyet lifi ile beslenme kalın bağırsak mikrobiyotasına pek çok fayda sağlamaktadır. Konakçının bağışıklık sistemini düzenlemek, bağırsak bütünlüğünü korumak, enerji sağlamak ve bağışıklığı düzenlemek gibi faydaları mevcuttur (Ye ve ark., 2022). Çizelge 2.11'de çiğ sert kabuklu meyvelerin diyet lifi içerikleri verilmiştir.

Çizelge 2.11. Çiğ sert kabuklu meyvelerin diyet lifi içerikleri (Rhodes ve ark., 2020; An ve ark., 2022)

Sert Kabuklu Meyve	Diyet Lifi Miktarı (g/100g)
Antep fıstığı	10,3
Badem	12,5
Ceviz	6,8
Fındık	9,7
Kaju	3,0

Çizelge 2.12'de çiğ sert kabuklu meyvelerin diyet liflerinin karbonhidrat bileşimleri ve üronik asit miktarları verilmiştir. Sert kabuklu meyvelerin yapılarında bulunan bileşenlerin (yağ, protein, nem, karbonhidrat, antioksidan ve fenolik madde) bileşimleri ve sağlık açısından önemini belirlemeye yönelik pek çok çalışma yapılmıştır (Akça ve Köroğlu, 2005; Ahmad, 2010; Salam, 2010; Şengül, 2019; Çetin ve ark., 2022). Fakat bu sert kabukluların yapısında bulunan, önemli bir bileşik olan diyet lifi içerikleri ve insan kalın bağırsak sağlığı üzerine olumlu etkilerini belirlemek amacıyla yapılmış

çalışma pek yoktur. Sert kabuklu meyvelerin diyet liflerine yönelik yapılmış bazı çalışmalar ve elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır:

- Sağlıklı hayvanların diyetine 4 hafta Antep fıstığı takviyesi sonucunda Bacteroidetes seviyelerinde azalma, Firmicutes popülasyonunda artış tespit edilmiştir. Mikroflora ağırlıklı olarak Firmicutes ve Bacteroidetes'ten oluşmuş fakat düşük miktarlarda Proteobakteriler ve Actinobakteriler de farklı tanımlanmıştır (Yanni ve ark., 2020).
- Diyabetik farelerde Antep fıstığı ile beslenme sonucunda Lactobasiller ve Bifidobacteria önemli oranda artmıştır ve bağırsak mikrobiyotası düzene girmiştir (Yanni ve ark., 2020).
- Badem tüketimi *Lachnospira*, *Roseburia* ve *Dialister* cinslerinin bolluğunu artırırken, bütirat konsantrasyonunda da yükselmeye sebep olmuştur (Holscher ve ark., 2018b).
- Çiğ ve kavrulmuş bademlerde yapılan *in vitro* çalışma da badem tüketimi *L. achidophilus* ve *B. breve*'nin gelişimini simüle etmiştir. Bifidobakteriler ve Lactobasillerin büyümesini teşvik etmede çiğ bademler kavrulmuş olan bademlere göre daha etkili olmuştur (Liu ve ark., 2016).
- Çalışma sonucunda badem takviyesi ile dışkıda *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* popülasyonunda önemli bir artış elde edilmiştir (Liu ve ark., 2014; Yanni ve ark., 2020).
- Gerçekleştirilen *in vitro* çalışma sonucunda beyazlatılmış badem tozunun Bifidobacteria ve *Eubacterium rectale* popülasyonunda önemli oranda artışa ve bunun sonucunda bütirat konsantrasyonlarında artışa sebep olduğu belirlenmiştir (Mandalari ve ark., 2008b; Udayarajan ve ark., 2022).
- Ceviz küspesi asetik, bütirik ve propiyonik asit üretimini önemli ölçüde arttırmıştır (Wang ve ark., 2021).
- Cevizde bulunan oligopeptidler *L. plantarumun* büyümesini ve çoğalmasını desteklemiştir (Ding ve Li, 2021).
- Yetişkin bireylerin cevizle beslenmesi sonucunda *Feacelibacterium*, *Clostridium*, *Dialister* ve *Roseburia* seviyelerinde %49-160 oranında artış gözlemlenmiştir (Holscher ve ark., 2018a).
- Fındıklarda 22.52g/100g'ı çözümlü olmak üzere toplam 68.14g/100g diyet lifi tespit edilmiştir (Özyurt ve Otles, 2018).

- 5.89g/100g lif içeren kaju posası örnekleri 32 erkek farenin diyetine eklenmiştir. Mikrobiyotada Firmicutes, Actinobacteria, Verrucomicrobia baskınlığından Firmicutes, Verrucomicrobia, Bacteroidetes baskınlığına değişim olmuştur. *Akkermansia* cinsinde artışlar meydana gelmiştir (Egea ve ark., 2022).
- Yağı alınmış kaju küspesinin gastrointestinal sindirimi sonrası kalan diyet lifinin çözünmeyen kısmı karbonhidrat ikamesi olarak kullanılmış ve *B. animalis* üzerinde pozitif etkisi gözlemlenmiştir (Bisinotto ve ark., 2021).

Çizelge 2.12. Çiğ sert kabuklu meyvelerin diyet liflerinin karbonhidrat bileşimleri ve üronik asit miktarları (g/100g) (Cardozo ve LÍ., 1994).

Sert Kabuklu Meyve	Yöntem	Ramnoz	Arabinoz	Ksiloz	Mannoz	Glukoz	Galaktoz	Üronik Asit
Antep Fıstığı	AOAC	Tespit edilemedi	1.25	0.30	0.04	0.48	0.45	1.29
Badem	AOAC	0.06	1.84	0.54	0.19	0.80	0.26	1.46
Ceviz	AOAC	0.04	0.49	0.30	0.24	0.79	0.21	1.15
Kaju	AOAC	0.06	0.54	0.26	0.24	0.74	0.33	0.85

2.3. Sert Kabuklu Meyveler ve Protein Sindirilebilirliği

Sindirilebilirlik, genellikle makro yapıda bulunan besinlerin, sindirim derecelerini ifade eden bir terimdir (Tekiner ve ark., 2022). Sindirim olayı gerçekleşirken proteinler peptitlere ve en son olarak vücutta kabul edilen amino asitlere hidrolize edilir. Tüm bu hidroliz işlemlerini gerçekleştiren enzimlere peptidaz denmektedir. İnsan sindirim sisteminde görevli peptidazlar mide, pankreas ve ince bağırsakta bulunmaktadır (Joye, 2019). Yüksek yağ içeriklerine ilaveten, sert kabuklu meyveler yapılarında yüksek oranda protein içermektedir. Örneğin, ticari öneme sahip bazı sert kabuklu meyve örneklerinin protein içeriklerinin çoktan aza doğru sıralanışı; ceviz (26.1 g/100g), badem (%21.9 g/100g), Antep fıstığı (20.6 g/100g), kaju (18.2 g/100g) ve fındık (13.7 g/100g) şeklindedir (Brufau ve ark., 2006). Bitkisel kaynaklı protein açısından önemli bir kaynak olan sert kabuklu meyve proteinlerinin beslenme açısından yüksek kalitede olduğu belirtilmektedir (Brufau ve ark., 2006). Proteinlerin kalitesi sindirilebilirlikleri ile ilişkilendirilmektedir. Bitkisel kaynaklı proteinlerin vücuttaki yararlılık oranı üzerinde proteinin sindirilebilirlik oranı önemli bir etkiye sahiptir. Proteinlerin sindirilebilirliği,

proteinlerin içinde ve dışında bulunan faktörlere bağlıdır. İç faktörler; protein amino asit profili, çapraz bağlanma ve protein katlanmasıdır. Dış faktörler arasında pH, sıcaklık ve iyonik güç koşulları, emülgatörler gibi ikincil metabolitlerin varlığı ve beslenme karşıtı faktörler bulunur (Joye, 2019). Joye (2019)'da gıda işlemenin bu faktörler üzerine dolaylı olarak da protein sindirilebilirliğine önemli etkisi olduğu bildirilmiştir. Bitkisel kaynaklı proteinler genellikle düşük bir sindirilebilirliğe sahiptirler ve lösin, lisin, metiyonin gibi esansiyel aminoasitlerden fakir olduğu ortaya çıkarılmıştır (Oğuz ve Saka, 2021). Şekil 2.13'de sert kabuklu meyvelerin yapısındaki aminoasitler ve sindirilebilirlikleri verilmiştir. Emilim ve sindirilebilirlik proteinler için oldukça önemli iki parametredir. Yapıda bulunan proteinler sindirilemiyorsa veya kötü sindiriliyorsa yararlı olarak kabul edilmez (Qamar ve ark., 2020). Bazı sert kabuklu meyve türlerinin protein sindirilebilirlikleri ile ilgili yapılmış çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Konofor diğer adıyla Nijeya cevizi proteinleri üzerinde pepsin ve pankreatin enzimleri ile yapılan *in vitro* bir sindirilebilirlik çalışmasının sonuçlarına göre proteinlerin konsantrasyonu arttıkça sindirilebilirliğinde arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Örneklerin sindirilebilirlik değerleri %52.28-%73.47 arasında değişim göstermiştir. Genel olarak ceviz örneklerinin sindirilebilirlik değerleri arasında farklılıklar gözlemlenmiştir (Gbadamosi ve ark., 2012). Cevizlerde bulunan proteinler yüksek sindirilebilirlik göstermişlerdir ve aynı zamanda cevizin iyi bir esansiyel aminoasit dengesine sahip olduğu ifade edilmiştir (Paz-Yepeç ve ark., 2019). Yapıdaki ana protein fraksiyonu glutelin (%70)'lerdir ve glutelinin ardından globülinler (%18), albüminler (%7) ve prolaminler (%5) gelmektedir (Paz-Yepeç ve ark., 2019). Sze-Tao ve Sathe, (2000), cevizde bulunan glutelinin, sindirimde görevli kimotripsin, tripsin ve pepsin proteazlarına karşı duyarlılığını *in vitro* şartlarda araştırmış ve sindirimde kullanılan proteaz türünden bağımsız olarak, hidroliz işleminin birkaç dakika içerisinde gerçekleştiği görülmüştür. Proteazlar arasında kıyaslama yapıldığında ise, tripsinin diğer iki proteaz türüne kıyasla proteinleri daha hızlı hidrolize ettiği belirlenmiştir. Isı denatürasyonu kimotripsin ve pepsin ile glutelin proteolizini tripsine kıyasla daha fazla artırmıştır. Çalışmadan elde edilen tüm veriler sonucunda *in vitro* şartlarda cevizde bulunan glutelinlerin yüksek oranda sindirilebilir proteinler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Mandalari ve ark. (2008a), yapmış oldukları çalışmada ince bir şekilde öğütülen bademlerin içermiş oldukları proteinlerin, doğal olarak küp halinde bulunan badem örneklerinin yapısındaki proteinlere kıyasla daha sindirilebilir olduğu sonucuna ulaşmıştır. Böylece hücre duvarında meydana gelen bozulmaların protein sindirilebilirliği

üzerindeki etkisi ortaya çıkarılmıştır. Öğütme esnasında hücresel yapılar açılır ve protein matrisinin çevreye maruziyeti artar. Bu sebeple, boyut küçültme işlemleri genellikle protein sindirilebilirliğini artırmaktadır (Joye, 2019; Lappi ve ark., 2022). Sze-Tao ve Sathe (2000), badem proteinlerinin *in vitro* şartlarda sindirilebilirliğini değerlendirdikleri çalışmada kullanılan proteazlardan, pepsinin en etkili hidrolizi gerçekleştirdiği sonucunu elde etmişlerdir.

Sathe ve ark. (1997), yapmış oldukları çalışmada kajunun yapısında bulunan doğal globulinlerin, pepsin enzimi ile kolaylıkla proteolize uğradığı sonucuna ulaşmış, bunun yanı sıra, tripsin ve kimotripsin ile de globulinlerin proteolize uğradığını fakat bu işlem biraz sınırlı gerçekleştiği için, tam olarak parçalanma meydana gelmediğini ifade etmişlerdir. Globülinin ısı ile denatürasyona uğratılması sonucunda proteolize karşı meydana gelen direnç kırılmış ve kajunun yapısında bulunan globülinler hem doğal olarak hem de ısıyla denatürasyon sonucunda pepsin tarafından etkili şekilde hidrolize edilmiştir.

House ve ark (2019), kazein kontrolüne (%96) karşı farklı badem çeşitleri kullanarak yapmış oldukları çalışmada örneklerin protein sindirilebilirliklerini %85.7-%89.9 aralığında tespit etmiştir.

Çizelge 2.13. Sert kabuklu meyvelerin aminoasitleri ve sindirilebilirlikleri (Zhao ve ark., 2020)

Sert kabuklu meyve	Albümin (%)	Globülin (%)	Prolamin (%)	Gluten (%)	Sindirilebilirlik (%)
Antep fıstığı	25,00	66,00	2,00	7,30	-
Badem	75,43	13,63	5,75	5,18	73,52
Ceviz	6,80	17,60	5,30	70,10	86,22
Fındık	67,18	17,62	3,17	6,53	-
Kaju	7,69	17,30	-	7,80	69,71

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez çalışmasında materyal olarak Antep fıstığı (*Pistachio vera* L.) (Şekil 3.1), badem (*Amygdalus communis* L.) (Şekil 3.2), ceviz (*Juglans regia* L.) (Şekil 3.3), fındık (*Corylus avellana* L.) (Şekil 3.4) ve kaju (*Anacardium occidentale*) (Şekil 3.5) kullanılmıştır. Çalışmaya dahil edilen fındık örnekleri Tombul çeşidine; badem örnekleri Ferragnes çeşidine; Antep fıstığı örnekleri Uzun çeşidine; ceviz örnekleri Chandler çeşidine ait olup, fındık örnekleri, Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Giresun)'nden; badem ve Antep fıstığı örnekleri, Antep Fıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Gaziantep)'nden; ceviz ve kaju örnekleri ise Konya ilinde bulunan ilgili satıcılardan temin edilmiştir. Ceviz örnekleri Konya ili, Beyşehir ilçesi, Yenidoğan bölgesinde Foodex Tarım Ceviz Üretim Çiftliği tesislerinde üretilmiştir. Kaju örnekleri ise Pınar Kuruyemiş tarafından temin edilmiş olup, menşei Vietnam (Olam Vietnam LTD.)'dir.



Şekil 3.1. Kabuklu, kabuğu ayıklanmış ve yağı alınmış toz halde Antep fıstığı örneği



Şekil 3.2. İç badem ve yağ alınmış toz badem örneği



Şekil 3.3. Kabuklu, kabuğu ayıklanmış ve yağı alınmış toz halde ceviz örneği



Şekil 3.4. Kabuklu, kabuğu ayıklanmış ve yağı alınmış toz halde fındık örneği



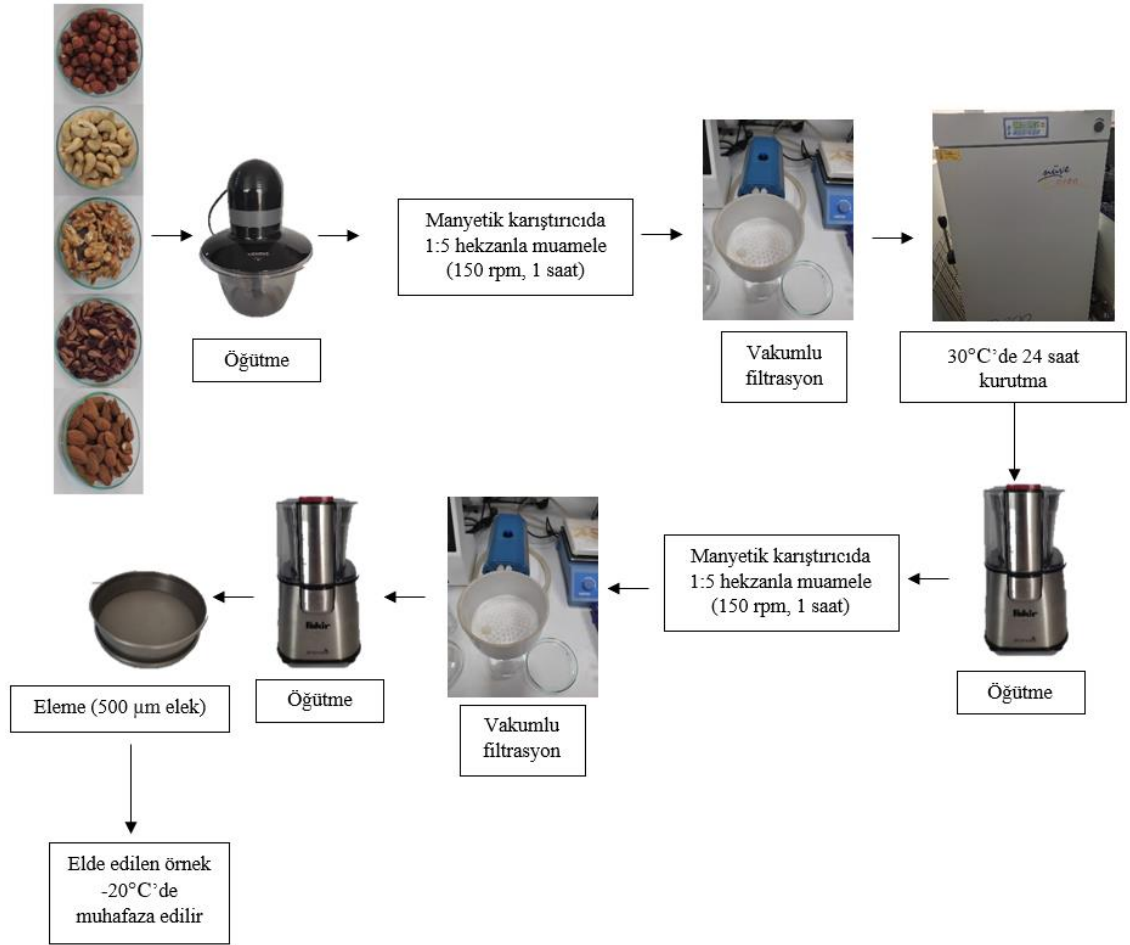
Şekil 3.5. Kaju fıstığı ve yağı alınmış toz kaju örneği

3.2. Yöntem

3.2.1. Örneklerin hazırlanması

Örnekler ilk olarak blender yardımıyla parçalanmış, ardından parçalanmış örnekler hekzan ile 1:5 oranında (1g örnek için 5 ml hekzan) 1 saat süre ile manyetik karıştırıcıda (150 rpm) oda sıcaklığında karıştırılmıştır. İşlem sonunda örnek karışımı vakum filtrasyon düzeneğinde filtre edilmiştir. Filtrasyon sonucunda elde edilen pelet kısmı hekzan kalıntısını ortadan kaldırmak amacıyla 30°C'de 24 saat etüvde

kurutulmuştur. Hekzandan arındırılan, kısmi yağı uzaklaştırılmış örnekler akabinde kahve öğütücüsü ile öğütülmüş soğuk ekstraksiyon ile yağ uzaklaştırma işlemi, vakum filtrasyon ve kurutma aşamaları tekrar edilmiştir. Kurutulmuş örnekler parçacık boyutunda tekdüzeliği sağlamak amacıyla son aşamada tekrar kahve öğütücüsü ile öğütülmüş ve ardından 500 µm çaplı elek ile elenmiştir. Örnekler aşağıda belirtilen analizler gerçekleştirilinceye kadar -20°C’de depolanmıştır. Örnek hazırlama aşamaları Şekil 3.6’da özetlenmiştir.



Şekil 3.6. Kısmi yağ uzaklaştırma işlem basamakları

3.2.2. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin besinsel ve anti besinsel (fitik asit) içeriklerinin belirlenmesi

3.2.2.1. Nem miktarı

Örneklerin içermiş oldukları nem miktarları, 5 gram örneğin 105 ± 2 °C’de etüvde sabit tartıma gelene kadar bekletilmesi sonucunda oluşan ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır (AOAC Official Methods 920.149) (Şekil 3.7) (AOAC, 2012). Bu analiz her örnek için 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.2. Ham yağ miktarı

Örneklerdeki yağ miktarı Soxhlet metodu ile belirlenmiştir. Öğütülmüş örneklerden 5'er gram filtre kağıtlarına tartılmış ve Soxhlet kartuşlarına yerleştirilmiştir. Kartuşlar ekstraktöre yerleştirilip hekzanla muamele edilmiş ve geri soğutucu sistem ile yağ ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Yağ miktarı % olarak kuru madde üzerinden hesaplanmıştır (AOAC, 2012) (Şekil 3.7). Her örnek için 3 tekerrür yapılmıştır.



Şekil 3.7. Soxhlet yağ tayin cihazı

3.2.2.3. Ham protein miktarı

Yağı alınmış sert kabuklu örneklerinden LECO protein tayin cihazının (FP828, USA) numune kaplarına 0,100 g tartılmış ve yuvarlak şekilde kapatılmıştır. 950-850°C 'lere ulaşan fırın sıcaklığına sahip cihazda (Şekil 3.8) örnekler helyum, oksijen ve kuru hava gazlarının yardımıyla yakılmış ve içerisinde bulunan azot miktarı hesaplanmıştır.

Cihaz örneklerimiz için 6.25 protein faktörünü kullanarak % protein değerlerini hesaplamıştır. Analiz her örnek için 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.8. Leco protein cihazı

3.2.2.4. Kül miktarı

Örneklere bulunan kül miktarı, 3-5 gram örneğin kül fırınında 550°C’de esmer lekeler kalmayınca kadar yakılması sonucu meydana gelen ağırlık kaybından, % kuru madde üzerinden hesaplanmıştır (AOAC Official Methods 923.03) (AOAC, 2012). Her örnek için 3 tekerrür yapılmıştır.

3.2.2.5. Fitik asit miktarı

Örneklere bulunan fitik asit miktarları, Megazyme® Phytic Acid Assay Kit (Megazyme Ltd., Wicklow, Ireland) kullanılarak, belirtilen işlem basamakları sırasıyla uygulanarak, spektrofotometrik olarak hesaplanmıştır. Analiz her örnek için 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi

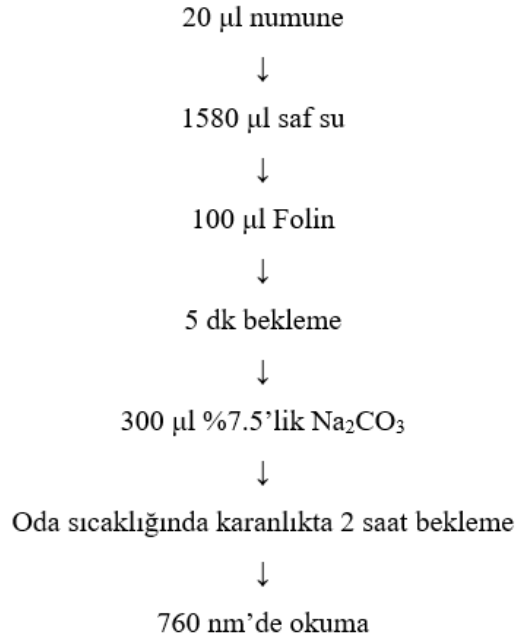
3.2.3.1. Örnek ekstraksiyonu

Örnek ekstraksiyonu, Tuncil ve Çelik (2020) tarafından detayları verilmiş olan metot dahilinde gerçekleştirilmiştir. Özetle, 1.25 g yağsız örnek 12.5 ml metanol:0.16M HCl:saf su (8:1:1, hacimce) (solvent A) ile 10 dk boyunca ultratırrax (IKA T25) (10.000 rpm) işlemine maruz bırakılmıştır. Ultratırrax işlemi sırasında oluşabilecek muhtemel

ısının fenolik bileşenlere olabilecek muhtemel olumsuz etkisini önlemek maksadıyla, ultraturrax işlemi boyunca örnekler buz banyosunda tutulmuştur. Akabinde örnekler 2 saat boyunca döner karıştırıcıda (dakikada 40 tur şeklinde) karanlık ortamda karıştırılmıştır. Karışım 4°C, 5.000 rpm'de 3 dakika santrifüjlenmiş, süpernatant kısmı toplanmış ve pelet kısmı üzerine 12.5 ml %70'lik aseton çözeltisi (solvent B) ilave edilerek tekrar karanlık ortamda döner karıştırıcıda, dakikada 40 tur şeklinde 2 saat boyunca karıştırılmıştır. Akabinde örnekler 4°C, 4.000 rpm'de 20 dakika santrifüjlenmiş ve elde edilen süpernatant ile ilk elde edilen süpernatant karıştırılmıştır. Son olarak karışım balon jöjeye alınmış ve 1:1 (hacimce) oranında solvent A + solvent B karışımı ile 25 ml'ye tamamlanmış ve ekstraktlar elde edilmiştir. Elde edilen ekstraktların etrafı folyo ile kapatılmış falcon tüpleri içerisinde, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizleri gerçekleştirinceye kadar -20°C'de depolanmıştır.

