T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEŞE PALAMUDUNUN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Muhammed Yusuf ÇAĞLAR

DOKTORA TEZİ
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Gıda Mühendisliği Programı

Danışman
Prof. Dr. Muhammet ARICI

Temmuz, 2023

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEŞE PALAMUDUNUN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Muhammed Yusuf ÇAĞLAR tarafından hazırlanan tez çalışması 01.07.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Programı **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Muhammet ARICI
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Muhammet ARICI, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Mustafa YAMAN, Üye
İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi _____

Dr. Öğr. Üyesi Adı SOYADI, Üye
…….. Üniversitesi _____

Dr. Adı SOYADI, Üye
…….. Üniversitesi _____

Danışmanım Prof. Dr. Muhammet ARICI sorumluluğunda tarafımca hazırlanan "Meşe Palamudunun Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi" başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Muhammed Yusuf ÇAĞLAR

İmza

Doğacak olan Canım KIZIM'a

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim süresince bilgisiyle ve sabrıyla bana yardımcı olan ve her zaman bir adım sonrasını görmemi sağlayan, bir baba şefkatiyle davranan, öğrencisi ve danışmanım olmasından gurur duyduğum Sayın Prof. Dr. Muhammet ARICI'ya

Tecrübesiyle yol gösteren, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum saygıdeğer hocam, Sayın Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ'a,

Tecrübesiyle yol gösteren İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Mustafa YAMAN'a

Çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen can arkadaşlarım Öğr. Gör. Abdulkadir ŞAHİNER ve iş ve ev arkadaşım Dr. Mehmet DEMİRCİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Materyal temininde bana yardımcı olan Prof. Dr. Nazım UÇAR'a ve eşi Esma UÇAR'a çok teşekkür ederim.

İş hayatımda ve çalışmamda bana destek olan Prof. Dr. Bülent NAZLI'ya, abim gibi sevidiğim Yüksek Kimyager Bilal ÇAKIR'a ve çalışmada kullandığım cihaz ve kimyasalları benimle paylaşan Doç. Dr. İbrahim GÜLSEREN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Muhammed Yusuf ÇAĞLAR

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR iv
İÇİNDEKİLER v
SİMGE LİSTESİ vii
KISALTMA LİSTESİ viii
ŞEKİL LİSTESİ ix
TABLO LİSTESİ x
ÖZET xi
ABSTRACT xiii
1 GİRİŞ 1
1.1 Literatür Özeti 1
1.1.1 Meşe Palamudu 1
1.1.1.1 Meşe Palamudu Ekstraktlarının Biyolojik Aktivitesi 6
1.1.2 Biyoaktif peptitler 14
1.1.3 Biyoaktif peptit kaynağı olarak kuruyemişler 15
1.1.4 Antidiyabetik peptitler ve mekanizmaları 17
1.1.5 Antihipertansif peptitler 22
1.2 Tezin Amacı 25
1.3 Tezin Hipotezi 27
2 MATERYAL ve YÖNTEM 29
2.1 Materyal 29
2.1.1 Meşe Türleri ve Alabalığın Temini 29
2.2 Meşe Palamudu Ekstraktlarının Hazırlanması 29
2.3 Meşe palamudu örneklerinin makrobesin bileşenlerinin belirlenmesi 29
2.4 Meşe Palamutlarının Antioksidan Aktivitesi 30
2.4.1 Serbest Radikal Giderme Etkisinin Saptanması (DPPH) 30
2.4.2 Fe^{+2} ile Şelat Yapma Aktivitesinin Saptanması 30
2.4.3 Toplam Fenolik Madde Miktarı 31
2.4.4 Ekstraksiyon optimizasyonu 31
2.5 Meşe Palamutlarından peptitlerin elde edilmesi ve Peptitlerin Analizi 31
2.5.1 Meşe Palamudundan Proteinlerin İzolasyonu 31
2.5.2 İzole Proteinlerin Proteolitik Hidrolizi 34
2.5.3 Peptitlerin Fraksiyonlara Ayrılması 34

2.5.4 DPP-IV-Önleyici (Antidiyabetik) Aktivite Testleri 39
2.5.5 ACE-Önleyici Aktivite Testleri 39
2.5.6 Superoksit Anyon Tutma Aktivitesi Testi 40
2.5.7 Peptitlerin LC/MS-MS'de analizi 40
2.6 Alabalığın Hazırlanması ve Meşe Palamudu ekstraktlarının uygulanması . 41
2.7 TBARS (Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler) Tayini 41
2.8 Mikrobiyolojik Analizler 41
2.8.1 Toplam koliform bakteri sayımı 41
2.8.2 Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı (TAMB) 42
2.8.3 Toplam aerobik psikrofilik bakteri sayımı (TAPB) 42
2.8.4 Laktik asit bakteri sayımı (LAB) 42
2.9 Duyusal Analiz 42
2.10 İstatistik Analizler 42
3 BULGULAR ve TARTIŞMA 43
3.1 Meşe Palamudunun Kimyasal Bileşimi 43
3.2 Meşe Palamudu ekstraktlarının antioksidan aktivitesi 45
3.3 Meşe Palamudu ekstraktı uygulanmış alabalık filetolarında lipid ve protein oksidasyonu 53
3.4 Meşe palamudu peptitlerinin DPP-IV'e karşı inhibitör aktivitesi 55
3.5 Meşe palamudu peptitlerinin anjiyotensin I-Dönüştürücü enzime karşı inhibitör aktivitesi (ACE) 60
3.6 Meşe palamudu peptitlerinin antioksidan aktivitesi 64
3.7. Mikrobiyoloji Analiz Sonuçları 65
3.7.1 Alabalıklarda toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı (TAMB) 65
3.7.2 Alabalıklarda toplam aerobik psikrofilik bakteri sayımı (TAPB) 68
3.7.3 Alabalıklarda toplam koliform bakteri sayımı 69
3.7.4 Alabalıklarda toplam laktik asit bakterisi sayımı (LAB) 70
3.8 Duyusal Analiz Sonuçları 72
4 SONUÇ ve ÖNERİLER 78
KAYNAKÇA 80
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR 100

SİMGE LİSTESİ

ºC	Santigrat Derece
g	Gram
p	Güven Seviyesi
dk	Dakika
µL	Mikrolitre
µm	Mikrometre
mg	Miligram
mL	Mililitre
nm	Nanometre
kg	Kilogram
%	Yüzde

KISALTMA LİSTESİ

TAMB	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
TAPB	Toplam Aerobik Psikrofilik Bakteri
LAB	Laktik Asit Bakteri
GRAS	Generally Recognized as Safe
ACE	Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim
CEREX	*Quercus cerris* Konvansiyonel Ekstraksiyonu
COCEX	*Quercus coccifera* Konvansiyonel Ekstraksiyonu
İLEXEX	*Quercus ilex* Konvansiyonel Ekstraksiyonu
CEREXULT	*Quercus cerris* Ultrasonik Ekstraksiyonu
COCEXULT	*Quercus coccifera* Ultrasonik Ekstraksiyonu
İLEXULT	*Quercus ilex* Ultrasonik Ekstraksiyonu
CER1	*Quercus cerris* 1. fraksiyonu
CO1	*Quercus coccifera* 1. fraksiyonu
M1	*Quercus ilex* 1. fraksiyonu
GLP	Glukagon Benzeri Peptit
CER5	*Quercus cerris* 5. fraksiyonu
CER6	*Quercus cerris* 6. fraksiyonu
DPPH	2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
LCMS/MS	Sıvı kromatografi-kütle spektrometresi/kütle spektrometresi
HA	Hippürik Asit
HHL	Hippüril-Histidin-Lösin
TBA	Tiyobarbütirik Asit
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
ANOVA	Varyans Analizi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 *Quercus* türlerinde bulunan ana fenolik bileşikler 3
Şekil 1.2 Meşe Palamudunda bulunan terpenler 5
Şekil 1.3 Meşe palamudunun ana fitokimyasal bileşikleri ve biyolojik aktiviteleri 6
Şekil 1.4 DPP-IV inhibitörlerinin glukoz düşürücü etkisinin mekanizmasının şematik gösterimi 21
Şekil 2.1 Diyet protein kaynaklarından peptit dizilerini tanımlamaya yönelik iş akışı 33
Şekil 2.2 *Q. cerris* hidrolizat örneklerinin 20 mM Tris-HCl tamponu kullanılarak 1 ml yatak hacimli Kapto-Q anyon değişim kolonunda fraksiyonlanması (X: CV, Y: Absorbans 280 nm)..... 36
Şekil 2.3 *Q. coccifera* hidrolizat örneklerinin 20 mM Tris-HCl tamponu kullanılarak 1 ml yatak hacimli Kapto-Q anyon değişim kolonunda fraksiyonlanması (X: CV, Y: Absorbans 280 nm)..... 37
Şekil 2.4 *Q. ilex* hidrolizat örneklerinin 20 mM Tris-HCl tamponu kullanılarak 1 ml yatak hacimli Kapto-Q anyon değişim kolonunda fraksiyonlanması (X: CV, Y: Absorbans 280 nm). 38
Şekil 3.1 CO2 peptit fraksiyonunun LCMSMS kromatogramı 58
Şekil 3.2 CO14 peptit fraksiyonunun LC MS MS kromatogramı 59
Şekil 3.3 CE7 peptit fraksiyonunun ACE inhibisyon aktivitesinin HPLC kromatogramı 62
Şekil 3.4 CO7 peptit fraksiyonunun ACE inhibisyon aktivitesinin HPLC kromatogramı 63

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1 *Quercus* (*Fagaceae*) türünden elde edilen doğal ekstraktların biyolojik aktiviteleri 10

Tablo 3.1 Meşe Palamudu meyvelerinin kimyasal bileşimi 44

Tablo 3.2 Meşe Palamudu meyvelerinin Antioksidan Kapasitesi (Konvansiyonel Ekstraksiyon) 46

Tablo 3.3 *Ouercus ilex* Meyvelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Kapasitesi (Ultrasonik Ekstraksiyon) 47

Tablo 3.4 Toplam Fenolik Madde Miktarı ANOVA yanıt yüzey kübik model.... 49

Tablo 3.5 % DPPH inhibisyonu ANOVA yanıt yüzey kübik model 51

Tablo 3.6 Meşe türlerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesi (Ultrasonik Ekstraksiyon) 52

Tablo 3.7 Alabalık filetolarına ultrasonik ve konvansiyonel ekstraksiyonun TBA üzerindeki etkisi (mg MDA/kg). 54

Tablo 3.8 *Quercus* türlerinin peptit fraksiyonunun antidiyabetik aktivitesi 56

Tablo 3.9 *Quercus* türü peptit fraksiyonunun ACE inhibitör etkileri 64

Tablo 3.10 *Quercus ilex* türü peptit fraksiyonlarının antioksidan kapasitesi 65

Tablo 3.11 Alabalık örneklerinin depolanması süresince TAMB sayısı değişimi (log kob/g) 67

Tablo 3.12 Alabalık örneklerinin depolanması süresince TAPB sayısı değişimi (log kob/g) 68

Tablo 3.13 Alabalık örneklerinin depolanması süresince Toplam Koliform bakteri sayısı değişimi (log kob/g) 70

Tablo 3.14 Alabalık örneklerinin depolanması süresince toplam LAB bakteri sayısı değişimi (log kob/g) 71

Tablo 3.15 Meşe palamudu ekstraktı uygulanmış alabalık filetolarının duyusal analizi 75

ÖZET

MEŞE PALAMUDUNUN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Muhammed Yusuf ÇAĞLAR

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Muhammet ARICI

Çalışmada Türkiye'de bulunan *Quercus cerris, Quercus coccifera* ve *Quercus ilex* olmak üzere 3 farklı meşe palamudunun fizikokimyasal özellikleri, bu meşe palamutlarından elde edilen ekstraktların antioksidan aktivitesi ve bu türlerden elde edilen proteinler hidrolize edilerek elde edilen peptitlerin, antidiyabetik, antioksidan ve antihipertansif özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında meşe palamutlarının fizikokimyasal özellikleri ve bunlardan elde edilen ekstraktların antioksidan özellikleri incelenmiş ve istatistiksel olarak bulunan sonuçlar farklılık göstermiştir ($p \leq 0,05$). Meşe palamutlarının ekstraksiyonu optimize edilmiş ve çalışmadaki ultrasonik ekstraksiyonda en yüksek verim 35°C'de 25 dakika süre ve 100 hertz şiddette elde edilmiştir.

Çalışmanın 2. aşamasında meşe proteinleri ekstrakte edilmiş ve 48 farklı peptit fraksiyonunun biyoaktif özellikleri hızlı protein sıvı kromatografisi kullanılarak fraksiyonlarına ayırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, meşe palamudu peptitlerinin genel olarak dikkate değer bir antioksidan veya antihipertansif etkiye sahip olmadığını gösterdi ($p \geq 0,01$) sadece *Q. ilex* türünün M1, M2, M3 ve M4 frakşiyonları antioksidan aktivite göstermiş olup, ise *Q. cerris*'in 7. ve 8. fraksiyonları (CE7 ve CE8), *Q. coccifera*'nın 7. fraksiyonu (CO7) ve *Q. ilex*'in 4.

fraksiyonu antihipertansif özellik göstermiştir. Tüm meşe türlerinin biyoaktif peptitleri karşılaştırıldığında, *Q. coccifera*'nın peptitleri genellikle *Q. cerris* ve *Q. ilex*'inkinden daha yüksek DPP-IV inhibisyon aktivitesine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0,01$). En yüksek DPP-IV inhibisyon aktivitesi *Q. coccifera* ikinci peptit (CO2) fraksiyonunda (%50,10) belirlendi.

Çalışmanın 3. Aşamasında meşe palamutlarından elde edilen ekstraktlar alabalık filetolarına uygulanmış ve Tiyobarbütirik asit tayini, Mikrobiyolojik analizler ve Duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre ekstraksiyon metodunun ve meşe palamudu tür farkının TBA üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p \geq 0,05$). Ultrasonla ekstrakte edilmiş meşe palamudu ekstraktları uygulanmış alabalık filetoları ile konvansiyonel ekstrakt uygulanmış alabalık filetoları karşılaştırıldığında depolamanın ilk günü haricinde ($p \leq 0,05$), 3. gün ve 6. günde TAMB sayıları açısından önemli bir farklılık göstermemiştir ($p \leq 0,05$). Genel olarak meşe palamudu ekstraktları TPAB, toplam koliform ve laktik asit bakterileri üzerine antimikrobiyal aktvite göstermişlerdir. Duyusal analiz sonuçlarında 0. gün haricinde meşe palamudu uygulanmış alabalık filetoları panelistler tarafından daha çok beğenilmiştir.

Sonuçta meşe palamudu peptitlerinin antidiyabetik özellikleri ve meşe palamudu ekstraklarının antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri nedeniyle gıda ürünlerinde kullanılmasında önemli bir rol oynayacaktır. Bu kabuklu yemişler sadece hayvan yemi olarak değil insan beslenmesinde de önemli katkıları olacağı çalışmada öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Meşe palamudu, alabalık, antidiyabetik aktivite, antimikrobiyal, antioksidan.

ABSTRACT

DETERMINATION OF FUNCTIONAL PROPERTIES OF ACORN

Muhammed Yusuf ÇAĞLAR

Department of Food Engineering

Doctor of Philosophy Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Muhammet ARICI

In this study, the physicochemical properties of 3 different acorns, *Quercus cerris*, *Quercus coccifera* and *Quercus ilex*, found in Turkey, the antioxidant activity of the extracts obtained from these acorns and the antidiabetic, antioxidant and antihypertensive properties of the peptides obtained by hydrolyzing the proteins obtained from these species were investigated. In the first stage of the study, the physicochemical properties of acorns and the antioxidant properties of the extracts obtained from them were examined and the results found statistically differed ($p \leq 0,05$). Extraction of acorns was optimized and the highest efficiency in ultrasonic extraction in the study was obtained at 35°C for 25 minutes and 100 hertz.

In the second stage of the study, acorn proteins were extracted and the bioactive properties of 48 different peptide fractions were fractionated using fast protein liquid chromatography. The results showed that the acorn peptides overall did not have a significant antioxidant or antihypertensive effect ($p \geq 0,01$), only the M1, M2, M3 and M4 fractions of the *Q. ilex* strain showed antioxidant activity, whereas the 7th and 8th of *Q. cerris* fractions 8 (CE7 and CE8), fraction 7 of *Q. coccifera* (CO7) and fraction 4th of *Q. ilex* showed antihypertensive properties. When the bioactive peptides of all acorn species were compared, peptides of *Q. coccifera* were generally found to have higher DPP-IV inhibitory activity than those of *Q.*

cerris and *Q. ilex* ($p \leq 0,01$). The highest DPP-IV inhibition activity was determined in *Q. coccifera* second peptide (CO2) fraction (50,10%).

In the 3rd phase of the study, extracts obtained from acorns were applied to the trout fillets and Thiobarbutyric acid determination, Microbiological analyzes and Sensory analysis were performed. According to the results, it was determined that the extraction method and acorn species difference did not have a significant effect on TBA ($p \geq 0,05$). When comparing trout fillets treated with ultrasound-extracted acorn extracts and trout fillets treated with conventional extracts, there was no significant difference in TAMB counts at day 3 and day 6 ($p \leq 0,05$), except for the first day of storage ($p \leq 0,05$). In general, acorn extracts showed antimicrobial activity on TPAB, total coliform and lactic acid bacteria. In the sensory analysis results, except for day 0, trout fillets treated with acorns were more appreciated by the panelists.

Finally, it will play an important role in the use of acorn peptides in food products due to their antidiabetic properties and the antioxidant and antimicrobial properties of acorn extracts. It is foreseen in the study that these nuts will contribute not only to animal feed but also to human nutrition.

Keywords: Acorn, trout, andiabetic activity, antimicrobial, antioxidant.

1
GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

1.1.1 Meşe Palamudu

Quercus spp. (*Fagaceae* familyası) ılıman ve tropik iklime sahip bölgelerden elde edilen yaprak dökmeyen veya yaprak döken ağaçlardan oluşan önemli bir gruptur. Quercus cinsi, genellikle çiçeklenme ve meyve verme dinamikleri bakımından farklılık gösteren, dünya çapında yaklaşık 450 türden oluşur [1,2]. Bu türler, genellikle meşe palamudu olarak tanımlanan bir meyve üretir [3]. Türkiye, meşe taksonlarının en zengin bölgelerinden ve aynı zamanda dünyadaki en büyük yayılma alanlarından biridir [4]. Meşe, Türkiye ormanlarındaki geniş yapraklı ağaçların yaklaşık %25,9'unu temsil eder. Bu nedenle Orta ve Doğu Anadolu'da baskın bir ağaçtır [5].

Meşe palamudu, kanamayı önleyen, şeker düşürücü etkisi bulunan aynı zamanda yüksek nişasta, protein ve yağ içeriği nedeniyle besleyici bir kabuklu yemiştir [6-8]. *Quercus* türlerinin, yüksek değişkenlik nedeniyle türler arasında önemli farklılıklar gösteren birkaç bitki bileşeni içerdiği bildirilmiştir. Buna rağmen, tüm *Quercus* türlerinde her yerde bulunan bazı bileşik sınıfları vardır. Ana biyoaktif fitokimyasallar, genellikle glikozitler olarak bulunan fenolik bileşiklerdir [9].

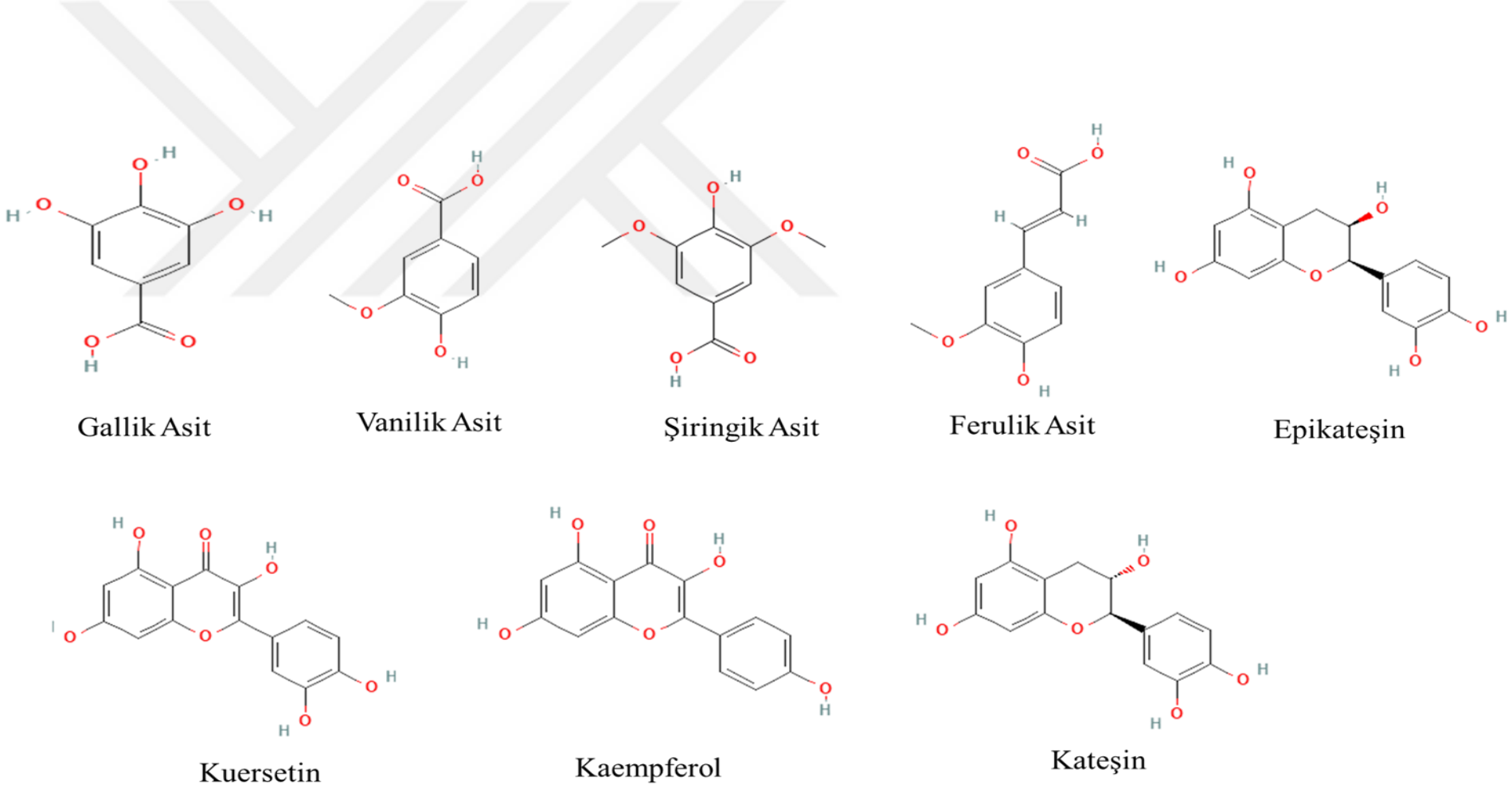
Fenolik bileşikler oluşumları ve farmakolojik özellikleri nedeniyle büyük önem taşıyan, bitkilerdeki en büyük ikincil metabolit gruplarından biridir [12]. Bu bileşikler, basit moleküllerden (örn. fenolik asitler) polifenollere (örn. stilbenler, flavonoidler ve türetilmiş polimerler) kadar geniş bir yapı çeşitliliği gösterir [13]. Bu bileşikler bitkileri bazı otoburlara karşı korur ve antioksidan, antimikrobiyal, antienflamatuar ve antikarsinojenik aktiviteleri nedeniyle memelileri (insanlar dahil) olumlu yönde etkiler [14]. Fenolik bileşikler çok çeşitli biyolojik aktiviteler sergilemelerine rağmen, bunların çoğu, birkaç önerilen etki mekanizmasına sahip olan antioksidan aktivitenin ikincil etkileridir. Genel fikir, fenolik bileşiklerin bir elektronun bağışlanmasını veya O-H bağından tüm hidrojen atomunun serbest radikal moleküllere aktarılmasını ve böylece serbest radikallerin zararsız türlere dönüşmesini sağlayabileceğidir. Bu işlem aynı zamanda fenoliği tek elektronlu bir

radikale dönüştürür, ancak aromatik yapı nedeniyle tek elektronun tüm moleküle yayılma olasılığı vardır ve bu da radikal bir stabilizasyona neden olur [15].

Fenolik bileşiklerin araştırılması *Quercus* türlerinin tüm organlarda (yaprak, kabuk ve meşe palamudu) varlığını göstermektedir. *Quercus* türleri arasında bireysel fenolik bileşiklerin üretiminde karmaşık bir varyasyon vardır. Polifenollerin mutlak ve nispi konsantrasyonları arasında önemli farklılıklar vardır. Örneğin, beyaz *Quercus* yapraklarındaki ellajitanen üretimi, kastalajin ve veskalajin ürünleri olarak karakterize edilebilirken, siyah *Quercus* türlerinde bu bileşikler, türevler olmadan nispeten daha düşük miktarlardadır. Meşe fenolik bileşikleri arasındaki bu farklılıklar, türler arasındaki ekolojik farklılıkları açıklamaktadır [16].

Quercus türlerinde tanımlanan fenolik bileşikler çoğunlukla, fenilpropanoid metabolizmasına shikimate yolu ile aracılık eden flavonoid ve flavonoid olmayan fenolik bileşenlerdir [17]. Ortaya çıkan hidroksisinamik asitler ve esterler, redüktaz, oksijenaz ve transferaz süreçlerine katılarak her bitki türü için ikincil metabolitlerin karakteristik bir modelini oluşturur. Örneğin, flavan-3-oller, flavonoller ve açillenmiş kaempferol glukozitler, *Q. ilex* ekstraktlarında tanımlandı ve miktarları belirlenmiştir [18].

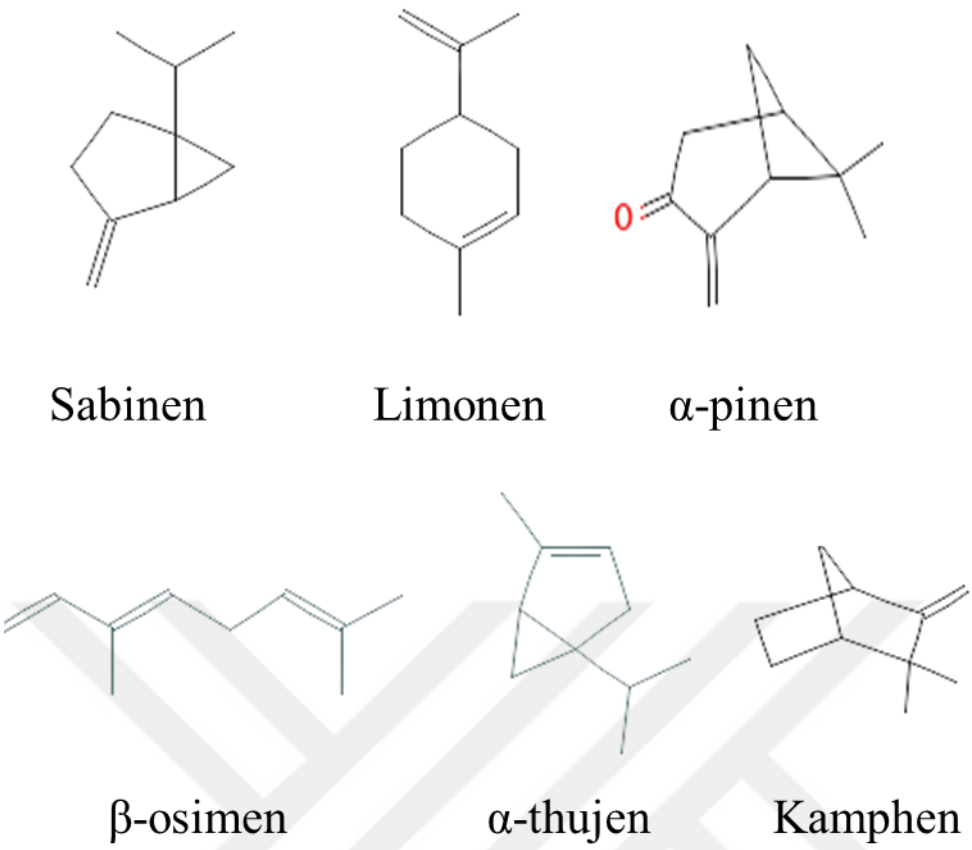
Quercus türlerinin yapraklarında tanımlanan ana fenolik bileşikler (Şekil 1.1) fenolik asitlerdir (örn. gallik asit, ellajik asit, protokatekuik asit, gentisik asit, klorojenik asit, vanilik asit, siringik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, ve ferulik asit), flavonoidler (örneğin, rutin, kuersetin, epikateşin, naringenin, hesperetin, formononetin, naringin, kaempferol) veya tanenler. Bu bileşikler özellikle *Q. glauca*, *Q. incana*, *Q. ilex*, *Q. mongolica*, *Q. salicina*, *Q. petraea* ve *Q. robur*'un yapraklarında tanımlanmaktadır [19, 20, 21]. her bir bileşiğin miktarları arasındaki farklarla. *Q. resinosa*'nın yapraklarında epikateşin, vanilin, p-kumarik asit, benzoik asit, salisilik asit, şiringik asit, gallik asit, p-hidroksibenzoik asit, kateşin, vanillik asit, klorojenik asit, 4-hidroksi-3- varlığı metoksibenzoik asit ve kafeik asit gösterilmiştir [22].



Şekil 1.1 Quercus türlerinde bulunan ana fenolik bileşikler [23].

Quercus kabuğu, büyük miktarlarda polifenoller nedeniyle olası bir yenilenebilir biyoaktif bileşik kaynağı olarak kabul edilebilir. *Quercus* kabuğu ekstraktlarında tanımlanan ana fenolik bileşikler (Şekil 1.1), fenolik asitler (örn., kafeik asit, Ellajik asit, gallik asit ve protokatekuik asit), tanenler (ellajitanenler, roburinler) ve flavonoidlerdir. Elansary vd. [24] *Q. macrocarpa*'da ve *Q. robur*'da kateşin, kafeik asit, ellajik asit, epikateşin, epigallokateşin, epigallokateşin gallat, gallik asitin kabuk ekstraktlarında ve *Q. acutissima*'da kafeik asit, ellajik asit, epikateşin, epigallokateşin, gallik asit ve protokatekuik asidin varlığını tespit etmiştir.