3.2.3.2. Fenolik bileşen analizi

Ürünlerin içerdiği oldukları toplam fenolik madde miktarı Demirkol ve Tarakçı (2018) tarafından tanımlanmış ve Şekil 3.9'da detayları verilmiş olan metot dahilinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.9. Fenolik madde analizi (Demirkol ve Tarakçı, 2018).

Kantifikasyon işleminin amacı ile farklı konsantrasyonlarda (0, 0.125, 0.25, 0.5, 1.2 mg/ml) gallik asit standartları hazırlanmış ve analiz işlemlerine tabi tutularak gallik asit standart kurvesi çizilmiştir (Demirkol ve Tarakçı, 2018). Analiz her örnek için 3 tekrürlü gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.3. Antioksidan kapasitesi

Örneklerin antioksidan kapasiteleri Çelik ve Tunçil (2020) tarafından detayları verilmiş olan ABTS ve DPPH yöntemleri kullanılarak belirlenmiş olup, her bir metodun detayı aşağıda verilmiştir.

3.2.3.3.1. ABTS yöntemi

Analizden bir gece önce ABTS kimyasalı hazırlanmış ve oda sıcaklığında, karanlıkta bir gece süresince bekletilmiştir. Verilen metotta belirtilen şekilde PBS solüsyonu hazırlanmıştır. Stok Trolox çözeltisinden standartlar (0; 0.0125; 0.025; 0.05; 0.0625; 0.075; 0.1; 0.15; 0.175 mg/ml) hazırlanmıştır. Analize başlamadan önce örnekler saf su ile, ABTS'de PBS ile seyreltilmiştir. Örnekler farklı konsantrasyonlarda (10, 15, 20, 25, 30 µl) küvetlere alınmış ve ekstraksiyon solventi (1:1 oranında solvent A+ solvent B) ile 50µl'ye tamamlanmıştır. Üzerine 1 ml ABTS eklenmiş ve karanlıkta 6 dk boyunca bekletilip ardından 734 nm'de spektrofotometrede okuma yapılmıştır (Çelik ve Tunçil, 2020). Trolox standartlarından da 50 µl küvetlere alınarak aynı işlemler uygulanmıştır ve çıkan sonuçlarla Trolox standart kurvesi çizilmiştir.

3.2.3.3.2. DPPH yöntemi

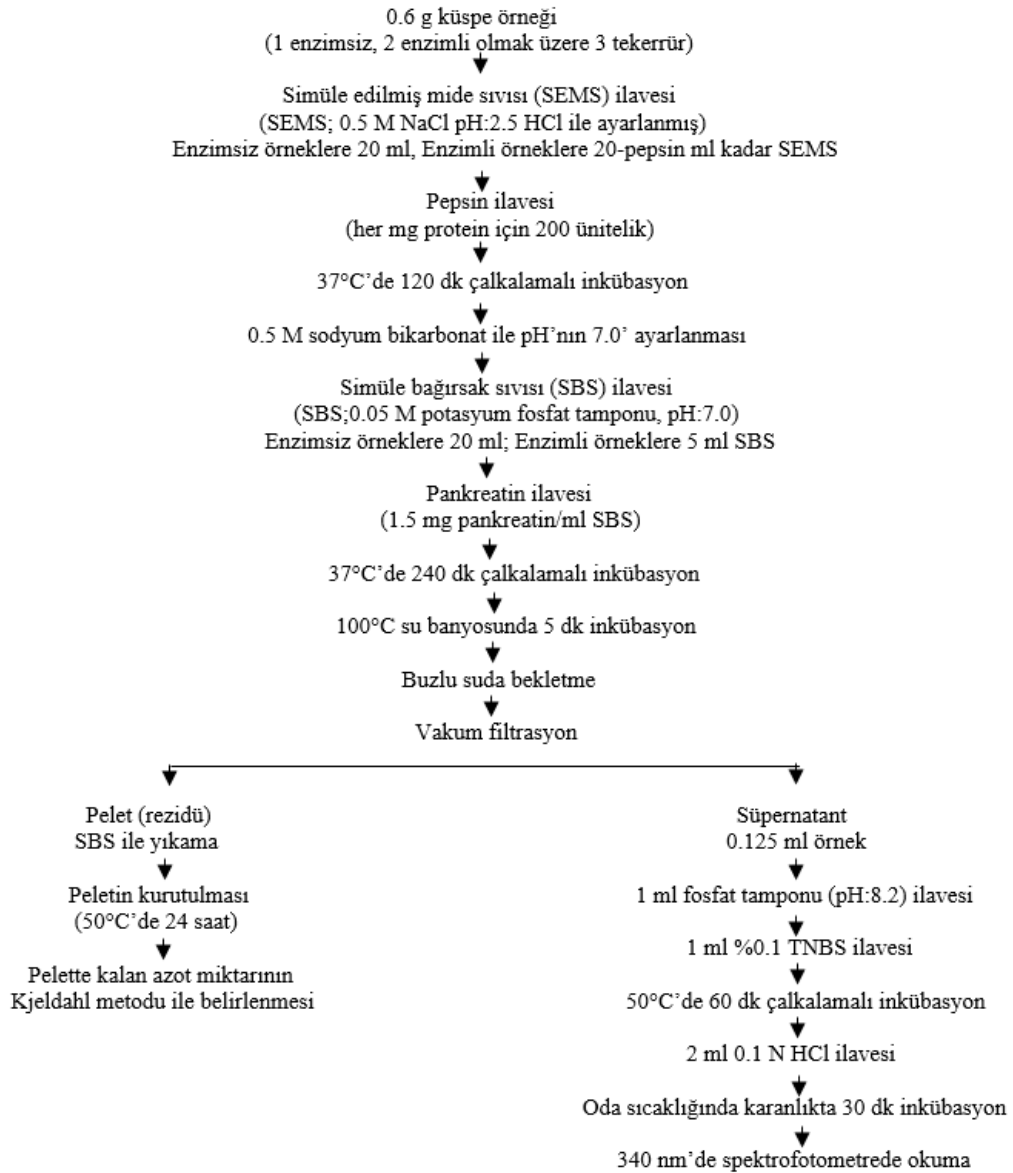
Metotta belirtilen oranda DPPH radikali hazırlanmıştır. Trolox stok çözeltisinden 0; 0.0125; 0.025; 0.05; 0.0625; 0.075; 0.1; 0.15 mg/ml oranlarında standartlar hazırlanmıştır. Bu standartlardan 50 µl küvetlere alınmış ve üzerine 1 ml DPPH ilave edilmiş ve oda sıcaklığında iki saat karanlıkta bekletildikten sonra 515 nm'de okuma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlardan hesaplamalarda kullanılmak üzere standart kurve çizilmiştir. Seyreltilmiş örneklerimizden 10, 20, 30, 40 ve 50 µl küvetlere alınarak ekstraksiyon solventi ile 50 µl son hacme tamamlanmış ve ardından DPPH ilave edilerek karanlıkta oda sıcaklığında (25°C) 30 dk inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Çelik ve Tunçil, 2020).

3.2.4. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin içerdikleri proteinlerin sindirilebilirliklerinin *in vitro* şartlarda belirlenmesi

Bu aşamada, seçili sert kabuklu meyve türlerinin içermiş oldukları proteinlerin sindirilebilirlikleri *in vitro* şartlar altında (sindirim enzimleri pepsin ve pankreatin ile muamele edilerek) Mertz ve ark. (1984) tarafından geliştirilmiş ve Gulati ve ark. (2017;2020) tarafından modifiye edilmiş olan metot ile tespit edilmiştir. Örneklerin protein sindirilebilirlikleri hem sindirilmeden kalan protein miktarlarının (Mertz ve ark., 1984; Gulati ve ark., 2017) hem de hidroliz sonucu açığa çıkan aminoasitlerin kantifikasyonunun gerçekleştirilmesi sonucu belirlenmiştir (Adler Nissen, 1979; Gulati ve ark., 2020). Elde edilen veriler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Protein sindirilebilirliği için kullanılan metodun detayları Şekil 3.10'da verilmiştir. Özetle, örneklerde yüksek miktarlarda bulunan yağ etkili bir öğütme işlemine izin vermediğinden dolayı analizde kısmi olarak yağı uzaklaştırılmış küşpe örnekleri kullanılmıştır. Öğütülmüş örnekler ilk olarak şekilde gösterildiği üzere, pepsin enzimi ile muamele edilerek gastrik sindirime maruz bırakılmış, sonrasında pankreatin muamelesi ile bağırsak sindirimine maruz bırakılmıştır. Sindirimler tamamlandıktan sonra santrifüj işlemi uygulanmış ve elde edilen pelet (rezidü) simüle bağırsak sıvısı ile iki kez yıkanmış ve kaybolan azot miktarının belirlenmesi suretiyle % protein sindirilebilirlikleri hesaplanmıştır (Mertz ve ark., 1984; Gulati ve ark., 2020). Santrifüj ile elde edilen süpernatant ise TNBS (2,4,6 trinitrobenzenesulfonik asit) ile muamele edilerek serbest hale geçen amino nitrojen miktarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Analizde kullanılan enzim ve kör numuneden gelen primer aminoasit miktarları örneklerde tespit edilen değerlerden çıkarılmıştır.

Serbest hale geçen amino nitrojen miktarı başlangıçta örnekte bulunan toplam nitrojen miktarına oranlanmış ve böylelikle % protein sindirilebilirliği hesaplanmıştır. Elde edilen iki farklı % protein sindirilebilirlik verileri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Analiz her örnek için 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

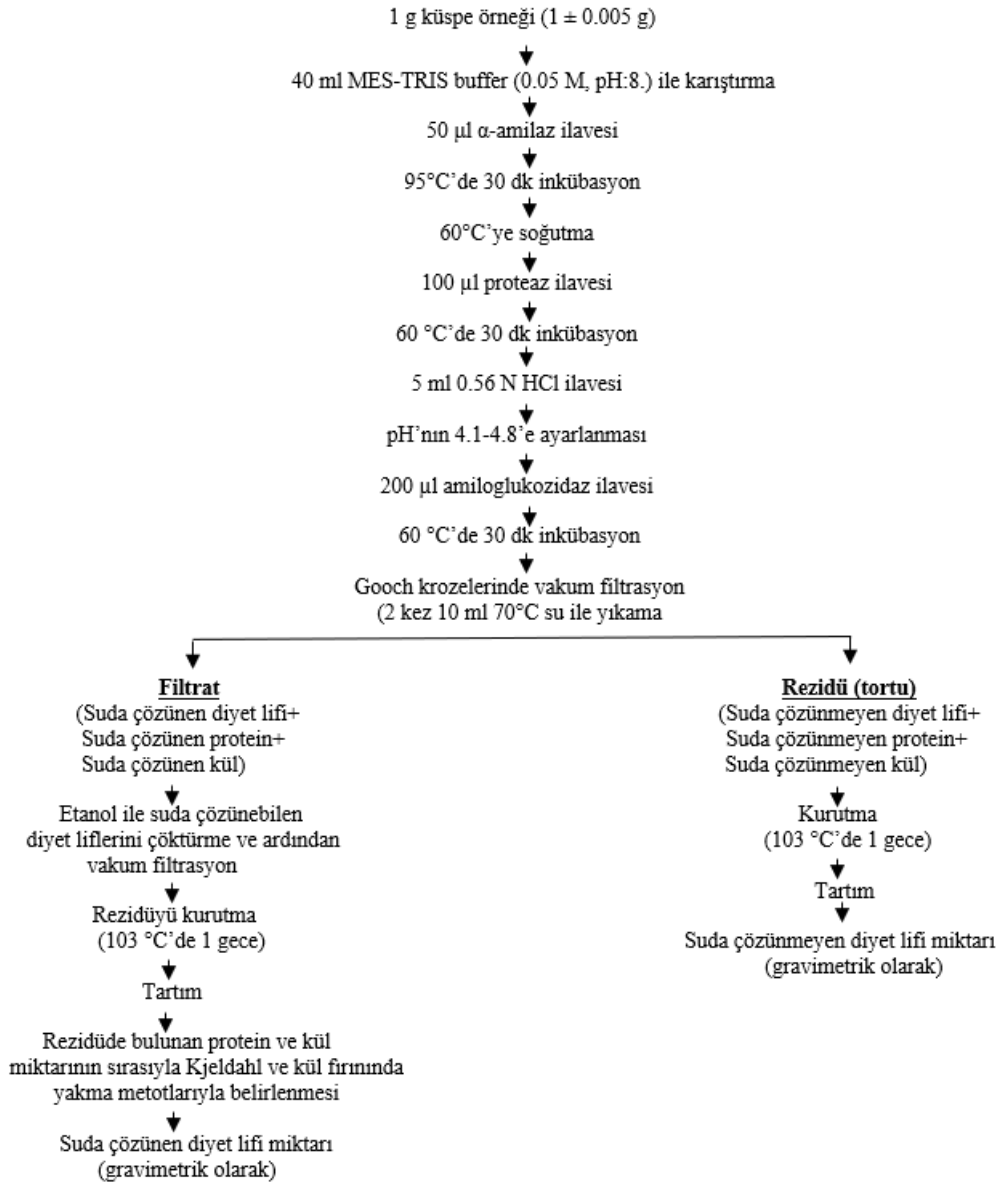
Analiz için bu metodun tercih edilmesinin sebebi, bitkilerde bulunan proteinlerin sindirilebilirliklerini belirlemek amacıyla daha önceden yapılmış pek çok çalışmada bu metodun tercih edilmiş olmasıdır (Hamaker ve ark., 1987; Ejeta ve ark., 1987; Oria ve ark., 1995; Duodu ve ark., 2002; Taylor ve Taylor, 2002; Mokrana ve ark., 2010; Tinus ve ark., 2012; Mkandawire ve ark., 2015; Gulati ve ark., 2020).



Şekil 3.10. Protein sindirilebilirliği analizi işlem basamakları (Gulati ve ark., 2020; Gulati ve ark., 2017; ve Adler-Nissen, 1979'a göre çizilmiştir).

3.2.5. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin diyet lifi içeriklerinin belirlenmesi

Örneklerin suda çözünen ve suda çözünmeyen diyet lifi miktarları, aşağıda Şekil 3.11'de detayları verilen ve AOAC (Association of Official Analytical Chemists) tarafından onaylanmış (AOAC Official Method 991.43) enzimatik-gravimetrik metot ile belirlenmiştir. Örneklerin toplam diyet lifi içerikleri, suda çözünen ve suda çözünmeyen diyet lifi içerik değerlerinin toplanması sonucu hesaplanmıştır. Analiz her örnek için iki tekerrürlü gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.11. Diyet lifi analizi akım Şeması (Daştan, 2022’ye göre çizilmiştir)

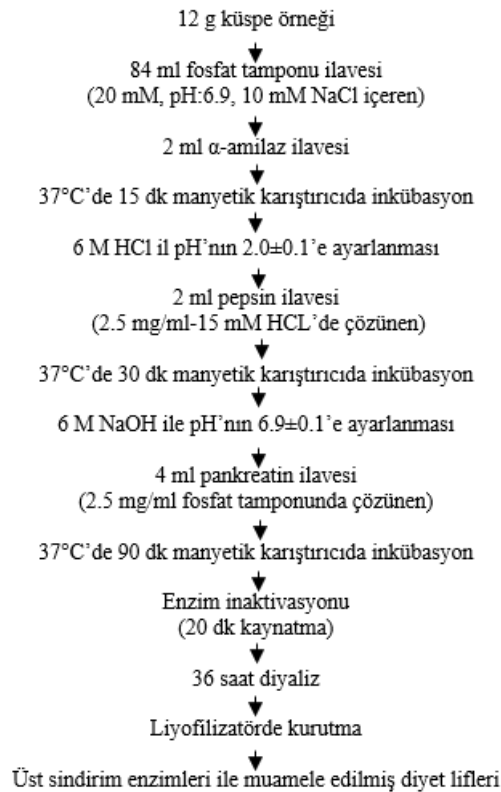
3.2.6. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin kolonik mikroflora kompozisyonuna etkilerinin belirlenmesi

3.2.6.1. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin üst sindirim enzimleri ile muamele edilmesi

Gıdalar tüketicilerden sonra, ağız, mide ve ince bağırsakta sindirim enzimleri ile sindirilir ve emilimleri gerçekleşir. Parçalanmadan kalan kısım ise kalın bağırsağa geçer

ve burada mikroorganizmalar tarafından fermente edilirler. Bu aşamada amaç, örnekleri sindirim enzimleri ile muamele ederek sindirilebilen fraksiyonlarını ayırmaktır.

Sert kabuklu meyve örnekleri Şekil 3.12’de detayları verilen yöntem kullanılarak, pepsin ve pankreatin enzimleri ile muamele edilmiş, bu sayede örneklerin insan mide ve ince bağırsağında parçalanan ve emilen kısımları uzaklaştırılmıştır. Elde edilen örnekler *in vitro* fekal fermentasyon çalışmalarında kullanılmıştır.



Şekil 3.12. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin üst sindirim sistemi enzimleri ile *in vitro* şartlar altında muamele edilmesi (Tuncil ve ark., 2018'e göre çizilmiştir)

3.2.6.2. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin kalın bağırsak mikroorganizmaları ile *in vitro* şartlar altında fermentasyona bırakılması

Üst sindirim enzimleri ile muamele edilmiş olan örnekler, Tuncil ve ark., (2018a, 2018b, 2020) detayları verilen yöntemle göre kalın bağırsak mikroorganizmaları ile fermentasyona bırakılmıştır. Karbonat fosfat tampon çözeltisi hazırlanmış, 121°C’de 20 dakika otoklavlanıp sterilize edilmiş ardından oda sıcaklığına soğutulmuştur. İçerisine indirgeyici ajan olarak sistein hidroklorür (0.25 g/L tampon) eklenmiştir. Tampon anaerobik kabine (Şekil 3.13) yerleştirilmiş ve içerisinde bulunması muhtemel oksijenin

uzaklaşması için bir gece kabinde bekletilmiştir. Üst sindirim enzimleri ile muamele ettirilmiş olan sert kabuklu meyve örnekleri, her saat noktası (0, 6, 12 ve 24 saat) için 25 ml Balch tüplerine (Chemglass Life Sciences, Vineland, NJ) tartılmıştır (50 mg). Kontrol örneği olarak inülin (Fibrelle ®; İstanbul, Türkiye) aynı şekilde tartılıp hazırlanmıştır. Substratları bulduran tüpler 121 °C’de otoklavlanmış ve her Balch tüpüne 4 ml karbonat-fosfat tamponunun ekleneceği anaerobik kabine aktarılmıştır. Ertesi gün, düzenli beslenen ve en az 3 ay boyunca antibiyotik tüketmemiş sağlıklı donörlerden (n=3) dışkı örnekleri temin edilmiştir. Dışkı örnekleri, toplama kaplarında sıkıca kapatılmış, buz üzerinde anaerobik kabine aktarılmıştır (dışkı örnekleri toplandıktan sonra iki saat içerisinde kullanılmıştır). Dışkı örnekleri karbonat-fosfat tamponu [dışkı:tampon 1:3 (w/v)] ile homojenize edilmiş ve 4 katlı cendere bezinden süzülmüştür. Her karışımdan 30 ml bir beherde toplanmış ve dışkı karışımı elde edilmiştir. Bu aşamada amaç, mikroorganizma çeşitliliğini sağlamak ve bu sayede dışkıda daha fazla sayıda ve farklı türde mikroorganizma tespit etmektir. Her tüpe bu dışkı karışımından 1 ml ilave edilmiştir. Tüpler butil kauçuk tıparlarla kapatılmış, alüminyum contalarla (Chemglass Life Sciences) hava geçirmeyecek şekilde kapatılmış ve çalkalamalı inkübatörde (150 rpm) 37°C’de inkübasyona bırakılmıştır. Analiz her örnek için üç tekerrürlü gerçekleştirilmiştir. Her zaman noktasını sonunda (0, 6, 12 ve 24 saat), tüplerin ağzı açılmış ve kısa zincirli yağ asidi analizi için her tüpten 1 ml alikot toplanmıştır. Üzerlerine 250 µl iç standart (157.5 µl 4-metilvalerik asit, 1.47 ml %85 fosforik asit ve 39 mg bakır sülfat pentahidratın 25 ml ultra saf su hacminde birleştirilmesiyle hazırlanır) eklenmiştir. Toplanan örnekler analize kadar -20 °C’de saklanmıştır. Buna ek olarak analizin 0. ve 24. saatlerinde, DNA ekstraksiyonu yapmak için her tüpten ek olarak 2 ml alikot toplanmış ve -20°C’de saklanmıştır.



Şekil 3.13. Anaerobik kabin

3.2.6.3. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin mikrobiyal metabolitler üzerine etkilerinin belirlenmesi

Kalın bağırsak mikroorganizmalarının fermentasyonu sonucunda kalın bağırsakta bazı mikrobiyal metabolitler açığa çıkar ve bu metabolitlerin %90-95'lik kısmını kısa zincirli yağ asitleri (asetik asit, bütirik asit ve propiyonik asit) oluşturmaktadır. Sert kabuklu meyve diyet liflerinin kalın bağırsakta mikrobiyal fermentasyonu sonucu açığa çıkan kısa zincirli yağ asitlerinin belirlenmesi, Tunçil ve ark. (2020) tarafından detayları verilen metot dahilinde Gaz Kromatografisi (GC) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu maksatla, inkübasyonun 0., 6., 12. ve 24. saatlerinde toplanan örnekler Tunçil ve ark. (2020) tarafından detayları verilen GC şartlarında (kolon akışı; 1.10 ml/dk; fırın başlangıç sıcaklığı: 100°C; FID sıcaklığı: 250°C; 100°C'de 1 dk ve 200°C'de 5.5 dk) GC'de yürütülmüş ve asetik asit, bütirik asit ve propiyonik asit miktarları belirlenmiştir.

3.2.6.4. Fermentasyon sonucu mikrobiyal kompozisyonda meydana gelen değişimlerin metagenomik analizler ile belirlenmesi

Sert kabuklu meyvelerin yapısında bulunan diyet liflerinin fermentasyonu sonucu mikrobiyal bileşimde meydana gelen değişimler, Tunçil ve ark. (2018a, 2018b, 2020) tarafından detayları verilen yeni nesil dizileme (next generation sequencing – 16S rRNA sequencing) tekniği ile belirlenmiştir. Bu amaçla, fermentasyonun 0. ve 24. saatlerinde toplanan dışkı örnekleri kullanılmıştır. Illumina Miseq Teknolojisi ile örneklerde bulunan mikroorganizmaların incelenmesi, aşağıda açıklanan aşamalara göre gerçekleştirilmiştir (Tunçil ve ark., 2017, 2018a; Jovel ve ark., 2016):

DNA ekstraksiyonu: Fermentasyonun 0. ve 24. saatlerinde toplanan örneklerden, Hart ve ark. (2015) tarafından belirlenen “fenol-kloroform metodu” ile DNA ekstrakte edilmiştir. Özetle, örnekler 13.000 rpm, 4°C'de 10 dk santrifüjlenmiş ve süpernatant kısmı uzaklaştırılmıştır. Kalan pelete 1 ml PBS ilave edilmiş ve tekrar santrifüj işlemi uygulanarak süpernatant kısmı uzaklaştırılmıştır. Akabinde örnekler üzerine 500 µl lizozim solüsyonu (1mg/ml) eklenip karıştırılmış ve 37°C'de 45 dk inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında karışım üzerine proteinaz-K solüsyonu ilave edilmiş ve 56°C'de 1 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında örnekler içerisinde 0.3 g silika bulunan kapaklı mikrofüj tüplerine aktarılmıştır. Üzerine 500 µl PCI (fenol:

kloroform: izoamiloalkol; 25:24:1) ilave edilmiş ve bir homozenizatör yardımıyla 3740 rpm'de 10 s homojenize edilmiştir. Sonrasında örnekler üzerine 500 µl CI (kloroform: izoamiloalkol; 24:1) ilave edilmiş ve 15 sn süre ile vortekslenmiştir. 3 dk oda sıcaklığında inkübasyonun ardından 13.000 rpm, 4°C'de 10 dk santrifüjlenmiştir. Süpernatant kısmı steril boş bir eppendorf tüpüne aktarılmıştır. Akabinde örnekler üzerine 100 µl 3M sodyum asetat solüsyonu ilave edilmiş ve düşük hızda 3-5 sn vortekslenmiştir. Sonrasında 1 ml %100 izopropanol ilave edilmiş ve yine düşük hızda 3-5 sn vortekslenmiştir. 10 dk oda sıcaklığında bekletildikten sonra numuneler 13.000 rpm, 4°C'de 30 dk santrifüjlenmiş ve süpernatant kısmı uzaklaştırılmıştır. Kalan kısmın üzerine 500 µl %70'lik soğuk etanol ilave edilmiş ve sonrasında 13.000 rpm 4°C'de 5 dk santrifüjlenmiştir. Soğuk etanol ilavesi ve santrifüj aşaması bir kez daha tekrar edilmiştir. Santrifüj sonrası kalan pelet (DNA) 50 µl TE buffer (Tris-EDTA buffer) içerisinde çözündürülmüş ve örnekler -20°C'de depolanmıştır.

16S rRNA geninin amplifikasyonu: Elde edilmiş olan DNA'lar universal mikrobiyal primerler kullanılarak amplifikasyon işlemine tabi tutulmuştur (Tuncil ve ark., 2018).

PCR ürünlerinin barkodlanması: Elde edilmiş olan PCR ürünleri, Tuncil ve ark., (2018) tarafından detayları verilen protokole bağlı kalınp, TruSeq ikili indeksleme primerleri ile PCR cihazı kullanılarak barkodlanmıştır.

Amplifiye edilmiş ve barkodlanmış 16S rRNA bölgelerinin Illumina Miseq ile sekanslanması: Amplifiye edilmiş ve barkodlanmış 16S rRNA bölgeleri, yeni nesil dizileme (Illumina Miseq) teknolojisi ile sekanslanmıştır (Tuncil ve ark., 2018a).

Biyoinformatik ve istatistiksel analizler: Illumina Miseq dizilim işlemi sonunda elde edilmiş olan genetik bilgiler, SILVA rRNA veritabanında bulunan mikroorganizma 16S rRNA ile karşılaştırılarak, örnekler içerisinde bulunan mikroorganizmaların cinsleri, türleri ve konsantrasyonları belirlenmiştir (Tuncil ve ark., 2018). Karşılaştırma için Mothur yazılım programı kullanılmıştır (<http://www.mothur.org>). Bu sayede, sert kabuklu meyve örneklerinde bulunan diyet liflerinin kalın bağırsak mikroflorasında hangi cinse ve türe ait olan mikroorganizmaların gelişmesini teşvik ettiği ortaya konulmuştur. Ayrıca, karşılaştırma sonucunda farklı sert kabuklu meyve örneklerinin kalın bağırsak

mikrofloralarının çeşitliliğini nasıl etkilediği, Shannon ve Simpson indeksleri kullanılarak karşılaştırılmıştır (Johnson ve Burnet, 2016).

3.2.7. İstatistiksel analizler

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (one way ANOVA) kullanılmıştır. Gruplar arasında açığa çıkan önemli farklılıkların değerlendirilmesinde Tukey karşılaştırma testi kullanılmış ve alfa değeri 0.05 alınmıştır. Hesaplamalarda ve grafik çizimlerinde GraphPad Prism® (Version 8, GraphPad Software Inc., La Jolla, CA 92037 USA) istatistik paket programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Sert Kabuklu Meyve Çeşitlerinin Besinsel İçerikleri

Sert kabuklu meyve çeşitlerinin besinsel içerikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Örneklerin yağ içerikleri ele alındığında, fındık (%68.0) ve cevizin (%67.9) en yüksek yağ içeriğine sahip olduğu ve bunları sırasıyla, Antep fıstığı (%60.40), badem (%55.69) ve kajunun (%48.01) takip ettiği görülmektedir. Antep fıstığı örneği için elde edilen yağ miktarının (%60.40), Hmasalah ve Rasul (2021) tarafından Antep fıstığı üzerine yapılmış bir çalışmada elde edilen sonuçtan (%54.05) yüksek olduğu görülmektedir. Badem örneklerinde elde edilen değer Nanos ve ark. (2002) ve Özcan ve ark. (2010) rapor ettiği değerler ile benzerdir. Benzer şekilde, ceviz örnekleri için tespit etmiş olduğumuz yağ oranı Pereira ve ark. (2008) tarafından rapor edilen ceviz yağ içeriğine (%70.79) benzerlik göstermektedir. Kaju örneği için tespit etmiş olduğumuz yağ içeriği (%48.01) Akınhanmi ve Akıntokun (2008)’un rapor etmiş oldukları değer ile benzerlik göstermektedir. Tunçil (2020) ve Şengül (2019) Tombul fındık çeşidinin yağ içeriklerinin %57.9 olduğunu rapor etmişlerdir. Bizim elde etmiş olduğumuz %68.0 yağ oranı verilen iki çalışmadan da oldukça yüksektir. Fındık örneklerinin yağ içeriklerinde gözlemlenen bu farklılıklar çeşitli nedenlerden dolayı kaynaklanmış olabilir: **1)** Tunçil (2020) ve Şengül (2019) fındık örneklerinden yağ ekstraksiyonu için tek basamaklı ekstraksiyon metodu kullanmış, ancak bu çalışmada yağ ekstraksiyon etkinliğini artırmak amacıyla 2 basamaklı yağ ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir (yöntem bölümünde detayları verilmiştir). **2)** Farklı çalışmalarda kullanılan fındık örneklerinin hasat zamanı, hasat lokasyonu, olgunluk derecesi farklı olabilir ve bu faktörlerin sert kabuklu meyvelerin besinsel içeriğini önemli derecede etkilediği belirtilmiştir (Nanos ve ark., 2002; Şengül, 2019).

Protein sonuçları incelendiğinde ise %23.50 ve %23.46’lık oranlar ile sırasıyla en yüksek değer kaju ve badem örneklerinde tespit edilmiştir. Kaju ve bademin ardından sırasıyla; Antep fıstığı (%20.27), ceviz (%18.15) ve fındık (%14.85) gelmektedir. Örnekler arasında istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) farklılık bulunmuştur. Literatür verileri ile kıyaslandığında, Antep fıstığı örneği için tespit etmiş olduğumuz değer Hmasalah ve Rasul (2021) tarafında rapor edilmiş olan değere (%18.21) benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Fındık örnekleri için tespit etmiş olduğumuz protein değerinin, Tunçil (2020) tarafından rapor edilen değere (%15.8) benzer olduğu, ancak

Şengül (2019) tarafından rapor edilmiş olan değerden (%17.30) düşük olduğu görülmektedir. Ceviz örneğinde de benzer şekilde bir farklılık söz konusudur. Pereira ve ark. (2008) ceviz protein içeriğinin %18.15 olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Akınhanmi ve Akıntokun (2008) kaju protein içeriğinin %36.3 olduğunu raporlamış olup, bu değer bizim çalışmada elde etmiş olduğumuz değerden yaklaşık olarak %57 daha fazladır. Diğer taraftan bu çalışmada badem örnekleri için elde edilmiş olan protein değerinin (%23.50), Özcan ve ark. (2010) ve Levent (2022) tarafından rapor edilen değerlerin (sırasıyla %13.84 ve %18.85) çok üstünde olduğu görülmektedir. Tüm sert kabuklu meyve örneklerinde meydana gelen bu farklılığın, ürünlerin hasat yıllarındaki, olgunluk derecelerindeki ve hasat lokasyonlarındaki farklılıktan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir, çünkü farklı hasat yılı ve süresine bağlı olarak ürünlerin olgunlaşmasının değişiklik gösterdiği ve bu durumun da protein içeriğini etkilediği bilinmektedir (Nanos ve ark., 2002; Şengül, 2019).

Çizelge 4.1. Sert kabuklu meyve örneklerinin besinsel bileşimleri

Sert Kabuklu Meyve	Bileşen miktarı (% , kuru ağırlık üzerinden)			
	Kül	Nem	Protein	Yağ
Antep Fıstığı	2.46 ± 0.10 b	2.63 ± 0.23 b	20.27 ± 0.12 b	60.40 ± 0.34 b
Badem	3.31 ± 0.09 a	3.73 ± 0.04 a	23.46 ± 0.06 a	55.69 ± 0.91 c
Ceviz	1.67 ± 0.06 c	2.59 ± 0.36 b	18.15 ± 0.15 c	67.90 ± 0.31 a
Fındık	2.04 ± 0.40 bc	2.86 ± 0.06 b	14.85 ± 0.01 d	68.0 ± 0.62 a
Kaju	2.65 ± 0.03 b	2.88 ± 0.38 b	23.50 ± 0.07 a	48.01 ± 0.37 d

*Sonuçlar üç tekerrürün ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Her bir değer ortalama ile karşılaştırılmış ve istatistiksel açıdan benzer olanlar aynı harfler ile belirtilmiştir.

Numunelerin kül içeriklerine bakıldığında en yüksek değer badem (%3.31) örneğine ait olduğu görülmektedir. Bunu sırasıyla kaju (%2.65), Antep fıstığı (%2.46), fındık (%2.04) ve ceviz (%1.67) takip etmektedir. Literatür verileri incelendiğinde, badem örneklerinde tespit etmiş olduğumuz değer, Özcan ve ark. (2010) ve Levent (2022) tarafından Ferragnes türü badem üzerine yapılmış olan çalışmalar sonucu elde edilen kül değerlerine (sırasıyla %3.05 ve %3.31) benzer olduğu görülmektedir. Kaju örnekleri için tespit etmiş olduğumuz kül değeri, Akınhanmi ve Akıntokun (2008) tarafından kaju için rapor edilmiş olan değer (%2.8) ile benzerlik göstermektedir. Benzer şekilde, Tombul fındık için tespit edilmiş olan kül içeriği, Şengül (2019) ve Tunçil (2020) tarafından rapor edilen kül değerine benzerlik göstermektedir. Diğer taraftan, bu çalışmada rapor etmiş olduğumuz ceviz kül içeriği (%1.67), Pereira ve ark. (2008)

tarafından rapor edilmiş olan değerin (%4.01) çok altındadır. Antep fıstığı ele alındığında ise Hmasalah ve Rasul (2021)'un rapor etmiş olduğu değerin (%3.10), bu çalışmada elde edilen değerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Literatür verilerindeki bu farklılıkların örneklerin farklı hasat zamanlarından, olgunlaşma derecelerinden ve farklı lokasyonlardan dolayı kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Örneklerin nem içerikleri değerlendirildiğinde, en yüksek nem oranının (%3.73) badem örneklerine ait olduğu görülmektedir. Diğer örnekler arasında kıyaslama yapıldığında, istatistiksel açıdan bir fark ($p>0.05$) bulunmadığı ve sıralamanın; kaju (%2.88), fındık (%2.86), Antep fıstığı (%2.63) ve ceviz (%2.59) şeklinde olduğu görülmektedir. Literatür verileri incelendiğinde, badem örnekleri için elde etmiş olduğumuz nem içeriği değerinin Özcan ve ark. (2010) tarafından Ferragnes türü badem için rapor edilen değer (%3.62) ile benzer olduğu, ancak Nanos ve ark. (2002) tarafından aynı tür badem için rapor edilen değerden (%6.0) yaklaşık olarak %38 daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Hmasalah ve Rasul (2021) (%4) ve Satil ve ark. (2003) (%5.63) Antep fıstığı üzerine yapmış oldukları çalışmada, nem miktarlarının bu çalışmadaki değerden yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Kaju örnekleri incelendiğinde ise, Akınhanmi ve Akıntokun (2008) kaju nem değerinin %7.2 gibi yüksek değerlere çıkabileceğini göstermiştir. Ceviz ele alındığında ise, Pereira ve ark. (2008), çalışmalarında farklı ceviz türlerine ait ortalama nem değerlerinin %4.13 olduğunu belirlemişlerdir. Şengül (2019) ise tez çalışmasında Tombul fındık türüne ait örneklerde nem içeriğinin %4.5 olduğunu raporlamıştır. Genel olarak sert kabuklu meyve örneklerinin nem içerikleri için elde etmiş olduğumuz sonuçların literatür verilerine kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıkların ürünlerin farklı hasat zamanlarından, olgunluk derecelerinden ve hasat lokasyonlarından kaynaklanmış olabileceği gibi, hasat sonra uygulanan kurutma işlemlerindeki (kurutma derecelerindeki) farklılıklardan dolayı da kaynaklanmış olabilir.

4.2. Sert Kabuklu Meyve Çeşitlerinin Fitik Asit İçerikleri

Fitik asit, birçok tahıl, yağlı tohum ve baklagilin yapısında doğal olarak önemli miktarda bulunmaktadır. Diyabet (Lee ve ark., 2006) ve parkinson (Xu ve ark., 2008) hastalıklarının iyileştirilmesi üzerine olumlu etkileri olduğu rapor edilmiştir. İlaveten, oksidasyona sebep olan Fe^{+3} iyonlarını bağlamasından dolayı antioksidan özellik gösterdiği bildirilmiştir (Shamsuddin, 2002; Muraoka ve Miura, 2004). Diğer taraftan bazı kaynaklar fitik asidi anti-besinsel bir bileşen olarak kabul etmektedirler. Antibesin

olarak kabul edilmesi metal iyonları üzerinde şelatlamaya sebep olup, bazı minerallerin biyoyararlılıklarını azaltmasından kaynaklanmaktadır (Schlemmer ve ark., 2009; Gupta ve ark., 2015). Ayrıca, bazı enzimlerin çalışmasını etkilediğinden dolayı, insan sindirim sisteminde bazı protein, karbonhidrat ve yağların parçalanmasını olumsuz yönde etkileyerek, bu makro moleküllerin besinsel kalitesini (biyoyararlılığını) düşürdüğü bildirilmiştir (Oatway, 2001). Bu sebepten dolayı, ticari öneme sahip sert kabuklu meyve türlerinin *in vitro* protein sindirilebilirliklerinin belirlenmesini konu edinmiş olan bu projede, örneklerin fitik asit miktarları da tespit edilmiş ve Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Sert kabuklu meyve örneklerinin toplam fitik asit miktarı

Sert kabuklu Meyve	Miktar (kuru ağırlık üzerinden)
	Fitik Asit (g/100g)
Antep Fıstığı	0.64 ± 0.31 b
Badem	1.22 ± 0.04 a
Ceviz	0.58 ± 0.02 b
Fındık	0.68 ± 0.01 ab
Kaju	1.07 ± 0.07 ab

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Her bir değer ortalama ile karşılaştırılmış ve istatistiksel açıdan benzer olanlar aynı harfler ile belirtilmiştir.

Örnekler incelendiğinde en yüksek fitik asit içeriğine sahip sert kabuklu meyve çeşidinin badem (1.22 g/100g örnek) olduğu; en düşük fitik asit içeriğine sahip sert kabuklu meyve çeşidinin ise ceviz (0.58 g/100g örnek) ve Antep fıstığı (0.64 g/100g örnek) örnekleri olduğu gözlemlenmiştir. Antep fıstığı için elde ettiğimiz fitik asit içeriğinin (0.64 g/100g örnek), Venkatachalam ve Sathe (2006) tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuçtan (0.29 g/100g örnek) yüksek olduğu görülmektedir. Badem örneği için elde edilen değer de (1.22 g/100g örnek) Venkatachalam ve Sathe (2006)’da badem için tespit edilmiş olan değerden (0.35 g/100g örnek) oldukça yüksektir. Antep fıstığı ve badem örneklerinde gözlemlenen yüksek değerler ceviz, fındık ve kaju örneklerinde de aynı şekilde Venkatachalam ve Sathe (2006)’nin ceviz, fındık ve kaju örneklerinde tespit ettikleri değerlerden (sırasıyla 0.20, 0.23, 0.29 g/100g örnek) yüksek olarak tespit edilmiştir. Çalışmalar arasında fitik asit miktarında meydana gelen bu farklılığın sert kabuklu meyve çeşitlerinin hasat tarihleri, olgunluk dereceleri ve hasat lokasyonlarında meydana gelen değişikliklerden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca çalışmalarda kullanılmış olan farklı örnek türlerinin de farklı sonuçlar elde edilmesine neden olmuş olabileceği düşünülmektedir.

4.3. Sert Kabuklu Meyve Çeşitlerinin Toplam Fenolik Madde İçerikleri ve Antioksidan Kapasitesi

Yapısında bulunan benzen halkasına bir veya birden çok hidroksil grubu bağlı ve bir de fonksiyonel grup bulunduran bileşikler fenolik bileşik olarak adlandırılmaktadırlar (Atak ve ark., 2017). Doğada bulunan bitkiler kendilerini dış tehditlerden korumak amacıyla farklı özellik ve miktarda fenolik bileşik üretirler (Atak ve ark., 2017). Fenolik bileşikler bitkisel kaynaklı içeceklerde, sebze ve meyvelerde, baklagillerde, tahıllarda bulunurlar (Dai ve Mumper, 2010). Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerin yapısında yer alıp, meyve ve sebzelerin tat ve renkleri üzerinde de etkilidir (Atak ve ark., 2017). İnsan sağlığı üzerinde antidiyabetik, antiviral, antimikrobiyal ve antipatojenik etkileri vardır (Manach ve ark., 2004). Fenolik bileşenler antioksidan kapasiteleri olan maddelerdir. Antioksidanlar, serbest radikal oluşumunu önleyerek veya yapıda bulunan radikalleri süpürerek hücrelerin zarar görmesini engelleyen moleküllerdir (Kahkönen ve ark., 1999; Nagai ve ark., 2005). Yapılarındaki elektronlarını vererek serbest radikalleri nötralize ederler ve bu işlemi yaparken kendileri serbest radikal haline gelmezler (Prior ve Cao, 1999). Meyve ve sebzelerin kanser ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruma özelliğinde olmaları yapılarında bulunan çeşitli antioksidanlara atfedilmiştir (Ames, 1983; Gey, 1990; Steinberg ve ark., 1991).

Çizelge 4.3'de mevcut çalışmada kullanılan sert kabuklu meyve örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri verilmiştir. En yüksek toplam fenolik madde içeriği ceviz (0.68 g GAE/100 g) ve Antep fıstığı (0.63 g GAE/100 g) örneklerinde tespit edilmiş olup ($p < 0.05$), bu meyve gruplarının fenolik madde içerikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$). Öte yandan, benzer değerlerin tespit edildiği fındık (0.17 g GAE/100 g), kaju (0.13 g GAE/100 g) ve badem (0.13 g GAE/100 g) örneklerinin ise ceviz ve Antep fıstığına kıyasla daha düşük fenolik madde içeriğine sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.3. Sert kabuklu meyve örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasiteleri

	Toplam Fenolik Madde	Antioksidan Kapasitesi ($\mu\text{g TE/g örnek}$)	
	(g GAE/100 g örnek)	ABTS	DPPH
Antep Fıstığı	0.63 \pm 0.02 a	285.12 \pm 33.38 a	104.89 \pm 11.38 a
Badem	0.13 \pm 0.02 b	63.57 \pm 8.90 b	29.70 \pm 19.13 b
Ceviz	0.68 \pm 0.08 a	310.72 \pm 90.76 a	123.38 \pm 26.55 a
Fındık	0.17 \pm 0.02 b	103.56 \pm 6.86 b	40.21 \pm 2.34 b
Kaju	0.13 \pm 0.00 b	63.90 \pm 15.50 b	0.7 \pm 1.02 b

*Sonuçlar üç tekerrürün ortalaması \pm standart sapma olarak verilmiştir. Her bir değer ortalama ile karşılaştırılmış ve istatistiksel açıdan benzer olanlar aynı harfler ile belirtilmiştir.

Mevcut çalışmada toplam fenolik madde içeriğe ait bulgularımız literatür verileri ile karşılaştırıldığında, Yuan ve ark. (2022) tarafından Antep fıstığı için belirlenen içerikten (479.9 mg GAE/100 g) yüksektir. Chandler cevizi için bulgularımız aynı ceviz çeşidi için Okatan ve ark. (2022) tarafından 0.690 g GAE/100 g olarak bildirilen fenolik madde içeriği ile uyumlu, Romano ve ark. (2022) tarafından 0.847 g GAE /100 g olarak bildirilen içerikten düşüktür. Öte yandan, badem meyvesi için elde ettiğimiz bulgular Sfahlan ve ark. (2008) tarafından bildirilen içerik (116.2 mg/GAE/100 g) ile benzerlik gösterirken, Levent (2022) tarafından Ferragnes türü badem örnekleri için rapor edilen değerden (79.21 mg GAE/100g) yüksektir. Fındık meyvesine ait bulgularımız, organik ve konvensiyonel Tombul fındık örneklerinin toplam fenolik madde içeriğini sırasıyla 0.205 g GAE/100 g ve 0.163 g GAE/100 g olarak bildiren Karaosmanoğlu (2022) ile benzer, yedi farklı fındık çeşidi üzerine Pelvan ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada Tombul fındık çeşidi için 0.432 g/100 g olarak bildirilen içerikten düşüktür. Literatürdeki toplam fenolik madde içeriklerde gözlenen bu farklılıklar, çeşit, yetiştirme şartları, hasat zamanı, olgunluk derecesi, ekstraksiyon yöntem ve şartlarındaki değişkenliğe atfedilebilir.

Örneklerin serbest radikal giderici aktiviteye dayalı antioksidan kapasiteleri iki ayrı spektrofotometrik yöntem (ABTS ve DPPH) kullanılarak belirlenmiştir. Çizelge 4.3'de görüldüğü üzere her iki analiz yöntemi sonucunda sert kabuklu meyve türlerinin antioksidan kapasiteleri toplam fenolik madde içeriği ile benzer şekilde ceviz > Antep fıstığı > fındık > kaju > badem şeklinde sıralanmıştır. Bu sonuçlar, mevcut çalışmada sert kabuklu meyvelerin toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan kapasiteleri arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermektedir. Fındık örneklerinin ABTS radikal giderici aktiviteleri Altun ve ark (2013) tarafından Tombul fındık çeşidi için bildirilen aktiviteden düşük, Pelvan ve ark. (2018)'de rapor edilen değerden yüksektir. Badem, kaju ve ceviz

ve Antep fıstığı örneklerinin DPPH radikal giderici aktiveleri ise Reddy ve ark. (2010) ve Rodríguez-Bencomo ve ark. (2015) tarafından bildirilen aktivitelerden düşüktür.

Literatür verileri de göz önüne alındığında, bitkisel ürünlerin antioksidan kapasite analizlerinde çalışmalar arasında farklılıklar gözlemlenebilmektedir. Bu farklılıkların iki sebebi olduğu düşünülmektedir. (1) Örnekler bitkisel kaynaklı olduğu için hasat tarihi bahsi geçen bileşiklerin miktarlarında farklılık olmasına sebebiyet vermektedir. Moreno ve Rojas (2022)'ın farklı hasat tarihlerine sahip Antep fıstığı örneklerinde tespit ettikleri tespit ettikleri ABTS ve DPPH verileri farklı hasat tarihlerinin bitkisel kaynaklı ürünlerde antioksidan kapasitenin değişmesine sebebiyet verdiğini doğrulamaktadır. Bizjak ve ark. (2013) elma örnekleri ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında fenolik madde içeriğinin olgunlaşmaya bağlı olarak değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. (2) Ekstraksiyonda kullanılan çözücünün polaritesi ve örnekte bulunan bileşiklerin bu çözücüdeki çözünürlüğü de önemli bir faktördür. Tomaino ve ark. (2010)'da Antep fıstığı örneklerinin ekstraksiyonunda çözücü olarak metanol; Yang ve ark. (2009)'da ise hekzan kullanılmış olup, antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde içeriği sonuçlarında farklılıklar tespit edilmiştir. Bu çalışmada da ekstraksiyon solventi olarak farklı kimyasalların karışımı ile elde edilen solvent kullanılmış olup sonuçta sert kabuklu meyve örneklerinin yapısında farklı antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşen içeriği tespit edilmiştir.

4.4. Sert Kabuklu Meyve Çeşitlerinin Proteinlerinin *in vitro* Sindirilebilirlikleri

Sert kabuklu meyve örneklerindeki protein, sindirim enzimi olan pepsin ve pankreatin enzimleri ile muamele edilerek sindirime uğratılmıştır. Sindirim sonucunda elde edilen, ortamda parçalanmadan kalan proteinler ve primer aminoasitler baz alınarak iki farklı şekilde protein sindirilebilirlik değerleri tespit edilmiştir.

4.4.1. Protein sindirilebilirliği (parçalanmadan kalan protein miktarı üzerinden)

Sert kabuklu meyve örneklerinin sindirimi sonucunda parçalanmadan kalan protein miktarı üzerinden *in vitro* protein sindirilebilirliğini belirlemek için Kjeldahl metodu uygulanmıştır. Örnekler içerisinde bulunan azot miktarı hem başlangıçta hem de sindirim sonrası elde edilen pelette belirlenmiş olup, bu iki değer oranlanması ile % protein sindirilebilirlikleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Sert kabuklu meyve örneklerinin protein sindirilebilirlikleri (%)

Sert Kabuklu Meyve	Protein Sindirilebilirliği (%)
Antep Fıstığı	81.15 ± 1.69 b
Badem	87.71 ± 2.67 ab
Ceviz	44.75 ± 4.75 c
Fındık	86.10 ± 1.48 ab
Kaju	91.79 ± 3.87 a

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Her bir değer ortalama ile karşılaştırılmış ve istatistiksel açıdan benzer olanlar aynı harfler ile belirtilmiştir.

Örneklere ait *in vitro* protein sindirilebilirlik değerleri % 44.75-% 91.79 arasında değişim göstermiştir. Sonuçlar incelendiğinde en yüksek *in vitro* protein sindirilebilirlik değeri %91.79 ile kaju örneğinde tespit edilmiştir. Kaju örneğini istatistiksel olarak benzer değerler veren badem (%87.71) ve fındık (%86.10) örnekleri takip etmiştir. Örnekler arasında istatistiksel olarak en düşük protein sindirilebilirlik değeri ise %44.75 ile ceviz örneğinde gözlemlenmiştir.