Quercus türleri, meşe palamudu [3] olarak tanımlanan yaygın olarak bilinen bir meyve üretir. Geleneksel olarak meşe palamudu hayvan yemlerinde kullanılmıştır. Besin değeri ve biyolojik aktiviteye sahip fitokimyasal bileşiklerdeki yüksek içerik, bu nedenle insan beslenmesinde meşe palamudu kullanımını yaygınlaşmıştır [25]. *Quercus* meşe palamudu ekstrelerinde tanımlanan ana fenolik bileşikler fenolik asitler (gallik asit, Ellajik asit ve bunların türevleri), flavonoidler (quercetin, catechin, naringin) ve tanenlerdir. Bu bileşikler, *Q. brantii, Q. floribunda, Q. glauca, Q. incana, Q. mongolica, Q. robur* meşe palamutlarında tanımlanmıştır. Bu nedenle, *Quercus* meşe palamutlarının önemli bir karbonhidrat, amino asit, protein, lipit ve çeşitli sterol içeriğine sahip olduğu bildirilmektedir [25]. Terpenoid metabolitleri, bitki büyümesi ve gelişmesinde yer alır, ancak ağırlıklı olarak abiyotik ve biyotik ortamda daha özel kimyasal etkileşimler ve koruma içindir [26]. Örneğin, α-thujen, α-pinen, kamphen, sabinen, α-pinen, mirsen, β-phellandrene, α-terpinen, limonen, cis-β-osimene, trans-β-osimene, γ-terpinen, gibi terpenler simen, linalool, 3-metill-3-büten-1-ol, 3-metil-3-büten-1-ylasetat *Q. ilex* yapraklarında [27] tanımlanırken, β-amirin, betulinik asit, lupeol, betulin *Q. faginea*'nın odununda oleanolik asit, hederangenin, korozolik asit, arjunik asit bulunmuştur (Şekil 1.2) [28]. Bir araştırmada [29], *Q. robur*'un yüksek miktarda izopren yaydığını, ancak aynı zamanda düşük miktarlarda α-pinen, kamfen, mirsen, β-pinen, bazı durumlarda 1,8-sineol ve limonenin de yayılabileceği gösterilmiştir. Welter vd. [30], *Q. canariensis*'in neredeyse yalnızca izopren, *Q. suber* sadece monoterpenler (esas olarak α-pinen, β-pinen, sabinen, mirsen ve limonen) yaydığını, her iki türün emisyonlarında β-osimen tespit edilmiştir. Ayrıca α-thujen, kamphen, α-terpinen, γ-terpinen ve terpinolen sadece *Q. suber*'de bulunmuştur [30].



Şekil 1.2 Meşe Palamudunda bulunan Terpenler [31]

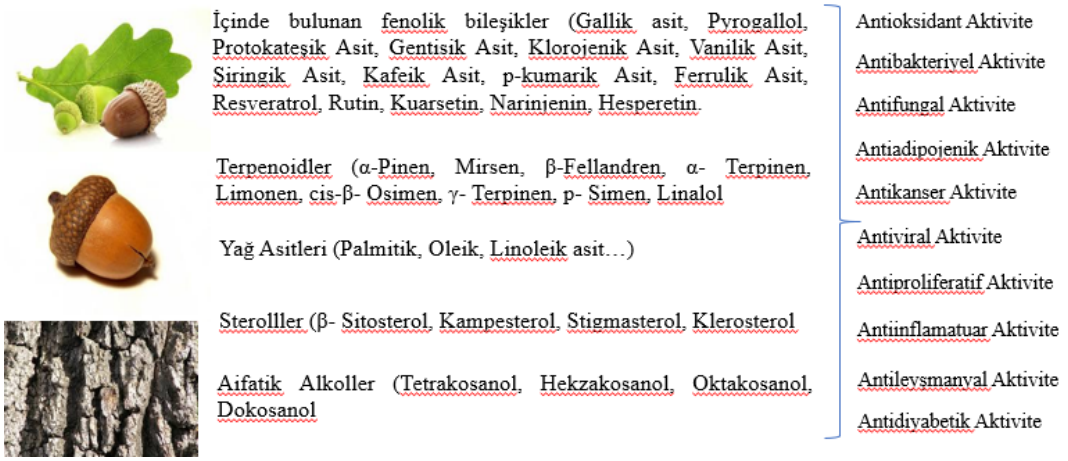
Quercus cinsi ayrıca, meşe palamudunda en fazla bulunan yağ asitleri olan palmitik, oleik ve linoleik asitler gibi yağ asitleri gibi başka bileşikler de içermektedir. *Q. robur* ve *Q. cerris*'ten elde edilen çekirdek yağı da bu yağ asitleri açısından zengindir, stearik, araşidik ve α-linolenik asitler de mevcuttur, ancak daha küçük miktarlardadır [32].

Diğer çalışmalar, meşe palamudu vitaminleri de (E vitamini ve provitamin A) içerebileceğini göstermiştir [9]. Rabhi vd. [33], *Q. ilex* ve *Q. suber* yağlarının 2 vitamin E vitamini içerdiğini, bunların α-tokoferol ve γ-tokoferol olduğunu, ikincisinin önemli ölçüde daha yüksek bir konsantrasyonda bulunduğunu göstermişlerdir. Aynı çalışmada, *Q. ilex* ve *Q. suber*'deki sterollerin ve alifatik alkollerin içeriği analiz etmiş; başlıca sterol β-sitosterol, ardından daha düşük miktarlarda kampesterol, stigmasterol, clerosterol, Δ5-avenasterol, Δ5,24-stigmastadienol, Δ7- stigmastenol ve Δ7-avenasterol belirlenmiştir. *Q. faginea*'nın odununda benzer bileşikler tespit edilirken alifatik alkol olarak dokosanol, ardından tetrakosanol, oktadekanol, pentakosanol, hekzakosanol ve hekzadekanol bulunurken, en çok bulunan sterolün β-sitosterol olduğu belirtilmiştir. Bu türün

odununda ayrıca kampesterol, stigmasterol, stigmastanol, γ-sitostenon ve stigmastan-3,6-dion da tespit edilmiştir [29].

1.1.1.1 Meşe Palamudu Ekstraktlarının Biyolojik Aktivitesi

Etnobotanik veriler, *Quercus* spp. özellikle mide-bağırsak bozukluklarının, deri ve idrar yolu enfeksiyonlarının (örneğin, *Q. ilex*, *Quercus oblongata*) tedavisi için değerli bitkiler olabileceğini göstermektedir [34, 35]. *Quercus* meşe palamudu yenilebilir (hayvan yemi veya insan diyeti), büzücü ve idrar söktürücüdür, ishal, hazımsızlık ve astımda kullanılır [25]. Odun, kereste, yakacak veya tarım aletlerinde (saban sapları, baltalar, silah dipçikleri ve bastonlar) kullanılabilir [36, 37]. Etnobotanik sonuçlardan yola çıkan araştırmacılar, *Quercus* türlerinde bulunan fitokimyasalların biyolojik aktivitesini göstermek için çok sayıda araştırma gerçekleştirmişlerdir. Aşağıda, *Quercus* cinsinde kabuk, yaprak ve meşe palamudu seviyesinde bulunan başlıca biyoaktif bileşikler sunulmuştur (Şekil 1.3).



Şekil 1.3 Meşe palamudunun ana fitokimyasal bileşikleri ve biyolojik aktiviteleri [23].

- **Meşe Palamudu Ekstraktlarının Antioksidan Aktivitesi**

Meşe ağacının farklı kısımlarında bulunan çeşitli biyomoleküller nedeniyle, güçlü bir antioksidan olduğu bildirilmiştir [38].

Bazı çalışmalar, fenolik içerikler ile antioksidan aktivite arasında yüksek ve anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir ve bunun, daha güçlü radikal yakalama aktivitelerinin neden olabileceği bildirilmiştir [39]. Nedamani vd. [40], *Q. brantii* ekstraktının indirgeme gücünün gösterdiği antioksidan aktivitenin toplam fenolik içeriği ile ilişkili olduğu sonucuna varmışlar, Tuyen vd. [41], *Q. mongolica*'daki fenolik içerik arasında güçlü bir korelasyon göstermişlerdir. Diğer birçok çalışma,

meşe tanenlerinin diğer etkilerinin yanı sıra somatik hücrelerde antioksidan etkisini göstermiştir [42, 43]. Kim vd. [44], *Q. acuta*'nın metanolik ekstraktının en yüksek radikal süpürme aktivitesi ve toplam fenolik içeriği gösterdiğini, indirgeme gücünün ise su ekstraktında en yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ekstrakt tipi ile birlikte, *Q. brantii* yaprak ekstraktının artan konsantrasyonları ile radikal süpürme aktivitesinin arttığı gösterilmiştir [45].

Ferreira d. [46], *Q. ilex*'in meşe palamudu ekstraktının lipitlerin oksidatif bozulmasına ve proteinlerin karbonilasyonuna karşı koruyucu etkisini ortaya çıkardı. Bu etkiler muhtemelen meşe palamutlarından elde edilen polifenollerin yoğun antioksidan aktivitesi ile ilişkilidir ve bu nedenle gıda endüstrisinde, nutrasötik ve farmakoloji faaliyetlerinde koruyucu olarak kullanılabilirler. Horvathova vd. [47], *Q. robur* ekstraktı, insan denekler üzerinde antioksidan enzimlerin uyarıldığını, proteinlere ve lipidlere verilen hasarın azaldığını ve plazmanın toplam antioksidan kapasitesinde orta derecede bir artış gösterdiğini bildirmişler, ekstrenin insanlarda yaşam kalitesini iyileştirmek için doğal bir takviye olarak kullanılabileceği sonucuna varmışlardır [47].

Quercus türlerinde en yaygın antioksidan bileşikler gallik ve ellajik asittir. Gallik asit (3,4,5-trihidroksibenzoik asit), temel olarak ikincil bir metabolit olan doğal bir antioksidan olan en popüler fenolik bileşiktir [48]. Ellajik asit, büyük ölçüde odunsu ödikotiledon bitkilerinde oluşan bir polifenoldür [49]. Bu fenolik asit, antioksidan, antimutajenik ve antikanser özellikleri ile oldukça yoğun araştırılan fitokimyasallardan biridir [50]. Böylece, *Quercus* ekstraktının antioksidan aktivitesi gallik ve ellajik aside bağlanabilir. *Quercus* kaynaklı diğer yaygın fenolik bileşikler, kastalagin, veskalajin ve roburin dahil olmak üzere ellajitanenlerdir. Bu bileşiklerin güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu daha önce gösterilmiştir [51].

- **Meşe Palamudu Ekstraktlarının Antibakteriyel ve Antifungal Etkisi**

Eski zamanlardan beri tıp alanında meşe kabuğunun geleneksel kullanımı iyi bilinmekte ve enfeksiyonu önlemek için yanıklara ve yaralara topikal olarak veya mide-bağırsak hastalıklarında ağızdan uygulanmaktadır. *Quercus* özü (özellikle kabuk özü), gallik asit, ellajik asit, veskalajin veya kastalajin gibi önemli antimikrobiyal bileşikler içerir [52,53]. Antibakteriyel kullanım geçmişi nedeniyle, Deryabin ve Tolmacheva [54] *Chromobacterium violaceum*'a karşı *Q. robur*

korteksi kullanmışlardır. Sonuçlar, ekstraktın biyoaktivitesi tarafından belirlenen bir anti-quorum algılama etkisi yaptığını göstermiştir.

Staphylococcus aureus, Acinetobacter baumannii, Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas aeruginosa'ya karşı *Q. alba* özlerinin inhibe edici özellikleri tespit edilmiştir. *Q. alba* kabuğu özleri, *Acinetobacter baumannii* suşlarında büyümeyi ve *Staphylocccus epidermidis*'in gelişmesini inhibe ettiği ve *Staphylococcus aureus*'a karşı antibiyofilm aktivitesi gösterdiği bildirilmiştir [55].

Tahmouzi'nin [45] gösterdiği gibi, sadece meşe kabuğu değil, *Q. brantii*'nin yaprakları da antibakteriyel ve antifungal aktiviteye sahiptir. *Q. brantii*'nin meşe palamudu özünün vajinal kandidiyaza karşı antifungal aktiviteye [56], *Q. floribunda* meşe palamudu ekstresinin, *Bacillus subtilis, Escherichia coli, Klebsiella pneumonie* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı hafif antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir.

Antibakteriyel ve antifungal aktivite, ekstrakt tipi, hasat zamanı, meşe türü ve ölçüm yöntemlerine göre farklılıklar gösterebilir. Tayel vd. [57], *Q. infectoria* meşe palamudu etanolik ekstraktının *Candida albicans*'a karşı antifungal aktivitesini tespit etmiştir. Meşe palamudu tanenleri (ellajitanenler) meşe ağaçlarının diğer kısımlarından daha fazla konsantredir ve antibakteriyel ve antifungal aktivite bu bileşiklere atfedilebilir [58]. Tanenlerin çok çeşitli bakteri, mantar ve virüslerde gelişmeyi engellediği, mikrobiyal enzimleri etkisizleştirdiği, temel metal iyonlarını komplekslerde tecrit ettiği ve zar taşınmasını engellediği belirlenmiştir [59]. Zhou vd. [60] *Q. variabilis* bakterinin duvar hücresini yok ederek ve hücresel metabolizmalarını bozarak antibakteriyel aktivite göstermiştir. Khairon vd. [61], *Q. infectoria*'nın sulu ektsraktının bakteriyel proteomun çeşitli metabolizmalarına ve fonksiyonlarına müdahalesi yoluyla, MRSA'ya (metisiline dirençli *Staphylococcus aureus*) karşı antibakteriyel aktivitesini tespit etmiştir. Tanenler ayrıca matriks proteinlerine bağlanarak biyofilm inhibitörleri olarak hareket ederler [62]. Chusri vd. [58], *Staphilococcus aureus* hücre duvarı ve hücre yüzeyi hidrofobikliği üzerindeki *Q. infectoria* ekstraktının MRSA ve MSSA (metisiline dirençli *Staphylococcus aureus*) üzerindeki anti-biyofilm aktivitesini vurgulamıştır.

Meşe özlerinin başka bir kullanımı kozmetik, ilaç [63] ve gıda endüstrilerindedir. *Quercus* ekstraktı, tavuk yumurtaları için doğal bir dezenfektan ve dekontaminant olarak veya insan ve çevre tehlikeleri nedeniyle çiftçilerin fungisitlerden

kaçınmasına yardımcı olmak için uygulanabilir [64]. Tablo 1.1'e Meşe palmutlarının biyolojik akviteleri verilmiştir.

Tablo 1.1 *Quercus* türlerinden elde edilen doğal ekstraktların biyolojik aktiviteleri

Meşe Palamudu Türü	Ham Madde	Ekstrakt Tipi	Belirlenen Ana Bileşenler	Biyolojik Aktiviteleri	Referanslar
Quercus cerris	Tohum	Sulu ektraktı	flavonoidler, ellajik asit, gallotanenler, ellajitanenler, α-tokoferol	Antioksidan aktivite	[65]
Quercus cerris	Yaprak	Sulu ektraktı		*Staphylococcus aureus*'a karşı antibiyofilm aktivitesi	[66]
Quercus coccifera	Ağaç kabuğu ve alt gövdeler	Methanol ekstraktı	Lignan (lyoniresinol), koksiferozit, klorokateşin, polidatin	α-glukosidaz inhibe edici aktivite, Tirozinaz inhibe edici aktivite	[67]

Tablo 1.1 *Quercus* türlerinden elde edilen doğal ekstraktların biyolojik aktiviteleri (devamı)

Meşe Palamudu Türü	Ham Madde	Ekstrakt Tipi	Belirlenen Ana Bileşenler	Biyolojik Aktiviteleri	Referanslar
Quercus ilex	Meşe palamudu hamuru	Aseton ve su ekstraktı	Fenolik bileşikler	Antioksidan aktivite	[46]
Quercus ilex	Meşe palamudu	Su ekstraktı	Fenolik bileşikler	İshal önleyici aktivite	[68]
Quercus ilex	Yapraklar	Hidro-metanol ekstraktı	Fenolik asitler (gallik, protokatekuik, ellajik asit türevleri ve ellajik asit), flavonoidler, (kateşin, epikateşinler ve kuasetin)	Anti-inflamatuar aktivite: ekstrakt ülseratif kolit sıçanlarında nötrofil infiltrasyon ve enflamatuar sitokinleri azaltmıştır.	[69]
Quercus ilex	Ağaç kabuğu	Sulu ekstraktı ve metanol ekstraktı	Flavonoidler ve kateşinler	*Streptococcus mutans*'a karşı antibakteriyel aktivite	[70]

- **Meşe palamudu ekstraktlarının anti-inflamatuar ve antikanser aktivitesi**

Günümüzde kanser tedavisi hızla geliştirilmekte, ancak son zamanlarda kanser direncinin ve kemoterapik tedavinin yan etkilerinin gelişmesi, moleküler düzeyde yüksek potansiyele, düşük yan etkilere ve yüksek seçiciliğe sahip yeni kimyasallar talep edilmektedir [71].

Quercus cinsi, kanser hücrelerinin iltihaplanmasına ve çoğalmasına karşı yüksek etkisi nedeniyle yoğun bir şekilde çalışılmaktadır. *Quercus* türlerinde tanımlanan ana antikanser bileşikler, ellajik asit, kaempferol ve glikozitleri, kuersetin, mirisetindir [72, 73, 74 ,75]. Farhad vd. [76], *Q. brantii* ham ekstraktının mekanizma olarak erken apoptozu indükleyerek kanser hücrelerinin proliferasyonunu baskılayan antiproliferatif aktivitesini açıklamışlardır. Zehra vd. [71], *Q. incana*'da bulunan betulin bileşiğinin, kontrole kıyasla kültür ortamında 15 günlük inkübasyondan sonra bile büyük hücrelerin akciğer kanserini tamamen yok ettiğini bildirmiştir. MCF-7 (meme kanseri hücre hattı), HeLa (rahim ağzı kanseri hücreleri), Jurkat (insan T lenfosit hücreleri), HT-29 (insan kolon kanseri hücre hattı), HEK 293 (insan embriyonik böbrek hücreleri) ve T24 gibi farklı kanser hücreleri (insan mesane kanseri hücreleri) Elansary vd. [23] tarafından test edilmiştir. Castejón Martínez vd. [70], *Q. ilex* yapraklarından elde edilen fenolik ekstraktların, TNBS'nin neden olduğu ülseratif kolit farelerinde nötrofil infiltrasyonunu azalttığını ve enflamatuar sitokinleri azalttığını açıklamaktadır. Chokpaisarn vd. [77], *Q. infectoria* meşe palamudu Set-7/NF-κB yolunu inhibe ederek, prediyabetik veya diyabetik ortamlar tarafından indüklenen kemik iliği kaynaklı makrofajların enflamatuar fenotipini iyileştirdiğini belirtmişlerdir.

Fenolik bileşikler (örn. ellajik asit), hücrelerin hücre göçü kabiliyetini artırarak ultraviyole B (UVB) ile ışınlanmış keratinositlerde indüklenen enflamatuar sitokinlere ve kemokinlere karşı inhibe edici aktiviteler gösteren *Q. mongolica* kabuğu ekstraktından izole edilmiş bileşikler yoluyla anti-inflamasyonu geliştirerek UVB'ye maruz kaldıklarında rejenerasyonlarını arttırdığı bildirilmiştir. Ayrıca bu bileşiklerin, atopik dermatit ve sedef hastalığı gibi kronik enflamatuar deri hastalıklarının tedavisi için kullanılabileceği ifade edilmiştir [78].

- **Meşe palamudu ekstraktlarının antidiyabetik aktivitesi**

Diabetes mellitus, insülin sekresyonundaki kusurların bir sonucu olarak karbonhidrat, yağ ve protein metabolizması bozuklukları ile glukoz homeostazının başarısızlığı ile ayırt edilen metabolik bir hastalıktır [79]. Phloridzin, *Quercus* yapraklarında (örneğin, *Q. resino*) daha yüksek konsantrasyonlarda saptanan bir dihidrokalkon glikozittir [80]. Bu bileşik, büzücü özellikleri ve antidiyabetik etkileri ile tanınmaktadır [80]. Örneğin, *Q. coccifera* kabuğu ekstraktlarının bir etkisi, α-glukosidazın inhibisyonudur. Bu etki, Sari vd. [67], belirttiği gibi diyabet uygulamalarında önemli olduğu bildirilmiştir. *Quercus* türlerinin diğer antidiyabetik fenolik bileşikleri, ellajik asit, rutin veya veskalajin olabilir [78, 81, 82]. *Q. floribunda* meşe palamudu ekstraktı, hafif ila orta derecede α-amilaz inhibisyonuna sahiptir ve insüline bağımlı olmayan diyabetik mellitusta kan şekeri seviyesini yönetmek için bu inhibisyon temel hedeftir [83]. Yin vd. [84], alloksanla indüklenen diyabetik sıçanlarda *Q. mongolica* meşe palamudu ekstresinin 15 gün yedirilmesinden sonra hipoglisemik bir aktivite ile beraber açlık kan şekeri, kolesterol ve trigliserit seviyeleri de önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir.

Quercus fenolik bileşiklerinin önemli antidiyabetik etkisi, glikolitik enzimlerin aktivitesini arttırmak için sinerjistik veya bağımsız olarak hareket edebilen fenolik bileşiklerin varlığından kaynaklanıyor olabileceği bildirilmiştir [23].

- **Diğer aktiviteler**

Şarap tadı, Sindt vd. [85] tarafından *Q. petraea* gibi *Quercus* türlerinde bulunan fitokimyasal bileşenlerin infüzyonu ile açıkça tanımlanmıştır. Bu türlerin acılıkları şarap ve brendi üzerindeki etkileri ile tanımlanan meşe kabuğundan ekstrakte edilen üç bileşiğin tadının meşe yaşlanması sırasında acılığın arttığını belirlemiştir. Jiménez-Moreno vd. [86], *Q. robur*'un kızarmış meşe özü uygulandıktan sonra elde edilen kontrol şarabına göre, meşe kabuğu ile temas halinde olan şarap aromasının daha yoğun bir odun ve baharatlı aroma ve ağızda daha fazla kalıcılık sergilediğini bildirmiştir.

Q. floribunda'nın *Leishmania tropica*'ya karşı antilayşmanyal aktivitesi, Kheirandish vd [87] tarafından incelenmiştir. Meşe özleri ile tedavi edilen promastigotların peritoneal makrofajların yalnızca %33,2'sini enfekte edebildiğini ve bunların bulaşıcılık azalmasının %51,3 olduğu bulunmuştur [87]. Dört haftalık

Q. infectoria meşe palamudu ekstresi uygulamasının ardından parazit sayısında kontrol grubuna göre azalma gözlendiği belirlenmiştir [87]. Ebrahimzadeh vd. [88], tedavi edilmemiş enfekte kontroldeki farelere kıyasla *Q. castaneifolia* meşe palamudu metanolik ekstraktı uygulanmış farelerin hayatta kalma oranını artırarak bu farelerde anti-toksoplazma aktivitesini gösterdiğini bildirmişlerdir.

Antiadipogenez, obezitenin önlenmesi için çok önemlidir, çünkü adipogenez insan yaşamı boyunca ilerleyen bir faktördür [89]. Antiadipojenik aktivite, *Q. acutissima* meşe palamudu ekstraktının digliserid açiltransferaz 2 gen ekspresyonunu inhibe ederek yağ dokusunda hücre içi lipid damlacıklarının ve hepatik lipid birikimini azalttığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir [90, 91]. Youn ve ark. [90] sulu/metanollü *Q. acutissima* meşe palamudu ekstraktlarının ve özellikle gallik asidin inhibitör aktivitelerinin, hücre döngüsünün düzenlenmesi ve adipojenezin erken evresindeki insülin sinyali aracılık ettiğini öne sürmüştür.

Meşe palamutlarının antiakne aktivitesi Koseki vd. [92] tarafından tespit edilmiş olup, *Q. acutissima* ağaç kabuğu ekstraktının, sıçanlarda testosteron kaynaklı sebum sentezinde α-redüktaz aktivitesinin inhibisyonu yoluyla aknenin androjenle ilişkili patojenezini inhibe ettiği bildirilmiştir.

Q. brantii meşe palamudu etanol ekstraktı, replikasyon mekanizmasını modüle ederek HSV-1'e (Herpes Simplex Virus tip 1) karşı antiviral aktivite gösterdiği araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir [93].

Q. gilva yaprakları ve kabuğu özü, Youn vd. tarafından açıklandığı gibi [94], hayvan modellerinde ürolitiyazis gelişimini engeller ve *Q. infectoria*, analjezik ve antiosteoporotik aktivitesi olduğu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir [61, 95].

1.1.2 Biyoaktif Peptitler

Biyoaktif peptitler çeşitli doğal moleküller, güçlü antioksidan ajanlar olarak önerilmiştir [96]. Biyoaktif peptitler, bir organizma içinde aminoasitlerden sentezlenirse endojen şekilde veya proteinler şeklinde dışarıdan alınır [97]. Biyoaktif peptitler, süt, peynir gibi süt ürünleri ve deniz türlerini içeren hayvansal kaynaklardan elde edilebilir. Ayrıca, peptitler diğerlerinin yanı sıra soya, tahıllar ve tohumlar gibi bitki bazlı gıdalarda bulunabilir [98]. Son yıllarda, meyve, sebze ve tohumların işlenmesinden elde edilen tarımsal-endüstriyel atıklar, ucuz bir

biyoaktif peptit kaynağı olarak ortaya çıkmıştır [99]. Peptitler, kolay kullanılabilirlik, saflaştırma ve depolama, yüksek potansiyel ve özgüllük, iyi biyolojik parçalanabilirlik ve biyouyumlu özellikler ve düşük toksisite nedeniyle insan sağlığı açısından önemlidir [100]. Bu olumlu özellikler, antifungal, antimikrobiyal, antikanser, antioksidan, mineral dahil olmak üzere farklı amaçlar için kullanılmalarına izin vermiştir. Ayrıca bağlayıcı, antitrombotik, antihipertansif ve immünomodülatör ajanlardır [101].

Peptitler ayrıca yeni gen terapilerinin geliştirilmesi için araştırma gruplarının dikkatini çekmiştir; her tedavinin etki mekanizması, peptidin işlevine, amacına ve doğasına bağlı olarak değişir [102]. Birkaç nesil boyunca, kabuklu yemişler insanların diyetinin bir parçası olmuştur ve fitokimyasal bileşimleri (yüksek konsantrasyonda yağ asitleri ve düşük konsantrasyonda şeker) nedeniyle birçok sağlık faydalı etkileri gözlemlenmiştir [103, 104]. Dünya çapında, en çok tüketilen kuruyemiş türleri badem, Brezilya fıstığı, kaju fıstığı, fındık, Macadamia fıstığı, ceviz, çam fıstığı, Antep fıstığı ve cevizdir [105]. Kabuklu yemiş içeriği ile ilgili genel veriler %7,50 ile %21,56 arasında değişen bir protein yüzdesi ve %42,88 ile %66,71 arasında değişen lipit yüzdesi bildirilmiştir. Kabuklu yemişler, flavonoidler, fenolik asitler, tanenler, stilben türevleri, fitosteroller ve fenolik aldehitler olmak üzere biyoaktif bileşikler bakımından zengindir [106]. Bu fitokimyasallar genellikle antioksidanlar gibi davranır, bu nedenle kabuklu yemişler beslenmede son derece önemlidir. Bu gıdaların alınması kardiyovasküler hastalıkların engellenmesine, obezite ve tip2 diyabetik mellitus insidansının daha düşük olmasına, anti-enflamatuar özelliklerin yanı sıra oksidatif stres riskini azalmasına yardımcı olabilir [107-114]. Araştırmacılar, cevizin NDQF ve ASGCGDC peptit sekanslarının SARS-CoV-2 virüsünün güçlü bir inhibe edici etkilerinin olabileceğini ve COVID-19 hastaları için gıda takviyesi olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir [115].

1.1.3 Biyoaktif Peptit Kaynağı Olarak Kuruyemişler

Kuruyemişler, katma değerli faydaları olan fonksiyonel gıda rolleri nedeniyle gıda ve sağlık da dahil olmak üzere farklı alanlarda ilgi görmüştür. Çeşitli çalışmalar, kuruyemişlerden ekstrakte edilen diğer bileşiklerin yanı sıra lipitler, fenolikler ve proteinler gibi farklı bileşenlerin önemli antioksidan aktivite içerdiğini göstermiştir [113]. Kuruyemişlerden elde edilen peptitler hakkında sınırlı bilgi olmasına

rağmen, son yıllarda büyük popülerliğe sahip olmuştur. Bu gıdalardan elde edilen biyoaktif peptitler, homeostazın korunmasını ve hastalığın önlenmesini sağlar ve farklı fizyolojik mekanizmalar vasıtasıyla sağlığa katkıda bulunur. Bu nedenle, kuruyemişlerin biyoaktif peptitleri gıda, ilaç ve kozmetik formülasyonlarında kullanılan temel fonksiyonel bileşenler haline gelmiştir [108].

Birçok araştırmacı kaynağı ne olursa olsun biyoaktif peptitlerin elde edilmesi ve saflaştırılması üzerine odaklanmıştır. Peptitler, sindirim enzimleri kullanılarak hidroliz yoluyla *in vitro* üretilebilir veya kimyasal olarak sentezlenebilir. Ek olarak, biyoaktif peptitler, kürleme, fermantasyon veya olgunlaştırma işlemi sırasında veya hatta teknolojik gıda işlemenin bir sonucu olarak mikrobiyal enzimlerin etkisiyle de salınabilir [116, 117]. Benzer şekilde, birçok biyoaktif peptit, gastrointestinal sindirim sırasında *in vivo* olarak da üretilir. Cevizden peptit elde etmenin en etkili ve güvenilir yöntemlerinden biri, GRAS yapısı, reaksiyon hızındaki iyileşme ve bu yöntemin diğerlerine göre sunduğu dikkate değer bölge seçiciliği ve stereo seçiciliği nedeniyle enzimatik hidrolizdir [118]. Bu işlem esas olarak nötraz, papain, alkalaz, tripsin, bromelain, pepsin ve pankreatin dahil olmak üzere farklı türlerdeki proteazları kullanır. Enzimatik hidrolizdeki kilit nokta, enzime ve substrata göre, esas olarak sıcaklık, pH, hidroliz süresi ve enzim: substrat oranı için en uygun koşulların belirlenmesinin gerekli olmasıdır. Bu koşullar, yüksek hidroliz dereceli hidrolizatların güçlü biyolojik aktivitelerle ilişkili olduğu protein hidrolizat uygulamasını belirleyen hidroliz derecesini etkiler [119]. Protein açısından zengin farklı kuruyemiş unlarının ve öğünlerinin tüketimlerinden sonra biyoerişilebilirliğini değerlendirmek için *in vitro* simüle edilmiş gastrointestinal sindirim de incelenmiştir ve bu süreçte üretilen peptitlerin potansiyel sağlık etkileri hakkında ilgili bilgiler sağlanmıştır [120].