4.4.2. Protein sindirilebilirliği (serbest hale geçen primer aminoasit miktarı üzerinden)

Sert kabuklu meyve örneklerinin sindirim enzimleri (pepsin ve pankreatin) ile muamelesinin ardından gerçekleştirilen vakum filtrasyon işlemi sonucunda elde edilen süpernatant kısmında bulunan primer aminoasit miktarı, TNBS analizi ile, lösin aminoasidi eşdeğeri cinsinden hesaplanmış ve böylelikle örneklerin protein sindirilebilirliği ifade edilmiştir. Çizelge 4.5’de verilen değerler incelendiğinde, Kjeldahl metodu sonucunda elde etmiş olduğumuz değerler ile benzerlik gösterdikleri görülmektedir. TNBS analizi sonucunda en yüksek primer serbest aminoasit miktarı badem (126.34 mM lösin eşdeğeri) ve Antep fıstığı (125.17 mM lösin eşdeğeri) örneklerinde tespit edilmiştir. Bu sonuç, enzim muamelesi sonucunda badem proteinlerinden daha yüksek miktarda primer serbest aminoasit oluşumu sağlandığını, dolayısıyla badem proteinlerinin sindirilebilirliklerinin, diğer örneklere kıyasla, daha yüksek olduğu önerisinde bulunmaktadır.

Çizelge 4.5. Sert kabuklu meyve örneklerinin protein sindirilebilirlikleri (mM lösin – mM lösin/ % azot)

Sert Kabuklu Meyve	Protein Sindirilebilirliği	
	mM lösin	mM lösin / % azot
Antep Fıstığı	125.17 ± 9.59 a	38.60 ± 2.96 a
Badem	126.34 ± 20.17 a	33.66 ± 5.37 ab
Ceviz	79.29 ± 13.81 b	27.31 ± 4.75 b
Fındık	85.62 ± 1.83 ab	36.03 ± 0.77 ab
Kaju	100.73 ± 27.92 ab	26.79 ± 7.43 b

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Her bir değer ortalama ile karşılaştırılmış ve istatistiksel açıdan benzer olanlar aynı harfler ile belirtilmiştir.

Diğer taraftan, TNBS analizi sonucunda en düşük primer serbest aminoasit miktarı ise 79.29 mM lösin eşdeğeri ile ceviz örneğinde hesaplanmıştır. Antep fıstığı ve badem örneklerine ait süpernatantlarda istatistiksel anlamda benzer ($p>0.05$) lösin aminoasidi oluşumu gözlemlenirken; fındık ve kaju örnekleri de Antep fıstığı ve bademden farklı ($p<0.05$) olarak süpernatant kısımlarında kendi aralarında benzer ($p>0.05$) lösin oluşumu göstermişlerdir.

İlaveten, sert kabuklu meyve çeşitlerinin protein içeriklerinin birbirinden farklı olmasından dolayı, elde edilen veriler mM lösin/% azot olarak da hesaplanmıştır. Bu durumda en yüksek lösin aminoasidi oluşumu 38.60 mM lösin/% azot değeri ile Antep fıstığı örneğinde gözlemlenmiş ve bunu 36.03 ve 33.66 değerleri ile sırasıyla fındık ve badem örnekleri takip etmiştir. En son olarak kaju (26.79) ve ceviz (27.31) örnekleri de diğer sert kabuklu meyve örneklerinden farklı olarak kendi arasında benzer lösin aminoasidi oluşumu göstermişlerdir.

Protein sindirilebilirliği, protein yapısı ve aminoasit profilinden ve anti besinsel faktörler gibi bazı sekonder moleküllerin varlığından etkilenmektedir (Joye, 2019). Anti besinsel faktörler protein ve aminoasitlerin biyoyararlılığını azaltmakta ve metabolik yollara müdahalesi sonucu sindirim sisteminin fizyolojisi için zararlı sonuçlara yol açarak sindirilebilirliklerini olumsuz etkileyebilmektedir (Shi ve ark., 2017; Gu ve ark., 2022). Sa ve ark. (2020)'na göre protein sindirilebilirliğini etkileyen faktörler endojen ve ekzojen faktörler olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Bunlardan ilki anti besinsel faktörleri içerirken, ikinci grup hidrofobikliği, çapraz bağları ve protein ikincil yapısının değişikliklerini içermektedir. Bu çalışmada, sert kabuklu meyve örnekleri içerisinde bulunan fitik asit miktarları tespit edilmiş, ancak fitik asit miktarları ile protein sindirilebilirlikleri arasında önemli bir ilişki tespit edilememiştir. Diğer taraftan, örneklerin toplam fenolik madde içerikleri ile protein sindirilebilirlikleri arasında bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun sindirim enzimleri ile polifenoller arasında

oluşması muhtemel kompleks yapıdan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir, çünkü Cirkovic-Velickovic ve ark. (2018) yapmış oldukları çalışmada sindirim enzimlerinin polifenoller ile oluşturduğu kompleks yapının sindirim enzimlerinin aktivasyonunu olumsuz etkilediğini ve buna bağlı olarak da protein sindirilebilirliğinde azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Ceviz örneğinde tespit edilen düşük protein sindirilebilirlik değerinin tannin (fenolik bileşen)-protein kompleks oluşumundan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Yüksek oranda bulunan tanin-protein kompleks yapı oluşumu ceviz hammaddesi içerisinde bulunan yüksek tanin içeriği ile ilişkilendirilmektedir. Yenilebilir kabuklu yemişlerin tanen fraksiyonlarının antioksidanlar olarak etkinliği üzerine yapılan bir çalışmada, ceviz, fındık ve badem örneklerinin tanin içerikleri belirlenmiş ve cevizin tanin içeriğinin diğer örneklerden daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Karamac, 2009). Protein-tanin komplekslerinin taninlerin fenolik hidroksil grupları ile sindirim enziminin protein peptitlerinin karbonil grupları arasındaki çoklu hidrojen bağları tarafından oluştuğu ve bunun da mide bağırsak yolundaki proteolitik enzim aktivitesini daha çok inhibe ettiği ifade edilmekte ve yüksek tanin içeren ceviz örneğinin düşük protein sindirilebilirliği bu etkileşim mekanizması ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Bressani, 1982, Ogunwolu ve ark., 2015).

Antep fıstığı örneğinde diğer sert kabuklu meyve örnekleri badem, fındık ve kajuya kıyasla meydana gelen düşük protein sindirilebilirliğinin, örneklerin yapısında bulunan fenolik bileşik içeriğinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Bu tez çalışmasından elde edilen fenolik madde içerikleri incelendiğinde; Antep fıstığı, badem, fındık ve kaju örnekleri arasında en yüksek değer (0.63 g GAE/100 g örnek) Antep fıstığı örneğinde bulunduğu görülmektedir. Yüksek fenolik madde içeriği sonucunda Antep fıstığı örneklerinin % sindirilebilirlik değerinin Özdal ve ark., (2013)'de ifade edildiği gibi yüksek fenolik madde içeriğine bağlı olarak badem, fındık ve kaju örneklerinden düşük olduğu tespit edilmiştir.

Sert kabuklu meyve örneklerinin protein sindirilebilirlik değerleri aynı örnekler kullanılarak (örneklerin sindirim enzimleri pepsin ve pankreatin ile muamelesi sonucu filtrasyon işleminden elde edilen pelette kalan azotun belirlenmesi ve süpernatantta oluşan primer aminoasitlerin lösin eşdeğeri cinsinden hesaplanması yöntemleri) TNBS ve Kjeldahl metodları ile iki farklı şekilde belirlenmiştir. Her ne kadar aynı materyal kullanılmış olsa da iki yöntemden farklı sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuca benzer şekilde, Tavano ve ark. (2016) nohut örneklerine ait proteinlerin

sindirilebilirlikleri üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında TNBS ve Kjeldahl metotlarını kullanmış ve birbirinden farklı sonuçlar elde etmişlerdir. Bu durumun sebebi olarak Kjeldahl yönteminde numunelerdeki azotun kaynağının, peptitlerden mi yoksa serbest aminoasitlerden mi geldiğinin bilinmiyor olmasıdır. Bu sebeple TNBS sonucunda elde edilen protein sindirilebilirlik değerleri daha düşük olabilmektedir. Bu durum tez çalışmamızda elde edilen TNBS sonuçlarının % protein sindirilebilirliği değerlerinden düşük olmasını açıklamaktadır.

Tez çalışmasından elde edilen sonuçlar neticesinde Kjeldahl metodunun sert kabuklu meyve çeşitlerinin *in vitro* protein sindirilebilirliğinin yüksek olduğunu göstermiş olsa da *in vivo* çalışmalarda canlıların fizyolojisi de göz önüne alınmalıdır. Nitekim bağırsaklarda meydana gelen emilim her ne kadar serbest aminoasit formunda olsa da di-, tri- veya tetra- peptit gibi birden fazla aminoasit içeren formlarda da emilim gerçekleşebilmektedir. Bu sebeple, düşük miktarda peptit bağının düşük *in vivo* sindirilebilirlik veya düşük emilim şeklinde değerlendirilmesi her zaman doğru olmamaktadır (Pappenheimer ve ark.,1994; Jahan- Mihan, 2011 ve ark., Tavano ve ark., 2016). Sonuç olarak düşük TNBS değerlerinin düşük protein sindirilebilirliği anlamına geldiğini söylemek her durumda doğru olamayacağı gibi, Kjeldahl metodunun da *in vitro* şartlarda protein sindirilebilirliğini, diğer yöntemlere kıyasla, her zaman daha yüksek verdiğini söylemek doğru olmamaktadır. Bu sebeple her yöntemin uygulandığı üründe *in vivo* çalışmalar ile kıyaslamalı olarak protein sindirilebilirliğinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

4.5. Sert Kabuklu Meyve Çeşitlerinin Diyet Lifi İçerikleri

Sert kabuklu meyve çeşitlerinin suda çözünen, suda çözünmeyen ve toplam diyet lifi içerikleri, örneklerin sindirim enzimleri (α -amilaz, proteaz ve amiloglukozidaz) ile muamelesi sonucunda elde edilen sildirilmeden kalan kısımların gravimetrik yöntemle hesaplanması sonucunda tespit edilmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıda Çizelge 4.6'da verilmiştir. Örneklerin toplam diyet lifi içerikleri ele alındığında, en yüksek toplam diyet lifi içeriğine sahip sert kabuklu meyve çeşidinin Antep fıstığı (%16.75) olduğu ve Antep fıstığını sırasıyla badem (%14.97), fındık (%14.25), ceviz (%11.60) ve kaju (%9.92)'nin takip ettiği görülmektedir.

Çizelge 4.6. Sert kabuklu meyve örneklerinin diyet lifi içerikleri

Sert kabuklu meyve	Kuru ağırlık üzerinden diyet lifi miktarı		
	Toplam (%)	Suda Çözünen (%)	Suda çözünmeyen (%)
Antep Fıstığı	16.75 ± 0.52 a	2.07 ± 0.36 a	14.68 ± 0.16 a
Badem	14.97 ± 0.31 ab	2.55 ± 0.40 a	12.42 ± 0.09 ab
Ceviz	11.60 ± 0.76 c	1.74 ± 0.38 a	9.86 ± 1.14 b
Fındık	14.25 ± 0.26 b	1.70 ± 0.00 a	12.56 ± 0.25 ab
Kaju	9.92 ± 0.54 c	3.05 ± 0.58 a	6.87 ± 1.11 c

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Her bir değer ortalama ile karşılaştırılmış ve istatistiksel açıdan benzer olanlar aynı harfler ile belirtilmiştir.

Diyet lifleri suda çözünebilme durumlarına göre; suda çözünen ve suda çözünmeyen diyet lifleri olarak iki gruba ayrılmaktadır. Suda çözünen diyet lifi içeriği ele alındığında ise, en yüksek içeriğin kaju (%3.05) örneğinde tespit edildiği ve bunu sırasıyla badem (%2.55), Antep fıstığı (%2.07), ceviz (%1.74) ve fındık (%1.70) örneklerinin takip ettiği görülmektedir fakat örnekler arasında istatistiksel anlamda farklılık ($p>0.05$) bulunmamaktadır. Suda çözünmeyen diyet lifi bileşiminde ise sert kabuklu meyve örnekleri arasında Antep fıstığı ilk sırada (%14.68) yer almaktadır. Antep fıstığını sırasıyla fındık (%12.56), badem (%12.42), ceviz (%9.86) ve kaju (%6.87) örnekleri takip etmektedir. Sert kabuklu meyve örneklerinin suda çözünen ve suda çözünmeyen diyet lifi içeriklerinin toplam diyet lifi bileşimi içerisindeki dağılımı incelendiğinde oran olarak en yüksek suda çözünen diyet lifi içeriğinin %30.75'lik değer ile kaju örneğine ait olduğu görülmektedir. Kaju örneğini sırasıyla, %17.03 ile badem; %15 ile ceviz; %12.36 ile Antep fıstığı ve %11.9'luk suda çözünen diyet lifi içerikleri ile fındık örnekleri takip etmektedir.

Cardozo ve Li (1994) AOAC metoduna göre Antep fıstığı, badem, ceviz, fındık ve kaju örneklerinin diyet lifi içeriklerini hesaplamışlar ve sonuçta Antep fıstığı örneğinde bu çalışmadan elde edilen sonuçtan (%16.75) daha düşük olarak %9.59 değerini tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, Rhodes ve ark. (2020) da Antep fıstığının diyet lifi içeriğini %10.3 olarak tespit etmişlerdir. Badem örneğinde ise bu çalışmadan elde edilen değer (%14.97), Cardozo ve Li (1994) ve Rhodes ve ark (2020) değerlerinden (sırasıyla %9.88; %12.5) yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Cevizde elde etmiş olduğumuz %11.60 diyet lifi bileşimi Cardozo ve Li (1994)'de belirtilen (%10.46) ceviz değeri ile örtüşmektedir. Rhodes ve ark. (2020) ise ceviz için bu çalışmadan elde edilen değerden (%11.60) daha düşük olarak %6.8 değerini tespit etmişlerdir. Çalışmada kullanılan fındıklarda ise Rhodes ve ark. (2020)'den yüksek olarak %14.25 diyet lifi içeriği

belirlenmiştir. Kaju örnekleri için Cardozo ve Li (1994) ile Rhodes ve ark. (2020) sırasıyla %3.57 ve %3.0 diyet lifi içeriği tespit etmişlerdir. Tez çalışmamızda bu iki veriden yüksek olarak kaju örneklerinin diyet lifi içeriği %9.92 olarak hesaplanmıştır. Tunçil (2020) yapmış olduğu çalışmada Tombul fındık örnekleri kullanmış ve sonuçta fındık örneklerinin toplam diyet lifi içeriğini %17.78 olarak raporlamıştır. Tunçil (2020)'de tespit edilen değer, bu çalışmadan elde edilen değerden (%14.25) yüksektir. Çalışmalar arasındaki farklılıklar farklı türde sert kabuklu meyve çeşitlerinin kullanılmasından kaynaklanmış olabileceği gibi, ürünlerin hasat lokasyonlarından, hasat zamanlarından ve diyet lifi analizi için kullanılan metotların farklılıklarından dolayı da kaynaklanmış olabilir.

4.6. Sert Kabuklu Meyve Çeşitlerinin Kolonik Mikroflora Kompozisyonu Üzerine Etkileri

4.6.1. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin mikrobiyal metabolitler üzerine etkileri

Tüketildiğinde üst gastrointestinal sistemde sindirim enzimleri tarafından parçalanmayan ürünler kalın bağırsağa geçer ve kalın bağırsakta bulunan trilyonlarca mikroorganizma hücresi tarafından fermente edilirler. Sindirilmeden kalın bağırsağa geçen bu diyet ürünlerinin fermentasyonu sonucunda kolonik mikroorganizmalar bir dizi metabolit açığa çıkarırlar. Mikrobiyal metabolit olarak da bilinen bu ürünler fizyolojik açıdan büyük öneme sahiptirler. Kalın bağırsakta oluşan bu mikrobiyal metabolitlerden en önemlileri asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asittir, çünkü bu mikrobiyal metabolitlerin kalın bağırsakta oluşan toplam mikrobiyal metabolitlerin %90-95'lik kısmını oluşturduğu rapor edilmiştir (Rios Covion ve ark., 2016). Örneğin, kalın bağırsakta bütirik asit, kolonistlerin çoğalması ve diğer faaliyetlerini gerçekleştirebilmeleri için gerekli enerjinin en az %60-70'ini sağlamakta ve anti inflamatuvar etki göstermektedir (Saeman ve ark., 2000). Yapılan çalışmalarda bütiratın insülin duyarlılığını artırdığı ve obezite oluşumunu baskılayabilme yeteneği olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır (Louis ve Flint, 2017). Asetik asitin ise kolesterol ve iştahın düzenlenmesinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Amanpour ve ark., 2022). Propiyonik asitin ise tokluk sinyalinin düzenleyebilme kabiliyetinde olduğu tespit edilmiştir (Louis ve ark., 2007).

Bu çalışmada, sert kabuklu meyve çeşitlerinin kalın bağırsakta oluşan mikrobiyal metabolitlere ve mikrobiyota kompozisyonu üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla, yağı uzaklaştırılmış örnekler ilk önce üst gastrointestinal sindirim enzimleri olan pepsin ve pankreatin ile muamele edilmiş, akabinde sindirilen kısımları diyaliz yöntemiyle ortamdaki uzaklaştırılmış ve sindirilmeden kalan kısım sağlıklı insanlardan (donörlerden) elde edilmiş olan fekal mikrobiyota ile fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyonun 0., 6., 12. ve 24. saatlerinde örnekler toplanmış ve oluşan mikrobiyal metabolit (asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit) miktarları gaz kromatografisi kullanılarak kantifiye edilmiştir. Fermentasyon süresi boyunca oluşan toplam kısa zincirli yağ asidi miktarları ise, oluşan asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit miktarlarının toplanması sonucu hesaplanmıştır. Örneklerimize ilaveten, herhangi bir substrat içermeyen ve inülin içeren tüpler sırasıyla negatif ve pozitif (hızlı fermente edilebilen prebiyotik) kontrol olarak deneye dahil edilmiştir.

Sert kabuklu meyvelerin fermentasyonu sonucu oluşan mikrobiyal metabolitlerin zamana karşı değişimi Şekil 4.1’de verilmiştir. Fermentasyonun ilk başlarında (ilk 6 saat) kaju liflerinin, diğer sert kabuklu meyve liflerine kıyasla, daha hızlı toplam kısa zincirli yağ asidi oluşumunu tetiklediği ve fermentasyonun ilk 6 saatlik kısmında neredeyse inülin (hızlı fermente edilebilen prebiyotik) ile benzer bir hızda toplam kısa zincirli yağ asidi oluşumuna sebebiyet verdiği gözlemlenmiştir. Bu gözlem, kaju diyet liflerinin diğer sert kabuklu meyve diyet liflerine göre daha hızlı bir şekilde (ve inülin ile neredeyse aynı hızda) kolonik mikroorganizmalar tarafından fermente edilebildiği önerisinde bulunmaktadır. Kaju diyet liflerinin, diğerlerine kıyasla, bu şekilde daha hızlı olarak fermente edilebilmesi, yapısında diğer sert kabuklu meyve örneklerinden daha yüksek miktarda suda çözünebilen diyet lifi içermesinden dolayı kaynaklanmış olabilir, çünkü suda çözünen diyet liflerinin, suda çözünmeyenlere kıyasla daha hızlı fermente edilebildiği daha önce yapılmış olan çalışmalar ile kanıtlanmıştır (Samur ve Mercanlıgil, 2008; Karabıyıklı ve Donat, 2019). Fermentasyon sürecinin sonunda ise, kaju diyet liflerinin, diğer örneklerle kıyasla daha yüksek miktarda toplam kısa zincirli yağ asidi oluşumuna sebebiyet verdiğini ve bu değerlerin istatistiksel olarak Antep fıstığı, badem ve fındık örneklerinden anlamlı derecede yüksek olduğu ($p < 0.05$), ancak ceviz örnekleri ile elde edilmiş olan sonuç ile anlamlı bir fark oluşturmadığı ($p > 0.05$) görülmektedir. Bu sonuç, kaju diyet liflerinin, diğer sert kabuklu meyve çeşitlerine göre, kalın bağırsakta daha fazla miktarda yararlı olarak bilinen mikrobiyal metabolit oluşumunu sağladığını göstermektedir. Kaju örneklerinin daha fazla miktarda kısa zincirli yağ asidi oluşturması,

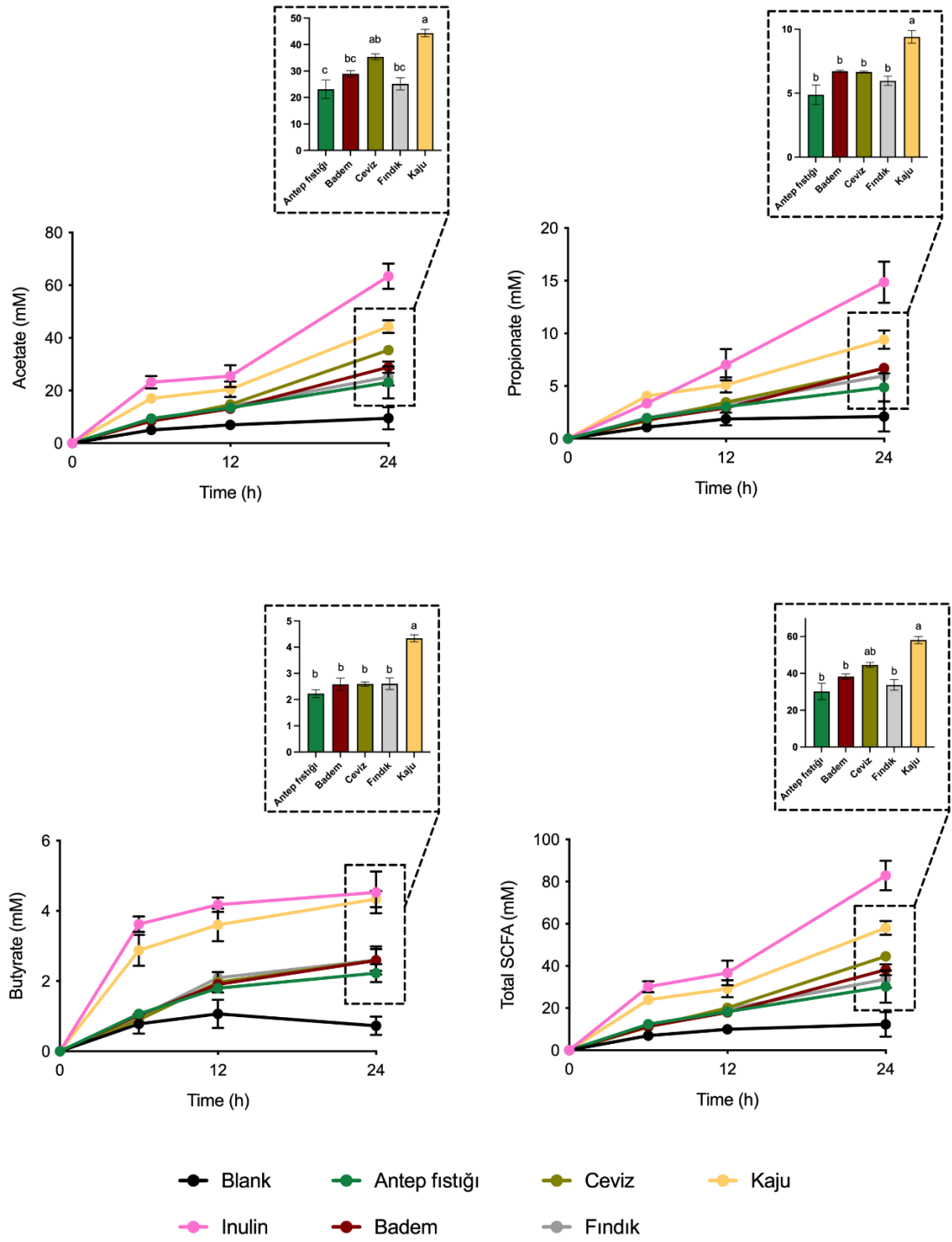
bu örneğin daha fazla miktarda asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit oluşumunu sağlamasından dolayı kaynaklanmıştır.

Fermantasyon sonucunda oluşan asetik asit değerleri incelendiğinde, kaju ve ceviz örneklerinin istatistiksel olarak birbirine benzer oranlarda asetik asit oluşumuna sebebiyet verdiği gözlemlenmektedir. Diğer taraftan kaju örnekleri, Antep fıstığı, badem ve fındık örneklerinden istatistiksel olarak daha yüksek miktarda asetik asit oluşturmuştur ($p<0.05$). Ceviz örneklerinin fermantasyonu sonucu oluşan asetik asit miktarının badem ve fındık örneklerine kıyasla istatistiksel olarak farklı olmadığı ($p>0.05$), ancak bu değerlerin Antep fıstığı örnekleri sonucu oluşan asetik asit miktarından istatistiksel olarak yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p<0.05$).

Propiyonik asit oluşum miktarları göz önüne alındığında ise, Antep fıstığı, badem, ceviz ve fındık örnekleri arasında istatistiksel olarak bir fark tespit edilememiş ($p>0.05$), ancak kaju örneklerinin, diğer örneklere kıyasla, istatistiksel olarak daha yüksek miktarda propiyonik asit oluşumu sağladığı gözlemlenmiştir ($p<0.05$).

Benzer şekilde, bütirik asit miktarları göz önüne alındığında, Antep fıstığı, badem, ceviz ve fındık örnekleri arasında istatistiksel olarak bir fark tespit edilememiş ($p>0.05$) olup, kaju örneğinin, diğer örneklere kıyasla, istatistiksel olarak daha yüksek miktarda bütirik asit oluşumu sağladığı gözlemlenmiştir ($p<0.05$). İlginç bir şekilde, kaju örneğinin inulin ile aynı miktarda bütirik asit oluşturduğu tespit edilmiştir. İnulin, hızlı fermente edilebilen ve kalın bağırsakta yüksek bütirik asit oluşumu sağlayabilen bir prebiyotik olarak bilinmektedir. Bu çalışma sonucu elde edilen veriler, kajunun inulin prebiyotiği kadar yüksek bütirojenik aktiviteye sahip olduğunu göstermektedir.

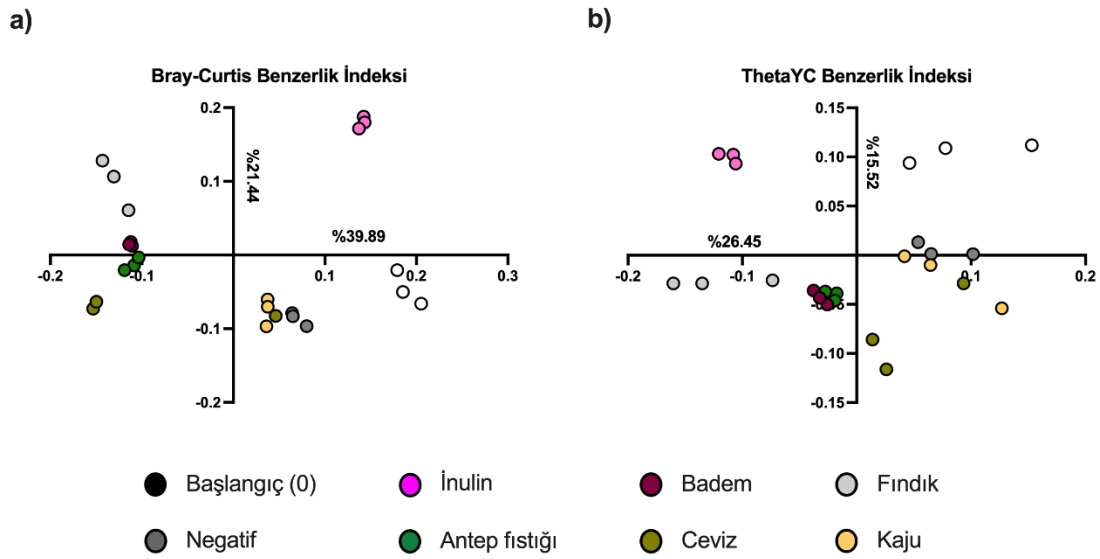
Diyet liflerinin kalın bağırsakta hangi mikrobiyal metabolitlerin oluşumunu sağlayacağı, onların kimyasal kompozisyonu (monosakkarit kompozisyonu, glikozidik bağ tipleri, molekül büyüklüğü gibi) ile yakından ilişkilidir. Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar kaju diyet liflerinin kalın bağırsakta bütirik asit oluşumunu sağlayabilecek kimyasal yapıda olduğu önerisinde bulunmaktadır. Çalışmada kullanılan örneklerin diyet lifi kimyasal kompozisyonunun belirlenmesine yönelik herhangi bir çaba gösterilmemiştir. Kajunun bütirojenik etkisinin neden kaynaklanmış olabileceğinin anlaşılması amacıyla, gelecek çalışmalar bu ürünün diyet lifi kompozisyonunun karakterize edilmesine odaklanmalıdır.



Şekil 4.1. Sert kabuklu meyvelerin fermentasyonu sonucu oluşan metabolitlerin zamana göre değişimi

4.6.2. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin yapısında bulunan diyet liflerinin kalın bağırsak mikroorganizmalarının genel yapıları üzerine etkileri

Sert kabuklu meyve çeşitlerinin fermantasyonu sonucu kolonik mikrobiyota kompozisyonun genel yapısında meydana gelen değişikliklerin gözlemlenmesi amacıyla Bray-Curtis ve ThetaYC testleri gerçekleştirilmiştir. Testlerden elde edilen sonuçlar aşağıda Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Bray-Curtis ve ThetaYC benzerlik indeksleri

Sert kabuklu meyve örneklerine ait grafikler incelendiğinde, her iki indeks içinde hemen hemen benzer kümelenmeler olduğu görülmektedir. Genel olarak Antep fıstığı, badem ve ceviz örneklerinin kendi arasında benzer bir kümelenme gösterdiği ancak kaju örneğinin diğer sert kabuklu meyve örneklerinden ayrı bir yerde kümelenme oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bir arada kümelenme ürünlerin fermantasyonu sonucunda kalın bağırsakta benzer mikrobiyal kompozisyon yapısının oluştuğunu; ayrı kümelenme ise mikrobiyal kompozisyon yapısının genel olarak farklı olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla beta-çeşitliliği analizleri (Bray-Curtis ve ThetaYC benzerlik indeksleri) genel olarak Antep fıstığı, badem, ceviz ve fındık ürünlerinin fermantasyonu sonucunda benzer mikrobiyal yapının oluştuğu, ancak kaju fermantasyonu sonucu oluşan mikrobiyal komünite yapısının diğerlerinden farklı olduğu önerisinde bulunmaktadır. Burada elde edilen veriler kısa zincirli yağ asitleri sonuçları ile de uygunluk göstermektedir, çünkü Antep fıstığı, badem, ceviz ve fındık ürünlerinin fermantasyonu sonucunda benzer

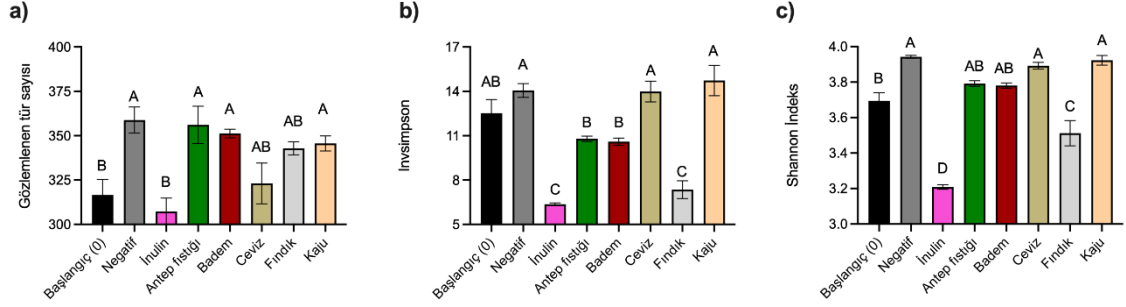
miktarlarda propiyonik asit ve bütirik asit oluşumu gerçekleşmiş ancak kaju örneğinin fermantasyonu sonucunda daha yüksek miktarda propiyonik asit ve bütirik asit oluşumu tespit edilmiştir.

4.6.3. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin yapısında bulunan diyet liflerinin kalın bağırsak mikroorganizmalarının α -çeşitlilikleri üzerine etkileri

α -çeşitliliği, bir örnek içerisinde yer alan toplam tür sayısını ve bu türlerin toplam türler içerisindeki dağılımını tespit etmek için kullanılan hesaplama yöntemidir (Daştan, 2022). Bu çalışmada fermantasyon sonucunda mikrobiyal kompozisyonun α -çeşitliliğinde meydana gelen değişiklikler gözlemlenen tür sayısı, Invsimpson ve Shannon indeks değerleri kullanılarak hesaplanmış ve elde edilen değerler aşağıda Şekil 4.3'de verilmiştir. Gözlemlenen tür sayısı indeksi, örneklerden gözlemlenen tür sayısı hakkında bilgi verirken, Invsimpson ve Shannon indeks değerleri hem tür sayılarını hem de bu türlerin toplam türler içerisindeki dağılımını göz önüne alarak α -çeşitlilik hesaplaması gerçekleştiren indeks değerleridir.

Başlangıca kıyasla, sert kabuklu meyve örneklerinin fermantasyonu sonucunda ortamda gözlemlenen tür sayısı değerinde önemli derecede artış olduğu, ancak bu artışın inulin örneklerinde tespit edilmediği görülmektedir. İnulin ile örnekler arasında gözlemlenmiş olan bu farklılık, inulinin basit kimyasal yapısından ($\beta 2 \rightarrow 1$ fruktoz ünitelerinden oluşan bir molekül) dolayı kaynaklanmış olabilir, çünkü basit kimyasal yapıya sahip olan diyet liflerinin (prebiyotiklerin) kalın bağırsakta sadece belirli bir grup mikroorganizmalar tarafından daha hızlı bir şekilde kullanılabilirdiği ve dolayısıyla o grupların sayısında bir artışa neden olabildiği bilinmektedir; diğer taraftan, karmaşık yapıdaki diyet liflerinin ise kalın bağırsakta birçok mikroorganizma tarafından kullanılabilirdiği ve dolayısıyla birçok mikroorganizmanın gelişimine katkıda bulunabildiği bilinmektedir (Hamaker ve Tuncil, 2014). Bu çalışmada her ne kadar materyallerin (sert kabuklu meyvelerin) diyet lifi kompozisyonlarının (kimyasal yapılarının) belirlenmesine yönelik bir analiz gerçekleştirilmemiş olsa da literatür verileri incelendiğinde; dikotiledon bitkilerin hücre duvarlarının (dolayısıyla diyet liflerinin) selüloz, hemiselüloz ve pektin moleküllerinden oluştuğu rapor edilmiştir (Tunçil, 2020). Dolayısıyla, çalışmada kullanılmış olan sert kabuklu meyve çeşitlerinin yapısında bulunması muhtemel selüloz, hemiselüloz ve pektin molekülleri bu ürünlerin fermantasyonu sonucunda, inuline kıyasla, daha yüksek gözlemlenen tür sayısı ve bolluğu

elde edilmesine sebebiyet vermiş olabilir. İlâveten, sert kabuklu meyve örnekleri kendi içerisinde incelendiğinde, gözlemlenen tür sayısı indeks değerlerinde istatistiksel olarak bir farklılık olmadığı görülmüştür ($p>0.05$).



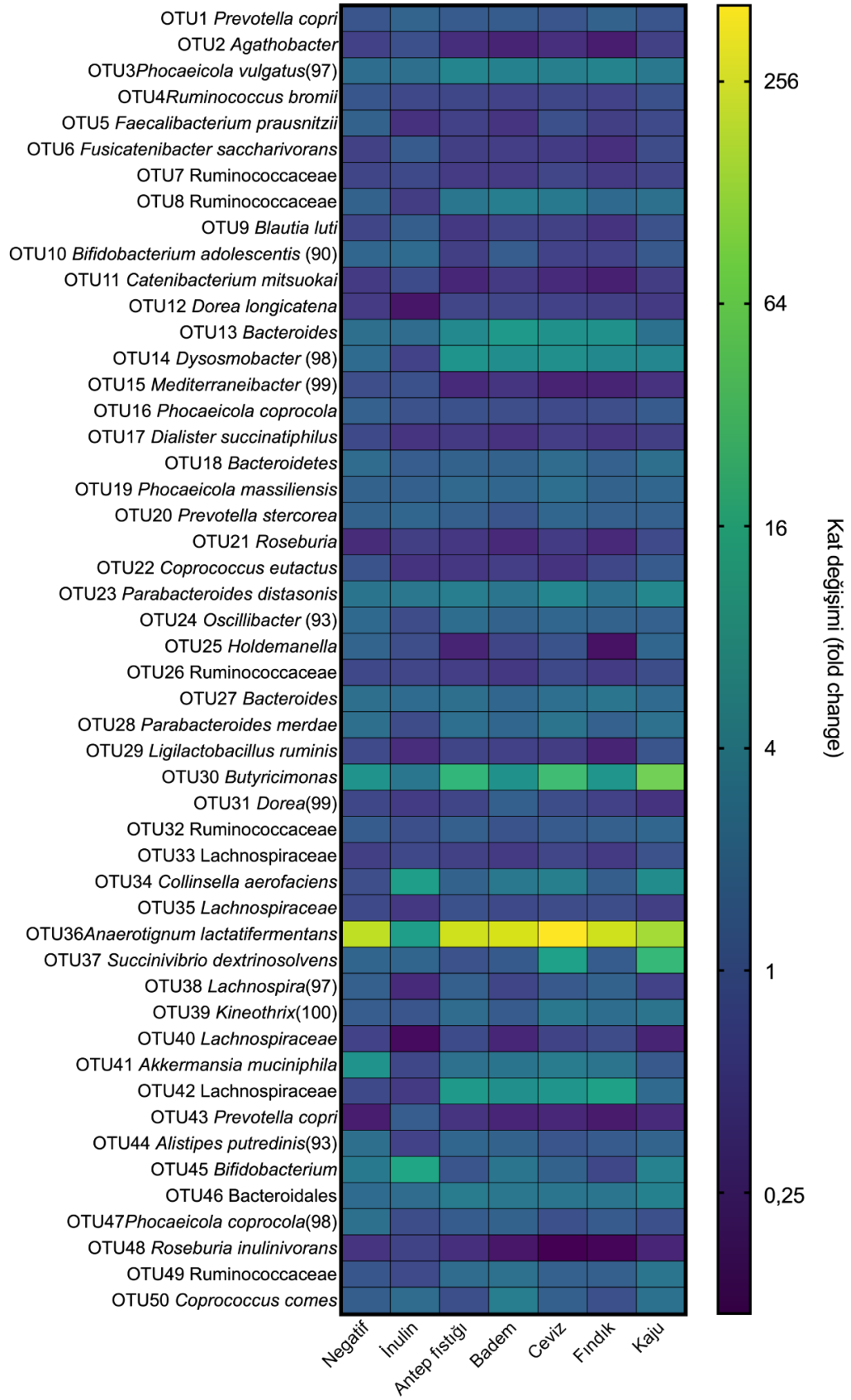
Şekil 4.3. Mikrobiyotada gözlemlenen tür sayıları ve Invsimpson- Shannon indeksleri

Fermentasyon sonucunda insan kalın bağırsak mikrobiyotasında gelişim gösteren mikroorganizma türleri ve bu türlerin bolluk değerleri yukarıda Şekil 4.3’de verilmiştir. Invsimpson değerleri incelendiğinde, başlangıça kıyasla sert kabuklu meyve örneklerinin (fındık hariç) fermantasyonu sonucunda Invsimpson indeks değerinin anlamlı bir şekilde değişmediği gözlemlenmiştir ($p>0.05$). Gözlemlenen tür sayısı değerine benzer bir şekilde sert kabuklu meyve örneklerinin (fındık hariç) fermantasyonu sonucunda elde edilen Invsimpson indeks değerlerinin, inulin örneğine kıyasla, anlamlı derecede farklı oldukları belirlenmiştir ($p<0.05$). Bu durum, inulinin kimyasal yapısı ve sert kabuklu meyve örneklerinin diyet liflerinin kimyasal yapıları arasındaki farklılıktan dolayı kaynaklanmış olabilir. İlginç bir şekilde inulin ile fındık örnekleri arasında Invsimpson indeks değeri açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Diğer taraftan, Shannon indeks değeri incelendiğinde ise bütün sert kabuklu meyve örneklerinin fermantasyonu sonucunda elde edilen Shannon indeks değerinin, inulin örneğine kıyasla, anlamlı derecede yüksek oldukları belirlenmiştir ($p<0.05$). Ceviz ve kaju örneklerinin fermantasyonu sonucu elde edilmiş olan Shannon indeks değerinin başlangıça kıyasla istatistiksel olarak daha fazla olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu veriler, sert kabuklu meyve örneklerinin, inulin’e kıyasla, kolonik mikrobiyotada α -çeşitliliğini daha fazla artırdığını ifade etmektedir. Sert kabuklu meyveler kendi içerisinde incelendiğinde ise ceviz ve kaju örneklerinin, diğer sert kabuklu meyve çeşitlerine (Antep fıstığı, badem ve fındık) kıyasla, fermantasyon sonucu kolonik mikrobiyota α -çeşitliliğini daha fazla artırdıkları tespit edilmiştir. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin kolonik mikrobiyota α -

çeşitliliği üzerine olan bu farklı etkilerinin, yapılarında bulunan diyet liflerinin kimyasal yapılarındaki muhtemel farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.6.4. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin yapısında bulunan diyet liflerinin kalın bağırsak mikroorganizma kompozisyonu üzerine etkileri (OTU bazında)

Sert kabuklu meyve örneklerinin fekal mikrobiyota ile fermantasyonu sonucunda, mikrobiyota kompozisyonunda meydana gelen değişimler gerçekleştirilen metagenomik analizler sonucunda belirlenmiştir. Örneklerin fermantasyonu sonucunda en yüksek 50 OTU'nun nispi bolluklarında, başlangıca kıyasla meydana gelen kat değişimi ısı haritası üzerinde görselleştirilerek Şekil 4.4'de verilmiştir. Oluşturulan ısı haritası incelendiğinde farklı sert kabuklu meyve çeşitlerinin fekal mikrobiyota kompozisyonunu genel olarak farklı şekillerde etkilemiş olduğu görülebilmektedir. Sert kabuklu meyve çeşitlerinin OTU bazında kalın bağırsak mikrobiyotası üzerine olan etkilerini daha iyi gözlemleyebilmek amacıyla, nispi bollukları en çok değişen (kat değişimi en fazla gözlemlenen) 9 OTU türünün verileri, istatistiksel analiz sonuçlarıyla birlikte Şekil 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4.4. Fekal mikrobiyota kompozisyonunda belirlenen en yüksek 50 OTU'nun sert kabuklu meyvelerin fermantasyonu sonucunda nispi bolluklarında meydana gelen kat değışimini gösteren ısı haritası

Şekil 4.5 incelendiğinde, nispi bolluğunda önemli derecede değişiklik gösteren mikroorganizma grubunun OTU8 Ruminococcaceae olduğu görülmektedir. Ruminococcaceae familya grubuna ait mikroorganizmaların kalın bağırsakta fizyolojik olarak büyük öneme sahip oldukları, yararlı metabolitler olarak bilinen kısa zincirli yağ asitlerinin oluşumunda önemli rol oynadıkları ve özellikle sağlıklı bireylerin kalın bağırsak florasında yüksek nispi bollukta bulunabildikleri bilinmektedir (Ji ve ark., 2022). Örnekler incelendiğinde, başlangıçta yaklaşık olarak %1'lik nispi bolluğa sahip olan OTU8 Ruminococcaceae'nun, inulin örneklerinde 1.5 kat artışla %1.47'ye çıktığı; Antep fıstığı örneklerinde 2.9 kat artışla %2.9'a ulaştığı; badem örneklerinde 3.7 kat artışla %3.7'ye çıktığı; ceviz örneklerinde 3.1 kat artışla %3.1' ulaştığı ve son olarak fındık örneklerinde 2.2 kat artışla %2.2'ye çıktığı tespit edilmiştir. Elde edilmiş olan bu değerler istatistiksel açıdan incelendiğinde fermantasyon sonucunda OTU8 Ruminococcaceae grubu için elde edilmiş olan nisbi bolluk değerlerinin de anlamlı olarak farklı olduğu görülebilmektedir. Özellikle, Antep fıstığı, badem ve ceviz örneklerinin fermantasyonu sonucunda elde edilmiş olan OTU8 Ruminococcaceae nispi bolluk derecesinin, inulin (hızlı fermente edilebilen kontrol) grubununkinden anlamlı derecede farklı olduğunu görülmektedir ($p < 0.05$). Bu durum, sert kabuklu meyve örnekleri içerisinde Antep fıstığı, badem ve ceviz örneklerinin kalın bağırsakta yararlı olarak bilinen Ruminococcaceae familyasına ait mikroorganizma gruplarını, kontrole kıyasla, daha fazla teşvik edebildiği önerisinde bulunmaktadır. Diğer taraftan, fındık ve kaju örneklerinin fermantasyonu sonucunda elde edilmiş olan OTU8 Ruminococcaceae nispi bolluk derecesinin, inulinden anlamlı olarak farklı olmadığı görülmektedir ($p > 0.05$). Sert kabuklu meyve örneklerinin fermantasyonu sonucunda OTU8 Ruminococcaceae nispi bolluğunda elde edilmiş olan farklı sonuçların farklı sert kabuklu meyve çeşitlerinin içermiş oldukları diyet liflerinin farklı kompozisyonlarda (kimyasal yapılarda) olmuş olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Nispi bolluğunda önemli derecede değişiklik gösteren bir diğer bakteri grubu ise OTU13 *Bacteroides*'dir. *Bacteroides* insan kalın bağırsağında yüksek bollukta bulunan ve karbonhidrat tabanlı diyet liflerini parçalayabilme kabiliyeti oldukça yüksek olan bir mikroorganizma çeşididir (Koropatkin ve ark., 2012). Başlangıca kıyasla, badem fermantasyonu sonucunda OTU13 *Bacteroides* nispi bolluğunda 9.7 kat artış gözlemlenmiş ve nispi bolluk miktarının %3.6'ya ulaştığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, ceviz ve fındık örneklerinin fermantasyonu sonucunda OTU13 *Bacteroides* nispi bolluğunda 7 kat artış gözlemlenmiş ve nispi bolluk miktarının %2.6'ya ulaştığı tespit

edilmiştir. Antep fıstığı örneklerinin fermantasyonu sonucunda ise OTU13 *Bacteroides* nispi bolluğunda 5.4 kat artış gözlemlenmiş ve nispi bolluk miktarının %2'ye ulaştığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan kaju fermantasyonu sonucunda OTU13 *Bacteroides* nispi bolluk değerinin anlamlı derecede değişmediği gözlemlenmiştir ($p>0.05$). Sert kabuklu meyve örneklerinin fermantasyonu sonucunda OTU13 *Bacteroides* nispi bolluğunda elde edilmiş olan farklı sonuçların farklı sert kabuklu meyve çeşitlerinin içermiş oldukları diyet liflerinin farklı kompozisyonlarda (kimyasal yapılarda) olmuş olmasından dolayı kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Kalın bağırsak mikroflorasında nispi bolluğunda önemli değişiklik gözlemlenen bir diğer mikroorganizma grubu OTU14 *Dysosmobacter* (98)'dir. *Dysosmobacter* kalın bağırsak mikrobiyotasında bulunabilen ve fizyolojik olarak önemli olduğu kabul edilen bir mikroorganizma cinsidir. Bu çeşidin bir türü olan *Dysosmobacter welbionis*, insan kalın bağırsağından son zamanlarda izole edilmiş olan bir bakteri türü olup, bu türün farelerde diyetle indüklenmiş obezite ve metabolik hastalıkların oluşumunu önlediği kanıtlanmıştır (Roy ve ark., 2022). Sert kabuklu meyve örnekleri incelendiğinde tüm çeşitlerin kontrol örneği inüline kıyasla OTU14 *Dysosmobacter* (98) nispi bolluğunu daha fazla artırdığı gözlemlenmiştir. OTU14 *Dysosmobacter* (98) nispi bolluğunun, Antep fıstığı örneklerinde 7.8 kat artışla %2.6'ya; badem örneklerinde 6.4 kat artışla %2.1'e; ceviz örneklerinde 6.7 kat artışla %2.3'e; fındık örneklerinde 5.2 kat artışla %1.8'e ve kaju örneklerinde 4.9 kat artışla %1.6'ya yükseldiği tespit edilmiştir. Antep fıstığı, badem ve ceviz örnekleri kendi içlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark göstermezken ($p>0.05$), inülin ve diğer örneklerle aralarında anlamlı farklılıklar ($p<0.05$) göstermektedirler.