Çam fıstığı ve ceviz, fonksiyonel peptidlerin elde edilmesi için en çok çalışılan kuruyemiş türleridir. Bunun nedeni bu kabuklu yemişlerin çok sayıda ve yüksek miktarda protein içermesidir. Pikan cevizi, kaju fıstığı, fındık, Antep fıstığı ve Çin kestanesi gibi başka kuruyemiş türleri de aynı amaçlar için kullanılmıştır. Kanser, yüksek tansiyon ve iltihaplanma gibi çeşitli kronik patolojilerin gelişimi ile yakından bağlantılı olduğundan, çoğu oksidatif strese karşı kuruyemiş peptitleri için farklı biyolojik aktiviteler değerlendirilmiştir [108].

1.1.4 Antidiyabetik Peptitler ve Mekanizmaları

Diyabet, dünya çapında milyonlarca insanı etkileyen bir metabolik bozukluktur. İnsülin hormonu eksikliği veya insülin direnci sonucu kan şekeri seviyelerinin kontrol edilemediği diyabet hastaları, uzun vadeli sağlık sorunlarına yol açabilen bir dizi komplikasyon riski altındadır. Geleneksel tedavi yöntemleri sıklıkla farmakolojik ilaçlar ve insülin enjeksiyonlarını içerirken, son yıllarda antidiyabetik peptitlerin diyabet tedavisinde potansiyel bir yaklaşım olarak ortaya çıktığı görülmektedir [121].

Antidiyabetik peptitler, vücuttaki doğal olarak oluşan veya laboratuvar ortamında üretilen biyolojik moleküllerdir. Bu peptitler, insülinin salgılanması, kan şekeri düzeylerinin düzenlenmesi ve insülin direncinin azaltılması gibi mekanizmalar aracılığıyla diyabetin kontrol altına alınmasına yardımcı olabilir [122].

GLP-1 (Glukagon-Benzeri Peptit-1), antidiyabetik peptitlerin en çok araştırılan ve kullanılan türlerinden biridir. GLP-1, ince bağırsakta salgılanan bir hormondur ve insülin salınımını uyarır, glukagon salgısını inhibe eder ve açlık hissini azaltır. GLP-1'e dayalı ilaçlar, tip 2 diyabet tedavisinde etkili olmuş ve kan şekeri kontrolünü iyileştirerek insülin direncini azaltmıştır [123].

Bunun yanı sıra, amilin gibi diğer antidiyabetik peptitler de dikkat çekmektedir. Amilin, pankreas beta hücrelerinde insülinle birlikte salgılanan bir peptittir. İnsanlarla aynı zamanda öğün sırasında salgılanır ve doygunluk hissini artırır, glukagon salınımını inhibe eder ve gastrik boşalmayı geciktirir. Amilin analoğu ilaçlar, tip 1 ve tip 2 diyabet tedavisinde kullanılmaktadır ve postprandiyal (öğün sonrası) kan şekeri kontrolünü iyileştirerek hipoglisemi riskini azaltır [124].

Antidiyabetik peptitlerin potansiyel avantajlarından biri, daha düşük hipoglisemi riski taşımasıdır. Antidiyabetik peptitler, kan şekeri seviyelerini dengelemek için doğal yollarla çalışırken, aynı zamanda hipoglisemi riskini azaltır. Bu, diyabet hastaları için önemli bir avantajdır, çünkü insülinin aşırı kullanımı veya doz ayarlamalarındaki hatalar nedeniyle hipoglisemi yaşama riski vardır [125].

Antidiyabetik peptitlerin bir diğer avantajı ise oral yolla alınabilme potansiyelidir. Geleneksel olarak, diyabet tedavisinde insülin enjeksiyonları yaygın bir yöntemdir. Ancak, antidiyabetik peptitlerin oral formülasyonları geliştirilerek, hastaların günlük insülin enjeksiyonlarından kaçınmaları ve tedaviye daha kolay uyum

sağlamaları sağlanabilir. Bu da diyabet yönetiminde büyük bir kolaylık sağlar [126].

Antidiyabetik peptitlerin geliştirilmesi ve kullanımı üzerine yapılan araştırmalar devam etmektedir. Bilim insanları, yeni peptitlerin sentezlenmesi, stabilizasyonu ve biyoyararlanımını artırmak için çalışmaktadır. Ayrıca, peptitlerin hedef spesifisitesini iyileştirmek, etkili dozajı belirlemek ve yan etkileri en aza indirmek için farklı formülasyon stratejileri geliştirilmektedir [126].

Ancak, antidiyabetik peptitlerin bazı zorlukları da vardır. Peptitlerin oral yolla verilebilmesi için gastrointestinal sistemdeki enzimler tarafından parçalanmalarını önlemek gerekmektedir. Ayrıca, peptitlerin farmakokinetik özelliklerini iyileştirmek ve uzun süreli etkiler sağlamak için özel taşıyıcı sistemler ve ilaç teslimat yöntemleri gerekmektedir [127].

Antidiyabetik peptitlerin mekanizmaları aşağıda özetlenmiştir:

İnkretin Peptidleri: İnkretinler, bağırsakta salgılanan ve insülin salgısını artıran peptitlerdir. En önemli inkretinler glukagon benzeri peptit-1 (GLP-1) ve gastrik inhibe edici polipeptit (GIP) olarak bilinir. Bu peptitler, pankreasta beta hücrelerini uyararak insülin salgısını artırır ve glukagon salınımını inhibe eder. Aynı zamanda mide boşalmasını geciktirerek glukoz emilimini yavaşlatır. Bu şekilde, kan şekeri düzeyinin düzenlenmesine katkıda bulunurlar [125].

Amilin: Amilin, pankreas beta hücrelerinde insülinle birlikte salgılanan bir peptittir. Glukoz emilimini yavaşlatır, mide boşalmasını geciktirir ve glukagon salınımını inhibe eder. Bu etkileriyle kan şekeri düzeyinin düzenlenmesine yardımcı olur. Amilin analogları, tip 1 ve tip 2 diyabet tedavisinde kullanılan antidiyabetik ilaçlar arasındadır [128].

Adiponektin: Adiponektin, yağ dokusunda sentezlenen bir peptittir. İnsülin duyarlılığını artırır ve insülin direncini azaltır. Aynı zamanda karaciğerde glukoneogenezi inhibe eder ve enerji metabolizmasını düzenler. Adiponektin eksikliği, insülin direnci ve tip 2 diyabet riskini artırabilir [129].

Peptid YY (PYY): Peptid YY, bağırsakta üretilen bir peptittir ve iştahı inhibe eder. Aynı zamanda insülin salgısını uyarır ve glukoz kullanımını artırır. PYY, tokluk hissini artırarak kan şekeri düzeyini düzenlemeye yardımcı olur. Şekil 1.4'de antidiyabetik biyoaktif peptitlerin mekanizması verilmiştir [130].

Antidiyabetik biyoaktif peptitlerin keşfi ve geliştirilmesi, diyabet tedavisindeki ihtiyaçları karşılamak ve mevcut tedavi yöntemlerine alternatif olabilecek daha etkili ve güvenli seçenekler sunmak amacıyla yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Araştırmacılar, doğal olarak vücutta bulunan peptitlerin yanı sıra sentetik peptit analoglarını da incelemektedir [131].

Antidiyabetik peptitlerin mekanizmaları çeşitli yollarla etki gösterebilir. Bunlar şunları içerebilir:

İnsülin Salgısını Artırma: Bazı antidiyabetik peptitler, pankreas beta hücrelerini uyararak insülin salgısını artırır. Bu, kan şekerinin düşmesine ve glukozun hücrelere alınmasının teşvik edilmesine yardımcı olur [132].

Glukagon Salınımını İnhibe Etme: Bazı peptitler, pankreas alfa hücrelerinden glukagon salınımını inhibe eder. Bu, karaciğerde glukoz üretiminin azaltılmasına ve kan şekerinin düşmesine katkıda bulunur [133].

Glukoz Emilimini Yavaşlatma: Birçok peptit, glukoz emilimini azaltarak sindirim sisteminde glukozun daha yavaş salınmasını sağlar. Bu, kan şekerinin ani yükselmelerini engeller ve daha istikrarlı bir glisemik kontrol sağlar [134].

İnsülin Duyarlılığını Artırma: Bazı antidiyabetik peptitler, hücrelerin insüline daha duyarlı hale gelmesini sağlar. Bu, hücrelerin glukozu daha etkin bir şekilde kullanmasını ve kan şekerinin düşmesini destekler [135].

Antidiyabetik peptitlerin geliştirilmesi ve kullanımı, diyabet tedavisinde birçok avantaj sunabilir. Bunlar aşağıda sıralanmıştır:

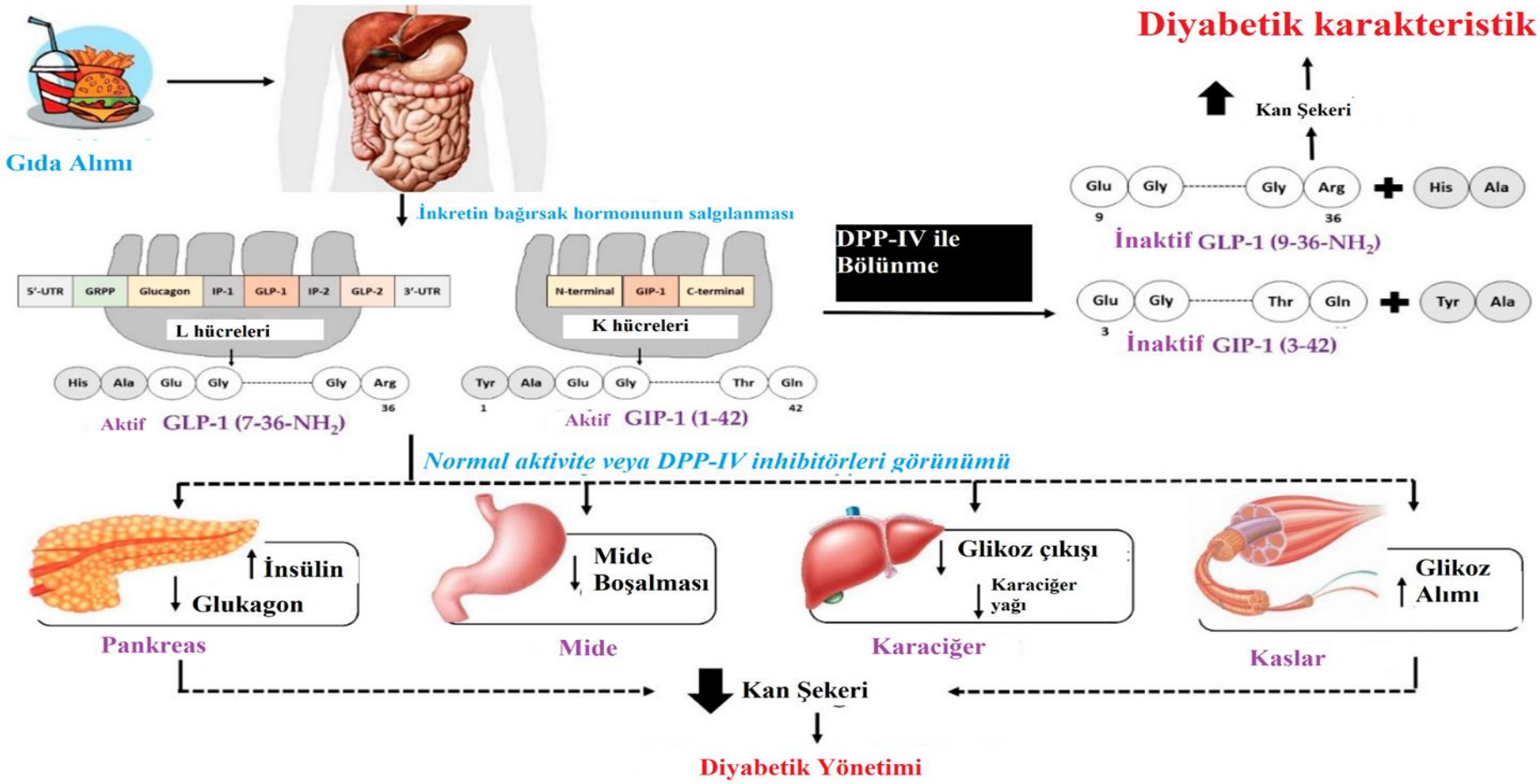
Daha az yan etki: Peptitler genellikle daha iyi bir yan etki profiline sahiptir ve vücutta daha az toksisiteye neden olur [136].

Hedefe özgü etki: Peptitler, spesifik hücre reseptörlerine bağlanarak hedefe yönelik bir etki sağlayabilir, bu da daha etkili tedavi sağlayabilir [137].

Doğal kaynaklar: Birçok antidiyabetik peptit, doğal olarak vücutta bulunan peptitlerden veya gıdalardan elde edilebilir.

Kombinasyon tedavisi: Peptitler, farklı mekanizmalarda etkili olabilir, bu da farklı hedeflere yönelik kombinasyon tedavileri için potansiyel sağlar [138].

Sonuç olarak, antidiyabetik peptitler, diyabet tedavisinde umut vadeden bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. GLP-1 ve amilin gibi peptitler, kan şekeri düzenlemesini, insülin salınımını ve açlık hissini kontrol etme gibi mekanizmalar aracılığıyla diyabetin etkili bir şekilde yönetilmesine yardımcı olabilir. Bununla birlikte, daha fazla araştırma ve geliştirme çalışması gerekmektedir, ancak antidiyabetik peptitlerin gelecekte diyabet tedavisinde önemli bir rol oynayabileceği umut vericidir [139].



Şekil 1.4 DPP-IV inhibitörlerinin glukoz düşürücü etkisinin mekanizmasının şematik gösterimi [140].

1.1.5 Antihipertansif Peptitler

Hipertansiyon, dünya çapında yaygın olarak görülen bir sağlık sorunudur. Yüksek kan basıncı, kalp hastalığı, inme ve böbrek yetmezliği gibi ciddi komplikasyonlara yol açabilir. Bu nedenle, hipertansiyonun etkin bir şekilde kontrol edilmesi büyük önem taşır. Geleneksel tedavi yöntemleri arasında antihistaminikler, ACE inhibitörleri, beta blokerler ve diüretikler bulunur. Ancak, bu tedavi seçeneklerinin yan etkileri ve sınırlamaları vardır. Son yıllarda, antihipertansif peptitlerin geliştirilmesi, hipertansiyon tedavisinde umut vadeden bir yaklaşım haline gelmiştir [141, 142].

Antihipertansif Peptitlerin Tanımı ve Özellikleri: Antihipertansif peptitler, hipertansiyonun tedavisinde kullanılan biyolojik olarak aktif bileşiklerdir. Peptitler, amino asitlerin birleşmesiyle oluşan kısa protein zincirleridir. Antihipertansif peptitler genellikle 2 ila 50 amino asit arasında değişen uzunluklarda olabilir. Bu peptitler, kan basıncını düşüren veya düzenleyen çeşitli mekanizmalar aracılığıyla etki gösterir [143].

Antihipertansif Peptitlerin Mekanizmaları:

ACE İnhibitörleri: Bazı antihipertansif peptitler, anjiyotensin dönüştürücü enzimini (ACE) inhibe ederek etki gösterir. ACE, anjiyotensin I'in anjiyotensin II'ye dönüşümünü katalize eden bir enzimdir. Anjiyotensin II, kan damarlarını daraltarak kan basıncını artırır. ACE inhibitörleri, anjiyotensin II oluşumunu engelleyerek kan basıncını düşürmeye yardımcı olur [144].

Renin İnhibitörleri: Renin, anjiyotensinojenin anjiyotensin I'e dönüşümünü katalize eden bir enzimdir. Bazı antihipertansif peptitler, renini inhibe ederek etki gösterir. Renin inhibitörleri, anjiyotensinojenin anjiyotensin I'e dönüşümünü engelleyerek kan basıncını düşürür [145].

Vazodilatasyon: Bazı antihipertansif peptitler, kan damarlarının genişlemesini sağlayarak kan basıncını düşürür. Bu peptitler, nitrik oksit gibi vazodilatatörlerin salınımını artırır [146].

Diüretik Etki: Bazı antihipertansif peptitler, böbreklerin su ve tuz dengesini düzenleyerek diüretik etki gösterir. Bu peptitler, böbreklerin daha fazla su ve tuz atmasını sağlayarak vücuttaki sıvı hacmini azaltır. Bu da kan basıncının düşmesine yardımcı olur [147].

İnflamasyon ve Oksidatif Stresin Azaltılması: Hipertansiyon, inflamasyon ve oksidatif stresin arttığı bir durumdur. Bazı antihipertansif peptitler, inflamasyonu ve oksidatif stresi azaltarak kan basıncını düşürür. Bu peptitler, inflamatuar sitokinlerin salınımını engeller ve antioksidan etkileri sayesinde oksidatif stresi azaltır [148].

Endotelyal Fonksiyonun Düzenlenmesi: Endotelyum, kan damarlarının iç yüzeyini kaplayan hücre tabakasıdır. Endotelyal disfonksiyon, hipertansiyonun gelişiminde önemli bir rol oynar. Bazı antihipertansif peptitler, endotelyal fonksiyonu düzenleyerek kan damarlarının genişlemesini sağlar ve kan basıncının kontrol altına alınmasına yardımcı olur [149].

Antihipertansif Peptitlerin Kaynakları: Antihipertansif peptitler, doğal olarak birçok kaynaktan elde edilebilir. Bu kaynaklar arasında bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar yer alır. Bitkisel kaynaklar arasında soya fasulyesi, bezelye, mısır, yulaf ve diğer tahıllar bulunur. Hayvansal kaynaklarda ise süt, et, balık ve deniz ürünleri gibi besinlerde antihhipertansif peptitler bulunabilir. Mikroorganizmalardan elde edilen peptitler ise genellikle fermantasyon yöntemiyle üretilir [150].

1.1.6 Antioksidan peptitler

Antioksidanlar, serbest radikaller olarak adlandırılan zararlı moleküllerin etkilerini azaltmak için vücutta önemli bir rol oynarlar. Bu serbest radikaller, oksidatif stres denilen bir süreç sonucunda oluşur ve hücrelere zarar vererek yaşlanma, iltihaplanma ve çeşitli hastalıkların gelişimine katkıda bulunabilirler. Antioksidanlar, serbest radikalleri etkisiz hale getirerek ve hücreleri koruyarak bu olumsuz etkileri azaltır [151].

Son yıllarda, antioksidan peptitlerin birçok araştırmacının ilgisini çektiği görülmektedir. Bu peptitler, amino asitlerin birleşiminden oluşan küçük protein parçalarıdır ve vücutta birçok biyolojik işlevi yerine getirirler. Antioksidan peptitler, antioksidan özelliklere sahip olmalarının yanı sıra biyoyararlanımı yüksek, nispeten düşük toksisiteye sahip ve sindirimi kolay olmaları gibi avantajlara da sahiptirler [100, 151, 152]

Antioksidan Peptitlerin Kaynakları: Antioksidan peptitler çeşitli kaynaklardan elde edilebilir. Bunlar arasında bitkiler, deniz ürünleri, hayvansal kaynaklar ve

mikroorganizmalar yer alır. Bitkisel kaynaklı antioksidan peptitler genellikle çeşitli bitkilerin tohumlarında, yapraklarında veya köklerinde bulunur. Örneğin, fasulye, nohut ve mercimek gibi baklagillerde antioksidan peptitler bulunabilir [153].

Deniz ürünleri, özellikle balıklar ve kabuklu deniz ürünleri, antioksidan peptitler açısından zengindir. Balık proteinleri, özellikle kolajen ve keratin gibi yapısal proteinler, antioksidan peptitlerin kaynağı olabilir. Ayrıca, karides, midye, istiridye gibi kabuklu deniz ürünlerinde de antioksidan peptitler bulunur [153].

Hayvansal ürünler de antioksidan peptitler için bir kaynak olabilir. Örneğin, süt proteini olan kazein, antioksidan peptitlerin bir kaynağı olabilir. Ayrıca, et ve tavuk gibi hayvansal ürünlerde de antioksidan peptitler bulunabilir [153].

Mikroorganizmalar, özellikle probiyotik bakteriler, antioksidan peptitlerin üretiminde kullanılabilir. Probiyotik bakteriler, sindirim sisteminde faydalı etkileriyle bilinirken, aynı zamanda antioksidan peptitlerin üretiminde de rol oynayabilirler. Bu bakteriler, çeşitli enzimler aracılığıyla proteinleri parçalayarak antioksidan peptitlerin ortaya çıkmasını sağlarlar. Özellikle laktik asit bakterileri, bu açıdan önemli bir kaynak olabilir [154].

Antioksidan Peptitlerin Oluşumu ve Etki Mekanizmaları: Antioksidan peptitler, proteinlerin sindirilmesi ve ayrışması sürecinde oluşur. Sindirim enzimleri, proteinleri amino asitlere parçalayarak daha küçük peptitlere dönüştürür. Bu küçük peptitler, antioksidan özelliklere sahip olabilirler. Antioksidan peptitler, serbest radikallerle etkileşime girerek onları nötralize eder ve hücrelere zarar vermelerini engeller [155].

Antioksidan peptitlerin etki mekanizmaları arasında serbest radikalleri etkisiz hale getirme, metal iyonlarını bağlama, enzimatik aktiviteyi düzenleme ve oksidatif stresi azaltma gibi süreçler yer alır. Bu mekanizmaların birleşimi, antioksidan peptitlerin hücrelerin sağlığını koruma ve yaşlanma sürecini yavaşlatma potansiyelini sağlar [155].

Antioksidan Peptitlerin Biyoyararlanımı: Antioksidan peptitlerin biyoyararlanımı, vücutta emilim, dağılım, metabolizma ve atılım gibi süreçlerden etkilenir. Antioksidan peptitlerin sindirim sistemi tarafından etkin bir şekilde emilimi, bağırsak geçirgenliği, enzimatik hidroliz ve taşıma mekanizmaları gibi faktörlere bağlıdır [156].

Özellikle bazı antioksidan peptitlerin küçük molekül ağırlığı, hidrofobik özellikler ve belirli amino asit dizilimleri, emilimi ve biyoyararlanımı üzerinde olumlu etkilere sahip olabilir. Ayrıca, antioksidan peptitlerin taşıma proteinleriyle etkileşime girerek dolaşımdaki stabilitesini artırması ve hedef dokulara ulaşmasını sağlaması da önemli bir faktördür [157].

1.2 Tezin Amacı

Meşe palamudu, insan beslenmesinde önemli bir potansiyele sahip olabilecek değerli bir besin kaynağıdır. Türkiye'de de meşe palamudu, geleneksel olarak kullanılan bir gıdadır.

Meşe palamudu, yüksek besleyici değeri ve sağlık faydalarıyla dikkat çekmektedir. İçerdiği lif, protein, vitamin ve mineral açısından zengin olması, dengeli bir beslenme için önemli bir katkı sağlar. Aynı zamanda antioksidan özelliklere sahip fenolik bileşikler içermesi, vücutta serbest radikallerin etkilerini azaltmaya yardımcı olabilir ve sağlığın korunmasına katkıda bulunabilir.

Meşe palamudu aynı zamanda diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve hipertansiyon gibi sağlık sorunlarıyla ilişkilendirilen bazı özelliklere sahip olabilir. Protein hidrolizi sonucu elde edilen peptitlerin antidiyabetik, antioksidan ve antihipertansif etkileri araştırılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bu da meşe palamudunun potansiyel bir fonksiyonel gıda veya besin takviyesi olarak kullanımını desteklemektedir.

Türkiye, meşe ağaçlarının yayılımı ve çeşitliliği bakımından zengin bir ülkedir. Farklı iklim bölgelerinde yetişen çeşitli meşe türleri bulunmaktadır. Bu türlerin adaptasyon kabiliyeti ve çeşitli bölgelerde bulunmaları, meşe palamudu üretimini ve kullanımını çeşitlendirmektedir. Özellikle kırsal bölgelerde, meşe palamudu toplama geleneği yaygındır ve yerel ekonomiye katkı sağlar.

Meşe palamudunun insan beslenmesindeki önemi, hem geleneksel kullanımlarının devam etmesiyle hem de modern araştırmaların sağladığı bilgilerle artmaktadır. Meşe palamudunun besleyici değeri, antioksidan özellikleri ve potansiyel sağlık faydaları, onu çeşitli beslenme programlarında ve fonksiyonel gıdaların üretiminde değerli bir bileşen haline getirmektedir.

Sonuç olarak, Türkiye'deki meşe türlerinin yayılımı ve meşe palamudunun beslenmedeki önemi, doğal kaynakların korunması, yerel gıdaların kullanımının teşvik edilmesi ve sağlıklı beslenmenin desteklenmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Meşe palamudu, değerli bir besin kaynağı olarak insan beslenmesinde kullanılabilir ve sağlık açısından birçok fayda sağlayabilir.

Türkiye, geniş bir coğrafi alanı kapsayan ve zengin bir bitki örtüsüne sahip olan bir ülkedir. Bu nedenle, farklı türlerde meşe ağaçlarına rastlamak mümkündür. Türkiye'de en yaygın olarak bulunan meşe türleri arasında aşağıdakiler bulunmaktadır:

Doğu Meşesi (*Quercus petraea*): Doğu Meşesi, Türkiye'nin kuzey ve doğu bölgelerinde yaygın olarak bulunan bir türdür. Genellikle ormanlarda ve dağlık bölgelerde yetişir. Meşe palamudu açısından zengin bir kaynak olarak kabul edilir.

Anadolu Meşesi (*Quercus cerris*): Anadolu Meşesi, Türkiye'nin iç bölgelerinde ve batı bölgelerinde yaygın olarak bulunan bir türdür. Aynı zamanda "lis" olarak da adlandırılır. Meşe palamudu, Anadolu Meşesi ağaçlarından elde edilebilir.

Kara Meşe (*Quercus ithaburensis*): Kara Meşe, Türkiye'nin Akdeniz bölgesinde yaygın olarak bulunan bir türdür. Ağaç, kuru ve sıcak iklim koşullarında yetişir. Meşe palamudu, Kara Meşe ağaçlarından elde edilebilir.

Doğu Karadeniz Meşesi (*Quercus pontica*): Doğu Karadeniz Meşesi, Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olarak bulunan bir türdür. Yoğun yağış alan bölgelerde yetişir. Bu tür meşe ağaçları da meşe palamudu üretimi için önemli kaynaklardır.

Türkiye'deki meşe türlerinin yayılımı ve meşe palamudunun beslenmedeki önemi, hem biyoçeşitlilik açısından zengin bir ülke olan Türkiye'nin doğal kaynaklarına değer verme hem de sağlıklı beslenme ve yerel besinlerin kullanımının teşvik edilmesi açısından önemlidir.

Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki adımlar izlenmiştir:

1) Meşe palamutlarının fizikokimyasal analizleri yapılmıştır. Bu analizler, palamutların bileşimini, içerdikleri kimyasal maddeleri ve besin değerlerini belirlemeyi amaçlamaktadır.

2) Meşe palamutlarının antioksidan aktivitelerini ölçmek için DPPH ve Fe^{+2} şelatlama yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca toplam fenolik madde analizi de gerçekleştirilerek, palamutlardaki fenolik bileşiklerin miktarı tespit edilmiştir. Bu analizler, palamutların antioksidan potansiyelini ve fenolik bileşik içeriğini belirlemeyi hedeflemektedir.

3) Meşe palamudu proteinleri hidrolize edilerek elde edilen peptitlerin antidiyabetik, antioksidan ve antihipertansif özellikleri analiz edilmiştir. Bu analizler, palamut proteinlerinin sindirim sonucu oluşan peptitlerin biyolojik aktivitelerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Özellikle antidiyabetik, antioksidan ve antihipertansif özelliklere sahip peptitlerin varlığı araştırılmıştır.

4) Meşe palamutlarında bulunan fenolik maddeler, konvansiyonel ve ultrasonik ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak çıkarılmıştır. Ayrıca ekstraksiyon optimizasyonu yapılarak, maksimum fenolik madde ve antioksidan aktivite elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, palamutlardaki değerli bileşenlerin etkili bir şekilde çıkarılmasını ve kullanılmasını hedeflemektedir.

5) Elde edilen ekstraktlar, alabalık filetolarına uygulanmış ve bunların mikrobiyolojik özellikleri, tiyobarbütirik asit analizi ve duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizler, ekstraktların gıda koruması açısından etkinliğini, oksidatif stabiliteyi ve duyusal kaliteyi değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

6) Bu çalışmanın temel hedeflerinden biri, meşe palamutlarının sadece hayvan yemi olarak değil, insan beslenmesinde de kullanılmasını sağlamaktır. Bu nedenle, palamutların fonksiyonel özelliklerini ortaya çıkarmak ve değerlendirmek, insan sağlığına faydalı bir besin kaynağı olarak kullanım potansiyelini belirlemeyi hedeflemektedir.

Bu amaçlar doğrultusunda yapılan çalışmalar, meşe palamudunun besin değeri, antioksidan potansiyel, biyolojik aktivite ve gıda uygulamaları konularında bilgi sağlamayı amaçlamaktadır.

1.3 Tezin Hipotezi

Meşe palamudu, Türkiye'nin farklı bölgelerinde doğal olarak yetişen bu meşe türlerinden elde edilebilir. Türkiye'nin çeşitli yörelerinde, meşe palamudu toplama geleneği yaygındır ve hem taze olarak tüketilir hem de işlenerek farklı şekillerde

kullanılır. Özellikle kırsal bölgelerde, meşe palamudu toplayıcılığı bir geçim kaynağı olabilir.

Meşe palamudu, besleyici değeri yüksek olan bir gıdadır. Zengin lif, protein, vitamin ve mineral içeriğine sahiptir. Aynı zamanda antioksidan özelliklere sahip olan fenolik bileşikler ve diğer biyoaktif bileşenler içerir. Bu nedenle, meşe palamudu insan beslenmesinde değerli bir kaynak olarak kullanılabilir ve sağlık açısından faydalar sağlayabilir.