Nispi bolluk miktarlarında önemli derecede değişiklik gözlemlenmiş olan diğer mikroorganizma grupları ise OTU30 *Butyricimonas* ve OTU34 *Collinsella aerofaciens*'tir. *Butyricimonas* türleri ve *Collinsella aerofaciens* insan kalın bağırsağında bulunan ve fizyolojik açıdan büyük öneme sahip olan mikroorganizmalardır, çünkü bu mikroorganizmaların bütirojenik kapasitede oldukları; bir diğer ifade ile, kalın bağırsakta bu mikroorganizmaların nispi bolluklarının artmasının bütirik asit miktarı artışı ile doğru orantılı olduğu rapor edilmiştir (Facchin ve ark., 2020; Companys ve ark., 2021). Örnekler incelendiğinde, kaju örneklerinin fermantasyonu sonucunda OTU30 *Butyricimonas* nispi bolluğunun 73 kat artış göstererek %1.73'e ulaştığı tespit edilmiştir. Bu nispi bolluk miktarının istatistiksel olarak Antep fıstığı ve ceviz örneklerinininkinden farklı olmadığı ($p>0.05$), ancak diğer örneklerden anlamlı derecede yüksek olduğu tespit

edilmiştir ($p<0.05$). Bu sonuç kaju örneklerinde neden daha fazla miktarda bütirik asit oluşumu gözlemlendiğini kısmen açıklamaktadır, çünkü *Butyricimonas* bütirik asit üretebilme kabiliyetindedir. Benzer şekilde, kaju fermantasyonu sonucunda OTU34 *Collinsella aerofaciens* nispi bolluğunda başlangıca kıyasla önemli derecede artış tespit edilmiştir ($p<0.05$) (başlangıçta %0.09 nispi bolluk derecesine sahip olan OTU34 *Collinsella aerofaciens*, kaju fermantasyonu sonucu 5.9 kat artış göstererek %0.5' ulaşmıştır). Diğer örneklerle kıyaslandığında fermantasyon süresi sonunda OTU34 *Collinsella aerofaciens* nispi bolluk miktarının Antep fıstığı ve fındık örneklerinkinden istatistiksel olarak yüksek olduğu ($p<0.05$), badem ve ceviz örneklerinden istatistiksel olarak farklı olmadığı ($p>0.05$), ve inulinden istatistiksel olarak düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bu sonuçlar, kaju ve inulin örneklerinde tespit edilen yüksek bütirik asit oluşumuna OTU34 *Collinsella aerofaciens* mikroorganizmasının da katkı yaptığını önermektedir. İlave, bu sonuçlar bütirik asit oluşumundan sorumlu olan mikroorganizma gruplarının substrat çeşidine göre farklılık gösterebildiği önerisinde de bulunmaktadır, çünkü kaju örneklerinde OTU30 *Butyricimonas* ve OTU34 *Collinsella aerofaciens* mikroorganizmalarının sayısının önemli derecede artış gösterdiği, ancak inulin örneğinde yalnızca OTU34 *Collinsella aerofaciens* nispi bolluğunda artış tespit edilmiştir.

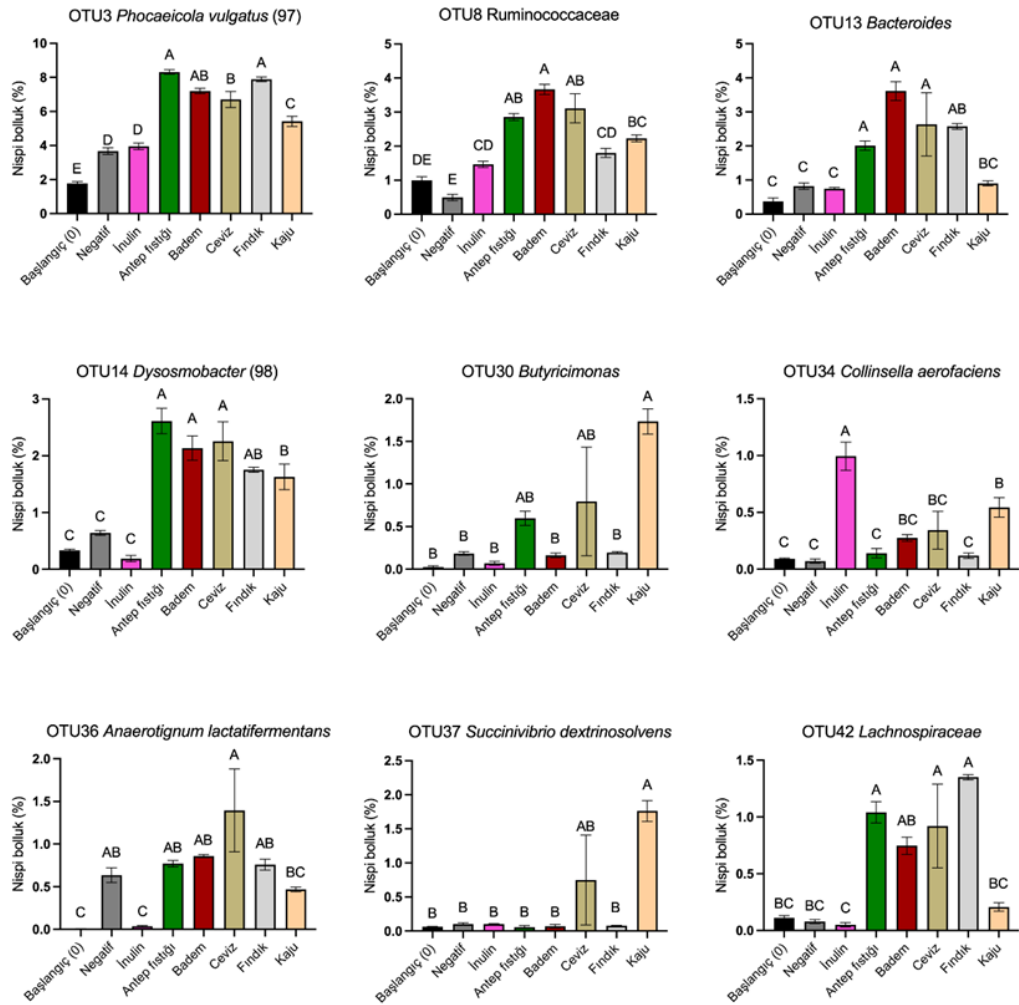
Nispi bolluğunda önemli derecede farklılık gözlemlenen bir diğer mikroorganizma grubu ise OTU36 *Anaerotignum lactatifermentans*'dır. *Anaerotignum* spp. *Clostridium* küme XIVb'ye ait olan ve Lachnospiraceae ailesine dahil mikroorganizmalardır. *Anaerotignum* spp. katî anaerob, gram(+) mikroorganizmalardan olup, insan kalın bağırsağında asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit gibi önemli mikrobiyal metabolitlerin oluşumunda rol oynayan önemli bir mikroorganizma grubudur (Choi ve ark., 2019). Veriler incelendiğinde, sert kabuklu meyve örneklerinin tamamında bu mikroorganizma grubunun nispi bolluğunda yüksek kat artışları tespit edilmiştir. Başlangıç anına kıyasla, ceviz örneklerinde OTU36 *Anaerotignum lactatifermentans* nispi bolluğunda 411 kat artış gözlemlenmiş ve nispi bolluk değeri %1.11'e yükselmiştir. Cevizin ardından en yüksek artış 227 kat artış ile Antep fıstığı örneğinde tespit edilmiş ve sonuçta OTU36 *Anaerotignum lactatifermentans* nispi bolluk miktarının %0.8'e yükseldiği gözlemlenmiştir. Badem ve fındık örnekleri ise yakın kat artışları göstererek sonuçta birbirine benzer olarak %0.9 ve %0.8 nispi bolluk meydana getirmişlerdir. Kaju örneklerinde ise 138 kat artışla OTU36 *Anaerotignum lactatifermentans* nispi bolluk

miktarının %0,5' yükseldiği tespit edilmiştir. Diğer taraftan, inülin örneklerinde ise OTU36 *Anaerotignum lactatifermentans* nispi bolluk miktarının, başlangıca kıyasla, yalnızca 11 katlık artış göstererek %0,04'e ulaştığı tespit edilmiştir. Sert kabuklu meyve örneklerinin daha yüksek nispi bolluk göstermesi yapılarında bulunan diyet liflerinin, inüline kıyasla, OTU36 *Anaerotignum lactatifermentans* tarafından daha iyi fermente edilebildiği önerisinde bulunmaktadır.

Nispi bolluk miktarlarında önemli derecede artış gözlemlenen bir diğer mikroorganizma grubu OTU37 *Succinivibrio dextrinosolvens* olarak tespit edilmiştir. Sert kabuklu meyve örnekleri içerisinde başlangıca kıyasla en yüksek kat artışları kaju ve ceviz örneklerinde gözlemlenmiştir. Kaju örneklerinde başlangıca kıyasla 27.3 katlık değişim meydana gelmiş ve %1.8 nispi bolluğa ulaşıldığı görülmüştür. Ceviz örneklerinde ise 11.1'lik kat artışıyla %0.8 nispi bolluk gözlemlenmiştir. İnülin, Antep fıstığı, badem ve fındık örneklerinde ise OTU37 *Succinivibrio dextrinosolvens* nispi bolluğunun istatistiksel açıdan birbirlerinden farklı ($p>0.05$) olmadıkları tespit edilmiştir. *Succinivibrio dextrinosolvens* Proteobacteria alemine ait olan ve insan kalın bağırsağında faaliyet göstermesi sonucunda saksinik asit (succinate) oluşumu gösteren bir mikroorganizma türüdür (Fernandez-Veledo ve Vendrell, 2019). Kalın bağırsakta oluşan saksinik asit'in saksinil CoA metabolik yolu (pathway) üzerinden bazı mikroorganizmalar (özellik Firmicutes alemine ait olanlar) tarafından propiyonik aside dönüştürülebildiği kanıtlanmıştır (Fernandez-Veledo ve Vendrell, 2019; Reichardt ve ark., 2014). Kısa zincirli yağ asidi verileri incelendiğinde (Şekil 4.1), kaju örneklerinde, diğer sert kabuklu meyvelere kıyasla, istatistiksel olarak daha yüksek miktarda propiyonik asit tespit edilmiştir. Kaju örneklerinde OTU37 *Succinivibrio dextrinosolvens* nispi bolluğunun daha fazla artış göstermesi bu durumun oluşmasına katkıda bulunmuş olabilir.

OTU42 Lachnospiraceae nispi bolluğunda değişim gözlemlenen bir diğer mikroorganizma türüdür. Lachnospiraceae familyasına üye mikroorganizmalar, sağlıklı bireylerin kalın bağısak mikrobiyotasında yüksek miktarda bulunan, anaerobik karakterli türlerdir. Konakçı sağlığına; kısa zincirli yağ asitleri oluşturmak, birincil safra asitlerini ikincil safra asitlerine dönüştürmek, bağırsakta bulunan patojen karakterde mikroorganizmalara karşı kolon direncini sağlamak gibi olumlu etkileri bulunmaktadır (Sorbara ve ark., 2020). Diğer OTU türleri ile kıyaslandığında sert kabuklu meyve örnekleri içerisinde, OTU42 Lachnospiraceae gelişimde en düşük kat değişimi 1.9'lük artış ile kaju örneğinde tespit edilmiştir. Başlangıca kıyasla en büyük değişim 12.1 katlık artış ile %12.1 nispi bolluğa ulaşan fındık örneğinde gözlemlenmiştir. Bu durum fındık

örneklerinin insan kalın bağırsağında OTU42 Lachnospiraceae gelişimini diğer sert kabuklu meyve çeşitleri ve inüline kıyasla çok daha iyi teşvik ettiğini göstermektedir. Antep fıstığı ve ceviz örnekleri de istatistiki açıdan fındık örneklerine benzer ($p>0.05$) OTU42 Lachnospiraceae gelişimi göstermiştir. Badem ve kaju örneklerinde ise farklı ($p<0.05$) mikroorganizma gelişimleri tespit edilmiştir. Başlangıçta %0.05 olan OTU42 Lachnospiraceae nispi bolluğunun badem örneklerinde 9.3 kat artışla %1'e çıktığı; kaju örneklerinde 1.9 kat artışla %0.2 nispi bolluğa ulaştığı; inülinde ise 0.5 katlık artışla %0.05 nispi bolluğuna yükseldiği gözlemlenmiştir.



Şekil 4.5. Nispi bollukları en çok değişen dokuz OTU

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Çalışma kapsamında ticari öneme sahip sert kabuklu meyvelerin (Antep fıstığı, badem, ceviz, fındık ve kaju) nem, kül, protein, fitik asit, toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri ile *in vitro* şartlarda protein sindirilebilirlikleri, suda çözünen, suda çözünmeyen ve toplam diyet lifi miktarları ve *in vitro* şartlarda bunların kalın bağırsak mikrobiyotası üzerine etkileri incelenmiştir.

Sert kabuklu meyve çeşitleri arasında en yüksek kül (%3.31) ve nem miktarı (%3.73) badem örneğinde tespit edilmiştir. Yağ miktarı açısından incelendiğinde, sert kabuklu meyve çeşitlerinden fındık örneğinde %68.0 ve ceviz örneğinde %67.90 ile en yüksek yağ içeriği belirlenmiştir. Protein miktarları %14.85 ila %23.50 arasında değişim göstermekle birlikte, en yüksek protein içeriği kaju (%23.50) ve badem (%23.46) örneklerinde tespit edilmiştir. Fitik asit miktarı ise en yüksek badem örneğinde (1.22 g/100g) tespit edilmiş olup, bunu sırasıyla kaju (1.07 g/100g), fındık (0.68 g/100g), Antep fıstığı (0.64 g/100g) ve ceviz (0.58 g/100g) örneği takip etmiştir. Sert kabuklu meyve çeşitleri arasında en yüksek toplam fenolik madde içeriği ceviz örneğinde (0.68 g GAE/100 g) ve Antep fıstığı örneğinde (0.63 g GAE/100g) tespit edilmiştir. Örneklerin antioksidan kapasite miktarları ABTS ve DPPH olarak iki farklı yöntemle belirlenmiştir. Antioksidan kapasite değerleri, toplam fenolik madde içeriği ile uyumlu olarak benzer değişimler göstermiştir. ABTS ve DPPH açısından antioksidan kapasite değerleri sırasıyla 63.57-310.72 µg TE/g ve 0.7-123.38 µg TE/g arasında değişim göstermiş olup, en yüksek değerler ceviz ve fındık örneklerinde bulunmuştur.

Sert kabuklu meyve çeşitlerinin yapısında bulunan toplam, suda çözünen ve suda çözünmeyen diyet lifi miktarları belirlenmiştir. En yüksek toplam diyet lifi miktarı ve suda çözünmeyen diyet lifi miktarı ise sırasıyla %16.75 ve %14.68 ile Antep fıstığı örneğinde tespit edilmiştir. Örneklerin suda çözünen diyet lifi miktarları %1.70-3.05 arasında değişim göstermiş olup, bu değişim istatistiki açıdan önemsiz olarak belirlenmiştir. Buna göre, kaju örneğinde gözlemlenen %3.05'lik suda çözünen diyet lifi miktarının, toplam diyet lifinin yaklaşık %30.75'ine denk geldiği tespit edilmiştir. Diğer bir ifade ile, kaju diyet liflerinin, diğer örneklerinkine kıyasla, yüksek miktarda (%30.75) suda çözünen diyet liflerinden oluştuğu tespit edilmiştir.

Sert kabuklu meyve örnekleri *in vitro* şartlarda sindirim enzimleri (pepsin ve pankreatin) ile muamele edilerek, Kjeldahl ve TNBS metotları ile iki farklı şekilde, örneklerin protein sindirilebilirlikleri belirlenmiştir. Kjeldahl metodu ile parçalanmadan kalan protein miktarının örneklerin ilk durumdaki protein miktarına oranlanması ile elde edilen sonuçlara göre en yüksek protein sindirilebilirlik değeri %91.79 ile kaju örneğinde tespit edilmiştir. TNBS sonucunda serbest hale geçen primer aminoasit miktarı üzerinden yapılan hesaplamada en yüksek değer 38.60 mM/% azot içeriği ile Antep fıstığı örneğinde belirlenmiştir.

Sert kabuklu meyve örnekleri üst sindirim enzimleri ile muamele edilerek elde edilen sindirilemeyen kısım anaerobik kabinde fekal mikroorganizmalar ile fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyonun belirli saatlerinde (0., 6., 12. ve 24. saatler) örnekler alınarak kısa zincirli yağ asidi oluşumları ve mikrobiyota kompozisyonları belirlenmiştir. Genel olarak tüm fermentasyon sürecinde en hızlı kısa zincirli yağ asidi oluşumu kaju örneğinde gözlemlenmiştir. Bu durumun, kajunun yapısında bulunan suda çözünen diyet liflerinin diğer sert kabuklu meyvelere göre daha yüksek oranda bulunmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kaju örneğinin kalın bağırsakta prebiyotik özellikte olan inülin kadar yüksek miktarda bütirik asit ürettiği belirlenmiştir. Kaju örneklerinin bu şekilde yüksek miktarda bütirik asit oluşturmasının sebebi olarak fekal mikrobiyotada meydana getirmiş olduğu değişimlerden kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir, çünkü kaju fermentasyonunun OTU30 *Butyricimonas* ve OTU34 *Collinsella aerofaciens* mikroorganizmalarının sayısında önemli derecede artış gösterdiği, ve bu mikroorganizmalarında bütirik asit oluşturabilme kapasitesinde oldukları bilinmektedir.

Sonuç olarak, çalışma sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde, sert kabuklu meyve örneklerinin yapısında bulunan diyet liflerinin kalın bağırsak mikrobiyotasında faydalı metabolitlerin üretimini desteklediği sonucuna ulaşılmıştır.

5.2. Öneriler

Sert kabuklu meyveler yapısında yüksek oranda yağ ve protein içermektedir. Yağ ve protein içeriğine ilaveten sert kabuklu meyveler diyet lifi bileşimince de zengindir. Bu tez çalışmasında da ürünlerin yapısında bulunan toplam, suda çözünen ve suda çözünmeyen diyet liflerinin sadece miktarları tespit edilmiş olup; bu diyet liflerinin

içerikleri ve kompozisyonları belirlenmemiştir. Gelecekte yapılacak olan çalışmalarda diyet lifi karakterizasyonu incelenmelidir.

Bu tez çalışmasında sert kabuklu meyve çeşitleri herhangi bir ısı işlem uygulanmadan çiğ olarak kullanılmıştır. Ancak sert kabuklu meyveler kavrulmuş olarak da insan tüketiminde yer bulmaktadırlar. Bu durumdan dolayı yapılacak olan çalışmalarda çiğ ve kavrulmuş sert kabuklu meyve çeşitlerinin protein sindirilebilirlikleri ve diyet liflerinin fonksiyonel özellikleri araştırılmalıdır.

Protein sindirilebilirliği sonuçlarının *in vivo* denemeler yapılarak kıyaslanması da daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayacaktır.

6. KAYNAKLAR

- AACCI, 2000, Approved methods of the American Association of Analysis, 11th ed. AACC International, St. Paul, MN, USA.
- Acarsoy Bilgin, N. ve Mısırlı, A., 2022, Nonpareil badem çeşidinde bazı özelliklerin ilişkilendirilmesi: Demirci ilçesi örneği, *Bahçe*, 51(1), 21-27.
- Adler-Nissen, J., 1979, Determination of the degree of hydrolysis of food protein hydrolysates by trinitrobenzenesulfonic acid, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 27(6), 1256-1262.
- Ahmad, Z., 2010, The uses and properties of almond oil, *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 16(1), 10-12.
- Akça, Y. ve Köroğlu, E., 2005, İskilip ceviz populasyonu içerisinde üstün özellikli ceviz tiplerinin seleksiyon yolu ile ıslahı, *Bahçe*, 34(1), 41-48.
- Akinhanmi, T. F., Atasi, V. N. ve Akintokun, P. O., 2008, Chemical composition and physicochemical properties of cashew nut (*Anacardium occidentale*) oil and cashew nut shell liquid, *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*, 2(1), 1-10.
- Akinpelu, D. A. ve Ojewole, J. A., 2001, *Anacardium occidentale*, *Fitoterapia*, 72(3), 286-287.
- Alagöz, H. Ş., 2022, Farklı zamanlarda alınan ceviz aşısı kalemlerinde biyokimyasal değişikliklerin ve aşısı başarılarına olan etkilerinin incelenmesi, *Yüksek lisans tezi*, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Alasalvar, C. ve Bolling, B. W., 2015, Review of nut phytochemicals, fat-soluble bioactives, antioxidant components and health effects. *British Journal of Nutrition*, 113(2), 68-78.
- Alasalvar, C., Salvadó, J. S. ve Ros, E., 2020, Bioactives and health benefits of nuts and dried fruits, *Food Chemistry*, 314, 126192.
- Alaz, M. ve Bayazit, S., 2022, Bazı badem çeşitlerinin gaziantep ili ekolojisindeki fenolojik ve morfolojik özellikleri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 11(2), 36-44.
- Altun, M., Çelik, S. E., Güçlü, K., Özyürek, M., Erçağ, E. ve Apak, R., 2013, Total antioxidant capacity and phenolic contents of Turkish hazelnut (*Corylus avellana* L.) kernels and oils. *Journal of Food Biochemistry*, 37(1), 53-61.
- Amanpour, A., Kahraman, S., Karakaş, P. E. ve Çelik, F., Colorectal Cancer, Gut Microbiota and Nutrition. *Bandırma On yedi Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 50-59.
- Amaral, J. S., Casal, S., Alves, M. R., Seabra, R. M. ve Oliveira, B. P., 2006, Tocopherol and tocotrienol content of hazelnut cultivars grown in Portugal, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(4), 1329-1336.

- Ames, B. M., 1983, Dietary carcinogens and anticarcinogens: Oxygen radical and degener-ative diseases, *Journal of Science*, 221 (4617), 1256-1263.
- Ammar, A., Trabelsi, K., Boukhris, O., Bouaziz, B., Müller, P., M Glenn, J. ve Hökelmann, A., 2020, Effects of polyphenol-rich interventions on cognition and brain health in healthy young and middle-aged adults: systematic review and meta-analysis, *Journal of Clinical Medicine*, 9(5), 1598.
- An, Y., Lu, W., Li, W., Pan, L., Lu, M., Cesarino, I., Zheng L. ve Zeng, W., 2022, Dietary fiber in plant cell walls-the healthy carbohydrates, *Food Quality and Safety*, 6. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyab037>
- Anderson, J. W., Baird, P., Davis, R. H., Ferreri, S., Knudtson, M., Koraym, A. ve Williams, C.L., 2009, Health benefits of dietary fiber, *Nutrition reviews*, 67(4), 188-205.
- Aune, D., Keum, N., Giovannucci, E., Fadnes, L. T., Boffetta, P., Greenwood, D. C. ve Norat, T., 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), 1-14.
- Ayaz, A., 2008, Yağlı tohumların beslenmemizdeki yeri, *Sağlık Bakanlığı Yayın*, (727).
- Azam-Ali, S. H. ve Judge, E. C., 2001, Small-scale cashew nut processing, *Coventry (UK): ITDG Schumacher Centre for Technology and Development Bourton on Dunsmore*.
- Balık, H. İ., Balık, K. S., Beyhan, N. ve Erdoğan, V., 2016, Fındık çeşitleri, *Trabzon Ticaret Borsası, Klasmat Matbaacılık*, 96, Trabzon.
- Banel, D. K. ve Hu, F. B., 2009, Effects of walnut consumption on blood lipids and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis and systematic review, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 90(1), 56-63.
- Barreira, J. C., Ferreira, I. C., Oliveira, M. B. P. ve Pereira, J. A., 2008, Antioxidant activity and bioactive compounds of ten Portuguese regional and commercial almond cultivars, *Food and Chemical Toxicology*, 46(6), 2230-2235.
- Batista, K. S., Alves, A. F., dos Santos Lima, M., da Silva, L. A., Lins, P. P., de Sousa Gomes, J. A. ve de Souza Aquino, J., 2018, Beneficial effects of consumption of acerola, cashew or guava processing by-products on intestinal health and lipid metabolism in dyslipidaemic female Wistar rats, *British Journal of Nutrition*, 119(1), 30-41.
- Bayazit, S., Tefek, H. ve Çalışkan, O., 2016, Türkiye’de ceviz (*Juglans regia L.*) araştırmaları, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1), 169-179.
- Becerra-Tomás, N., Paz-Graniel, I., W. C., Kendall, C., Kahleova, H., Rahelić, D., Sievenpiper, J. L. ve Salas-Salvadó, J., 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.