Meşe palamutları, yüksek besleyici değeri, antioksidan özellikleri ve biyoaktif bileşen içeriği sayesinde insan beslenmesinde önemli bir kaynak olabilir. Meşe palamutlarının fizikokimyasal analizleri, antioksidan aktivitelerinin ölçümü, protein hidrolizi sonucu elde edilen peptitlerin biyolojik etkilerinin değerlendirilmesi ve fenolik maddelerin ekstraksiyonu ve kullanımıyla ilgili çalışmalar, meşe palamudunun sağlık açısından potansiyel faydalarını ortaya çıkarabilir. Bu çalışmanın sonuçları, meşe palamutlarının fonksiyonel gıda veya gıda takviyesi olarak kullanımını destekleyebilir ve meşe palamutlarının Türkiye'deki meşe türleri ve yayılımıyla ilişkisini vurgulayabilir.

Bu çalışmanın sonuçları, meşe palamutlarının insan beslenmesinde önemli bir kaynak olarak kullanımını destekleyebilir ve Türkiye'deki meşe türlerinin yayılımı ve meşe palamutlarının toplanmasıyla ilişkili ekonomik ve çevresel etkileri vurgulayabilir. Ayrıca, meşe palamutlarının geleneksel kullanımının sürdürülmesi ve yerel ekonomiye katkı sağlaması teşvik edilebilir. Bu çalışma, fonksiyonel gıdalar ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı konularında önemli bir bilgi sağlayabilir.

2
MATERYAL ve YÖNTEM

2.1 Materyal

2.1.1 Meşe Türleri ve Alabalığın Temini

Çalışmada *Quercus cerris* ve *Q. coccifera* meşe türleri Isparta'dan temin edilmiş olup *Q. ilex* ise Antalya Kaş ilçesinden temin edilmiştir. Türlerin doğrulaması Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Öğretim üyeleri tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın diğer materyali Alabalıklar (*Oncorhynchus mykiss*) ise Artvin Şavşat ilçesindeki balık çiftliğinden temin edilmiştir.

2.2 Meşe Palamudu Ekstraktlarının Hazırlanması

Elle hasattan sonra meşe palamutları ekstraksiyon için hemen laboratuvara nakledilmiştir. İlk olarak meşe palamutları fındık kıracağı ile soyulup mutfak tipi (Arnica Prokit 444 plus, Türkiye) öğütücü (<1 mm partikül boyutu) ile öğütüldükten sonra ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Ekstraksiyon için 300 gr öğütülmüş meşe palamudu 600 mL etanol/su (80/20, V/V) karışımı ve 600 mL methanol/su (80/20, V/V) ile muamele edilmiş ve bu karışım oda sıcaklığında 72 saat boyunca mekanik olarak kuvvetlice çalkalanmıştır. Karışım süzüldükten sonra (Whatman No.40), süzüntü, tüm etanol buharlaşana kadar 45°C'de vakumlu bir döner buharlaştırıcıda konsantre edilmiştir. Sulu ekstrakt, koyu cam şişelerde saklanmış ve donmuş olarak (-40°C) muhafaza edilmiştir [193].

2.3 Meşe Palamudu Örneklerinin Makrobesin Bileşenlerinin Belirlenmesi

Meşe palamudu örneklerinin makrobesin bileşenleri (kül, yağ, protein) AOAC'ye göre [158] yapılmıştır. Ham yağ, toz halindeki numunenin bilinen bir ağırlığının, Soxhlet aparatı kullanılarak petrol eteri ile ekstrakte edilerek belirlenmiştir. Kül içeriği, beyazımsı bir küle dönüştürülene kadar kül fırınında yaklaşık 5 saat boyunca 550 ± 15°C'lik bir yakma ile belirlenmiştir. Protein içeriği (N × 6,25) Kjeldahl prosedürü kullanılarak tespit edilmiştir. Toplam karbonhidratlar, 100 g ile kül, ham yağ ve protein için elde edilen içeriklerin toplamı arasındaki fark olarak hesaplanmıştır.

2.4 Meşe Palamutlarının Antioksidan Aktivitesi

2.4.1 Serbest Radikal Giderme Etkisinin Saptanması (DPPH)

DPPH radikal yakalama yöntemi antioksidan bileşiklerin mor renkli stabil bir bileşik olan DPPH (1,1-difenil-2 pikrilhidrazil)radikalini indirgeme yetenekleri ile ilişkilidir.

Meşe palamudu ekstraktlarının DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ile antioksidan aktivitesini ölçmek için, meşe palamutlarının kabukları çıkarıldıktan sonra öğütücü ve blender yardımıyla toz haline getirilmiştir. Elde edilen toz, etanol ekstrakte edilip süzülerek temizlenmiştir.

Deney tüpüne 100 µL örnek (ekstrakt) koyulmuş üzerine 3,9 mL 0,1 mM DPPH eklenmiş ve vorteks karıştırıcıda karıştırılmıştır. Karıştırma ve 30 dk oda sıcaklığında ve karanlık ortamda bekletilen örneklerin absorbans değerleri spektrofotometrede 517 nm de metanole karşı (100 µL metanole 200 µL 0,1 mM DPPH) ölçülmüştür. Analiz üç paralelli gerçekleştirilmiştir. Örneklerin DPPH yöntemiyle belirlenen toplam antioksidan aktivitesi mmol Trolox / L olarak ifade edilmiştir.

Yüzde = (numunenin 1-A517'si/kontrolün A517'si)×100 olarak DPPH süpürme aktivitesi, burada A kontrol, test numunesi hariç tüm reaktiflerin absorbansıdır, A numune, ekstraktların absorbansıdır. Standart antioksidan olarak askorbik asit kullanılmıştır [159].

2.4.2 Fe^{+2} ile Şelat Yapma Aktivitesinin Saptanması

Meşe palamudu ekstraktlarının Fe^{+2} ile şelat yapma aktivitesini saptamak için, öncelikle meşe palamudu kabukları temizlenip kurutulmuş, daha sonra meşe palmutları öğütücü veya blender kullanılarak toz haline getirilmiştir. Elde edilen toz, etanol ile ekstrakte edilerek ve süzülerek temizlenmiştir. Elde edilen meşe palamudu ekstraktından 1mL bir küvete alınmış, ardından 0,1 mL 2mM $FeSO_4$ çözeltisi eklenmiş, karıştırılmış ve karışım 70 dakika bekletildikten sonra 0,2 mL 5mM NH_4SCN çözeltisi eklenerek karıştırılmıştır. Karışım 10 dak. bekletilmiş, son olarak %2'lik H_2SO_4 çözeltisinden 0,2 mL eklendikten sonra, tekrar karıştırılmıştır. Karışım 0,5 mL demineralize su ile tamamlanmıştır. Şelat kompleksi oluştuğunda, kırmızı renk görülür. Oluşan şelat kompleksinin absorbansı spektrofotometre kullanılarak 510 nm'de ölçülmüştür [160].

% şelat yapma aktivitesi = [1- (örnek absorbansı / kontrolün absorbansı)] x 100

2.4.3 Toplam Fenolik Madde Miktarı

Toplam fenolik madde miktarı, Folin-Ciocalteau reaktifi kullanılarak belirlenmiştir. Örnekten 0,5 mL, 0,5 mL H_2O, 2 mL Folin Ciocalteau reaktifi (1:5 H_2O) eklenmiş ve 3 dakika sonra 10 mL %10 Na_2CO_3 ilave edilerek ve muhtevalar karıştırılmış ve 30 dakika bekletilerek, UV-Vis spektrofotometresinde 725 nm'de absorbans ölçülmüştür. Toplam fenolik miktar mg/g kuru maddede gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak hesaplanmıştır [161].

Beklenen toplam fenolik içerik (TPCe) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Toplam fenolik içerik= Kontrol örneğinin aktivitesi + [(madde aktivitesi x yüzde madde takviyesi miktarı)/%100].

2.4.4 Ekstraksiyon Optimizasyonu

Fenolik bileşiklerin ekstraksiyon optimizasyonu, Response Surface Methodology (RSM), tam faktöriyel Merkezi Kompozit Tasarımı ile gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon parametreleri aşağıdaki gibidir.

(I) Genlik: 40, 70 ve 100 (%)

(II) Sıcaklık: 20, 35 ve 50 (°C)

(III) Süre: 10, 15 ve 20 (dk.)

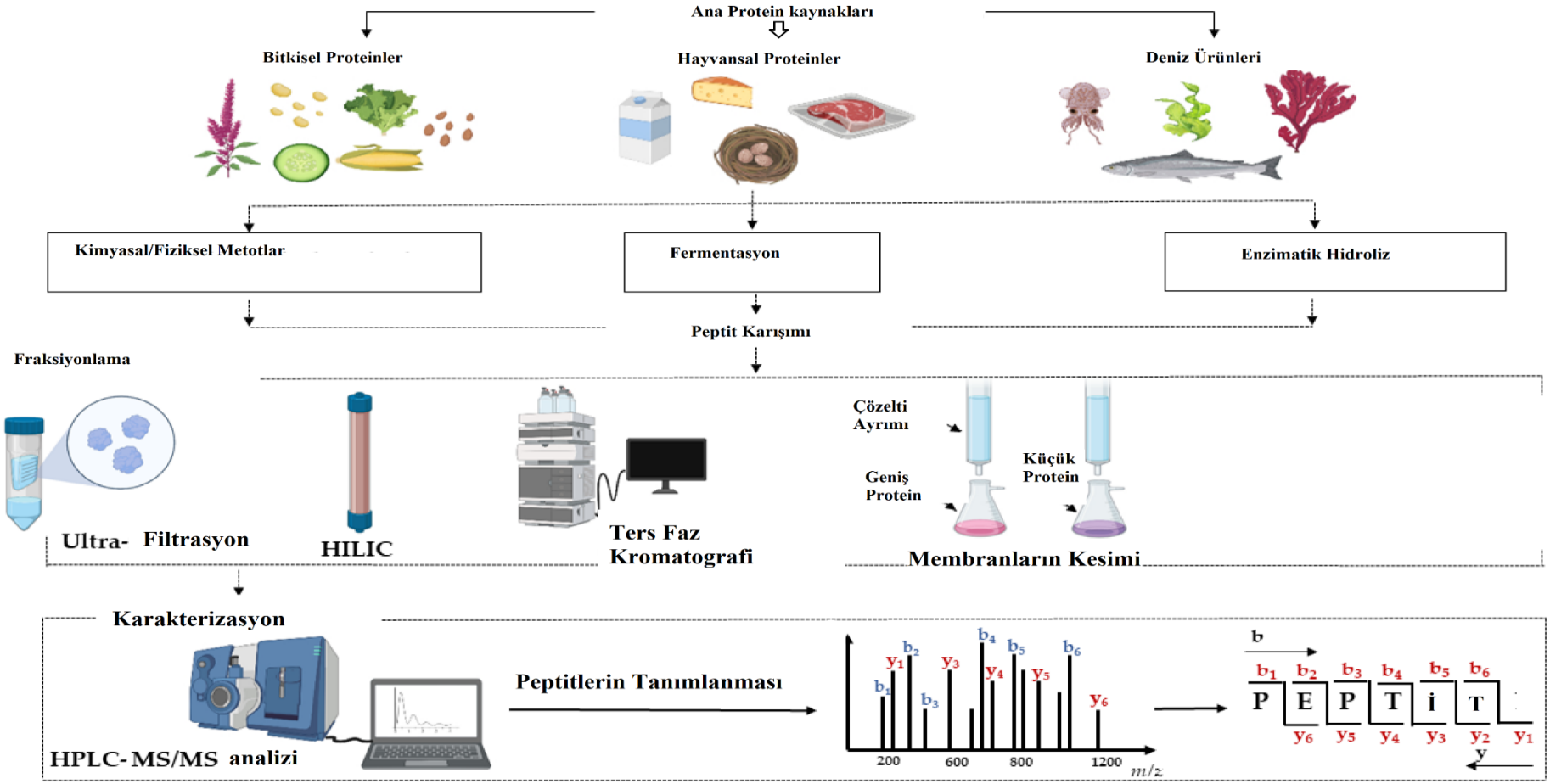
Bağımsız değişken olarak seçilmiş ve bağımlı değişken olarak maksimum fenolik içeriği seçilmiştir. Farklı 17 deneysel parametre Design Expert Software (Versiyon 7; Stat-Easy Co., Minneapolis, MN) kullanılarak randomize edilmiştir. İşlem değişkenlerinin ekstraksiyon verimi üzerindeki etkisini belirlemek için ikinci dereceden model kullanılmıştır [162].

2.5 Meşe Palamutlarından Peptitlerin Elde Edilmesi ve Peptitlerin Analizi

2.5.1 Meşe Palamudundan Proteinlerin İzolasyonu

Alkali ekstraksiyonu-izoelektrik çöktürme (AE-İÇ) yöntemi, bitkisel proteinlerin eldesinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir [163]. Yağı alınmış meşe palamudu örnekleri su ile karıştırılarak (kütlece 1:15; numune su) dispers hale getirildikten sonra 1N NaOH çözeltisi kullanılarak ortamın pH değeri 9,5'e yükseltilmiş ve

dispersiyon oda sıcaklığında 500 rpm'de bir saat karıştırılmıştır. Karışım tamamlandıktan sonra, 5000xg değerinde otuz dakika santrifüj edilmiştir. 1 N HCl ile çözünen maddenin toplanması, ortamın pH'ını 4,5'a ayarlanmıştır. Böylece proteinler izoelektrik noktaya getirilerek çökelme sağlanmıştır. Çöken kısımlar toplandıktan sonra, liyofilizasyon işlemine kadar –20 °C'de saklanmıştır [164]. Şekil 2.1'de Diyet protein kaynaklarından peptit dizilerini tanımlamaya yönelik iş akışı verilmiştir.



Şekil 2.1 Diyet protein kaynaklarından peptit dizilerini tanımlamaya yönelik iş akışı [165].

2.5.2 İzole Proteinlerin Proteolitik Hidrolizi

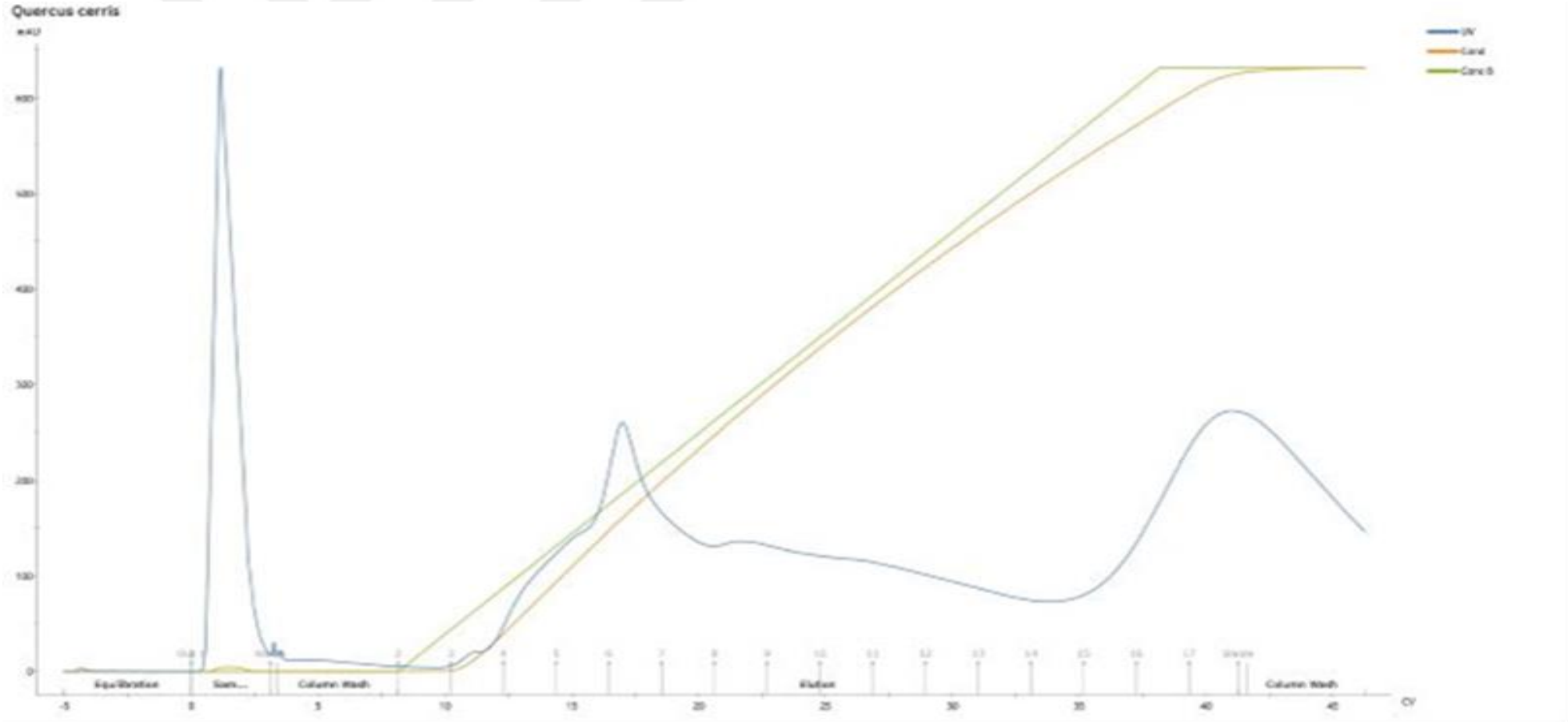
Proteinlerin enzimatik hidrolizi için tripsin proteazları ayrı olarak kullanılmıştır. Proteinler 20 mg/mL içerecek şekilde 20 mM Tris-HCl tampon çözeltisinde (pH 8,3) sulu çözeltileri hazırlanmıştır. Eppendorf tüpleri kullanılarak protein çözeltilerine proteazlar eklenmiştir (Tripsin için 1:100, enzim:substrat). Bir gece boyunca, uygun bir karıştırıcılı termomixer 37°C'de (1000 rpm) işlemi sürdürülmüştür. Daha sonra, çözeltiler enzim inhibisyonu için 95 °C'ye ısıtılıp bu sıcaklıkta beş dakika tutulmuştur. Numuneler daha sonra buz üzerinde hızla soğutulmuş, santrifüj kullanılarak çözünmeyen parçacıklar (30 dakika, 5000xg) ayrılmıştır. Son örnekler için 0,45 µm PVDF şırınga filtresi kullanılmıştır [166].

2.5.3 Peptitlerin Fraksiyonlara Ayrılması

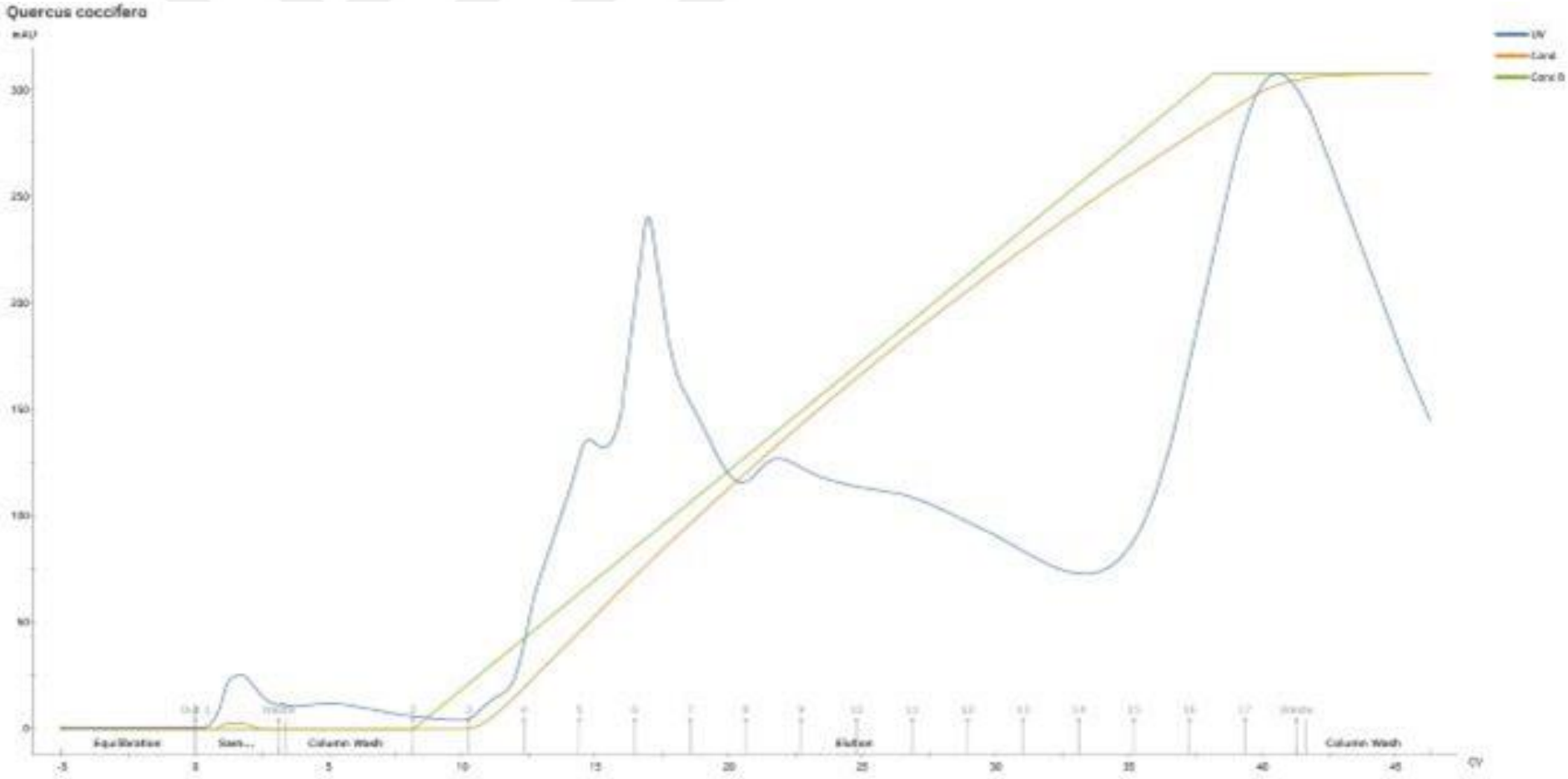
Hidrolize meşe proteinlerini fraksiyonlanmasında FPLC kromatografi sisteminden (AKTA-Pure 25-L1, İsveç) yararlanılmıştır. İyon değişimine dayalı kolonlar (HiTrap DEAE FF, Kapto-Q, Kapto DEAE ve Kapto-S) ve hidrofobik etkileşim kolonları (HiTrap Phenyl FF, HiTrap Butyl-S FF ve HiTrap Octyl FF) fraksiyonlama işlemi için kullanılmıştır. Anyon değişimine dayalı kolonlar, meşe örnekleri için bağlanma oranının yüksek olması, elüsyon işleminin basit olması ve elde edilen fraksiyonların aktivite testlerinde ön işlem gerektirmemesi nedeniyle fraksiyonlama işlemi için tercih edilmiştir. Yapılan denemelere göre, kolon bağlanma kapasitesinin yüzde otuzu kadar enjeksiyon yapılmıştır.

Proteinlerin proteolitik hidrolizi sonrasında, peptidlerin parçalanması için HİTrap Kapto-Q anyonları kullanılmıştır. Bu amaçla, 1 mL ve 5 mL yatak hacimli HİTrap Kapto-Q anyonları tercih edilmiştir. Hidrolizat örnekleri, kolon hacminde akış hızı (CV/dk) belirtilerek, kolon bağlama kapasitesinin %30'u kadar kolona enjekte edilmiştir. Kolona bağlanmayan bileşiklerin uzaklaştırılması için 5 kolon hacminde (CV) tuzsuz 20 mM Tris-HCl (pH:8,3) tamponuyla kolon yıkanmıştır. Yıkama işlemi sırasında kolondan uzaklaştırılan bileşikler, aktivite testlerinde kullanılmak üzere toplanmıştır. Kolona bağlı bileşiklerin elüsyon işlemi için, tuzlu 20 mM Tris-HCl (0,6 M NaCl, pH 8,3) tamponu kullanılmıştır. Elüsyon işlemi, tuz konsantrasyonunu lineer bir şekilde artırarak 0,6 M NaCl konsantrasyonuna kadar 32 kolon hacmi boyunca gerçekleştirilmiştir. Elüsyon işlemi sırasında 2 kolon hacmi aralıklarla fraksiyonlar alınmış ve bu fraksiyonlar deney tüplerine toplanmıştır. Tüm aşamalarda 280 nm dalga boyunda UV dedektör ve kondüktivite

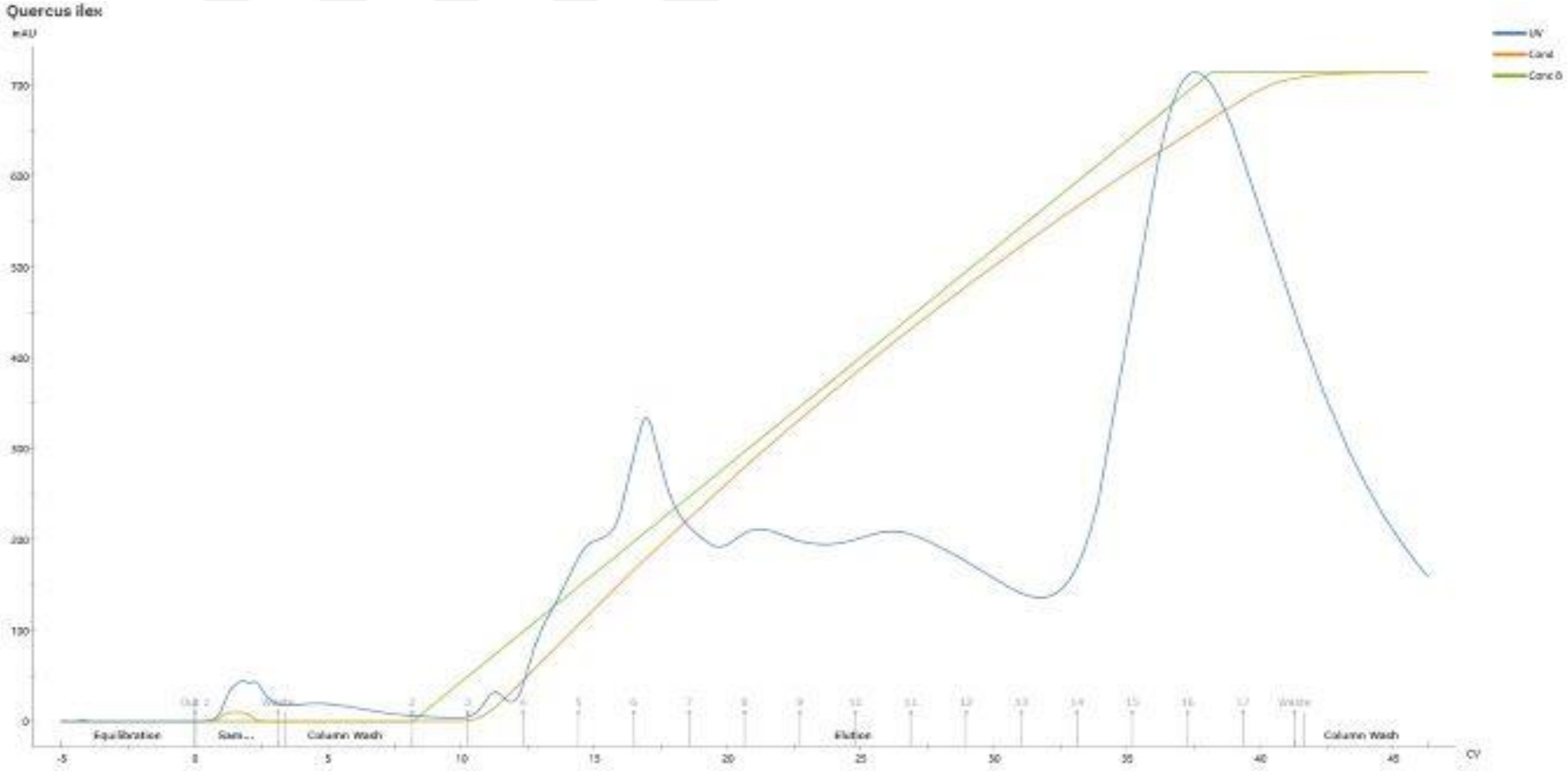
dedektör değerleri izlenmiştir. Toplanan tüm fraksiyonlar, aktivite testlerinde kullanılmak üzere kısa süreli olarak -20°C'de depolanmıştır. DPP-IV önleyici aktivite testi için ise ayrıca 100 mM Tris-HCl pH 8 tamponunda aynı şekilde fraksiyonlama işlemi uygulanmıştır [167]. Aşağıdaki şekillerde meşe palamudu türlerinin Kapto-Q anyon değişim kolonunda fraksiyonlanması verilmiştir (Şekil 2.2, Şekil 2.3, Şekil 2.4).



Şekil 2.2 *Q. cerris* hidrolizat örneklerinin 20 mM Tris-HCl tamponu kullanılarak 1 mL yatak hacimli Kapto-Q anyon değişim kolonunda fraksiyonlanması (X: CV, Y: Absorbans 280 nm).



Şekil 2.3 *Q. coccifera* hidrolizat örneklerinin 20 mM Tris-HCl tamponu kullanılarak 1 mL yatak hacimli Kapto-Q anyon değişim kolonunda fraksiyonlanması (X: CV, Y: Absorbans 280 nm).



Şekil 2.4 *Q. ilex* hidrolizat örneklerinin 20 mM Tris-HCl tamponu kullanılarak 1 mL yatak hacimli Kapto-Q anyon değişim kolonunda fraksiyonlanması (X: CV, Y: Absorbans 280 nm).

2.5.4 DPP-IV-Önleyici (Antidiyabetik) Aktivite Testleri

DPP-IV önleyici aktivite testlerini gerçekleştirmek için Nongonierma vd. [168] tarafından geliştirilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu çalışmada protein hidrolizatlarının 100 mM Tris-HCl tamponu (pH 8) ile fraksiyonlanması kullanılmıştır. Diprotin A, DPP-IV inhibitörü olan referans molekül olarak kullanılmıştır. Örnek ve substrat (0.2 mM Gly-Pro-pNA) 25 µL ependorf tüpünde karıştırılmış, bu karışım, 37°C'de bir termomikserde on dakika ön inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda 50 µL (0,01 unit/mL) DPP- IV enzimi eklenerek reaksiyon başlatılmış, 1 saatlik tepkimenin ardından substrattan salınan pNA miktarı 405 nm'de bir spektrofotometre (Shimadzu® BioSpec, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. Bütün reaktifler pH 8'de 100 mM tampon Tris-HCl çözeltisinde hazırlanmıştır. Negatif kontrol, substrat ve tampon çözelti kullanılarak hazırlanmıştır. Örneğin % inhibisyon değerleri, negatif kontrol örneği ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma için 405 nm'de absorbans değerleri esas alınmıştır. Referans inhibitör olarak Diprotin-A kullanılmıştır.

2.5.5 ACE-Önleyici Aktivite Testleri

Hippurik asit oluşumu, peptitlerin ACE-önleyici aktivitesini in vitro test edebilir. Bu yöntemde substrat olarak hippüril-His-Leu (HHL) bileşeni kullanılmaktadır. ACE aktivitesi, bu kompleksi hippürik asit (HA) ile His-Leu dipeptidine ayırır [170].

ACE-önleyici aktivite, Sheih vd. [171] tarafından tarif edilen yönteme göre CTO-10AS VP kolon fırını, SIL-20A HT oto örnekleyici, DGU-20A5R degazer, SPD-20A UV-VİS dedektör ve LC-20AD çözücü dağıtıcı modüllerinden oluşan HPLC sistemi (Shimadzu, Japonya) ve ODS-3 C18 kolonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tris-HCl tamponunda (20 mM) önceden saflaştırılan peptid fraksiyonlarının tuz konsantrasyonları 0,6M NaCl içerecek şekilde ayarlanmıştır. Ön inkübasyon, 0,1 mol sodyum borat (pH 8,3) tamponunda hazırlanan 1,68 mU ACE ile 250 µL peptid fraksiyonunu karıştırarak 5 dakika 37°C ve 500 rpm'de bir termomikser içerisinde gerçekleştirilmiştir. Bu prosedürün ardından 3,94 mM HHL (15 µL) karışıma eklenerek tepkime bir saat daha sürdürülmüş, sonunda, 1M HCl (500 µL) karışıma eklenerek tepkime durdurulmuştur. Bu karışımdan doğrudan kolona 10 µL enjekte edildikten sonra 228 nm'de ölçüm gerçekleştirilmiştir. Sistemde kullanılan mobil faz, %50 metanolde hazırlanmış %0,1 TFA'dan oluşmuş

ve isokratik akış hızı 0,6 mL/dak olarak ayarlanmıştır. Kontrol için 20 mM Tris-HCl + 0,6 M sodyum klorür tamponu kullanılmıştır. ACE varlığında kontrol değerinde HHL'in tamamen HA'ya dönüştüğü varsayılmıştır. HA'daki azalmanın değerlendirildiği fraksiyon örnekleri, kontrol örneği ile karşılaştırılarak yüzde inhibisyon değerleri hesaplanmıştır. Kaptopril inhibitörü de pozitif kontrol olarak kullanılmıştır.

2.5.6 Superoksit Anyon Tutma Aktivitesi Testi

Bu çalışmada Marklund [172] tarafından uygulanan yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Tris-HCl tampon çözeltisi (20 mM) içersinde fraksiyonlanan 2 mL peptit çözeltileri 40 µL 45 mM HCl'de hazırlanmış pirogallol ile karıştırılmış, karışımın ilk beş dakikasında absorbansları 320 nm bir spektrofotometrede (Shimadzu UV-1280 model, Japonya) ölçülmüştür. Pozitif kontrol olarak Trolox (0,02 mg/mL) ve bütillenmiş hidroksi toluen BHT (0,03 mg/mL) kullanılmıştır.

2.5.7 Peptitlerin LC/MS-MS'de analizi

Peptidlerin toplu taraması, 6470 üçlü dört kutuplu kütle spektrometresi ile birleştirilmiş bir ikili pompa (G4220A), kolon (G1316C) ve bir otomatik örnekleyiciden (G7167B) oluşan LC/MS-MS sisteminde (Agilent Infinity 1290, ABD) yapılmıştır. Pozitif polarite modları için 100-1500 m/z (amu) aralığında kütle spektrometrisi kullanılmıştır (6470A, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, ABD). Peptid çözeltileri otomatik numune alıcıya yerleştirilmiş ve bir analitik kolon kullanılmadan doğrudan üçlü dört kutuplu kütle spektrometresine enjekte edilmiştir. İnfüzyon sırasında eluent bileşimi, 0,2 mL/dk'da sabit bir akışta %30 mobil faz A (su içinde 20 mM amonyum formatı) ve %70 mobil faz B (metanol) olarak belirlenmiştir. Tarama yönteminin kütle spektrometresi ayarları şu şekildedir: Kurutma gazı sıcaklığı 350^{o}C, kurutma gazı akışı 10 L/dk, nebulizatör basıncı 40 psi, kılıf gazı sıcaklığı 400^{o}C, kılıf gazı akışı 10 L/dk ve pozitif ve negatif için kılcal voltaj, sırasıyla 3000 V ve 2500 V olarak uygulanmıştır [173].

2.6 Alabalığın Hazırlanması ve Meşe Palamudu ekstraktlarının uygulanması

Alabalıkların karnı yarıdan kesilerek iç organları çıkarılıp başı ve kuyruğu ayrılmıştır. Keskin bir bıçak kullanarak alabalıklar fileto haline getirilmiştir. Filetonun üzerindeki pulları bir bıçak veya pullama aleti yardımıyla kazınmış, pulları tamamen temizlemek için suyla durulanmıştır. Tek kullanımlık köpük tabaklara alınarak streç film ile kaplanan filetolar buzdolabında 4±1°C'de muhafaza edilmiştir. Meşe Palamudu ekstraktları %2 oranında hazırlanmıştır. Ekstraktlar alabalık filetolarına daldırma yöntemi ile uygulanmıştır.

2.7 TBARS (Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler) Tayini

Alabalıkların lipid oksidasyonunu ölçmek için, öncelikle alabalıklar homojenize edilmiştitr. Elde edilen alabalık homojenatından 2 g alınarak üzerine 12 mL Trikloroasetik Asit (TCA) çözeltisi eklenmiş ve homojenizasyon için 15-20 saniye boyunca karıştırılmıştır. Karışım, süzgeç kağıdı kullanılarak süzülmüştür. Süzüntüden 3 mL alınarak üzerine 3 mL 0,02 M Tiyobarbitürik asit (TBA) çözeltisi eklenmiş ve 100°C'deki bir su banyosuna yerleştirilerek 40 dakika boyunca ısıtılmıştır. Daha sonra soğumaya bırakılmıştır. Son olarak, 2000 g'de 5 dakika santrifüj edilmiş ve 530 nm dalga boyunda ölçüm yapılmıştır. TBARS değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır [174].

TBARS (µmol malonaldehit/kg = (absorbans/ k (0,006) x 2/ 1000 x 6,8) x 1000/örnek ağırlığı.

2.8 Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizlerde toplam aerob mezofilik (TAMB), toplam aerob psikrofilik (TAPB) ve toplam koliform grup bakterilerinin tespiti yapılmıştır. Homojen fileto örneğinden aseptik koşullarda 10 g örnek alınarak steril stomaker torbalara tartılmış ve 90 mL seyreltme sıvısı eklenerek 10^{-1} dilüsyonu hazırlanmıştır. Bakteri sayımları, inkübasyondan sonra üreyen petri plakalarında 30-300 koloni içerenlerin sayılarına dayanılarak hesaplanmıştır [175].

2.8.1 Toplam Koliform Bakteri Sayımı

Örneğin uygun dilüsyonlarından bir mL aktarılarak VRBD-Agar içeren petri kutularına ekim yapılmış ve bu petri kutuları 30ºC'de 48 saat boyunca bir

inkübatörde inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinin sonunda koloniler sayılmış ve sonuçlar log kob/g olarak hesaplanmıştır [175].

2.8.2 Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı (TAMB)

PCA içeren petri kutularına uygun dilüsyonlardan birer mL örnek aktarılarak ekim yapılmış ve bu petri kutuları 30ºC'de 48 saat boyunca inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinin sonunda koloniler sayılmış ve sonuçlar log kob/g olarak hesaplanmıştır [175].

2.8.3 Toplam Aerobik Psikrofilik Bakteri Sayımı (TAPB)

Toplam psikrofilik aerobik bakteri tayini, toplam aerobik mezofilik bakteri tayininde kullanılan yöntemin aynısını takip etmiştir. Örnekler, uygun dilüsyonlarda hazırlanmış ve PCA içeren petri kutularına birer mL örnek eklenerek ekim yapılmıştır. Sonrasında, petri kutuları 5°C'de 10 gün boyunca inkübe edilmiştir. Bu düşük sıcaklık ve uzun süre inkübasyon, psikrofilik bakterilerin gelişimini teşvik etmektedir. İnkübasyon süresi sonunda, koloniler sayılmış ve sonuçlar log kob/g olarak belirlenmiştir [175].

2.8.4 Laktik Asit Bakteri Sayımı (LAB)

Örneğin uygun dilüsyonlardan bir mL alınarak MRS-Agar içeren petri kutularına dökme yöntemiyle ekim yapılmıştır. Bu petri kutuları, CO_2'li anaerobik bir inkübatörde 30ºC'de 72 saat boyunca inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinin sonunda koloni sayıları dikkate alınarak sonuçlar log kob/g olarak hesaplanmıştır [175].

2.9 Duyusal Analiz

Alabalıkların duyusal özelliklerini görünüm, renk, aroma, tat, doku, ağız hissi ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirmek için yirmi eğitimli panelist ile 1-5'lik bir Hedonik ölçek kullanıldı [176]. 5 puanlı Hedonik ölçek, 5 = çok beğendim, 4 = beğeniyorum, 3 = orta derecede, 2 = beğenmedim, 1 = kesinlikle beğenmedim şeklinde derecelendirildi. Bireysel puanların ortalaması alındı ve analiz edildi.

2.10 İstatistik Analizler

İstatistik analizler JMP 16.0 (USA) istatistik paket programı vasıtası ile yapılmıştır. Çalışmada tek faktörlü (ANOVA) varyans analizi uygulanarak parametreler arasındaki farklar iki farklı güven aralığında tespit edilmiştir ($p < 0,01$) ($p < 0,05$).

3
BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1 Meşe Palamudunun Kimyasal Bileşimi

Meşe palamutları, besleyici profilleri ve fitokimyasal içerikleri açısından incelenmiş olup, türler arasında ve hatta bazen aynı tür içinde büyük farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır [3].

Genel olarak, bu meyveler, tahıllardan daha yüksek bir besin değeri sunan, yaklaşık %48-50 nişasta, %2-5 protein ve genellikle düşük yağ içeren yeni bir "sağlıklı gıda" olarak tanımlanmaktadır [177,178].

Nişasta ve diğer karbonhidratların yanı sıra lifler, proteinler ve vitaminler (çoğunlukla A ve E) içindeki içerikleri, meşe palamudu önemli enerji kaynağı olarak kullanılmasını mümkün kılar [179**,** 180].

Meşe palamudu nişastası, özellikle koyulaştırıcı ve stabilize edici maddeler olmak üzere bir gıda bileşeni olarak kullanılmasına izin verir. Aslında, endüstriyel uygulamalarda yeni nişasta kaynaklarına ilgi artmıştır. Bu nedenle meşe palamudu, ticari kullanım potansiyeli yüksek olan gıda endüstrisi için umut verici bir gıdadır [181].

Bu çalışmada meşe palamudunun kimyasal bileşimi analiz edildiğinde kuru madde miktarı %53,01-%65, kül miktarı %1,89-%2,41, yağ miktarı %5,67-%5,88, protein miktarı %4,28-%4,38 arasında değişmektedir (Tablo 3.1). Meşe palamudu türleri karşılaştırıldığında *Q. coccifera* en yüksek kuru madde, en yüksek kül miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Protein ve yağ bileşimleri karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($p>0,05$). Socaciu vd., yaptığı araştırmada *Q. cerris* meşe palamudunda nem ve uçucu madde miktarını %38,3 ± 0.12, protein miktarını %3,6 ± 0,27, yağ miktarını %3,4 ± 0,20, kül miktarını %2,3 ± 0,32 olarak tespit etmiştir. Sonuçlar karşılaştırıldığında bu çalışmadaki kuru madde miktarı yakın olmasına rağmen yağ, protein oranı daha yüksek kül miktarı daha düşük bulunmuştur [182].

Bildirilen farklılıklar, meşe ağacı rejenerasyon süreçlerinden etkilenmesinin yanı sıra genellikle toprak ve iklim koşulları vasıtasıyla değişebilmektedir [183].

Özcan [184], 20 *Quercus* taksonunda hatırı sayılır bir toplam protein miktarı aralığını (%2,75-8,44) tanımlamış ve her takson için amino asit profillerinin karakteristik olarak farklı olduğunu ve bireysel amino asit konsantrasyonunda yüksek değişkenliğin varyete, alt tür ve türlerde mevcut olduğunu bildirmiştir. Bulunan ana amino asitler aspartik asit ve glutamik asitti, ancak tüm taksonlarda nispeten yüksek miktarlarda lösin, lizin ve valin bildirilmiştir. Örneğin Afazal-Raffi vd., İspanya ve İtalya'da toplanan iki tür *Quercus* (*Q. ilex* ve *Q. rotundifolia*) meşe palamudu üzerinde çalışmış ve İspanyol meşe palamutlarının daha yüksek protein ve yağ içeriğine sahip olduğunu doğrulamıştır [185].

Tablo 3.1 Meşe Palamudu meyvelerinin kimyasal bileşimi

Meşe Türü	Kuru Madde (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)
Q. ilex	53,01±0,94 ^{C}	1,98±0,11 ^{B}	4,36±0,21 ^{A}	5,67±0,55 ^{A}
Q. coccifera	65,00±0,76 ^{A}	2,41±0,46 ^{A}	4,28±0,13 ^{A}	5,81±0,22 ^{A}
Q. cerris	62,63±0,89 ^{B}	1,89±0,35 ^{B}	4,38±0,31 ^{A}	5,88±0,09 ^{A}

$^{A-D}$:Aynı harfle bağlı olmayan düzeyler arasında anlamlı fark vardır ($p<0,05$). ± standart sapma (n=3).

Lipofilik bileşikler arasında oleik, palmitik, oleik ve linoleik asitler meşe palamudunda bildirilen başlıca yağ asitleridir [1, 180].

Cantos vd., [19] İber domuzlarına daha yüksek miktarlarda meşe palamudu verilmesinin, onların adipoz, karaciğer ve kas dokularının kalitesini artırmaya büyük ölçüde katkıda bulunduğunu ve böylece daha düşük doymuş yağ asitleri oranıyla "daha sağlıklı" bir et türü ürettiğini bildirmiştir. Meşe palamudu, doğal bir nötr oleik asit kaynağıdır ve eikozanoid sentezinde önemli olan, kan serum trigliseritlerinin azalmasını ve HDL-kolesterolün yükselmesini teşvik eden yüksek miktarlarda α-linolenik asit içerir [33, 186, 187].

Meşe palamutlarındaki *n*-3 ve *n*-6 çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA'lar) potansiyel terapötik insan sağlığı faydaları göz önüne alındığında, oleik ve linoleik asitlerin yüksek yüzdelerinin varlığı her zaman dikkate değerdir. Ana etkilerinden bazıları, özellikle enflamatuar bileşiklerin etkisini azaltma ve kardiyovasküler hastalık riskini azaltma, ayrıca glukoz, düşük yoğunluklu lipoprotein-kolesterol,

fibrinojen seviyelerini düşürmeye katkıda bulunma, bağışıklık sisteminin modülasyonudur [186, 187].

Literatürde belirtildiği gibi meşe palamutlarının kimyasal bileşimi türden türe değişebileceği gibi iklim koşulları ve rejenarasyon sürelerinin de meşe palamutlarının bileşiminde farklılığa yol açabileceği bildirilmektedir. Meşe ağaçlarının ülkemizde yayılım oranının fazla olması ve fitokimyasallar, nişasta, protein ve yağ miktarı yüksek olması nedeniyle gıda endüstrisinde kullanımı giderek yaygınlaşacağı düşünülmektedir.

3.2 Meşe Palamudu ekstraktlarının antioksidan aktivitesi

Meşe palamudu, esas olarak spesifik fitokimyasalların varlığından dolayı çeşitli faydalı etkilere sahiptir. Meşe palamutlarının biyolojik aktivitesini açıklayan raporların çoğu, antimutajenite, antikanserojenite, yaşlanma karşıtı etkiler ve kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, mikrobiyal enfeksiyon risklerini veya enflamatuar hastalıklar semptomlarını azaltma gibi diğer biyolojik fonksiyonlarla ilişkili olabilecek güçlü antioksidan aktivitelerine odaklanmaktadır. [10, 188, 189].

Ayrıca meşe palamudu Anadolu halk hekimliğinde hemoroid ve böbrek taşlarına karşı ilaç olarak da kullanılmaktadır [190].

Gezici ve Şekeroğlu [191] etanolik ve sulu *Q. coccifera* ekstraktlarının, Alzheimer hastalıklarıyla bağlantılı asetilkolinesteraz (AChE) ve butirilkolinesteraz (BChE) üzerindeki enzim inhibisyon analizleri yoluyla değerlendirilen nöroprotektif etkilerini bildirmişlerdir.

Bu nedenle, bu ekstraktların üstün enzim inhibitörü ve antioksidan aktiviteleri, tanenler, gallik asit, lignanlar, kateşin ve klorojenik asit dahil olmak üzere çeşitli fitokimyasal bileşiklere atfedilmiştir [25].

Toori vd. [192], meşe palamudu özlerinin antioksidan aktiviteyi ve hepatoprotektif etkilerini sıçanlarda karbon tetraklorür kaynaklı karaciğer hasarı üzerinde değerlendirmişler.

Meşe meyvesinin (kotiledonlar) iç tabakasının kloroform, etanolik ve sulu ekstraktlarının, DPPH, ferrik antioksidan gücü (FRAP) ve troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC) analizleri ile belirlendiği üzere yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir. Meşe palamudunun 250 ve 500 mg/kg sulu

ekstraktlarının yüksek antioksidan aktivitesi ve üstün hepatoprotektif potansiyeli gösterdiği; bu ekstraktın toksik etkisi olmayan iyi bir alternatif olduğu rapor edilmiştir. Tablo 3.2'de meşe palamudu meyvelerinin antioksidan kapasitesi (konvansiyonel ekstraksiyon) verilmiştir.

Tablo 3.2 Meşe Palamudu meyvelerinin Antioksidan Kapasitesi (Konvansiyonel Ekstraksiyon)

Meşe Türü	%DPPH İnhibisyonu	Metal Şelatlayıcı Aktivitesi (%)	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/g)
Q. ilex	92,66 ± 0,37 ^{B}	39,92 ± 0,32 ^{B}	441,07 ± 0,63 ^{B}
Q. coccifera	98,16 ± 0,44 ^{A}	45,82 ± 0,18 ^{A}	462,23 ± 0,41 ^{A}
Q. cerris	99,29 ± 0,76 ^{A}	47,65 ± 0,56 ^{A}	471,64 ± 0,37 ^{A}

$^{A-D}$:Aynı harfle bağlı olmayan düzeyler arasında anlamlı fark vardır ($p<0,05$). ± standart sapma (n=3).

Yapılan analizler sonucunda üç meşe türü örneğinin DPPH inhibisyonu ve metal şelatlayıcı aktivitesi incelendiğinde, DPPH inhibsiyonu % 92,66 - % 99,29, metal şelatlayıcı aktiviteleri % 39,92 - % 47,65 arasında ölçülmüştür. En yüksek DPPH inhibisyonunu % 99,29 ile *Q. cerris* en düşük inhibisyonu % 92,66 ile *Q. ilex* meşe palamudu ekstraktları göstermiştir ($p<0,05$). Meşe palamutlarının toplam fenolik madde miktarı 441,07-471,64 (mg GAE/g) arasında değişmektedir. *Q. cerris* türü 471,64 (mg GAE/g) en fazla fenolik madde miktarına sahipken, *Q. ilex* 441,07 (mg GAE/g) en az fenolik madde miktarına sahiptir. Ekstraktların metal şelatlayıcı aktiviteleri karşılaştırıldığında en yüksek aktivite yine % 47,65 ile *Q. cerris* en düşük aktivite % 39,92 ile *Q. ilex* göstermiştir ($p<0,05$). Sánchez-Burgos vd. farklı beyaz *Quercus* türlerinin (*Q. grisea, Q. laeta, Q. obtusata* ve *Q. resinosa*) yapraklarından elde edilen sulu ekstraktların 2,2-difenil-1-pikrilhidrazile (DPPH) ve HO• radikallerine karşı yüksek radikal süpürme aktivitesi gösterdiğini ve bunun yanı sıra antimikrobiyal ve antitopoizomeraz aktivitelerinin olduğunu tespit etmiştir. Özünlü vd. [193], *Quercus petraae, Quercus ithaburensis* ve *Quercus ilex* türlerinin ekstraktlarını tavuğa uygulamış ve üç türünde kontrol grubuna göre önemli derecede 2,2-difenil-1-pikrilhidrazile (DPPH) radikal süpürme aktivitesi gösterdiğini bildirmiştir.

Tablo 3.3 *Ouercus ilex* Meyvelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Kapasitesi (Ultrasonik Ekstraksiyon)

A: Sıcaklık B: Süre C: Genlik

Celcius	Dakika	Hertz	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/g)	% DPPH İnhibisyonu
20	20	40	505,68±0,87	98,25 ± 0,29
50	20	40	498,76±0,63	92,14 ± 0,47
50	20	100	473,43±0,77	86,15 ± 0,78
20	15	70	394,53±0,54	78,16 ± 0,63
35	15	100	597,24 ± 0,66	115,26 ± 0,36
20	10	40	447,40 ± 0,89	81,32 ± 0,45
35	15	70	450,76 ± 0,45	80,15 ± 0,77
35	15	100	571,20 ± 0,53	112,87 ± 0,60
20	10	100	505,71 ± 0,84	98,14 ± 0,81
35	15	40	356,45 ± 0,44	70,15 ± 0,59

Sıcaklık faktörüne bakıldığında, 20°C, 35°C ve 50°C sıcaklıklarında yapılan deneyler arasında farklı fenolik madde miktarları tespit edilmiştir. 35°C ve 50°C sıcaklıklarında yapılan deneylerde daha yüksek fenolik madde miktarları gözlenmiştir (Tablo 3.3).

Süre faktörüne bakıldığında, 15 dakika ve 20 dakika sürelerinde yapılan deneyler arasında farklı fenolik madde miktarları tespit edilmiştir. 15 dakika süreyle yapılan deneylerde daha yüksek fenolik madde miktarları elde edilmiştir.

Genlik faktörüne bakıldığında, 40 Hz, 70 Hz ve 100 Hz genliklerinde yapılan deneyler arasında farklı fenolik madde miktarları gözlenmiştir. 100 Hz genlikle yapılan deneylerde daha düşük fenolik madde miktarları tespit edilmiştir. Toplam

fenolik madde miktarı, sıcaklık, süre ve genlik gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir.

Tablo 3.3 *Ouercus ilex* Meyvelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Kapasitesi (Ultrasonik Ekstraksiyon) (Devamı)

A: Sıcaklık	B: Süre	C: Genlik		
Celcius	Dakika	Hertz	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/g)	% DPPH İnhibisyonu
50	10	40	417,64 ± 0,49	80,36 ± 0,79
50	10	100	554,73±0,68	109,87±0,94
35	15	70	482,20±0,73	89,11±0,81
35	10	70	392,84±0,56	76,86±0,88
50	15	70	553,75 ± 0,36	110,17 ± 0,87
35	20	100	599,24 ± 0,94	116,32 ± 0,75
35	15	70	471,48 ± 0,59	85,57 ± 0,49
35	15	70	468,03 ± 0,67	84,25 ± 0,33
20	20	100	459,79 ± 0,81	82,11 ± 0,27
35	15	70	475,56 ± 0,74	87,27 ± 0,48

Tablo 3.4 Toplam Fenolik Madde Miktarı ANOVA yanıt yüzey kübik model

Regresyon Katsayıları	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	P	
Model	3796,17	14	271,16	27,70	0,0009	önemli
A-Sıcaklık	512,32	1	512,32	52,33	0,0008	
B-Süre	0,8580	1	0,8580	0,0877	0,7791	
C-Genlik	1285,68	1	1285,68	131,34	< 0.0001	
AB	20,61	1	20,61	2,11	0,2065	
AC	65,21	1	65,21	6,66	0,0494	
BC	585,85	1	585,85	59,85	0,0006	
A^2	113,03	1	113,03	11,55	0,0193	
B^2	82,67	1	82,67	8,44	0,0336	
C^2	81,31	1	81,31	8,31	0,0345	
ABC	0,8065	1	0,8065	0,0824	0,7856	
A^2B	0,0099	1	0,0099	0,0010	0,9759	
A^2C	245,77	1	245,77	25,11	0,0041	
AB^2	356,05	1	356,05	36,37	0,0018	
AC^2	0,0000	0				
B^2C	67,11	1	67,11	6,86	0,0472	
Arı yanılgı	48,95	5	9,79			
Korelasyon toplamı	3845,12	19				

Yukarıdaki tabloda kübik model ile ekstraksiyon parametrelerinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkilerini gösteren model katsayıları verilmiştir. Görüldüğü üzere kübik model katsayısı önemli bulunmuştur. Ayrıca Sıcaklık, genlik parametrelerinin lineer etkileri ve diğer faktörlerin quadratic etkileri ve etkileşimleri önemli bulunmuştur (Tablo 3.4).

% DPPH inhibisyonu değerlerine bakıldığında, farklı deney koşullarının antioksidan aktivite üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Yüksek sıcaklık, uzun süre ve düşük genlik koşullarında daha yüksek inhibisyon değerleri elde edilmiştir.

Toplam fenolik madde miktarı ve % DPPH inhibisyonu arasında bir ilişki gözlenmektedir. Yüksek fenolik madde miktarları genellikle daha yüksek inhibisyon değerleriyle ilişkilendirilir.

Sonuç olarak, sıcaklık, süre ve genlik gibi faktörlerin fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite üzerinde önemli etkilere sahip olduğu görülmektedir. Bu veriler, çeşitli deney koşullarının biyolojik aktivite üzerindeki etkisini anlamak için değerli bilgiler sağlamaktadır.

Tablo 3.5 % DPPH inhibisyonu ANOVA yanıt yüzey kübik model

Regresyon Katsayıları	Kareler Toplamı	Df	Ortalama Kare	F	P	
Model	3796,17	14	271,16	27,70	0,0009	önemli
A-Sıcaklık	512,32	1	512,32	52,33	0,0008	
B-Süre	0,8580	1	0,8580	0,0877	0,7791	
C-Genlik	1285,68	1	1285,68	131,34	< 0.0001	
AB	20,61	1	20,61	2,11	0,2065	
AC	65,21	1	65,21	6,66	0,0494	
BC	585,85	1	585,85	59,85	0,0006	
A^2	113,03	1	113,03	11,55	0,0193	
B^2	82,67	1	82,67	8,44	0,0336	
C^2	81,31	1	81,31	8,31	0,0345	
ABC	0,8065	1	0,8065	0,0824	0,7856	
A^2B	0,0099	1	0,0099	0,0010	0,9759	
A^2C	245,77	1	245,77	25,11	0,0041	
AB^2	356,05	1	356,05	36,37	0,0018	
AC^2	0,0000	0				
B^2C	67,11	1	67,11	6,86	0,0472	
Arı yanılgı	48,95	5	9,79			
Korelasyon Toplamı	3845,12	19				

Yukarıdaki tabloda kübik model ile ekstraksiyon parametrelerinin toplam DPPH üzerine etkilerini gösteren model katsayıları verilmiştir. Görüldüğü üzere kübik model katsayısı önemli bulunmuştur. Ayrıca sıcaklık, genlik parametrelerinin lineer etkileri ve diğer faktörlerin quadratic etkileri ve etkileşimleri önemli bulunmuştur (Tablo 3.5).

Tablo 3.6 Meşe türlerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesi (Ultrasonik Ekstraksiyon)

Meşe Türü	A: Sıcaklık Celcius	B: Süre Dakika	C: Genlik Hertz	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/g)	% DPPH İnhibisyonu
Q. ilex	35	20	100	599,24 ± 0,94 ^{A}	116,32 ± 0,75 ^{A}
Q. cerris	35	20	100	605,24 ± 0,36 ^{A}	120,17 ± 0,44 ^{A}
Q. coccifera	35	20	100	621,13 ± 0,17 ^{A}	128,47 ± 0,85 ^{A}

$^{A-D}$:Aynı harfle bağlı olmayan düzeyler arasında anlamlı fark vardır ($p<0,05$). ± standart sapma (n=3).

Meşe türleri (*Quercus ilex, Quercus cerris* ve *Quercus coccifera*) arasında yapılan deneylerde toplam fenolik madde miktarı ve % DPPH inhibisyonu açısından benzerlikler gözlenmektedir ($p \geq 0,05$) (Tablo 3.6).

Toplam fenolik madde miktarı değerlerine bakıldığında, *Q. ilex, Q. cerris* ve *Q. coccifera* için benzer düzeyde yüksek miktarlar elde edildiği görülmektedir. Bu meşe türlerinin hepsi yüksek miktarda fenolik bileşiklere sahip olabilir.

% DPPH inhibisyonu değerlerine bakıldığında, *Q. ilex, Q. cerris* ve *Q. coccifera* için yüksek inhibisyon değerleri tespit edilmiştir ($p \geq 0,05$). Bu da bu meşe türlerinin güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermektedir.

Meşe türleri arasında fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p \geq 0,05$). Bu üç meşe türünün benzer biyolojik özelliklere sahip olduğu düşünülebilir.