- Bilgen, A.M., 1973. Antepfıstığı. Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Yayını, Ankara, 123.
- Binici, S., Çelik, C., Yıldırım, F. ve Yıldırım, A., 2022, Determination of the effect of harpin protein on nacl salt stress in pistachio (*Pistacia Vera L.*) seeds, *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 11(2), 141-150.
- Bisignano, C., Filocamo, A., Faulks, R. M. ve Mandalari, G., 2013, In vitro antimicrobial activity of pistachio (*Pistacia vera L.*) polyphenols. *FEMS microbiology letters*, 341(1), 62-67
- Bisinotto, M. S., da Silva, D. C., de Carvalho Fino, L., Simabuco, F. M., Bezerra, R. M. N., Antunes, A. E. C. ve Pacheco, M. T. B., 2021, Bioaccessibility of cashew nut kernel flour compounds released after simulated in vitro human gastrointestinal digestion, *Food Research International*, 139, 109906.
- Bizjak, J., Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F. ve Veberic, R., 2013, Changes in primary metabolites and polyphenols in the peel of “Braeburn” apples (*Malus domestica* Borkh.) during advanced maturation. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(43), 10283-10292.
- Blazdell, P., 2000, The mighty cashew, *Interdisciplinary Science Reviews*, 25(3), 220-226.
- Bowen, J., Luscombe-Marsh, N. D., Stonehouse, W., Tran, C., Rogers, G. B., Johnson, N. ve Brinkworth, G. D., 2019, Effects of almond consumption on metabolic function and liver fat in overweight and obese adults with elevated fasting blood glucose: A randomised controlled trial, *Clinical Nutrition ESPEN*, 30, 10-18.
- Bressani R. L., 1983, Tannin in common beans- methods of analysis and effects on protein quality, *Journal of Food Science*, 48(3), 1000- 1005.
- Brufau, G., Boatella, J. ve Rafecas, M., 2006, Nuts: source of energy and macronutrients. *British Journal of Nutrition*, 96(2), S24-S28.
- Bulló, M., Juanola-Falgarona, M., Hernández-Alonso, P. ve Salas-Salvadó, J., 2015, Nutrition attributes and health effects of pistachio nuts, *British Journal of Nutrition*, 113(2), 79-93.
- Cardozo, M. S. ve Li, B. W., 1994, Total Dietary Fiber Content of Selected Nuts by Two Enzymatic–Gravimetric Methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 7(1-2), 37-43.
- Carvalho, M., Ferreira, P. J., Mendes, V. S., Silva, R., Pereira, J. A., Jerónimo, C. ve Silva, B. M., 2010, Human cancer cell antiproliferative and antioxidant activities of *Juglans regia L.*, *Food and Chemical Toxicology*, 48(1), 441-447.
- Castillo, M., Iriondo-DeHond, A. ve Martirosyan, D. M., 2018, Are functional foods essential for sustainable health? *Annals of Nutrition and Food Science*, 2(1): 1015.
- Chen, C. ve Pan, Z., 2022, Processing of Tree Nuts. In *Postharvest Technology-Recent Advances, New Perspectives and Applications*, IntechOpen, 21(2), 1702-1731.

- Chen, C. Y. O. ve Blumberg, J. B., 2008, Phytochemical composition of nuts. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 17,329-332.
- Cheng, J., Jiang, X., Li, J., Zhou, S., Bai, T., Qin, W. ve Chen, H., 2020, Xyloglucan affects gut-liver circulating bile acid metabolism to improve liver damage in mice fed with high-fat diet, *Journal of Functional Foods*, 64, 1756-4646.
- Choi, S. H., Kim, J. S., Park, J. E., Lee, K. C., Eom, M. K., Oh, B. S. ve Park, S. H. 2019, *Anaerotignum faecicola* sp. nov., isolated from human faeces. *Journal of Microbiology*, 57(12), 1073-1078.
- Çioacă, L. ve Stănică, F., 2021, The evolution of the almond crop technology, *A Review, Faculty of Horticulture, University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest*, 2285-5653.
- Cirkovic Velickovic, T. D. ve Stanic-Vucinic, D. J., 2018, The role of dietary phenolic compounds in protein digestion and processing technologies to improve their antinutritive properties. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(1), 82-103.
- Companys, J., Gosalbes, M. J., Pla-Pagà, L., Calderón-Pérez, L., Llauradó, E., Pedret, A. ve Solà, R., 2021, Gut microbiota profile and its association with clinical variables and dietary intake in overweight/obese and lean subjects: a cross-sectional study, *Nutrients*, 13(6), 2032.
- Çağlar, A., Tomar, O., Vatansever, H. ve Ekmekçi, E., 2017, Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) ve insan sağlığı üzerine etkileri, *Akademik Gıda*, 15(4), 436-447.
- Çelik, M. ve Karabulut, M., 2013, Yağış koşullarının antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) biomas aktivitesi ve fenolojik özelliklerine etkisinin uzaktan algılama verileri kullanılarak incelenmesi, *Türk Coğrafya Dergisi*, 60, 37-48.
- Çetin, M. Ş., Demirel, A. S., Toprakçı, O. ve Toprakci, H. A. K., 2022, Karbonize edilmiş Antepfıstığı kabuk atıklarından iletken, esnek polimer kompozit üretimi ve karakterizasyonu, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 37(2), 711-722.
- Çetiner, M. ve Bilek, S. E., 2018, Bitkisel protein kaynakları, *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(2), 111-126.
- Çöpoğlu, E. ve Karabörklü, S., 2022, Fındık kurdu (*Curculio nucum* L. Col.: *Curculionidae*)'nun Düzce ve Sakarya'daki mevcut durumunun belirlenmesi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (33), 107-111.
- Dai, J. ve Mumper, R. J., 2010, Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties, *Molecules*, 15(10), 7313-7352.
- Das, I. ve Arora, A., 2017, Post-harvest processing technology for cashew apple, A review, *Journal of Food Engineering*, 194, 87-98.

- Das, M. ve Haydarabadwala, F. A., 2019, The study of prebiotic potential of peanuts and pistachios: The stimulatory effect on Lactobacillus growth. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 2404-2407.
- Daştan, E., 2022, Fındık (*Corylus Avellana L.*) Diyet Liflerinin Kalın Bağırsak Mikrobiyotası Üzerine Etkilerinin Araştırılması, *Yüksek lisans tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Davis, P. A. ve Iwahashi, C. K., 2001, Whole almonds and almond fractions reduce aberrant crypt foci in a rat model of colon carcinogenesis, *Cancer Letters*, 165(1), 27-33.
- Demirkol, M. ve Tarakci, Z., 2018, Effect of grape (*Vitis labrusca L.*) pomace dried by different methods on physicochemical, microbiological and bioactive properties of yogurt. *LWT-Food Science and Technology*, 97, 770-777.
- Ding, T. ve Li, Y., 2021, Beneficial effect and mechanism of walnut oligopeptide on Lactobacillus plantarum Z7. *Food Science and Nutrition*, 9(2), 672-681.
- Doğanay, S., 2005, Trabzon ilinde fındık tarımı, *Doğu Coğrafya Dergisi*.
- Duodo, K. G., Nunes, A., Delgadillo, I., Parker, M.L., Mills, E. N. C., Belton, P. S. ve Taylor, J. R. N., 2002, Effect of grain structure and cooking on sorghum and maize in vitro protein digestibility, *Journal of Cereal Science*, 35, 161-174.
- Dülger, D. ve Şahan, Y., 2011, Diyet lifin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 147-158.
- Egea, M. B., Pierce, G., Park, S. H., Lee, S. I., Heger, F. ve Shay, N., 2022, Consumption of Antioxidant-Rich “Cerrado” Cashew Pseudofruit Affects Hepatic Gene Expression in Obese C57BL/6J High Fat-Fed Mice, *Foods*, 11(17), 2543.
- Ejeta, G., Hassen, M. M. ve Mertz, E. T. 1987, In vitro digestibility and amino acid composition of pearl millet (*Pennisetum typhoides*) and other cereals, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 84, 6016-6019.
- Ersan, L. Y. ve Topçuoğlu, E., 2019, Badem Sütü ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik ve Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2), 321-339.
- Esfahlan, A. J., Jamei, R. ve Esfahlan, R. J., 2010, The importance of almond (*Prunus amygdalus L.*) and its by-products, *Food Chemistry*, 120(2), 349-360.
- Eylem, A. T. A. K. ve Uslu, M. E., 2018, Fenolik bileşikler, ekstraksiyon metotları ve analiz yöntemleri, *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 3(27), 39-48.
- Facchin, S., Vitulo, N., Calgaro, M., Buda, A., Romualdi, C., Pohl, D. ve Savarino, E. V., 2020, Microbiota changes induced by microencapsulated sodium butyrate in patients with inflammatory bowel disease. *Neurogastroenterology and Motility*, 32(10), e13914.

- FAOSTAT,2022, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QI>(Erişim Tarihi: 15.10.2022)
- Fernández-Veledo, S. ve Vendrell, J., 2019, Gut microbiota-derived succinate: Friend or foe in human metabolic diseases, *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 20(4), 439-447.
- Food, U. U., 2020, Nutrient Database for Dietary Studies 2017–2018. USDA: Washington, DC, USA.
- Gbadamosi, S. O., Abiose, S. H. ve Aluko, R. E., 2012, Amino acid profile, protein digestibility, thermal and functional properties of Conophor nut (*Tetracarpidium conophorum*) defatted flour, protein concentrate and isolates, *International Journal of Food Science and Technology*, 47(4), 731-739.
- Geçer, M., 2022, Yer fıstığı, kestane ve fındık kabuğu ekstraktlarının eriştenin fenolik madde açısından zenginleştirilmesi amacıyla kullanımı, *Yüksek lisans tezi*, Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Gey, K. F., 1990, The antioxidant hypothesis of cardiovascular disease: epidemiology and mechanisms. *Biochemical Society Transactions*, 18(6), 1041-1045.
- Gibson, G. R., 1998, Dietary modulation of the human gut microflora using prebiotics, *British Journal of Nutrition*, 80(2), 209-212.
- Graham, S., Dayal, H., Swanson, M., Mittelman, A. ve Wilkinson, G., 1978, Diet in the epidemiology of cancer of the colon and rectum, *Journal of the National Cancer Institute*, 61(3), 709-714.
- Granato, D., Branco, G. F., Nazzaro, F., Cruz, A. G. ve Faria, J. A., 2010, Functional foods and nondairy probiotic food development: trends, concepts, and products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(3), 292-302.
- Gu, J., Bk, A., Wu, H., Lu, P., Nawaz, M. A., Barrow, C. J. ve Suleria, H. A. R., 2022, Impact of processing and storage on protein digestibility and bioavailability of legumes. *Food Reviews International*, 1-28.
- Gulati, P., Brahma, S., Graybosch, R. A., Chen, Y. ve Rose, D. J., 2020, In vitro digestibility of proteins from historical and modern wheat cultivars, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(6), 2579-2584.
- Gulati, P., Li, A., Holding, D. R., Santra, D., Zhang, Y. ve Rose, D. J., 2017, Heating reduces proso millet protein digestibility via formation of hydrophobic aggregates, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(9), 1952-1959.
- Guo, Y., Yu, Y., Li, H., Ding, X., Li, X., Jing, X. ve Tian, Z., 2021, Inulin supplementation ameliorates hyperuricemia and modulates gut microbiota in Uox-knockout mice. *European Journal of Nutrition*, 60(4), 2217-2230.
- Gupta, R. K., Gangoliya, S. S. ve Singh, N. K., 2015, Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 676-684.

- Güvenç, İ. ve Purlu, G., 2022, Türkiye'nin 2020-2045 döneminde ceviz üretim ve gereksinim projeksiyonu, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(1), 57-65.
- Hamaker, B. R. ve Tuncil, Y. E., 2014, A perspective on the complexity of dietary fiber structures and their potential effect on the gut microbiota, *Journal of Molecular Biology*, 426(23), 3838-3850.
- Hamaker, B. R., Kirleis, A. W., Butler, L. G., Axtell, J. D. ve Mertz, E. T., 1987, Improving the in vitro protein digestibility of sorghum with reducing agents, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 84, 626-628.
- Hamasalih, T. H. ve Rasul, N. H., 2022, Effect of edible coatings on some physicochemical properties and fungi growth during different storage periods of pistachio nuts, *Anbar Journal of Agricultural Sciences*, 18(2), 1-1.
- Hart, M. L., Meyer, A., Johnson, P. J. ve Ericsson, A. C., 2015, Comparative evaluation of DNA extraction methods from feces of multiple host species for downstream next-generation sequencing. *PloS one*, 10(11), e0143334.
- Holscher, H. D., Guetterman, H. M., Swanson, K. S., An, R., Matthan, N. R., Lichtenstein, A. H., Novotny, J. ve Baer, D. J., 2018a, Walnut consumption alters the gastrointestinal microbiota, microbially derived secondary bile acids, and health markers in healthy adults: a randomized controlled trial, *The Journal of Nutrition*, 148(6), 861-867.
- Holscher, H. D., Taylor, A. M., Swanson, K. S., Novotny, J. A. ve Baer, D. J., 2018b, Almond consumption and processing affects the composition of the gastrointestinal microbiota of healthy adult men and women: a randomized controlled trial, *Nutrients*, 10(2), 126.
- Hu, H., Zhang, S., Liu, F., Zhang, P., Muhammad, Z. ve Pan, S., 2019, Role of the gut microbiota and their metabolites in modulating the cholesterol-lowering effects of citrus pectin oligosaccharides in C57BL/6 mice, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(43), 11922-11930.
- Hyson, D. A., Schneeman, B. O. ve Davis, P. A., 2002, Almonds and almond oil have similar effects on plasma lipids and LDL oxidation in healthy men and women, *The Journal of Nutrition*, 132(4), 703-707.
- Intrado GlobeNewswire, 2020, *Global edible nuts Industry*, <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/07/23/2066759/0/en/Global-Edible-Nuts-Industry.html> (Erişim tarihi: 1 Aralık 2022).
- Iwamoto, M., Sato, M., Kono, M., Hirooka, Y., Sakai, K., Takeshita, A. ve Imaizumi, K., 2000, Walnuts lower serum cholesterol in Japanese men and women, *Journal of Nutrition-Baltimore and Springfield Then Bethesda*, 130(2), 171-176.
- İslam, A., 2018, Hazelnut culture in Turkey. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(2), 259-266.

- Jahan-Mihan, A., Luhovyy, B. L., El Khoury, D. ve Anderson, G. H., 2011, Dietary proteins as determinants of metabolic and physiologic functions of the gastrointestinal tract. *Nutrients*, 3, 574–603.
- Ji, C., Lu, F., Wu, Y., Lu, Z., Mo, Y., Han, L. ve Zou, C., 2022, Rhubarb enema increasing short-chain fatty acids that improves the intestinal barrier disruption in CKD may be related to the regulation of gut dysbiosis, *BioMed Research International*.
- Johnson, K. V. A. ve Burnet, P. W. J., 2016, Microbiome: Should we diversify from diversity?, *Gut Microbes*, 7(6), 455-458.
- Jovel, J., Patterson, J., Wang, W., Hotte, N., O'Keefe, S., Mitchel, T., Perry, T., Kao, D., Mason, A. L., Madsen, K. L. ve Wong, G. K. S. 2016, Characterization of the gut microbiome using 16s or shotgun metagenomics, *Frontiers in Microbiology*, 7, 459. doi: 10.3389/fmicb.2016.00459.
- Joye, I., 2019, Protein digestibility of cereal products, *Foods*, 8(6), 199.
- Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S., & Heinonen, M., 1999, Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(10), 3954-3962.
- Karabıyıklı, Ş. ve Donat, İ., 2019, Prebiyotik Diyet Liflerinin Kolon Mikrobiyatası ve Sağlık Üzerine Etkileri, *Journal of New Results in Engineering and Natural Sciences*, 10, 1-14.
- Karamać, M., 2009, In-vitro study on the efficacy of tannin fractions of edible nuts as antioxidants. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111(11), 1063-1071.
- 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.
- Kashaninejad, M. ve Tabil, L. G., 2011, Effect of microwave–chemical pre-treatment on compression characteristics of biomass grinds, *Biosystems Engineering*, 108 (1), 36-45.
- Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A. ve Tabil, L. G., 2006, Some physical properties of Pistachio (*Pistacia vera* L.) nut and its Kernel, *Journal of Food Engineering*, 72(1), 30-38.
- Kashaninejad, M., Tabil, L.G., Mortazavi, A. ve Kordi, A., 2003, Effect of drying methods on quality of pistachio nuts, *Drying Technology*, 21(5), 821–838.
- Kaur, N. ve Singh, D. P., 2017, Deciphering the consumer behaviour facets of functional foods: a literature review, *Appetite*, 112, 167-187.
- Kendall, C. W. C., West, S. G., Augustin, L. S., Esfahani, A., Vidgen, E., Bashyam, B., ve Jenkins, D. J., 2014, Acute effects of pistachio consumption on glucose and insulin, satiety hormones and endothelial function in the metabolic syndrome, *European Journal of Clinical Nutrition*, 68(3), 370-375.

- Koçak, T. ve Şanlıer, N., 2017, Mikrobelerin ögeleri ve mikrobiyotanın etkileşimi, *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(4), 290-302.
- Koropatkin, N. M., Cameron, E. A. ve Martens, E. C., 2012, How glycan metabolism shapes the human gut microbiota, *Nature Reviews Microbiology*, 10(5), 323-335.
- Kris-Etherton, P. M., Hu, F. B., Ros, E., ve Sabaté, J., 2008, The role of tree nuts and peanuts in the prevention of coronary heart disease: multiple potential mechanisms, *The Journal of Nutrition*, 138(9), 1746-1751.
- Kurihara, A., Okamura, T., Sugiyama, D., Higashiyama, A., Watanabe, M., Okuda, N. ve NIPPON DATA90 Research Group., 2019, Vegetable protein intake was inversely associated with cardiovascular mortality in a 15-year follow-up study of the general Japanese population, *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, 26(2), 198-206.
- Kurt, H., 2014, Sert kabuklu meyve araştırmaları çalışma grubu, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- Küden, A. B., Küden, A., Bayazit, S., Çömlekçioğlu, S., İmrak, B. ve Rehber Dikkaya, Y., 2000, Badem yetiştiriciliği, *TÜBİTAK-TARP Yayınları*, Ankara, 18.
- Küden, D. A. B., Küden, A., Bayazit, S., Çömlekçioğlu, A. G. S., İmrak, U. B. ve Dikkaya, Z. Y. M. Y. R., TAGEP Proje No.: 5.2. 3.1.
- Lappi, J., Silventoinen-Veijalainen, P., Vanhatalo, S., Rosa-Sibakov, N. ve Sözer, N., 2022, The nutritional quality of animal-alternative processed foods based on plant or microbial proteins and the role of the food matrix. *Trends in Food Science and Technology*, 129, 144-154.
- Lavedrine, F., Zmirou, D., Ravel, A., Balducci, F. ve Alary, J., 1999, Blood cholesterol and walnut consumption: a cross-sectional survey in France, *Preventive medicine*, 28(4), 333-339.
- Le Roy, T., de Hase, E. M., Van Hul, M., Paquot, A., Pelicaen, R., Régnier, M. ve Cani, P. D., 2022, *Dysosmobacter welbionis* is a newly isolated human commensal bacterium preventing diet-induced obesity and metabolic disorders in mice. *Gut*, 71(3), 534-543.
- Lee, S. H., Park, H. J., Chun, H. K., Cho, S. Y., Cho, S. M. ve Lillehoj, H. S., 2006, Dietary phytic acid lowers the blood glucose level in diabetic KK mice. *Nutrition research*, 26(9), 474-479.
- Levent, Ö., 2022, Detailed comparative study on some physicochemical properties, volatile composition, fatty acid, and mineral profile of different almond (*Prunus dulcis* L.) varieties, *Horticulturae*, 8(6), 488.
- Li, S. C., Liu, Y. H., Liu, J. F., Chang, W. H., Chen, C. M. ve Chen, C. Y. O., 2011, Almond consumption improved glycemic control and lipid profiles in patients with type 2 diabetes mellitus, *Metabolism*, 60(4), 474-479.

- Lin, B., Gong, J., Wang, Q., Cui, S., Yu, H. ve Huang, B., 2011, In-vitro assessment of the effects of dietary fibers on microbial fermentation and communities from large intestinal digesta of pigs, *Food Hydrocolloids*, 25(2), 180-188.
- Liu, Y., Hwang, H. J., Ryu, H., Lee, Y. S., Kim, H. S. ve Park, H., 2017, The effects of daily intake timing of almond on the body composition and blood lipid profile of healthy adult, *Nutrition research and Practice*, 11(6), 479-486.
- Liu, Z., Lin, X., Huang, G., Zhang, W., Rao, P. ve Ni, L., 2014, Prebiotic effects of almonds and almond skins on intestinal microbiota in healthy adult humans, *Anaerobe*, 26, 1-6.
- Liu, Z., Wang, W., Huang, G., Zhang, W. ve Ni, L., 2016, In vitro and in vivo evaluation of the prebiotic effect of raw and roasted almonds (*Prunus amygdalus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(5), 1836-1843.
- Louis, P. ve Flint, H. J., 2017, Formation of propionate and butyrate by the human colonic microbiota. *Environmental Microbiology*, 19(1), 29-41.
- Louis, P., Scott, K. P., Duncan, S. H. ve Flint, H. J., 2007, Understanding the effects of diet on bacterial metabolism in the large intestine. *Journal of Applied Microbiology*, 102(5), 1197-1208.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C. ve Jiménez, L., 2004, Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747.
- Mandalari, G., Faulks, R. M., Rich, G. T., Lo Turco, V., Picout, D. R., Lo Curto, R. B. ve Wickham, M. S., 2008a, Release of protein, lipid, and vitamin E from almond seeds during digestion, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(9), 3409-3416.
- Mandalari, G., Nueno-Palop, C., Bisignano, G., Wickham, M. S. J. ve Narbad, A., 2008b, Potential prebiotic properties of almond (*Amygdalus communis* L.) seeds, *Applied and Environmental Microbiology*, 74(14), 4264-4270.
- Mao, X. ve Hua, Y., 2012, Composition, structure and functional properties of protein concentrates and isolates produced from walnut (*Juglans regia* L.), *International Journal of Molecular Sciences*, 13(2), 1561-1581.
- Mao, X., Zhu, H., Zhao, Z. ve Yu, X., 2019, Corrosion behavior of bitter almond oil during processing, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121(11), 1900210.
- Martins, I. M., Chen, Q. ve Chen, C. O., 2016, Emerging functional foods derived from almonds. *Wild plants, mushrooms and nuts, Functional Food Properties and Application*, 445-469.
- Martirosyan, D. ve Pisarski, K., 2017, Bioactive compounds: Their role in functional food and human health, classifications, and definitions. *Bioactive Compounds and Cancer. Edited by Danik Martirosyan and Jin-Rong Zhou. San Diego: Food Science Publisher*, 238-277.

- Maskan, M. ve Karataş, Ş., 1999, Storage stability of whole-split pistachio nuts (*Pistachia vera* L.) at various conditions, *Food Chemistry*, 66(2), 227-233.
- Mateos, R., Salvador, MD, Fregapane, G. ve Goya, L., 2022, Why should pistachio be a regular food in our diet? *Nutrients*, 14(15), 3207.
- Mercanlıgil, S. M., Arslan, P., Alasalvar, C., Okut, E., Akgül, E., Pınar, A. ve Shahidi, F., 2007, Effects of hazelnut-enriched diet on plasma cholesterol and lipoprotein profiles in hypercholesterolemic adult men, *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(2), 212-220.
- Mertz, E. T., Hassen, M. M., Cairns-Whittern, C., Kirleis, A. W., Tu, L. ve Axtell, J. D., 1984, Pepsin digestibility of proteins in sorghum and other major cereals, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 81, 1-2.
- Mkandawire, N. L., Weier, S. A., Weller, C. L., Jackson, D. S. ve Rose, D. J., 2015, Composition, in vitro digestibility, and sensory evaluation of extruded whole grain sorghum breakfast cereals, *LWT- Food Science and Technology*, 62, 662-667.
- Modan, B., Barell, V., Lubin, F., Modan, M., Greenberg, R. A. ve Graham, S., 1975, Low-fiber intake as an etiologic factor in cancer of the colon, *Journal of the National Cancer Institute*, 55(1), 15-18.
- Mohan, V., Gayathri, R., Jaacks, L. M., Lakshmi Priya, N., Anjana, R. M., Spiegelman, D. ve Willett, W. C., 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, *The Journal of Nutrition*, 148(1), 63-69.
- Mokrana, H., Amoura, H., Belhaneche-Bensemra, N., Courtin, C. M., Delcour, J. A. ve Nadjemi, B., 2010, Assessment of Algerian sorghum protein quality [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] using amino acid analysis and in vitro pepsin digestibility, *Food Chemistry*, 121, 719-723.
- Mollica, A., Zengin, G., Stefanucci, A., Ferrante, C., Menghini, L., Orlando, G. ve Onaolapo, O. J., 2018, Nutraceutical potential of *Corylus avellana* daily supplements for obesity and related dysmetabolism. *Journal of Functional Foods*, 47, 562-574.
- Moreno-Rojas, J. M., Velasco-Ruiz, I., Lovera, M., Ordoñez-Díaz, J. L., Ortiz-Somovilla, V., De Santiago, E. ve Pereira-Caro, G., 2022, Evaluation of phenolic profile and antioxidant activity of eleven pistachio cultivars (*Pistacia vera* L.) cultivated in Andalusia, *Antioxidants*, 11(4), 609.
- Mousavi, S. M., Karimi, E., Hajishafiee, M., Milajerdi, A., Amini, M. R. ve Esmailzadeh, A., 2020, Anti-hypertensive effects of cinnamon supplementation in adults: A systematic review and dose-response Meta-analysis of randomized controlled trials, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(18), 3144-3154.
- Muraoka, S. ve Miura, T., 2004, Inhibition of xanthine oxidase by phytic acid and its antioxidative action. *Life sciences*, 74(13), 1691-1700.