35°C sıcaklık, 20 dakika süre ve 100 Hz genlik koşulları altında yapılan deneylerde en yüksek fenolik madde miktarı ve % DPPH inhibisyonu değerleri elde edilmiştir. Bu deney koşullarının meşe türleri için en uygun koşullar olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak, *Q. ilex*, *Q. cerris* ve *Q. coccifera* meşe türlerinin yüksek fenolik madde miktarı ve güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Bu veriler, bu meşe türlerinin potansiyel sağlık faydaları ve doğal antioksidan kaynakları olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Zheng vd. [194], kitosan meşe palamudu nişastası ve eugenol kullanarak yenilebilir film üretmiş ve bu filmin antioksidan, antimikrobiyal aktiviteleri ve fizikokimyasal yapısını incelemişlerdir. Kitosan meşe palamudu nişastası ilave edilmiş eugenol ilave edilmemiş film % 4,42 DPPH radikal süpürme aktivitesi gösterirken % 9 eugenol ilave edilmiş filmin 17 kat daha fazla antioksidan aktivite göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde meşe palamudunun nişastasının eugenol kadar önemli derecede antioksidan aktivite göstermediği fakat yenilebilir filmin antioksidan aktivitesini hafif bir şekilde etkilediği tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada *Q. aegilops* meşe palamudu türünün unu ve kabuğunun % 94 - % 96 DPPH inhibisyonu olduğu tespit edilmiştir. Bu tez çalışmasındaki meşe palamudu türleri farklı olmasına rağmen birbirine yakın değerlerde DPPH inhibisyonu gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum *Quercus* türlerinin yüksek antioksidan aktivitesinin gıda endüstrisinde sentetik antioksidan ve diğer antioksidan özellik gösteren doğal bitkilere alternatif olabileceğine işaret etmektedir [195].

Meşe palamutlarının farklı antioksidan aktivitesi göstermesi farklı konsantrasyonlardaki tanen, fenolik asit ve diğer fenolik bileşiklerin neden olduğu ön görülmektedir.

3.3 Meşe palamudu ekstraktı uygulanmış alabalık filetolarında lipid ve protein oksidasyonu

TBARS yöntemi, başlıca malondialdehitler olan lipid oksidasyonunun ikincil ürünleri ile lipid oksidasyonunun derecesini belirlemek için kullanılmıştır [196]. Sadece etin renginin bozulmasına neden olmakla kalmayıp, aynı zamanda acı tattan da sorumlu olan lipit oksidasyonu, depolama boyunca et kalitesinin en önemli parametresidir [197].

Tablo 3.7 Alabalık filetolarına ultrasonik ve konvansiyonel ekstraksiyonun TBA üzerindeki etkisi (mg MDA/kg).

Gruplar	0.gün	3. gün	6. gün
Kontrol	0,995 ± 0,05 ^{Ca}	1,320 ± 0,10 ^{Ba}	1,590 ± 0,02 ^{Aa}
Q,cerris ekstraktı	0,988 ± 0,01 ^{Ba}	1,020 ± 0,09 ^{Ab}	1,110 ± 0,04 ^{Ab}
Q.coccifera estraktı	0,977 ± 0,07 ^{Ba}	0,997 ± 0,03 ^{Ab}	1,020 ± 0,07 ^{Ab}
Q.ilex ekstraktı	0,991 ± 0,08 ^{Ba}	1,040 ± 0,10 ^{Ab}	1,130 ± 0,03 ^{Ab}
Q.cerris US-ekstraktı	0,993 ± 0,04 ^{Ba}	1,030 ± 0,07 ^{Ab}	1,140 ± 0,06 ^{Ab}
Q.coccifera US-ekstraktı	0,980 ± 0,02 ^{Ba}	0,990 ± 0,02 ^{Ab}	1,050 ± 0,03 ^{Ab}
Q.ilex US-ekstraktı	0,990 ± 0,01 ^{Ba}	1,050 ± 001 ^{Ab}	1,100 ± 0,04 ^{Ab}

$^{A-C}$:Aynı harfle bağlı olmayan günler arasında anlamlı fark vardır ($p<0,05$). $^{a-b}$:Aynı harfle bağlı olmayan günler arasında anlamlı fark vardır ($p<0,05$). ± standart sapma (n=3).

Tablo 3.7'de görüldüğü üzere ekstraksiyon metodunun ve meşe palamudu türleri arasında TBA üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Ancak bütün ekstraklar kontrol grubuna göre 3. gün ve 6. günde antioksidan aktivite göstermiş olup depolama süresine olumlu katkıda bulunmuştur. Uçak vd. [198], yaptıkları çalışmada alabalık filetolarının başlangıç TBA değeri 0,882 mg MDA/kg olarak tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada kontrol ve jelatin kaplı filetoların TBA değerlerinin depolama süresinin artmasıyla arttığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, propolis ekstraktı ile zenginleştirilmiş jelatin filmlerle kaplanmış filetoların, kontrollere veya jelatin kaplı numunelere kıyasla önemli ölçüde ($p < 0,05$) daha düşük TBA değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir.

Özünlü vd. [193], 0. gün hariç diğer tüm analiz günlerinde meşe palamudu ekstraktı uygulanan örneklerin TBA değerleri kontrol grubuna göre daha düşük bulmuşlardır. Meşe palamudu ekstraktı uygulanmış örneklerde TBA değerlerini benzer bulunurken, depolama süresi boyunca hepsi kontrol grubundan düşük olarak tespit edilmiştir. Tüm numunelerin TBA değerleri 0,08 ile 0,26 mg/kg arasında değişmekle birlikte bu değerlerin eşik değerlerin (< 1 mg/kg) altında kaldığı

belirtilmiştir. Ekstrakt ilaveli gruplarda düşük TBA değerlerine sahip olmaları nedeniyle ekstraktların güçlü antioksidan potansiyeli ile ilişkilendirilmiştir. Bu sonuçlar çalışmamız ile karşılaştırıldığında tavuk ve balık gıda matrikslerinin ve kullanılan meşe palamudu ekstraktlarının miktar ve türünün farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Dondurulmuş veya soğutulmuş balıkların iyi kalitede olduğunu gösteren maksimum TBA seviyesi 5 mg MDA/kg'dır [199]. Araştırmamızdaki değerler bu değerin altında (0,977-1,59 mg MDA/kg) tespit edilmiştir.

Bu sonuçlara göre meşe palamudu ekstraktlarının lipid oksidasyonunu depolama süresince önlediği tespit edilmiş ($p < 0,05$) olup ultrasonik ekstraksiyonun konvansiyonel ekstraksiyona göre önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$).

3.4 Meşe palamudu peptitlerinin DPP-IV'e karşı inhibitör aktivitesi

Üç meşe palamudu türünden elde edilen peptitlerin inhibitör aktivitesi Tablo 3.8'de verilmiştir. Tabloda görülebileceği gibi, *Q. cerris*'in altı fraksiyonu (CER), *Q. coccifera*'nın 15 fraksiyonu (CO) ve *Q. ilex*'in 10 fraksiyonu (M) antidiyabetik etkiler göstermiştir. Peptit fraksiyonları arasında, CO2 fraksiyonu (*Q. coccifera*'nın 2. fraksiyonu) en yüksek antidiyabetik aktiviteye (%50,10 ± 0,18) sahipken, CE13 fraksiyonu (*Q. cerris*'in 13. fraksiyonu) en düşük antidiyabetik aktiviteye (%0,47 ± 0,07) sahip olduğu tespit edilmiştir. *Quercus* türlerinin peptitlerin DPP-IV inhibisyonu karşılaştırıldığında, *Q. coccifera*'nın genellikle *Q. cerris* ve *Q. ilex*'inkinden daha yüksek bir antidiyabetik aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur.

Bu çalışmada CO2 fraksiyonunun peptid sekansları SSLLIIK ve NYGR olarak tanımlanmıştır. Bu dizilerin biyoaktivitesinin olasılığı sırasıyla %41 ve %48'dir (peptid ranker tarafından tanımlanır) [200]. SSLLIIK peptid dizisi Ser-Leu, Ile-Ile, Leu-Ile dipeptitleri içermekte ve bu peptitlerin DPP-IV inhibitör aktivitesi bazı çalışmalarda belirtilmiştir [201, 203]. NYGR dizisi ayrıca Asn-Tyr ve Tyr-Gly dipeptitlerini de içermektedir. Lan vd. [203], DPP-IV inhibitör etkilerini değerlendirmek için 337 dipeptit üzerinde çalışmış ve Asn-Tyr ve Tyr-Gly dipeptitlerinin DPP-IV inhibitör aktivitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında, CO2 peptid fraksiyonunun antidiyabetik etkisinin

bu dipeptitlere bağlı olabileceği değerlendirilmektedir. Şekil 3.1'de CO2 peptit fraksiyonunun LCMSMS kromatogramı verilmiştir.

Tablo 3.8 *Quercus* türlerinin peptit fraksiyonunun antidiyabetik aktivitesi

Türlerin Fraksiyonu	Antidiyabetik Aktivite (%)	Türlerin Fraksiyonu	Antidiyabetik Aktivite (%)	Türlerin Fraksiyonu	Antidiyabetik Aktivite (%)
Diprotein A	46,11 ± 0,98^{A}	Diprotein A	46,11 ± 0,98 ^{B}	Diprotein A	46,11 ± 0,98 ^{A}
CER1	10,95 ± 0,22 ^{D}	CO1	25,05 ± 0,22 ^{F}	M1	8,51 ± 0,43 ^{G}
CER2	17,49 ± 0,22 ^{C}	CO2	50,10 ± 0,18 ^{A}	M2	11,35 ± 0,29 ^{F}
CER3	n.d.	CO3	25,31 ± 0,31 ^{F}	M3	n.d.
CER4	n.d.	CO4	32,34 ± 0,24 ^{D}	M4	n.d.
CER5	n.d.	CO5	29,69 ± 0,97 ^{E}	M5	n.d.
CER6	n.d.	CO6	12,08 ± 0,26 ^{J}	M6	n.d.
CER7	n.d.	CO7	6,61 ± 0,42 ^{KL}	M7	7,33 ± 0,30 ^{H}
CER8	n.d.	CO8	19,11 ± 0,38 ^{H}	M8	n.d.
CER9	n.d.	CO9	7,86 ± 0,25 ^{K}	M9	7,09 ± 0,12 ^{H}
CER10	n.d.	CO10	14,32 ± 0,41 ^{I}	M10	14,42 ± 0,31 ^{E}

$^{A-D}$:Aynı harfle bağlı olmayan düzeyler arasında anlamlı fark vardır ($p<0,01$). CER1 - CER16: Quercus cerris'in peptit fraksiyonu, CO1 - CO16: Quercus coccifera'nın peptit fraksiyonu, M1 - M16: Quercus ilex'in peptit fraksiyonu, ± standart sapma (n=3).

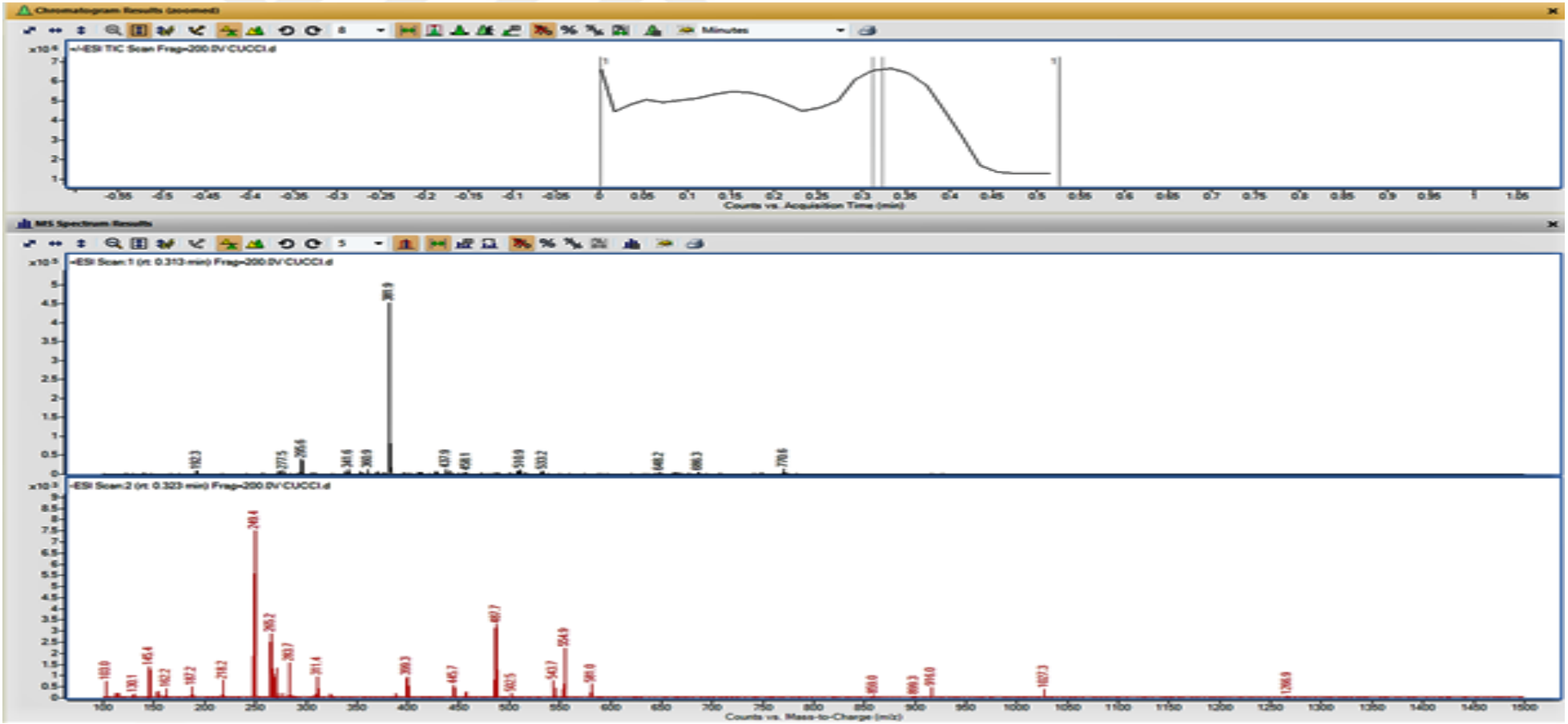
CO14 fraksiyonunun peptid dizisi AMHAVIDR ve GGLDFTH olarak tanımlanmıştır. Bu dizilerin biyoaktivitesinin olasılığı sırasıyla %28 ve % 50'dir (peptid ranker tarafından tanımlandı) [200]. AMHAVIDR peptid dizisi Ala-Val, Asp-Arg, Met-His ve Val-Ile dipeptidlerinden oluşmaktadır. Bazı çalışmalarda bu peptitlerle DPP-IV inhibitör aktiviteleri bildirilmiştir [201-203]. Diğer sekansın

Gly-Leu, Gly-Gly ve Thr-His dipeptidlerine sahip olduğu ve benzer şekilde DPP-IV inhibitör aktivitesine sahip olduğu bulunmuştur [201,203].

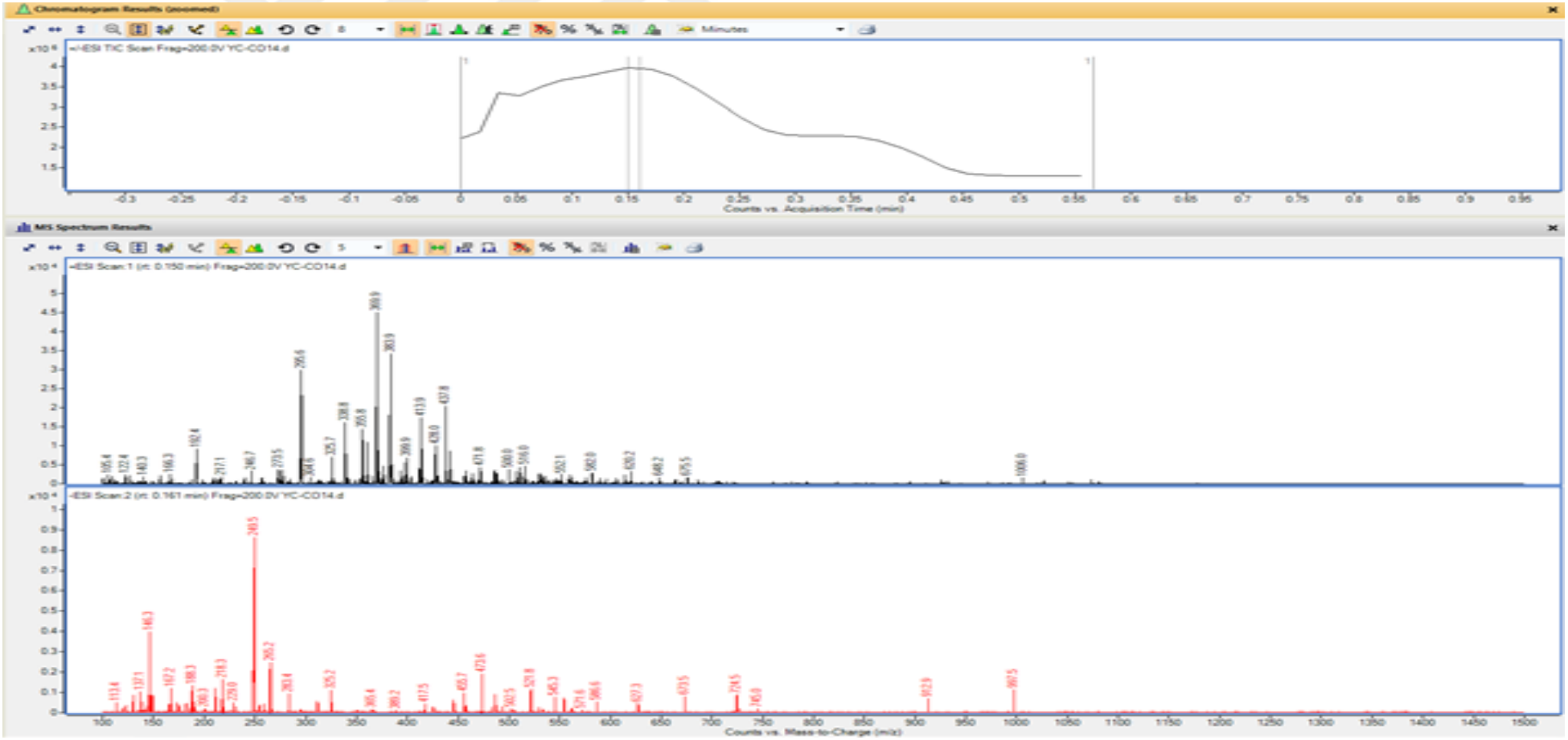
Tablo 3.6 *Quercus* türlerinin peptit fraksiyonunun antidiyabetik aktivitesi (devamı)

Türlerin Fraksiyonu	Antidiyabetik Aktivite (%)	Türlerin Fraksiyonu	Antidiyabetik Aktivite (%)	Türlerin Fraksiyonu	Antidiyabetik Aktivite (%)
CER11	1,18 ± 0,19 ^{E}	CO11	21,56 ± 0,27 ^{G}	M11	22,93± 0,57 ^{D}
CER12	10,72 ± 0,32 ^{D}	CO12	22,14 ± 0,22 ^{G}	M12	13,71 ± 0,36 ^{EF}
CER13	0,47 ± 0,07 ^{E}	CO13	33,49 ± 0,42 ^{D}	M13	24,82 ± 0,73 ^{C}
CER14	n.d.	CO14	36,82 ± 0,19 ^{C}	M14	29,08 ± 0,22 ^{A}
CER15	n.d.	CO15	15,21 ± 0,31 ^{I}	M15	25,53 ± 0,10 ^{C}
CER16	20,88 ± 0,38 ^{B}	CO16	n.d.	M16	n.d.

$^{A-D}$:Aynı harfle bağlı olmayan düzeyler arasında anlamlı fark vardır ($p<0.01$). CER1 - CER16: *Quercus cerris'in peptit fraksiyonu*, CO1 - CO16: *Quercus coccifera*'nın peptit fraksiyonu, M1 - M16: *Quercus ilex*'in peptit fraksiyonu, ± standart sapma (n=3).



Şekil 3.1 CO2 peptit fraksiyonunun LCMSMS kromatogramı



Şekil 3.2 CO14 peptit fraksiyonunun LCMSMS kromatogramı.

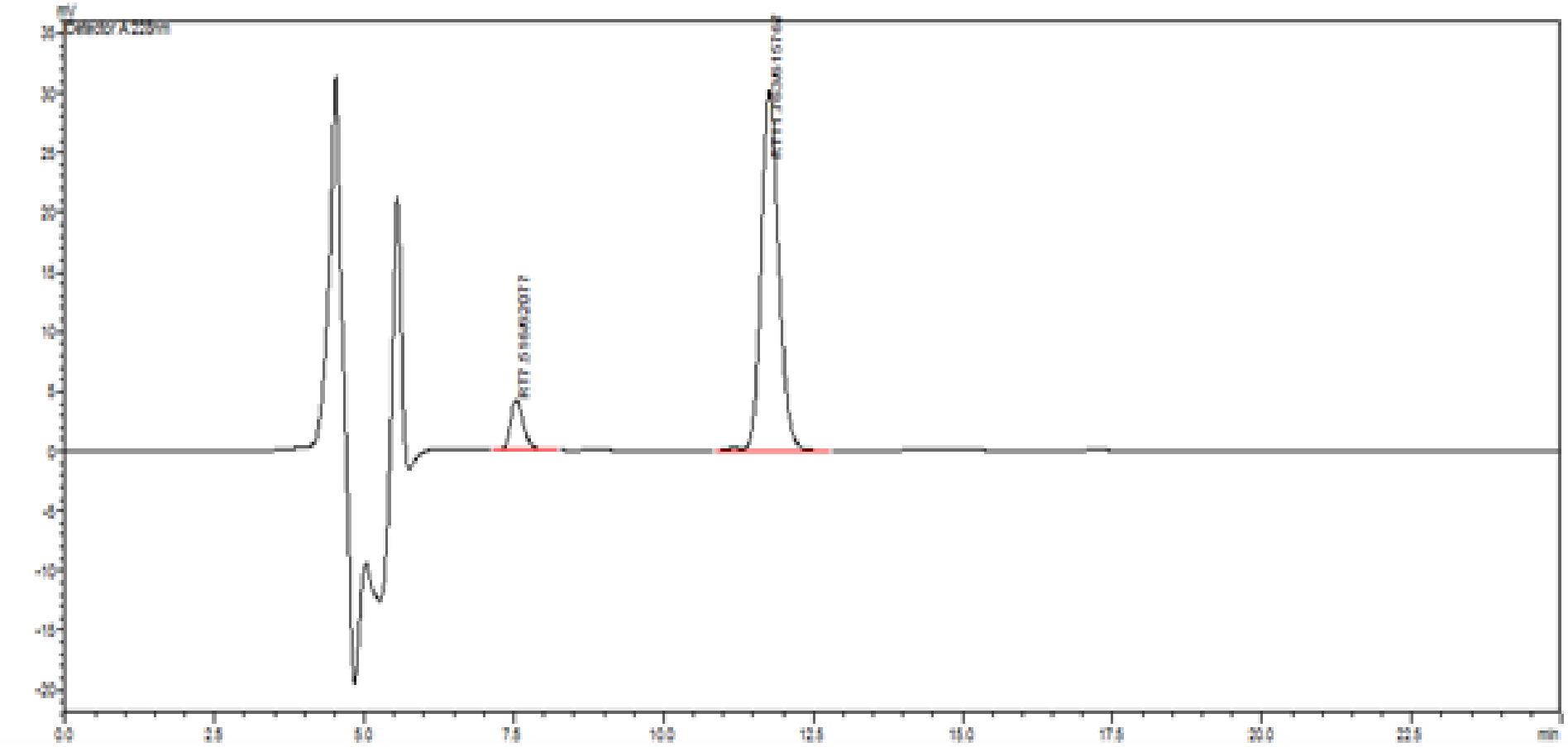
Xu vd. [204], *Quercus liaotungens*i'nin yapraklarının polifenollerinin α-glukozidaz, protein tirozin fosfataz 1B ve normal pankreas beta hücreleri üzerinde koruyucu etkiler üzerinde inhibitör etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ahmed vd. [205], *Q. dilatata*'nın 14 ekstraktının α-amilaz inhibisyon etkisini incelemiş ve kloroform ekstraktlarının α-amilaz inhibisyonu üzerinde etanol + etil asetat, kloroform + metanol, etanol + etil asetat ekstraktlarından daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır. *Quercus branti*'nin liyofilize ekstraktları, fare ince bağırsağında α-glikozidaz aktivitesi açısından incelendi ve *Quercus brantii*'nin polifenolleri antidiyabetik aktivite gösterdiği tespit edilmiştir [206]. Meşe palamudu polifenollerinin antidiyabetik etkisi ile ilgili birçok çalışma bildirilmiş olmasına rağmen, meşe palamudu proteinlerinden türetilen biyoaktif peptitlerin antidiyabetik özellikleri üzerine henüz bir çalışma bildirilmemiştir.

Vealvarde-Salcedo vd. [207], amarant, soya fasulyesi, siyah fasulye ve buğdayın DPP-IV inhibitör etkisini incelemiş ve amarantın biyoaktif peptitlerinin, globulin peptitlerine atfedilen ve aktif dimer oluşumunu engelleyen en yüksek antidiyabetik etkiyi gösterdiğini bildirmişlerdir. İlgili bir çalışmada, pirinç kepeğinin biyoaktif peptitlerinin DPP-IV inhibitör etkileri test edilmiş ve Ile-Pro dipeptidin diğer peptitlerden daha yüksek anti-diyabetik aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur. Bu nedenle, bitkisel biyoaktif peptitlerin diyabetin önlenmesi için potansiyele sahip olabileceği vurgulanmıştır [208].

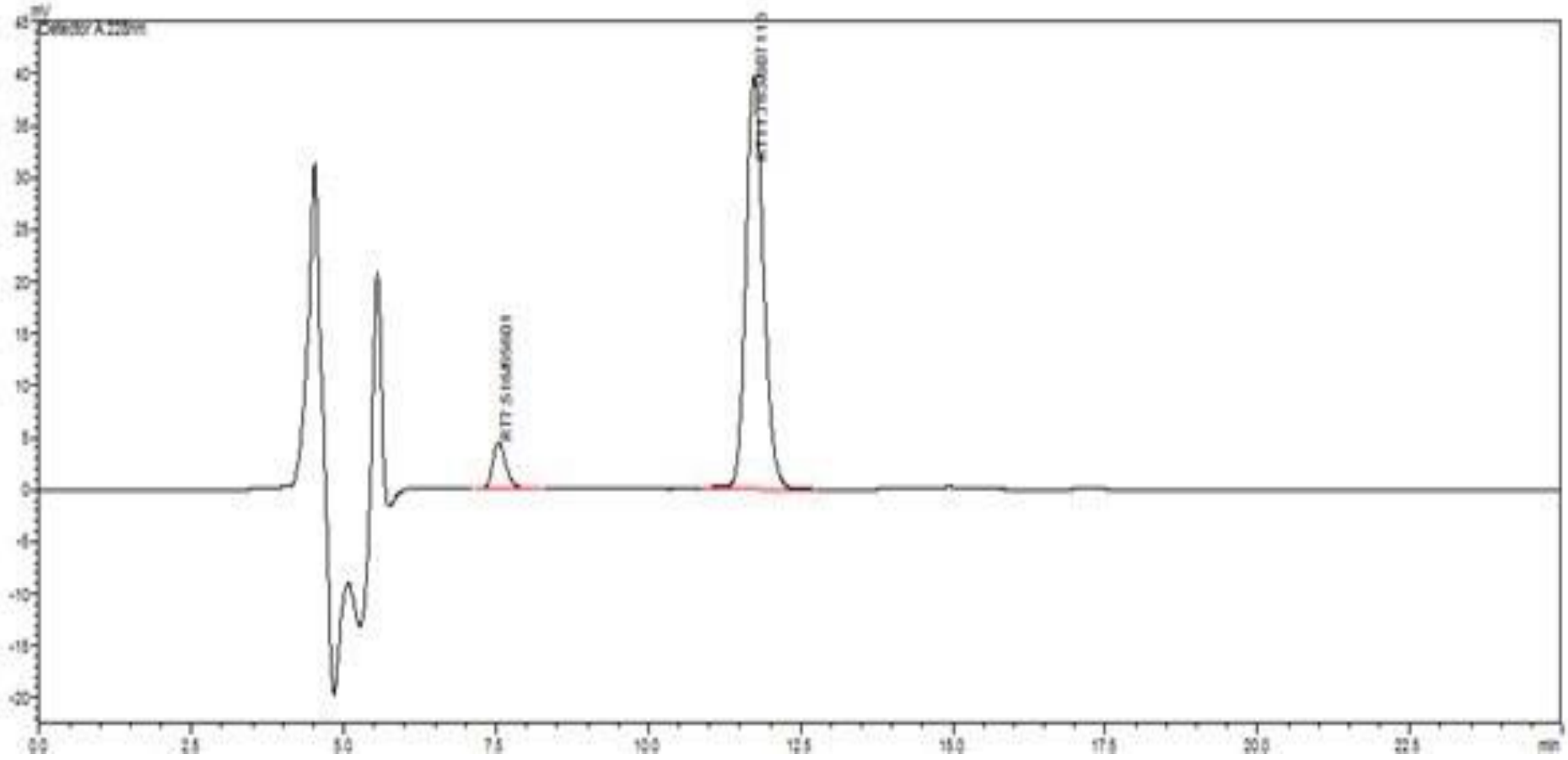
3.5 Meşe palamudu peptitlerinin anjiyotensin I-Dönüştürücü enzime karşı inhibitör aktivitesi (ACE)

Meşe palamudu peptitlerinin ACE inhibitör etkileri Tablo 3.9'da verilmiştir. Sonuçlar, meşe palamudu peptid fraksiyonlarının çoğunluğunun ACE'yi inhibe etmediğini ve *Q. ilex* M4, *Q. cerris* CE7, *Q. cerris* CE8 ve *Q. coccifera* CO7 dahil olmak üzere sadece dört peptid fraksiyonunun ACE inhibisyonu aktivitesi göstermiştir. Tüm peptit fraksiyonları arasında, CE7 fraksiyonu en yüksek ACE inhibisyon aktivitesine (%5,88 ± 0,69) (Şekil 3.3) ve CO7 fraksiyonu en düşük ACE inhibisyonu aktivitesi (%0,01 ± 0,63) göstermiştir (Şekil 3.4) (Şekil 3.5) ($p< 0,01$). Literatürde, Gülseren vd. [209], işlenmemiş fındık protein konsantresinin ACE inhibisyon aktivitesini ve tripsin ile muamele edilmiş fındık protein konsantresinin ACE inhibisyon aktivitesini karşılaştırmış ve aktiviteleri sırasıyla %7,6 ve %40

olarak tespit edilmiştir. Bu araştırmada incelenen meşe palamudu peptitlerinin ACE inhibisyon aktivitesi, fındıklarınki kadar yüksek olmadığı tespit edilmiştir. Bu fark, numune matrisine ve tripsin ile dört saat olan proteinlerin hidrolizasyon süresine bağlanabilir. Başka bir çalışmada, Wu ve Muir [210], izoflavonlarla zenginleştirilmiş soya fasulyesi peptitlerinin ACE inhibitör etkilerinin beklendiği gibi anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Fermente soya sütünün ɣ-aminobütirik asidinin, hipertansiyonun azaltılmasında peptitlerinden daha etkili olduğu bulunmuştur [211].



Şekil 3.3 CE7 peptit fraksiyonunun ACE inhibisyon aktivitesinin HPLC kromatogramı



Şekil 3.4 CO7 peptit fraksiyonunun ACE inhibisyon aktivitesinin HPLC kromatogramı

Tablo 3.9 *Quercus* türü peptit fraksiyonunun ACE inhibitör etkileri

Türlerin Fraksiyonu	ACE inhibisyon (%)
Kaptopril	53,23 ± 0,91 [A]
CE7	5,88 ± 0,69 [B]
CE8	4,77 ± 0,49 [C]
CO7	0,01 ± 0,63 [E]
M4	0,06 ± 0,57 [D]

[A-D]:Aynı harfle bağlı olmayan düzeyler arasında anlamlı fark vardır ($p<0,01$). CER1 - CER16: *Quercus cerris*'in peptit fraksiyonu, CO1 - CO16: *Quercus coccifera*'nın peptit fraksiyonu, M1 - M16: *Quercus ilex*'in peptit fraksiyonu, ± standart sapma (n=3).

Başka bir çalışmada, Dumandan vd. [212] antep fıstığının ACE inhibisyon aktivitesini incelemiş ve tripsin enzimiyle ACE inhibisyonunun 24 saatte %70,83 olduğunu belirlemiştir. Bu çalışma ile karşılaştırıldığında, bu fark enzim uygulama süresinden ve gıdalardaki farklılıktan kaynaklanabilir. Peptitlerin ACE inhibisyon aktivitesi kısa peptit dizilerine dayandırılmıştır [213]. Bitkilerde, mikroorganizmalarda ve hayvanlarda proteinin ACE inhibisyon aktivitesi için birçok biyoaktif peptit izole edilmiş ve tanımlanmıştır ve hipertansiyon üzerindeki olumlu etki hem hayvan hem de insan çalışmalarında kullanılabileceği bildirilmiştir [214, 215]. Genel olarak, farklı bitki peptitlerinin ACE inhibisyon etkileri üzerine yapılan tüm çalışmaların bulguları, çalışmadakinden daha yüksek bulunmuştur.

3.6 Meşe palamudu peptitlerinin antioksidan aktivitesi

Meşe palamudu peptitlerinin antioksidan aktivitesi Tablo 3.10'da gösterilmiştir, burada 48 meşe palamudu peptit fraksiyonundan dördünün antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiş olup; bunlar *Q. ilex* türlerinin M1, M2, M3 ve M4 fraksiyonlarıdır. Tüm peptit fraksiyonları arasında M2 fraksiyonu en yüksek antioksidan aktiviteyi (%13,33 ± 0,31) gösterirken, M4 fraksiyonu en düşük antioksidan aktiviteyi (%1,75 ± 0,07) göstermiştir ($p< 0,01$). *Q. cerris* ve *Q. coccifera* türlerinin peptid fraksiyonu antidiyabetik ve antihipertansif aktiviteye sahip olmasına rağmen, antioksidan aktiviteleri tespit edilememiştir. Bunun amino asit dizisi ve peptit yapısı ile ilişkili olabileceği tahmin edilmektedir. Ayrıca, peptitlerin antioksidatif etkisi çoğunlukla yapı, hidrofobiklik ve elektron transfer kabiliyeti ile ilişkilendirilmektedir [216]. Peptit yapısındaki amino asitlerin sayısı ve tiplerinin yanı sıra, bu amino asitlerin peptit dizisindeki yerleri de antioksidatif

etki açısından önemlidir [217]. Gülseren [209] tarafından fındık (*Corylus avellana L.*) peptitleri üzerinde yapılan *in silico* çalışmasında diğer biyoaktivitelere (örneğin, ACE inhibitörü ve DPP-IV inhibitör aktiviteleri) göre bir ölçüde ve daha seyrek olarak antioksidan aktivite gözlemlenebilmektedir. Toplam 138 proteolitik senaryodan, antioksidan aktivite sadece 44 vakada (%31,9) tahmin edilmiştir. Ayrıca 48 proteolitik senaryoda (16 peptit fraksiyonu x 3 *Quercus* türü), sadece dört peptid fraksiyonunda antioksidan aktivite (%8,33) tespit edilmiştir. Bu nedenle, bu fark çalışmada kullanılan enzim tipine ve gıda matriksine bağlanabilir.

Peptitlerin antioksidan aktiviteleri, içerdikleri amino asitlere dayanır [218]. Örneğin, tirozin, fenilalanin ve triptofan ve sistein gibi aromatik amino asitlerin antioksidan aktiviteleri, protonları serbest radikallere iletme yetenekleriyle bağlantılıdır [218]. Lizin ve arginin gibi bazik amino asitler ve aspartik asit ve glutamik asit gibi asidik amino asitler, metal iyonları ile şelatlar oluşturma yeteneğine dayanan antioksidan aktivite gösterir [219]. Meşe türlerinin biyoaktiviteleri ve faydaları bazı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir [220, 221].

Tablo 3.10 *Quercus ilex* türü peptit fraksiyonlarının antioksidan kapasitesi

Türlerin Fraksiyonu	Superoksit Anyon Alıkoyma Akvitesi (%)
BHT	48,20 ± 0,56 ^{A}
M1	10,42 ± 0,03 ^{C}
M2	13,33 ± 0,31 ^{B}
M3	7,79 ± 0,16 ^{D}

$^{A-D}$:Aynı harfle bağlı olmayan düzeyler arasında anlamlı fark vardır ($p<0,01$).

M: Quercus ilex'in peptid fraksiyonu, ± standart sapma (n=3).

3.7. Mikrobiyoloji Analiz Sonuçları

3.7.1 Alabalıklarda Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı (TAMB)

Alabalık örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı ilk gün 3,15 – 3,50 log kob/g arasında, 3. gün 4,30- 5,00 log kob/g, 6. gün 5,81-6,91 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.11). Depolama süresi bütün gruplarda TAMB sayısının artmasına neden olmuş ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$). Başlangıçta *Q. ilex* meşe palamudu (konvansiyonel) ekstraktının en düşük, kontrol

grubunun en yüksek TAMB sayısı olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0,05$). Ultrasonla ekstrakte edilmiş meşe palamudu ekstraktları uygulanmış alabalık filetoları ile konvansiyonel ekstrakt uygulanmış alabalık filetoları karşılaştırıldığında depolamanın ilk günü haricinde ($p \leq 0,05$), 3. gün ve 6. günde TAMB sayıları açısından önemli bir farklılık göstermemiştir ($p \leq 0,05$). Yapılan analiz sonucunda meşe palamudu ekstraklarının TAMB üzerine antimikrobiyal etkisi olduğu söylenebilir.

Uçak [222], yaptığı çalışmada Alabalık filetolarının ilk gündeki Toplam Mezofilik Bakteri sayısını 2,42 log kob/g olarak saptamıştır. Depolama süresince, tüm gruplarda TMB sayısında bir artış eğilimi gözlenmiş ve kontrol grubuna kıyasla nar çekirdeği ekstraktıyla hazırlanan gruplarda belirgin derecede daha düşük değerler elde edilmiştir. Depolama sonunda, Kontrol, %0,5 nar çekirdeği ekstraktı eklenmiş ve %1 nar çekirdeği ekstraktı eklenmiş gruplarında sırasıyla 7,29, 6,97 ve 6,79 log kob/g olarak ölçülen TMB değerleri kaydedilmiştir. Taze balıkta limit olarak kabul edilen 7 log kob/g değerini kontrol grubu 12. günde aşarken nar çekirdeği ekstraktı ilave edilen gruplarda depolama süresince bu limiti aşmamıştır.

Akarsu [223], taze alabalıkta TAMB sayısını 4,64 log kob/g olarak bulmuş ve depolama süresince bu sayının artış gösterdiğini tespit etmiştir. 21 gün boyunca depolanmış balık filetolarında Kontrol grubu limit değeri aşmış olup farklı şekillerde kekik ekstraktları ilave edilen (sıcak demleme, soğuk demleme, destilasyon, kaynatma) balık filetoları limit değeri aşmamıştır.

Aref vd., [224] kitosan ve biberiye (T4 ve T7) içeren uygulamaların, antimikrobiyal etkilerinden dolayı en düşük TAMB sayısını gösterdiğini belirtmiştir. Ayrıca fenolik diterpenler gibi bileşenler (örn. α-pinen) biberiyenin antimikrobiyal etkilerinden sorumludur [225]. Elde edilen veriler ayrıca, saklama süresi boyunca balık kroket örneklerinin TAMB sayımlarında önemli ($p \leq 0,05$) artış gözlemlendiğini göstermiştir.

Tablo 3.11 Alabalık örneklerinin depolanması süresince TAMB sayısı değişimi (log kob/g)

Gruplar	0.gün	3.gün	6.gün
Kontrol	3,50 ± 0,80 ^{Ca}	5,00 ± 0,07 ^{Ba}	6,91 ± 0,08 ^{Aa}
Cerex	3,35 ± 0,09 ^{Ca}	4,55 ± 0,10 ^{Bb}	5,91 ± 0,11 ^{Ab}
İlexex	3,15 ± 0,66 ^{Cb}	4,45 ± 0,22 ^{Bb}	5,99 ± 0,27 ^{Ab}
Cocex	3,40 ± 0,49 ^{Ca}	4,50 ± 0,18 ^{Bb}	5,95 ± 0,88 ^{Ab}
Cerexult	3,27 ± 0,57 ^{Cb}	4,35 ± 0,54 ^{Bb}	5,81 ± 0,32 ^{Ab}
İlexexult	3,22 ± 0,22 ^{Cb}	4,30 ± 0,32 ^{Bb}	5,87 ± 0,41 ^{Ab}
Cocexult	3,25 ± 0,01 ^{Cb}	4,37 ± 0,25 ^{Bb}	5,85 ± 0,24 ^{Ab}

$^{A-D}$: Günler arası istatistiksel farkı, $^{a-d}$: Gruplar arasındaki istatistiksel farkı belirtmektedir ($p \leq 0,05$). ± standart sapma. n=3

Raissy vd., kişniş (*Coriandrum sativum*), ebegümeci (*Malva sylvestris*) ve meşe palamudu (*Quercus brantii*) ekstrakt kombinasyonunun sazan (*Cyprinus carpio*) balıkları üzerinde büyüme, sindirim enzimleri aktivitesi, bağışıklık üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Bu ekstrakt kompozisyonu ile beslenen balıklardaki antioksidan biyobelirteçler, kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur Ayrıca %3 oranındaki bu ekstrakt kombinasyonunun *A. hydrophila* enfekte edilmiş balıklarda en yüksek hayatta kalma süresi gösterdiği tespit edilmiştir [226].

3.7.2 Alabalıklarda Toplam Aerobik Psikrofilik Bakteri Sayımı (TAPB)

Taze balıklarda gram negatif psikrotrof bakteriler bozulmaya neden olan temel mikroorganizma grubunu oluşturmaktadır [199]. Tablo 3.12 incelendiğinde toplam psikrofilik bakteri sayısı depolama süresince artmıştır. Alabalık gruplarının toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısı ilk gün 3,60-4,00 log kob/g, 3. gün 4,15-4,70 log kob/g, 6. gün 5,34-6,95 log kob/g aralığında tespit edilmiştir. Analiz sonucunda depolama süresinin TAPB sayısında önemli olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0,05$). Başlangıçta gruplar arasında önemli bir fark olmamasına rağmen, 3. gün ve 6. gün kontrol grubu ile meşe palamudu ekstraktı uygulanmış balık filetolarının TAPB sayısında önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0,05$). Depolamanın 6. gününde ekstraksiyon uygulamasının farklılığı önemli bir fark oluşturmuş olup en düşük TAPB sayısına *Q. coccifera*'nın ultrasonik ekstraksiyon uygulanmış meşe palamudu ekstraktı uygulanan alabalık filetolarında görülmüştür.

Tablo 3.12 Alabalık örneklerinin depolanması süresince TAPB sayısı değişimi (log kob/g)

Gruplar	0.gün	3.gün	6.gün
Kontrol	$4,00 \pm 0,21^{Ca}$	$4,70 \pm 0,07^{Ba}$	$6,95 \pm 0,22^{Aa}$
Cerex	$3,85 \pm 0,15^{Ca}$	$4,45 \pm 0,10^{Bb}$	$6,65 \pm 0,30^{Aa}$
İlexex	$3,81 \pm 0,89^{Ca}$	$4,48 \pm 0,22^{Bb}$	$6,55 \pm 0,06^{Aa}$
Cocex	$3,89 \pm 0,49^{Ca}$	$4,47 \pm 0,18^{Bb}$	$6,70 \pm 0,88^{Aa}$
Cerexult	$3,65 \pm 0,57^{Cb}$	$4,22 \pm 0,54^{Bb}$	$5,95 \pm 0,57^{Ab}$
İlexexult	$3,70 \pm 0,22^{Cb}$	$4,15 \pm 0,32^{Bb}$	$5,88 \pm 0,36^{Ab}$
Cocexult	$3,60 \pm 0,01^{Cb}$	$4,25 \pm 0,25^{Bb}$	$5,34 \pm 0,24^{Abc}$

$^{A-D}$: Günler arası istatistiksel farkı, $^{a-d}$: Gruplar arasındaki istatistiksel farkı belirtmektedir ($p \leq 0,05$). ± standart sapma. n=3

Uçak [222] yaptığı çalışmada depolama başlangıcında, alabalık etinde toplam psikrofilik bakteri (TPB) sayısı 3,64 log kob/g olarak belirlenmiş ve depolama süresince tüm gruplarda bir artış gözlenmiştir. Depolamanın 15. gününde en düşük TPB değerleri %1 nar çekirdeği ekstraktı (6,87 log kob/g) ve %0,5 nar çekirdeği ekstraktı (6,98 log kob/g) eklenmiş gruplarında gözlenmiştir. Yapılan çalışmada nar ekstraktlarının TPB üzerinde önemli derecede antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

3.7.3 Alabalıklarda Toplam Koliform Bakteri Sayımı

Başlangıçta (0. gün) tüm gruplar arasında benzer Toplam Koliform bakteri sayıları tespit edilmiştir ($p \geq 0,05$). 3. gün ve 6. gün boyunca, kontrol grubu ile meşe palamudu ekstraktı uygulanmış balık filetolarının Toplam Koliform bakteri sayıları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p \leq 0,05$). Alabalık filetolarının toplam koliform bakteri sayısı ilk gün 1,29-1,40 log kob/g, 3. gün 1,52-1,90 log kob/g, 6. gün 1,65-2,45 log kob/g aralığında tespit edilmiştir (Tablo 3.13).

Q. coccifera'nın ultrasonik ekstraksiyonu uygulanmış meşe palamudu ekstraktı ile işlenen alabalık filetoları, depolama süresinin sonunda en düşük Toplam Koliform bakteri sayısına sahip olduğu tespit edilmiş olmasına rağmen kontrol grubu dışında diğer uygulama grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p \geq 0,05$). Kontrol grubunda depolama sürecinin bakteri çoğalması için uygun bir ortam sağladığını ve gıda bozulmasına yol açtığını göstermektedir.

Sonuç olarak, depolama süresinin Toplam Koliform bakteri sayısı üzerinde sadece kontrol grubunda önemli bir etkisi olduğu ve meşe palamudu ekstraktının bu bakteri türünün büyümesini inhibe etmede potansiyel bir rol oynayabileceği söylenebilir. Koliform bakteriler balık mikrobiyotasında bulunabilen indikatör mikroorganizmalardır [227, 228]. Uçak [222] depolamanın ilk gününde toplam koliform bakteri sayısını 1,54 log kob/g olarak tespit etmiş ve bakteri sayısı depolama süresince artış trendi göstermiştir. Sonuçlar alabalık burgerlerine nar çekirdeği ekstraktı ilavesinin toplam koliform bakteriler üzerine belirgin antimikrobiyal aktivite gösterdiğini belirtmiştir.

Tablo 3.13 Alabalık örneklerinin depolanması süresince Toplam Koliform bakteri sayısı değişimi (log kob/g)

Gruplar	0.gün	3.gün	6.gün
Kontrol	1,40 ± 0,27 ^{Ca}	1,90 ± 0,36 ^{Ba}	2,45 ± 0,55 ^{Aa}
Cerex	1,35 ± 0,33 ^{Aa}	1,55 ± 0,21 ^{Ab}	1,82 ± 0,05 ^{Ab}
İlexex	1,38 ± 0,80 ^{Aa}	1,60 ± 0,87 ^{Ab}	1,88 ± 0,17 ^{Ab}
Cocex	1,30 ± 0,22 ^{Aa}	1,53 ± 0,48 ^{Ab}	1,85 ± 0,89 ^{Ab}
Cerexult	1,29 ± 0,16 ^{Aa}	1,57 ± 0,39 ^{Ab}	1,72 ± 0,67 ^{Ab}
İlexexult	1,33 ± 0,65 ^{Aa}	1,59 ± 0,57 ^{Ab}	1,70 ± 0,29 ^{Ab}
Cocexult	1,37 ± 0,09 ^{Aa}	1,52 ± 0,23 ^{Ab}	1,65 ± 0,33 ^{Ab}

$^{A-D}$: Günler arası istatistiksel farkı, $^{a-d}$: Gruplar arasındaki istatistiksel farkı belirtmektedir ($p \leq 0,05$). ± standart sapma. n=3

3.7.4 Alabalıklarda Toplam Laktik Asit Bakterisi Sayımı (LAB)

Alabalık örneklerinin depolanma süresi arttıkça Toplam LAB (Laktik Asit Bakterisi) sayısı artmaktadır. Bu, depolama süresinin LAB populasyonunu etkilediğini göstermektedir. Başlangıçta (0. gün) tüm gruplar arasında benzer Toplam LAB bakteri sayıları tespit edilmiştir. 3.gün ve 6. gün boyunca, kontrol grubu ile diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu, depolama süresinin LAB bakterileri üzerinde kontrol grubu ve diğer gruplar arasında benzer etkilere sahip olduğunu göstermektedir (Tablo 3.14). Cerex, İlexex ve Cocex gruplarının Toplam LAB bakteri sayıları 3. gün ve 6. gün boyunca istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($p \geq 0,05$). Bu gruplarda depolama süresinin LAB bakteri populasyonunu belirgin şekilde etkilemediğini göstermektedir. Cerexult, İlexexult ve Cocexult gruplarının Toplam LAB bakteri sayıları 3. gün ve 6. gün boyunca istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir. Bu, bu gruplarda depolama süresinin LAB bakteri populasyonunu

etkilediğini ve farklı sonuçlara yol açtığını göstermektedir. Cerexult, İlexexult ve Cocexult grupları, 6. gün sonunda en düşük Toplam LAB bakteri sayısına sahiptir. Bu gruplarda LAB bakteri çoğalmasının kontrol altında olduğunu ve daha iyi bir saklama potansiyeline sahip olduklarını göstermektedir. Sonuç olarak, depolama süresinin Toplam LAB bakteri sayısı üzerinde etkili olduğu ve bazı grupların LAB bakterilerini daha iyi kontrol ettiği görülmektedir. Bu bulgular, LAB bakterilerinin balık örneklerinde önemli bir rol oynadığını ve depolama sürecinde dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Uçak yaptığı [222] çalışmada, depolamanın ilk gününde, alabalık filetolarında laktik asit bakterileri sayısı (LAB) 1,48 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubunda, depolama süresince LAB sayısı artmış ve depolamanın sonunda en yüksek ($p < 0,05$) değer olan 5,82 log kob/g'ye ulaşılmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı bir şekilde, nar çekirdeği ekstraktı ilave edilen S1 (5,59 log kob/g) ve S0,5 (5,63 log kob/g) gruplarında LAB sayısının en düşük olduğu gözlenmiştir.

Tablo 3.14 Alabalık örneklerinin depolanması süresince toplam LAB bakteri sayısı değişimi (log kob/g)

Gruplar	0.gün	3.gün	6.gün
Kontrol	2,70 ± 0,11 ^{Ba}	3,05 ± 0,12 ^{Ba}	4,50 ± ^{Aa}
Cerex	2,55 ± 0,32 ^{Ba}	2,75 ± 0,29 ^{Ba}	3,67 ± ^{Ab}
İlexex	2,67 ± 0,09 ^{Ba}	2,90 ± 0,01 ^{Ba}	3,75 ± ^{Ab}
Cocex	2,60 ± 0,25 ^{Ba}	2,80 ± 0,15 ^{Ba}	3,81 ± ^{Ab}
Cerexult	2,66 ± 0,62 ^{Aa}	2,86 ± 0,02 ^{Aa}	3,00 ± ^{Ac}
İlexexult	2,59 ± 0,55 ^{Aa}	2,82 ± 0,07 ^{Aa}	3,11 ± ^{Ac}
Cocexult	2,55 ± 0,07 ^{Aa}	2,80 ± 0,13 ^{Aa}	2,90 ± ^{Ac}

$^{A-D}$: Günler arası istatistiksel farkı, $^{a-d}$: Gruplar arasındaki istatistiksel farkı belirtmektedir ($p \leq 0,05$). ± standart sapma. n=3

3.8 Duyusal Analiz Sonuçları

Duyusal analiz, bir ürünün insan duyuları aracılığıyla değerlendirilmesini sağlayan bir teknik olarak kullanılmaktadır. Bu analiz yöntemi, ürünlerin renk, koku, görünüş, tat gibi duyusal özelliklerini değerlendirerek, ürünün kalitesi, tüketilebilirliği ve kabul edilebilirliği hakkında bilgi sağlar.

Renk, ürünün görsel algılamasıyla ilgili bir özelliktir. Duyusal analizde renk skorları, belirli bir zaman periyodunda ürünün renk değişimini göstermek için kullanılır. Bu skorlar, kontrol grubuyla karşılaştırılarak, ürünün zamanla renk kalitesindeki düşüşü veya değişimi belirlemeye yardımcı olur.

Koku, bir ürünün karakteristik kokularını ifade eder. Duyusal analizde koku skorları, ürünün belirli bir süre boyunca kokusundaki değişimi değerlendirmek için kullanılır. Kontrol grubuyla karşılaştırılarak, ürünün zamanla koku yoğunluğunda veya kokusunda meydana gelen değişimler tespit edilebilir.

Görünüş, ürünün dış görünümünü ifade eder ve duyusal analizde bu özellik göz önünde bulundurulur. Görünüş skorları, ürünün belirli bir süre içinde dış görünümündeki değişimi değerlendirmek için kullanılır. Kontrol grubuyla karşılaştırılarak, ürünün zamanla dış görünümünde bozulma veya kalite kaybı tespit edilebilir.

Genel kabul edilebilirlik skorları, ürünün tüketici tarafından kabul edilebilirlik düzeyini ifade eder. Bu skorlar, renk, koku, görünüş ve diğer duyusal özelliklerin birleşimini değerlendirerek ürünün genel kalitesini yansıtır. Kontrol grubuyla karşılaştırılarak, zamanla ürünün genel kabul edilebilirlik düzeyindeki değişimler belirlenebilir.

Duyusal analiz, gıda endüstrisinde ürün geliştirme, kalite kontrolü ve tüketici tercihlerini anlamak için önemli bir araçtır. Bu analizler, ürünlerin duyusal özelliklerini objektif bir şekilde değerlendirerek, ürün kalitesini iyileştirmeye ve tüketici memnuniyetini artırmaya yönelik bilimsel veriler sağlar.

Renk sonuçlarına bakıldığında, kontrol grubunun renk skoru 0. gün için 4,95, 3. gün için 4,45 ve 6. gün için 3,45 olarak belirlenmiştir. *Q. cerris, Q. ilex* ve *Q. coccifera* gruplarındaki renk skorları da benzer bir trend göstermektedir. Bu verilere

göre, zamanla renk skorlarının düştüğü görülmektedir ancak 3. gün ile 6. gün arasında önemli bir fark tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Koku sonuçlarına göre, kontrol grubunun koku skoru 0. gün için 4,88, 3. gün için 4,04 ve 6. gün için 3,47 olarak belirlenmiştir. *Q. cerris, Q. ilex* ve *Q. coccifera* gruplarındaki koku skorları da benzer bir düşüş trendi göstermektedir. 0. gün kontrol grubu en yüksek koku skoruna sahipken, diğer gruplar daha düşük skorlar almış olmasına rağmen, 3. gün ve 6. gün meşe palamudu ekstraktları kontrol grubundan daha yüksek skorlar almıştır ($p < 0,05$). Bu durumun nedeni meşe palamudu ekstraklarındaki antimikrobiyal ve antioksidan özellik gösteren fitokimyasallardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bensid vd., kekik, oregano ve karanfil ekstraklarını hamsi filetolarına uygulamış ve ekstrakt uygulanan balıkların daha yüksek skor aldıklarını ve bu durumun ekstraktların içerdikleri fitokimyasallara atfetmiştir [229]. Ayrıca yapılan TBARS analizi bu ekstraktların lipid oksidasyonunu önleyici özellik göstermiş olup bu nedenle de olumsuz koku ransid tat ve koku oluşumunu engellediği düşünülmektedir. Literatürde meşe palamudu ekstrakları henüz balık filetolarına uygulanmamış olmasına rağmen meşe palamutları balıkların yem rasyonuna katılmıştır [230]. Su ürünleri yetiştiriciliğinde yem katkı maddesi olarak tıbbi bitkiler önemli bir rol oynamaktadır [230].

Görünüş sonuçlarına bakıldığında, kontrol grubunun görünüş skoru 0. gün için 4,91, 3. gün için 4,21 ve 6. gün için 3,81 olarak belirlenmiştir. *Q. cerris, Q. ilex* ve *Q. coccifera* gruplarındaki görünüş skorları da benzer bir düşüş trendi sergilemektedir. Kontrol grubu en yüksek görünüş skorlarına sahipken, diğer gruplar daha düşük skorlar almıştır.

Genel kabul edilebilirlik sonuçlarına göre, kontrol grubunun skoru 0. gün için 5,00, 3. gün için 4,20 ve 6. gün için 3,45 olarak belirlenmiştir. *Q. cerris, Q. ilex* ve *Q. coccifera* gruplarındaki genel kabul edilebilirlik skorları da benzer bir düşüş trendi göstermektedir. Kontrol grubu en yüksek genel kabul edilebilirlik skorlarına sahipken, diğer gruplar daha düşük skorlar almıştır.

Goulas ve Kontominas [231], tarafından yapılan bir araştırmada, hafif tuzlu kültür çipura filetolarında kekik esansiyel yağı ve modifiye atmosfer paketlemenin soğuk depolamaya etkisi incelenmiştir. Analizler sonucunda, kontrol gruplarının duyusal değerlerinin depolamanın ilk 15-16 gününde kabul edilebilirlik sınırına yaklaştığı,

tuzlanmış örneklerde ise 20-21. günlerde kabul edilebilirlik sınırına ulaşıldığı belirlenmiştir. Tuzlanmış ve modifiye atmosfer paketlemesi uygulanan örneklerde ise sınır değerlere depolamanın 27-28. günlerinde ulaşıldığı ifade edilmiştir. Ayrıca, %8 kekik yağı eklenmiş tuzlanmış örneklerin ve modifiye atmosfer paketlemesi uygulanan örneklerin duyusal değerlerinin 33. günde kabul edilebilirlik sınırına geldiği bildirilmiştir.

Erkan vd. [232], tarafından yapılan bir çalışmada, kekik ve defne ekstraktlarının lüfer balığına uygulanması ve buzda depolanması süresince kalite değişimleri incelenmiştir. 13 günlük depolama süresince duyusal, kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik değerlendirmeler yapılmıştır. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, kontrol ve esansiyel yağ uygulanmış gruplarda sırasıyla raf ömrünün 9 ve 11 gün olduğu belirlenmiştir. Mikrobiyal gelişimin ise depolama süresince kontrol gruplarında, esansiyel yağ uygulanan gruplardan daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, yapılan uygulamanın lüfer balıklarının buzda depolanması süresince raf ömrünü kontrol gruplarına göre 3-4 gün artırdığı ifade edilmiştir.

Duman vd., [233] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, biberiye ve kekik ekstraktının marine edilmiş kerevitlerin raf ömrü üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Kerevit marinatları 84 gün boyunca depolanmış ve bu süre sonunda biberiye ve kekik yağı ekstraktı ilaveli grupların, kontrol grubuna göre kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal açıdan daha iyi durumda olduğu belirlenmiştir. Bu durumun ekstraktların antioksidan özelliklerinden kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Sonuç olarak, veriler incelendiğinde zamanla renk, koku, görünüş ve genel kabul edilebilirlik skorlarının düştüğü ve gruplar arasında farklılıklar olduğu görülmektedir (Tablo 3.15). Bu analiz, örneklerin zamanla nasıl değiştiğini anlamamızı sağlar ve ürünlerin duyusal özelliklerinin kalitesi hakkında bilgi verir. Örneğin, renk skorlarındaki düşüş, ürünlerin zamanla renklerinin solgunlaştığını gösterirken, koku skorlarındaki düşüş, ürünlerin zamanla kokularının azaldığını veya değiştiğini gösterir. Görünüş skorlarındaki düşüş ise, ürünlerin zamanla dış görünümlerinin bozulduğunu veya kalitesinin azaldığını gösterir.