- Nael, A. T. ve Mohammed, A. A. W., 2011, Utility and importance of walnut, *Juglans regia* Linn: A review, *African Journal of Microbiology Research*, 5(32), 5796-5805.
- Nagai, T., Nagashima, T., Suzuki, N. ve Inoue, R., 2005, Antioxidant activity and angiotensin I-converting enzyme inhibition by enzymatic hydrolysates from bee bread. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 60(1-2), 133-138.
- Nanos, G. D., Kazantzis, I., Kefalas, P., Petrakis, C. ve Stavroulakis, G. G., 2002, Irrigation and harvest time affect almond kernel quality and composition, *Scientia Horticulturae*, 96(1-4), 249-256.
- Ni, Z. J., Zhang, Y. G., Chen, S. X., Thakur, K., Wang, S., Zhang, J. G., ve Wei, Z. J., 2022, Exploration of walnut components and their association with health effects, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-17.
- Oatway, L., Vasanthan, T. ve Helm, J. H., 2001, Phytic acid. *Food Reviews International*, 17(4), 419-431.
- Ogunwolu, S. O., Henshaw, F. O., Oguntona, B. E. ve Afolabi, O. O., 2015, Nutritional evaluation of cashew (*Anacardium occidentale* L.) nut protein concentrate and isolate. *African Journal of Food Science*, 9(1), 23-30.
- Oğuz, N. E., 2021, Egzersiz yapan ve yapmayan yetişkin kadınlarda diyetle alınan proteinin kalite ve miktarının kas kütlesi ile ilişkisi, *Yüksek lisans tezi*, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
- Okatan, V., Gündeşli, M. A., Kafkas, N. E., Attar, Ş. H., Kahramanoğlu, İ., Usanmaz, S. ve Aşkın, M. A., 2022, Phenolic compounds, antioxidant activity, fatty acids and volatile profiles of 18 different walnut (*Juglans regia* L.) cultivars and genotypes, *Erwerbs-Obstbau*, 64(2), 247-260.
- Oliveira, I., Sousa, A., Morais, J. S., Ferreira, I. C., Bento, A., Estevinho, L. ve Pereira, J. A., 2008, Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of three hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars, *Food and Chemical Toxicology*, 46(5), 1801-1807.
- Oria, M. P., Hamaker, B. R. ve Shull, J. M., 1995, Resistance of sorghum alpha-, beta, and gamma-kafidins to pepsin digestion, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 2148-2153.
- Ozdal, T., Capanoglu, E. ve Altay, F., 2013, A review on protein–phenolic interactions and associated changes. *Food Research International*, 51(2), 954-970.
- Öz, E., Ekiz, E., SAVAŞ, A., Aoudeh, E., EL-ATY, A. A. ve Öz, F., 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.
- Özcan, M. M., Ünver, A., Erkan, E. ve Arslan, D., 2011, Characteristics of some almond kernel and oils, *Scientia Horticulturae*, 127(3), 330-333.

- Özdemir, F. ve Akinci, I., 2004, Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. *Journal of Food Engineering*, 63(3), 341-347.
- Özdemir, F., Topuz, A., Doğan, Ü. ve Karkacıer, M., 1998, Fındık çeşitlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, *Gıda*, 23(1), 37-41.
- Özer, E. A. ve Güven, A., 2008, Sert kabuklu meyvelerin sağlık üzerine etkileri. *Türkiye*, 10, 21-23.
- Özyurt, V. H. ve Ötles, S., 2018, Yan ürün olarak fındık testa: Besin bileşimi, antioksidan aktivite, fenolik bileşik profili ve diyet lifi içeriği. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 42(3), 38-57.
- Pappenheimer, J. R., Dahl, C. E., Karnovsky, M. L. ve Maggio, J. E., 1994, Intestinal absorption and excretion of octapeptides composed of D amino acids Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 91. (pp. 1942–1945).
- Parafati, L., Restuccia, C. ve Cirvilleri, G., 2022, Efficacy and mechanism of action of food isolated yeasts in the control of *Aspergillus flavus* growth on pistachio nuts. *Food Microbiology*, 108, 104100.
- Park, J. M., An, J. M., Han, Y. M., Surh, Y. J., Hwang, S. J., Kim, S. J. ve Hahm, K. B., 2020, Ceviz polifenol özleri, PPAR- γ ve SOCS1 indüksiyonunun aktivasyonu yoluyla *Helicobacter pylori* kaynaklı STAT3Tyr705 fosforilasyonunu inhibe eder, *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 67(3), 248-256.
- Pascale, A., Marchesi, N., Marelli, C., Coppola, A., Luzi, L., Govoni, S. ve Gazzaruso, C., 2018, Microbiota and metabolic diseases, *Endocrine*, 61(3), 357-371.
- Paz-Yépez, C., Peinado, I., Heredia, A. ve Andrés, A., 2019, Influence of particle size and intestinal conditions on in vitro lipid and protein digestibility of walnuts and peanuts, *Food Research International*, 119, 951-959.
- Pelvan, E., Alasalvar, C., ve Uzman, S., 2012, Effects of roasting on the antioxidant status and phenolic profiles of commercial Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* Food, U. U. (2020). Nutrient Database for Dietary Studies 2017–2018. USDA: Washington, DC, USA.L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(5), 1218-1223.
- Pelvan, E., Olgun, E. Ö., Karadağ, A., ve Alasalvar, C., 2018, Phenolic profiles and antioxidant activity of Turkish Tombul hazelnut samples (natural, roasted, and roasted hazelnut skin), *Food Chemistry*, 244, 102-108.
- Pereira, J. A., Oliveira, I., Sousa, A., Ferreira, I. C., Bento, A. ve Estevinho, L., 2008, Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia L.*) cultivars, *Food and Chemical Toxicology*, 46(6), 2103-2111.
- Pereira, J. A., Oliveira, I., Sousa, A., Valentão, P., Andrade, P. B., Ferreira, I. C. ve Estevinho, L., 2007, Walnut (*Juglans regia L.*) leaves: Phenolic compounds,

- antibacterial activity and antioxidant potential of different cultivars, *Food and Chemical Toxicology*, 45(11), 2287-2295.
- Poduval, M., 2022, Effects of climatic factors on different cashew (*Anacardium occidentale* L.) varieties, *Bangladesh Journal of Botany*, 51(3), 527-539.
- Prior R. L., Cao G., 1999, In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. *Free Radic Biol Med* 27:1173–1181
- Qamar, S., Manrique, Y. J., Parekh, H. ve Falconer, J. R., 2020, Nuts, cereals, seeds and legumes proteins derived emulsifiers as a source of plant protein beverages: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(16), 2742-2762.
- Qi, X., Al-Ghazzewi, F. H. ve Tester, R. F., 2018, Dietary fiber, gastric emptying, and carbohydrate digestion: A mini-review, *Starch-Stärke*, 70(9-10), 1700346.
- Razali, N., Razab, R., Junit, S. M. ve Aziz, A. A., 2008, Radical scavenging and reducing properties of extracts of cashew shoots (*Anacardium occidentale*), *Food Chemistry*, 111(1), 38-44.
- Reddy, B. S., Hedges, A. R., Laakso, K. ve Wynder, E. L., 1978, Metabolic epidemiology of large bowel cancer. Fecal bulk and constituents of high-risk North American and low-risk finnish population, *Cancer*, 42(6), 2832-2838.
- Reddy, C. V. K., Sreeramulu, D. ve Raghunath, M., 2010, Antioxidant activity of fresh and dry fruits commonly consumed in India, *Food Research International*, 43(1), 285-288.
- Reichardt N., Duncan S. H., Young P., Belenguer A., McWilliam, Leitch C. ve Scott K. P., 2014, Phylogenetic distribution of three pathways for propionate production within the human gut microbiota.
- Reiter, R. J., Manchester, L. C. ve Tan, D. X., 2005, Melatonin in walnuts: influence on levels of melatonin and total antioxidant capacity of blood. *Nutrition*, 21(9), 920-924.
- Reiter, R. J., Tan, D. X., Manchester, L. C., Korkmaz, A., Fuentes-Broto, L., Hardman, W. E. ve Qi, W., 2013, A walnut-enriched diet reduces the growth of LNCaP human prostate cancer xenografts in nude mice. *Cancer Investigation*, 31(6), 365-373.
- Rhodes, D., Morton, S., Hymes, M., Friday, J., Martin, C., Steinfeldt, L. ve Moshfegh, A., 2020, USDA Food and Nutrient Database for Dietary Studies 2017–2018. *U.S. Department of Agriculture*
- Rios-Covian, D., González, S., Nogacka, A. M., Arboleya, S., Salazar, N., Gueimonde, M. ve de Los Reyes-Gavilán, C. G., 2020, An overview on fecal branched short-chain fatty acids along human life and as related with body mass index: associated dietary and anthropometric factors, *Frontiers in microbiology*, 11, 973.
- Rodríguez-Bencomo, J. J., Kelebek, H., Sonmezdag, A. S., Rodríguez-Alcalá, L. M., Fontecha, J., ve Selli, S., 2015, Characterization of the aroma-active, phenolic,

- and lipid profiles of the pistachio (*Pistacia vera L.*) nut as affected by the single and double roasting process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(35), 7830-7839.
- Romano, R., De Luca, L., Vanacore, M., Genovese, A., Cirillo, C., Aiello, A., ve Sacchi, R., 2022, Compositional and morphological characterization of ‘Sorrento’ and ‘Chandler’ walnuts, *Foods*, 11(5), 761.
- Ros, E., 2015, Nuts and CVD. *British Journal of Nutrition*, 113(2), 111-120.
- Sá, A. G. A., Moreno, Y. M. F. ve Carciofi, B. A. M., 2020, Food processing for the improvement of plant proteins digestibility. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(20), 3367-3386.
- Säemann, M. D., Böhmig, G. A., Österreicher, C. H., Burtscher, H., Parolini, O., Diakos, C. ve Zlabinger, G. J., 2000, Anti-inflammatory effects of sodium butyrate on human monocytes: potent inhibition of IL-12 and up-regulation of IL-10 production. *The FASEB Journal*, 14(15), 2380-2382.
- Saitta, M., Giuffrida, D., La Torre, G. L., Potortì, A. G. ve Dugo, G., 2009, Characterisation of alkylphenols in pistachio (*Pistacia vera L.*) kernels, *Food Chemistry*, 117(3), 451-455.
- Salam, M. A. ve Peter, K., 2010, Cashew-a monograph, 257.
- Salas-Salvadó, J., Bulló, M., Pérez-Heras, A. ve Ros, E., 2006, Dietary fiber, nuts, and cardiovascular disease, *BNJ*, 96(2), 45-51.
- Samur, G. ve Mercanlıgil, S. M., 2008, Diyet posası ve beslenme. *The Ministry of Health of Turkey, The General Directorate of Primary Health Care*.
- Sandal, E. K. ve Yurddaş, M., 2019, Şanlıurfa ilinde antep fıstığı üretimi ve maliyet-kazanç analizi, *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(6), 486-497.
- Sarı, I., Baltacı, Y., Bağcı, C., Davutoğlu, V., Erel, O., Celik, H. ve Aksoy, M., 2010, Effect of pistachio diet on lipid parameters, endothelial function, inflammation, and oxidative status: a prospective study, *Nutrition*, 26(4), 399-404.
- Sathe, S. K., Sze-Tao, K. C., Wolf, W. J. ve Hamaker, B. R., 1997, Biochemical characterization and in vitro digestibility of the major globulin in cashew nut (*Anacardium occidentale*), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(8), 2854-2860.
- Satıl, F., Azcan, N. ve Baser, K. H. C., 2003, Fatty acid composition of pistachio nuts in Turkey, *Chemistry of Natural Compounds*, 39(4), 322-324.
- Schlemmer, U., Frølich, W., Prieto, R. M. ve Grases, F., 2009, Phytate in foods and significance for humans: food sources, intake, processing, bioavailability, protective role and analysis. *Molecular Nutrition and Food Research*, 53(2), 330-375.

- Sfahlan, A. J., Mahmoodzadeh, A., Hasanzadeh, A., Heidari, R. ve Jamei, R., 2009, Antioxidants and antiradicals in almond hull and shell (*Amygdalus communis* L.) as a function of genotype. *Food Chemistry*, 115(2), 529-533.
- Shamsuddin, A. M., 2002, Anti-cancer function of phytic acid. *International Journal of Food Science and Technology*, 37(7), 769-782.
- Shi, C., Zhang, Y., Lu, Z. ve Wang, Y., 2017, Solid-state fermentation of corn-soybean meal mixed feed with *Bacillus subtilis* and *Enterococcus faecium* for degrading antinutritional factors and enhancing nutritional value. *Journal of Animal science and Biotechnology*, 8(1), 1-9.
- Shokraii, E. H. ve Esen, A., 1988, Composition, solubility and electrophoretic patterns of proteins isolated from Kerman pistachio nuts (*Pistacia vera* L.), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36 (3), 425-429.
- Slavin, J. L., 2008, Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber, *Journal of the American Dietetic Association*, 108(10), 1716-1731.
- Slavin, J., 2013, Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits, *Nutrients*, 5(4), 1417-1435.
- Sorbara, M. T., Littmann, E. R., Fontana, E., Moody, T. U., Kohout, C. E., Gjonbalaj, M. ve Pamer, E. G., 2020, Functional and genomic variation between human-derived isolates of Lachnospiraceae reveals inter-and intra-species diversity. *Cell Host and Microbe*, 28(1), 134-146.
- Spagnuolo, L., Della Posta, S., Fanali, C., Dugo, L. ve De Gara, L., 2021, Antioxidant and antiglycation effects of polyphenol compounds extracted from hazelnut skin on advanced glycation end-products (ages) formation, *Antioxidants*, 10(3), 424.
- Steinberg, D., 1991, Antioxidants and atherosclerosis. A current assessment. *Circulation*, 84(3), 1420-1425.
- Stephen, A. M., Champ, M. M. J., Cloran, S. J., Fleith, M., Van Lieshout, L., Mejbörn, H. ve Burley, V. J., 2017, Dietary fibre in Europe: current state of knowledge on definitions, sources, recommendations, intakes and relationships to health. *Nutrition research reviews*, 30(2), 149-190.
- Sze-Tao, K. W. C. ve Sathe, S. K., 2000, Walnuts (*Juglans regia* L): proximate composition, protein solubility, protein amino acid composition and protein in vitro digestibility. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(9), 1393-1401.
- Şen, S. M., 1986, *Ceviz yetiştiriciliği*, Eser Matbaası.
- Şen, S. M., 2011, *Ceviz yetiştiriciliği, besin değeri folklorü*, ÜÇM Yayıncılık.
- Şengül, S., 2019, Fındık Yağı Kimyasal Kompozisyonu Antioksidan Kapasitesi ve Kalite Parametreleri Üzerine Fındık Hasat Tarihi ve Rakımın Etkisi, *Yüksek lisans tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Şimşek, A. ve Aslantaş, R., 1999, Fındığın grupları ve insan beslenmesi açısından önemi, *Gıda*, 24 (3).
- Şimşek, M., Osmanoğlu, A. ve Ziyattin, T. A. Ş., 2010, Çermik'ten seçilen badem (*Prunus Amygdalus* l.) tiplerinin meyve performansları, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 14(2), 29-37.
- Tanabe, K., Nakamura, S., Moriyama-Hashiguchi, M., Kitajima, M., Ejima, H., Imori, C. ve Oku, T., 2019, Dietary fructooligosaccharide and glucomannan alter gut microbiota and improve bone metabolism in senescence-accelerated mouse, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(3), 867-874.
- Tavano, O. L., Neves, V. A. ve da Silva Júnior, S. I., 2016, In vitro versus in vivo protein digestibility techniques for calculating PDCAAS (protein digestibility-corrected amino acid score) applied to chickpea fractions. *Food Research International*, 89, 756-763.
- Taylor, J. ve Taylor, J. R. N., 2002, Alleviation of the adverse effect of cooking on sorghum protein digestibility through fermentation in traditional African porridges, *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 129-137.
- Tekin, H., Arpacı, S., Atlı, H.S., Açar, I., Karadağ, S., Yükçeken, Y. ve Yaman, A., 2001, Antepfıstığı yetiştiriciliği, Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 13, 3-11.
- Tekiner, İ. H., Darama, G., Özatıla, B. ve Yetim, H. Beslenme ve gıda teknolojisi yönünden yenilebilir böcekler, *Academic Platform Journal of Halal Lifestyle*, 4(1), 18-29.
- TEPGE,2021a,<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Ocak%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Antep%20f%C4%B1st%C4%B1%20C4%9F%C4%B1,%20Ocak-2021,%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu.pdf> (Erişim Tarihi: 15.10.2022)
- TEPGE,2021b,<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Ocak%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Badem%20Ocak%20-2021%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu.pdf> (Erişim Tarihi: 15.10.2022).
- TEPGE,2021c,<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Ocak%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Ceviz,%20Ocak-2021,tar%C4%B1m%20C3%BCr%C3%BCnleri%20piyasa%20Raporu.pdf> (Erişim Tarihi: 15.10.2022)
- TEPGE,2021d,<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Haziran%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/F%C4%B>

1nd%C4%B1k,%20Haziran-2021,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu,%20TEPGE.pdf (Erişim Tarihi: 15.10.2022)

- Thompson, J. ve Manore, M., 2005, Fiber, nutrition; an applied approach, *Publishing at Benjamin Cummings*, 1302, 123-139.
- Tinus, T., Damour, M., van Riel, V. ve Sopade, P. A., 2012, Particle size-starch-protein digestibility relationships in cowpea (*Vigna unguiculata*), *Journal of Food Engineering*, 113, 254-264.
- Tokuşoğlu, Ö., 2007, Yeşil Altın: Antepfıstığı: Teknolojisi, Kimyası ve Kalite Kontrolü, Sönmez Ofset Matbaacılık, Nisan, 1. Baskı, 86.
- Tomaino, A., Martorana, M., Arcoraci, T., Monteleone, D., Giovinazzo, C. ve Saija, A., 2010, Antioxidant activity and phenolic profile of pistachio (*Pistacia vera* L., variety Bronte) seeds and skins, *Biochimie*, 92(9), 1115-1122.
- Tomas, M., 2022, Effect of dietary fiber addition on the content and in vitro bioaccessibility of antioxidants in red raspberry puree, *Food Chemistry*, 375, 131897.
- Topçuoğlu, E. ve Ersan, L. Y., 2020, Fonksiyonel beslenmede bademin önemi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2), 427-441.
- Trevisan, M. T. S., Pfundstein, B., Haubner, R., Würtele, G., Spiegelhalder, B., Bartsch, H. ve Owen, R. W., 2006, Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. *Food and Chemical Toxicology*, 44(2), 188-197.
- Tsantili, E., Takidelli, C., Christopoulos, M. V., Lambrinea, E., Rouskas, D. ve Roussos, P. A., 2010, Physical, compositional and sensory differences in nuts among pistachio (*Pistachia vera* L.) varieties, *Scientia Horticulturae*, 125(4), 562-568.
- Tuncil, Y. E., 2016, *Complex glycan utilization preferences of human gut bacteria*, Doctoral dissertation, Purdue University.
- Tuncil, Y. E., Thakkar R. D., Arioglu-Tuncil, S., Hamaker, B. R. ve Lindemann S. R., 2018b, Fecal microbiota responses to bran particles are specific to cereal type and in vitro digestion methods that mimic upper gastrointestinal tract passage, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(47), 12580-12593
- Tuncil, Y. E., Thakkar, R. D., Marcia, A. D. R., Hamaker, B. R., ve Lindemann, S. R., 2018a, Divergent short-chain fatty acid production and succession of colonic microbiota arise in fermentation of variously-sized wheat bran fractions, *Scientific Reports*, 8(1), 1-13.
- Tuncil, Y. E., Xiao, Y., Porter, N. T., Reuhs, B. L., Martens, E. C., ve Hamaker, B. R., 2017, Reciprocal prioritization to dietary glycans by gut bacteria in a competitive environment promotes stable coexistence. *MBio*, 8(5), e01068-17.

- Tunçil, Y. E. ve Çelik, Ö. F., 2019, Total phenolic contents, antioxidant and antibacterial activities of chia seeds (*Salvia hispanica L.*) having different coat color. *Academic Journal of Agriculture*, 8(1), 113-120.
- Tunçil, Y. E., 2020, Dietary fibre profiles of Turkish Tombul hazelnut (*Corylus avellana L.*) and hazelnut skin, *Food Chemistry*, 316, 126338.
- Tursun, M., Tursun, A. ve Kılıç, M., 2022, Adıyaman ilinde badem üretiminin maliyet ve karlılık analizi, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (51), 305-315.
- TÜİK, 2022, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim Tarihi: 15.10.2022)
- Udayarajan, C. T., Mohan, K. ve Nisha, P., 2022, Tree nuts: Treasure mine for prebiotic and probiotic dairy free vegan products, *Trends in Food Science and Technology*, 124, 208-218.
- Ukhanova, M., Wang, X., Baer, D. J., Novotny, J. A., Fredborg, M. ve Mai, V., 2014, Effects of almond and pistachio consumption on gut microbiota composition in a randomised cross-over human feeding study, *British Journal of Nutrition*, 111(12), 2146-2152.
- Üstün, N. Ş. ve Karaosmanoğlu, H., 2017, Sert kabuklu meyveler ve fonksiyonel özellikleri, *Meyve Bilimi 2*.
- Valdes, A. M., Walter, J., Segal, E. ve Spector, T. D., 2018, Role of the gut microbiota in nutrition and health, *British Medical Journal*, 361.
- Venkatachalam, M. ve Sathe, S. K., 2006, Chemical composition of selected edible nut seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(13), 4705-4714.
- Wang, F., Robotham, J. M., Teuber, S. S., Tawde, P., Sathe, S. K. ve Roux, K. H. 2002, Ana o 1, a cashew (*Anacardium occidentale*) allergen of the vicilin seed storage protein family, *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 110(1), 160-166.
- Wang, G., Zhong, D., Liu, H., Yang, T., Liang, Q., Wang, J. ve Zhang, Y., 2021, Water soluble dietary fiber from walnut meal as a prebiotic in preventing metabolic syndrome, *Journal of Functional Foods*, 78, 104358.
- Xu, Q., Kanthasamy, A. G. ve Reddy, M. B., 2008, Neuroprotective effect of the natural iron chelator, phytic acid in a cell culture model of Parkinson's disease. *Toxicology*, 245(1-2), 101-108.
- Xu, T., Wu, X., Liu, J., Sun, J., Wang, X., Fan, G. ve Zhang, Y., 2022, The regulatory roles of dietary fibers on host health via gut microbiota-derived short chain fatty acids, *Current Opinion in Pharmacology*, 62, 36-42.
- Yang, J., Liu, R. H. ve Halim, L., 2009, Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut seeds. *LWT-Food Science and Technology*, 42(1), 1-8.

- Yanni, A. E., Mitropoulou, G., Prapa, I., Agrogiannis, G., Kostomitsopoulos, N., Bezirtzoglou, E. ve Karathanos, V. T., 2020, Functional modulation of gut microbiota in diabetic rats following dietary intervention with pistachio nuts (*Pistacia vera L.*). *Metabolism Open*, 7, 100040.
- Ye, S., Shah, BR, Li, J., Liang, H., Zhan, F., Geng, F. ve Li, B., 2022, A critical review on interplay between dietary fibers and gut microbiota. *Trends in Food Science and Technology*, 124, 237-249.
- Yıldız, E. ve Sümbül, A., 2019, Uşak ilinden seçilmiş ceviz genotiplerinde meyvelerin mineral madde içerikleri, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 179-183.
- Yiğit, A., Ertürk, Ü. ve Korukluoğlu, M., 2005, Fonksiyonel bir gıda: ceviz. *Bahçe*, 34(1), 163-170.
- Yu, K., Ke, MY, Li, W. H., Zhang, S. Q. ve Fang, X. C., 2014, The impact of soluble dietary fibre on gastric emptying, postprandial blood glucose and insulin in patients with type 2 diabetes, *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 23(2), 210-218.
- Yuan, W., Zheng, B., Li, T. ve Liu, R. H., 2022, Quantification of phytochemicals, cellular antioxidant activities and antiproliferative activities of raw and roasted american pistachios (*Pistacia vera L.*), *Nutrients*, 14(15), 3002.
- Yücer, M. M., 2013, Ceviz, *Hasad Yayıncılık*, İstanbul, 92.
- Zhao, F., Liu, C., Bordoni, L., Petracci, I., Wu, D., Fang, L. ve Min, W., 2022, Kuruyemişlerden antioksidan peptitler üzerindeki gelişmeler: dar bir inceleme. *Antioksidanlar*, 11(10), 2020.
- Zibaenezhad, M. J., Rezaiezadeh, M., Mowla, A., Ayatollahi, S. M. T. ve Panjehshahin, M. R., 2003, Antihypertriglyceridemic effect of walnut oil, *Angiology*, 54(4), 411-414.