Tablo 3.15 Tablo Meşe palamudu ekstraktı uygulanmış alabalık filetolarının duyusal analizi

Duyusal Analizler	Gruplar	0. gün	3. gün	6. gün
Renk	Kontrol	4,95 ± 0,00 ^{Aa}	4,45 ± 0,20 ^{Ab}	3,45 ± 0,09 ^{Bb}
	Cerex	4,85 ± 0,13 ^{Aa}	4,57 ± 0,41 ^{Aa}	3,88 ± 0,27 ^{Ba}
	İlexex	4,89 ± 0,10 ^{Aa}	4,65 ± 0,33 ^{Aa}	3,87 ± 0,34 ^{Ba}
	Cocex	4,92 ± 0,06 ^{Aa}	4,67 ± 0,29 ^{Aa}	3,91 ± 0,25 ^{Ba}
	Cerexult	4,87 ± 0,02 ^{Aa}	4,62 ± 0,09 ^{Aa}	3,90 ± 0,10 ^{Ba}
	İlexexult	4,90 ± 0,07 ^{Aa}	4,66 ± 0,01 ^{Aa}	3,91 ± 0,15 ^{Ba}
	Cocexult	4,91 ± 0,05 ^{Aa}	4,65 ± 0,10 ^{Aa}	3,93 ± 0,07 ^{Ba}
Koku	Kontrol	4,88 ± 0,07 ^{Aa}	3,98 ± 0,27 ^{Bb}	3,47 ± 0,03 ^{Cb}
	Cerex	4,79 ± 0,11 ^{Aa}	4,23 ± 0,31 ^{Ba}	3,62 ± 0,09 ^{Ca}
	İlexex	4,83 ± 0,22 ^{Aa}	4,18 ± 0,25 ^{Ba}	3,60 ± 0,01 ^{Ca}
	Cocex	4,85 ± 0,16 ^{Aa}	4,24 ± 0,23 ^{Ba}	3,65 ± 0,10 ^{Ca}
	Cerexult	4,82 ± 0,01 ^{Aa}	4,23 ± 0,17 ^{Ba}	3,60 ± 0,06 ^{Ca}
	İlexexult	4,80 ± 0,05 ^{Aa}	4,20 ± 0,22 ^{Ba}	3,62 ± 0,04 ^{Ca}
	Cocexult	4,81 ± 0,10 ^{Aa}	4,19 ± 0,25 ^{Ba}	3,63 ± 0,11 ^{Ca}

$^{A-D}$: Günler arası istatistiksel farkı, $^{a-d}$: Gruplar arasındaki istatistiksel farkı belirtmektedir ($p \leq 0,05$).
± standart sapma. n=3

Tablo 3.15 Meşe palamudu ekstraktı uygulanmış alabalık filetolarının duyusal analizi (Devamı)

Duyusal Analizler	Gruplar	0. gün	3. gün	6. gün
Görünüş	Kontrol	4,91 ± 0,02 ^{Aa}	3,91 ± 0,35 ^{Bb}	3,65 ± 0,05 ^{Cb}
	Cerex	4,87 ± 0,04 ^{Aa}	4,23 ± 0,25 ^{Ba}	3,97 ± 0,01 ^{Ca}
	İlexex	4,89 ± 0,05 ^{Aa}	4,19 ± 0,33 ^{Ba}	3,92 ± 0,15 ^{Ca}
	Cocex	4,90 ± 0,01 ^{Aa}	4,21 ± 0,09 ^{Ba}	3,89 ± 0,03 ^{Ca}
	Cerexult	4,86 ± 0,02 ^{Aa}	4,20 ± 0,04 ^{Ba}	3,94 ± 0,07 ^{Ca}
	İlexexult	4,86 ± 0,09 ^{Aa}	4,18 ± 0,02 ^{Ba}	3,90 ± 0,02 ^{Ca}
	Cocexult	4,88 ± 0,06 ^{Aa}	4,25 ± 0,08 ^{Ba}	3,97 ± 0,05 ^{Ca}
Tat ve Aroma	Kontrol	4,90 ± 0,10 ^{Aa}	3,99 ± 0,10 ^{Ba}	3,71 ± 0,22 ^{Ca}
	Cerex	4,65 ± 0,15 ^{Ab}	3,52 ± 0,21 ^{Bb}	3,30 ± 0,11 ^{Cb}
	İlexex	4,62 ± 0,09 ^{Ab}	3,55 ± 0,06 ^{Bb}	3,27 ± 0,29 ^{Cb}
	Cocex	4,59 ± 0,11 ^{Ab}	3,53 ± 0,15 ^{Bb}	3,33 ± 0,10 ^{Cb}
	Cerexult	4,55 ± 0,04 ^{Ab}	3,50 ± 0,18 ^{Bb}	3,35 ± 0,09 ^{Cb}
	İlexexult	4,60 ± 0,14 ^{Ab}	3,49 ± 0,01 ^{Bb}	3,30 ± 0,27 ^{Cb}
	Cocexult	4,59 ± 0,08 ^{Ab}	3,56 ± 0,15 ^{Bb}	3,28 ± 0,25 ^{Cb}

$^{A-D}$: Günler arası istatistiksel farkı, $^{a-d}$: Gruplar arasındaki istatistiksel farkı belirtmektedir ($p \leq 0,05$).
± standart sapma. n=3

Tablo 3.15 Meşe palamudu ekstraktı uygulanmış alabalık filetolarının duyusal analizi (Devamı)

Duyusal Analizler	Gruplar	0. gün	3. gün	6. gün
Genel Kabul Edilebilirlik	Kontrol	5,00 ± 0,00 ^{Aa}	3,80 ± 0,02 ^{Bb}	3,45 ± 0,06 ^{Cb}
	Cerex	4,92 ± 0,06 ^{Aa}	3,98 ± 0,03 ^{Ba}	3,88 ± 0,02 ^{Ba}
	İlexex	4,97 ± 0,02 ^{Aa}	3,94 ± 0,09 ^{Ba}	3,86 ± 0,04 ^{Ba}
	Cocex	4,90 ± 0,01 ^{Aa}	3,97 ± 0,05 ^{Ba}	3,85 ± 0,03 ^{Ba}
	Cerexult	4,98 ± 0,01 ^{Aa}	3,92 ± 0,07 ^{Ba}	3,84 ± 0,01 ^{Ba}
	İlexexult	4,93 ± 0,05 ^{Aa}	3,99 ± 0,08 ^{Ba}	3,87 ± 0,07 ^{Ba}
	Cocexult	4,99 ± 0,00 ^{Aa}	4,00 ± 0,01 ^{Ba}	3,88 ± 0,09 ^{Ba}

$^{A-D}$: Günler arası istatistiksel farkı, $^{a-d}$: Gruplar arasındaki istatistiksel farkı belirtmektedir ($p \leq 0,05$).
± standart sapma. n=3

4
SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, *Quercus coccifera*, *Quercus ilex* ve *Quercus cerris* ekstraktlarının antioksidan antimikrobiyal aktvitesi incelenmiştir. Ayrıca ultrasonik ekstraksiyon optimizasyonu yapılarak konvansiyonel ekstraksiyonla karşılaştırma yapılmıştır. Meşe palamudu ekstrakları alabalık filetolarına uygulanmış ve antioksidan ve antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Meşe palamudu balık yemi veya hayvan yemi olarak kullanılmıştır fakat doğrudan balık etine uygulandığı araştırmalarda tespit edilmemiştir. Ayrıca çalışmamızda meşe palamudu proteinlerinin hidrolizi ile elde edilen peptitlerin potansiyel biyoaktivitesi incelenmiştir. Literatürde *Quercus* polifenollerinde antioksidan, antidiyabetik ve antihipertansif özelliklerin varlığı araştırılmıştır, ancak bu çalışma *Quercus* peptitlerinin biyoaktivitesini araştıran ilk çalışmalardandır. Meşe palamudunda bu aktiviteleri geliştiren çalışmalara ek olarak, antimikrobiyal ve antikanser aktiviteleri gibi farklı biyoaktif özellikler üzerinde yeni çalışmalar yapılabilir. Gelecekte, bu aktif peptitler farmakolojik çalışmalara tabi tutulabilir veya kontrolsüz olarak tüketilebilen gıdalarda fonksiyonel bir bileşik olarak kullanışlılıkları araştırılabilir. Bu sayede hipertansiyon ve diyabet ile mücadeleye önemli katkılarda bulunmak mümkün olacaktır.

Meşe palamudunun acılığı giderilerek (çimlendirme veya ısıl işlemlerle) fenolik madde ve antioksidan etkisi karşılaştırılabilir. Meşe palamudu polifenolleri ve biyoaktif peptitlerinin etkisi *in vivo* çalışmalar ile desteklenebilir. Meşe palamutlarının Türkiye'de birçok çeşidi bulunmaktadır. Yayılım alanlarına göre meşe palamutları ıslah edilip veya acılığı giderilip ekonomiye kazandırılabilir.

Meşe palamudu (*Quercus* spp.), Türkiye'de doğal olarak yaygın olarak bulunan ve önemli ekonomik değere sahip bir bitkidir. Bu ağaç türünün farklı çeşitleri, iklim ve coğrafi bölgelere bağlı olarak çeşitlilik gösterir. Bu çeşitlilik, meşe palamutlarının ekonomiye kazandırılması ve ıslah edilmesi için önemli fırsatlar sunar.

Bu sonuçlar, meşe palamutlarının gıda ve ilaç endüstrisinde potansiyel bir doğal antioksidan ve koruyucu madde olarak kullanılma olasılığını arttırır. Yapılan

optimizasyon çalışmaları, ultrasonik ekstraksiyonun daha verimli ve etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu bilgi, endüstriyel ölçekte ekstraksiyon yöntemlerinin geliştirilmesine ve meşe palamudu ekstraktlarının büyük ölçekli üretimine yönelik yeni araştırmaları teşvik eder.

Meşe palamudu ekstraktları, balık filetolarına uygulandığında antioksidan ve antimikrobiyal etkiler sergilemiştir. Bu keşif, meşe palamutlarının deniz ürünleri endüstrisinde bir doğal koruyucu olarak potansiyel kullanımını gösterir. Ayrıca, bu çalışma meşe palamutlarının balık yemi veya hayvan yemi olarak kullanıldığı çalışmalardan farklı olarak, doğrudan balık etine uygulanabileceğini ortaya koymuştur. Bu da, deniz ürünleri işleme ve muhafaza süreçlerinde katkı sağlayabileceği anlamına gelir.

Meşe palamudu proteinlerinin hidroliziyle elde edilen peptitlerin biyoaktivitesi, çalışmanın diğer önemli bir bileşenidir. Daha önce yapılan çalışmalarda, *Quercus* türlerine ait polifenollerin antioksidan, antidiyabetik ve antihipertansif özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak bu çalışma, meşe palamudu peptitlerinin biyoaktivitesini inceleyen ilk çalışmalardan biridir. Bu nedenle, meşe palamudu peptitlerinin tıbbi ve farmakolojik uygulamalar için potansiyel bir doğal bileşik kaynağı olarak daha fazla araştırılması gerekmektedir.

Gelecekte, meşe palamutlarından elde edilen aktif peptitlerin farmakolojik etkilerinin daha detaylı incelenmesi için *in vivo* çalışmalara ihtiyaç duyulacaktır. Hayvan modelleri üzerinde yapılan deneyler, meşe palamutlarının insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır.

Ayrıca, farklı meşe palamudu çeşitlerinin ekonomik değeri ve yetiştirme potansiyeli de araştırılmalıdır. Bazı çeşitlerin acılığının giderilmesi veya diğer iyileştirici işlemlerin uygulanması, onların ticari değerini artırabilir ve farklı endüstrilerde kullanımlarını çeşitlendirebilir.

Sonuç olarak, meşe palamutları doğal kaynaklı değerli bileşikler içerir ve çeşitli sektörlerde potansiyel kullanım alanları bulunmaktadır. Gelecekteki araştırmalar ve uygulamalar, meşe palamutlarının sağlık üzerindeki olumlu etkilerini ve ekonomik değerini daha iyi anlamamıza ve kullanmamıza yardımcı olacaktır. Bu şekilde, bu doğal kaynağın ticari değeri artırılarak hipertansiyon, diyabet ve diğer sağlık sorunlarıyla mücadeleye önemli katkılarda bulunulabilecektir.

KAYNAKÇA

[1] D. Tejerina, S. García-Torres, M.C. de Vaca, F.M. Vázquez, and R. Cava, "Acorns (Quercus rotundifolia Lam.) and grass as natural sources of antioxidants and fatty acids in the 'montanera' feeding of Iberian pig: Intra-and inter-annual variations," *Food Chemistry*, vol. 124, no. 3, pp. 997-1004, 2011.

[2] J.A. Sánchez-Burgos, M.V. Ramírez-Mares, M.M. Larrosa, J.A. Gallegos-Infante, R.F. González-Laredo, L. Medina-Torres, and N.E. Rocha-Guzmán, "Antioxidant, antimicrobial, antitopoisomerase and gastroprotective effect of herbal infusions from four Quercus species," *Industrial Crops and Products*, vol. 42, pp. 57-62, 2013.

[3] A.F. Vinha, J.C. Barreira, A.S. Costa, and M.B.P. Oliveira, "A new age for Quercus spp. fruits: review on nutritional and phytochemical composition and related biological activities of acorns," *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 15, no. 6, pp. 947-981, 2016.

[4] F. Yaltırık, "Türkiye meşeleri teşhis kılavuzu," Yenilik basımevi, İstanbul, 1984.

[5] H. Kayacık, "Türkiye Meşe Ormanlarına Toplu Bir Bakış ve Bunların Geleceği Hakkında Düşünceler," *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, vol. 27, no. 2, pp. 32–40, 1977.

[6] B.M. Popović, D. Štajner, R. Ždero, S. Orlović, and Z. Galić, "Antioxidant characterization of oak extracts combining spectrophotometric assays and chemometrics," The Scientific World Journal, vol. 2013, 2013.

[7] A. Saffarzadeh, L. Vincze, and J. Csapó, "Determination of the chemical composition of acorn (Quercus branti), Pistacia atlantica and Pistacia khinjuk seeds as non-conventional feedstuffs," *Acta Agraria Kaposváriensis*, vol. 3, no. 3, pp. 59-69, 1999.

[8] G. Gea-Izquierdo, I. Cañellas, and G. Montero, "Acorn production in Spanish holm oak woodlands," *Forest Systems*, vol. 15, no. 3, pp. 339-354, 2006.

[9] D. Rosenberg, "The possible use of acorns in past economies of the Southern Levant: a staple food or a negligible food source," *Levant*, vol. 40, no. 2, pp. 167-175, 2008.

[10] S. Rakić, S. Petrović, J. Kukić, M. Jadranin, V. Tešević, D. Povrenović, and S. Šiler-Marinković, "Influence of thermal treatment on phenolic compounds and antioxidant properties of oak acorns from Serbia," *Food Chemistry*, vol. 104, no. 2, pp. 830-834, 2007.

[11] J.S. Lämke and S.B. Unsicker, "Phytochemical variation in treetops: causes and consequences for tree-insect herbivore interactions," *Oecologia*, vol. 187, no. 2, pp. 377-388, 2018.

[12] C. Tanase, S. Coșarcă, and D.L. Muntean, "A critical review of phenolic compounds extracted from the bark of woody vascular plants and their potential biological activity," *Molecules*, vol. 24, no. 6, p. 1182, 2019.

[13] V. Cheynier, "Phenolic compounds: from plants to foods," *Phytochemistry reviews*, vol. 11, no. 2-3, pp. 153-177, 2012.

[14] M. Engström, Understanding the Bioactivity of Plant Tannins: Developments in Analysis Methods and Structure-Activity Studies, Painosalama Oy: Turku, Finland, 2016.

[15] M. Leopoldini, N. Russo, and M. Toscano, "The molecular basis of working mechanism of natural polyphenolic antioxidants," *Food chemistry*, vol. 125, no. 2, pp. 288-306, 2011.

[16] C.T. Yarnes, W.J. Boecklen, K. Tuominen, and J.P. Salminen, "Defining phytochemical phenotypes: size and shape analysis of phenolic compounds in oaks (Fagaceae, Quercus) of the Chihuahuan Desert," *Botany*, vol. 84, no. 8, pp. 1233-1248, 2006.

[17] T. Vogt, "Phenylpropanoid biosynthesis," *Molecular plant*, vol. 3, no. 1, pp. 2-20, 2010.

[18] L. Hadidi, L. Babou, F. Zaidi, P. Valentão, P.B. Andrade, and C. Grosso, "Quercus ilex L.: How season, plant organ and extraction procedure can influence chemistry and bioactivities," *Chemistry & Biodiversity*, vol. 14, no. 1, pp. 1-8, 2017.

[19] E. Cantos, J.C. Espín, C. López-Bote, L. de la Hoz, J.A. Ordóñez, and F.A. Tomás-Barberán, "Phenolic compounds and fatty acids from acorns (Quercus spp.), the main dietary constituent of free-ranged Iberian pigs," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 51, no. 21, pp. 6248-6255, 2003.

[20] J.J. Kim, B.K. Ghimire, H.C. Shin, K.J. Lee, K.S. Song, Y.S. Chung, ... and I.M. Chung, "Comparison of phenolic compounds content in indeciduous Quercus species," *Journal of Medicinal Plants Research*, vol. 6, no. 39, pp. 5228-5239, 2012.

[21] R. Brossa, I. Casals, M. Pintó-Marijuan, and I. Fleck, "Leaf flavonoid content in Quercus ilex L. resprouts and its seasonal variation," *Trees*, vol. 23, pp. 401-408, 2009.

[22] N.E. Rocha-Guzmán, J.A. Gallegos-Infante, R.F. González-Laredo, R. Reynoso-Camacho, M. Ramos-Gómez, T. García-Gasca, ... and B.A. Lujan-García, "Antioxidant activity and genotoxic effect on HeLa cells of phenolic compounds from infusions of Quercus resinosa leaves," *Food Chemistry*, vol. 115, no. 4, pp. 1320-1325, 2009.

[23] E. Burlacu, A. Nisca, and C. Tanase, "A comprehensive review of phytochemistry and biological activities of Quercus species," *Forests*, vol. 11, no. 9, pp. 904, 2020.

[24] H.O. Elansary, A. Szopa, P. Kubica, H. Ekiert, M.A. Mattar, M.A. Al-Yafrasi, ... and K. Yessoufou, "Polyphenol profile and pharmaceutical potential of Quercus spp. bark extracts," *Plants*, vol. 8, no. 11, pp. 486-500, 2019.

[26] A.F. Vinha, J.C. Barreira, I.C. Ferreira, and M.B.P. Oliveira, "Therapeutic, Phytochemistry, and Pharmacology of Acorns (Quercus Nuts): A Review," in Bioactive Compounds in Underutilized Fruits and Nuts, 2020, pp. 273-287.

[27] I.M. Lopes and M.G. Bernardo-Gil, "Characterisation of acorn oils extracted by hexane and by supercritical carbon dioxide," *European Journal of Lipid Science and Technology*, vol. 107, no. 1, pp. 12-19, 2005.

[28] D. Tholl, "Biosynthesis and biological functions of terpenoids in plants," in Biotechnology of isoprenoids, 2015, pp. 63-106.

[29] F. Loreto, P. Ciccioli, E. Brancaleoni, A. Cecinato, M. Frattoni, and T.D. Sharkey, "Different sources of reduced carbon contribute to form three classes of terpenoid emitted by Quercus ilex L. leaves," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 93, no. 18, pp. 9966-9969, 1996.

[30] I. Miranda, V. Sousa, J. Ferreira, and H. Pereira, "Chemical characterization and extractives composition of heartwood and sapwood from Quercus faginea," *PLoS One*, vol. 12, no. 6, pp. 1-14, 2017.

[31] D.H.R. Barton, O. Meth-Cohn, and K. Nakanishi, "Isoprenoids Including Cartenoids and Steroids," in Comprehensive Natural Product Chemistry, 1999, vol. 2.

[32] S. Welter, A. Bracho-Nuñez, C. Mir, I. Zimmer, J. Kesselmeier, R. Lumaret, et al., "The diversification of terpene emissions in Mediterranean oaks: lessons from a study of Quercus suber, Quercus canariensis and its hybrid Quercus afares," *Tree Physiology*, vol. 32, no. 9, pp. 1082-1091, 2012.

[33] F. Rabhi, M. Narváez-Rivas, N. Tlili, S. Boukhchina, and M. León-Camacho, "Sterol, aliphatic alcohol and tocopherol contents of Quercus ilex and Quercus suber from different regions," *Industrial Crops and Products*, vol. 83, pp. 781-786, 2016.

[34] H. Meziti, H. Bouriche, S. Kada, I. Demirtas, M. Kizil, A. Senator, et al., "Phytochemical analysis, and antioxidant, anti-hemolytic and genoprotective effects of Quercus ilex L. and Pinus halepensis Mill. methanolic extracts," *J. Pharm. Pharmacogn. Res*, vol. 7, pp. 260-272, 2019.

[35] A.K. Joshi and D. Juyal, "Traditional and ethnobotanical uses of Quercus leucotrichophora a. Camus (Quercus oblongata D. Don) in Kumaun and Garhwal regions of Uttarakhand, India: a review," *International journal of Herbal medicine*, vol. 5, no. 5, pp. 6-8, 2017.

[36] M.J. Jazib and S.A. Rather, "An ethno-botanical overview of oak: A multipurpose wild tree species of the Pir Panjal Himalayas," *Forest Res*, vol. 4, no. 140, pp. 2, 2015.

[37] M. Hamayun, "Ethnobotanical studies of some useful shrubs and trees of District Buner, NWFP, Pakistan," Ethnobotanical Leaflets, vol. 2003, no. 1, pp. 12, 2003.

[38] R. Singh and N. Kumari, "Comparative determination of phytochemicals and antioxidant activity from leaf and fruit of Sapindus mukorrossi Gaertn.–A valuable medicinal tree," *Industrial Crops and Products*, vol. 73, pp. 1-8, 2015.

[39] S. Akroum, "Antifungal activity of acetone extracts from Punica granatum L., Quercus suber L. and Vicia faba L.," *Journal de mycologie medicale*, vol. 27, no. 1, pp. 83-89, 2017.

[40] E. Ranjbar Nedamani, A. Sadeghi Mahoonak, M. Ghorbani, and M. Kashaninejad, "Evaluation of antioxidant interactions in combined extracts of

green tea (Camellia sinensis), rosemary (Rosmarinus officinalis) and oak fruit (Quercus branti)," *Journal of food science and technology*, vol. 52, pp. 4565-4571, 2015.

[41] P. Thi Tuyen, D. Tan Khang, P.T. Thu Ha, T. Ngoc Hai, A.A. Elzaawely, and T. Dang Xuan, "Antioxidant capacity and phenolic contents of three Quercus species," *International Letters of Natural Sciences*, vol. 54, pp. 85-86, 2016.

[42] V. Koleckar, K. Kubikova, Z. Rehakova, K. Kuca, D. Jun, L. Jahodar, and L. Opletal, "Condensed and hydrolysable tannins as antioxidants influencing the health," *Mini reviews in medicinal chemistry*, vol. 8, no. 5, pp. 436-447, 2008.

[43] T. Okuda and H. Ito, "Tannins of constant structure in medicinal and food plants—hydrolyzable tannins and polyphenols related to tannins," *Molecules*, vol. 16, no. 3, pp. 2191-2217, 2011.

[44] M.H. Kim, D.H. Park, M.S. Bae, S.H. Song, H.J. Seo, D.G. Han, et al., "Analysis of the active constituents and evaluation of the biological effects of Quercus acuta Thunb.(Fagaceae) extracts," *Molecules*, vol. 23, no. 7, pp. 1772, 2018.

[45] S. Tahmouzi, "Optimization of polysaccharides from Zagros oak leaf using RSM: antioxidant and antimicrobial activities," *Carbohydrate polymers*, vol. 106, pp. 238-246, 2014.

[46] V.C. Ferreira, D. Morcuende, S.H. Hérnandez-López, M.S. Madruga, F.A. Silva, and M. Estévez, "Antioxidant extracts from acorns (Quercus ilex L.) effectively protect ready-to-eat (RTE) chicken patties irrespective of packaging atmosphere," *Journal of Food Science*, vol. 82, no. 3, pp. 622-631, 2017.

[47] M. Horvathova, Z. Orszaghova, L. Laubertova, M. Vavakova, P. Sabaka, P. Rohdewald, et al., "Effect of the French oak wood extract Robuvit on markers of oxidative stress and activity of antioxidant enzymes in healthy volunteers: a pilot study," *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, vol. 2014, 2014.

[48] V.R. Preedy, R.R. Watson, and S. Zibadi, "Polyphenols in human health and disease," Academic Press, 2014.

[49] C. Girish and S.C. Pradhan, "Herbal Drugs on the Liver," in Liver Pathophysiology: Therapies and Antioxidants, P. Muriel, Ed. Academic Press, Boston, MA, USA, 2017, pp. 605–620.

[50] R. Watson, V.R. Preedy, and S. Zibadi, "Polyphenols: prevention and treatment of human disease," *Academic press*, 2018.

[51] A. Chiarini, M. Micucci, M. Malaguti, R. Budriesi, P. Ioan, M. Lenzi, et al., "Sweet chestnut (Castanea sativa Mill.) bark extract: cardiovascular activity and myocyte protection against oxidative damage," *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, pp. 1-9, 2013.

[52] E. Sorrentino, M. Succi, L. Tipaldi, G. Pannella, L. Maiuro, M. Sturchio, et al., "Antimicrobial activity of gallic acid against food-related Pseudomonas strains and its use as biocontrol tool to improve the shelf life of fresh black truffles," *International journal of food microbiology*, vol. 266, pp. 183-189, 2018.

[53] R.W. Hemingway and P.E. Laks, "Plant polyphenols: synthesis, properties, significance," *Springer Science & Business Media*, vol. 59, 2012.

[54] D. G. Deryabin and A. A. Tolmacheva, "Antibacterial and anti-quorum sensing molecular composition derived from Quercus cortex (Oak bark) extract," *Molecules*, vol. 20, no. 9, pp. 17093-17108, 2015.

[55] M. Dettweiler, J. T. Lyles, K. Nelson, B. Dale, R. M. Reddinger, D. V. Zurawski, and C. L. Quave, "American Civil War plant medicines inhibit growth, biofilm formation, and quorum sensing by multidrug-resistant bacteria," *Scientific Reports*, vol. 9, no. 1, pp. 1-12, 2019.

[56] Z. Moshfeghy, K. Asadi, M. Akbarzadeh, A. Zare, T. Poordast, M. Emamghoreishi, et al., "Quercus brantii Lindl. vaginal douche versus clotrimazole on vaginal candidiasis: a randomized clinical trial," *Journal of Pharmacopuncture*, vol. 21, no. 3, pp. 185, 2018.

[57] A. A. Tayel, F. Wael, O. A. Abdel-Monem, S. M. El-Sabbagh, A. S. Alsohim, and E. M. El-Refai, "Production of anticandidal cotton textiles treated with oak gall extract," *Revista Argentina de Microbiología*, vol. 45, no. 4, pp. 271-276, 2013.

[58] S. Chusri, P. N. Phatthalung, and S. P. Voravuthikunchai, "Anti-biofilm activity of Quercus infectoria G. Olivier against methicillin-resistant Staphylococcus aureus," *Letters in applied Microbiology*, vol. 54, no. 6, pp. 511-517, 2012.

[59] K. T. Chung, T. Y. Wong, C. I. Wei, Y. W. Huang, and Y. Lin, "Tannins and human health: a review," *Critical reviews in food science and nutrition*, vol. 38, no. 6, pp. 421-464, 1998.

[60] D. Zhou, Z. H. Liu, D. M. Wang, D. W. Li, L. N. Yang, and W. Wang, "Chemical composition, antibacterial activity and related mechanism of valonia and shell from Quercus variabilis Blume (Fagaceae) against Salmonella paratyphi a and Staphylococcus aureus," *BMC complementary and alternative medicine*, vol. 19, pp. 1-12, 2019.

[61] R. Khairon, N. M. Zin, M. Abdul Rahman, and D. F. Basri, "Comparative proteomic analysis of differential proteins in response to aqueous extract of quercus infectoria gall in methicillin-resistant Staphylococcus aureus," *International Journal of Proteomics*, vol. 2016, 2016.

[62] H. Akiyama, K. Fujii, O. Yamasaki, T. Oono, and K. Iwatsuki, "Antibacterial action of several tannins against Staphylococcus aureus," *Journal of antimicrobial chemotherapy*, vol. 48, no. 4, pp. 487-491, 2001.

[63] S. C. Sati, N. Sati, O. P. Sati, D. Biswas, and B. S. Chauhan, "Analysis and antimicrobial activity of volatile constituents from Quercus leucotrichophora (Fagaceae) bark," *Natural Product Research*, vol. 26, no. 9, pp. 869-872, 2012.

[64] V. O. Dania, O. O. Fadina, M. Ayodele, and P. L. Kumar, "Efficacy of Oryza sativa husk and Quercus phillyraeoides extracts for the in vitro and in vivo control of fungal rot disease of white yam (Dioscorea rotundata Poir)," *SpringerPlus*, vol. 3, pp. 1-7, 2014.

[65] D. Pinto, S. D. Franco, A. M. Silva, S. Cupara, M. Koskovac, K. Kojicic, et al., "Chemical characterization and bioactive properties of a coffee-like beverage prepared from Quercus cerris kernels," *Food & function*, vol. 10, no. 4, pp. 2050-2060, 2019.

[66] G. H. Hobby, C. L. Quave, K. Nelson, C. M. Compadre, K. E. Beenken, and M. S. Smeltzer, "Quercus cerris extracts limit Staphylococcus aureus biofilm formation," *Journal of ethnopharmacology*, vol. 144, no. 3, pp. 812-815, 2012.

[67] S. Sari, B. Barut, A. Özel, A. Kuruüzüm-Uz, and D. Şöhretoğlu, "Tyrosinase and α-glucosidase inhibitory potential of compounds isolated from Quercus coccifera bark: in vitro and in silico perspectives," *Bioorganic Chemistry*, vol. 86, pp. 296-304, 2019.

[68] K. Rtibi, I. Hammami, S. Selmi, D. Grami, H. Sebai, M. Amri, and L. Marzouki, "Phytochemical properties and pharmacological effects of Quercus ilex L. aqueous extract on gastrointestinal physiological parameters in vitro and in vivo," *Biomedicine & Pharmacotherapy*, vol. 94, pp. 787-793, 2017.

[69] M. L. Castejón, M. Á. Rosillo, I. Villegas, M. Sánchez-Hidalgo, L. Hadidi, F. Zaidi, and C. Alarcón-de-la-Lastra, "Quercus ilex extract ameliorates acute TNBS-induced colitis in rats," *Planta Medica*, vol. 85, no. 08, pp. 670-677, 2019.

[70] A. I. Vargas-Segura, S. Y. Silva-Belmares, E. P. Segura-Ceniceros, J. A. Ascacio-Valdés, L. Méndez-González, and A. Ilyina, "Screening and characterization of medicinal plants extracts with bactericidal activity against Streptococcus mutans," *Natural product research*, vol. 34, no. 18, pp. 2672-2676, 2020.

[71] B. Zehra, A. Ahmed, R. Sarwar, A. Khan, U. Farooq, S. Abid Ali, and A. Al-Harrasi, "Apoptotic and antimetastatic activities of betulin isolated from Quercus incana against non-small cell lung cancer cells," *Cancer management and research*, pp. 1667-1683, 2019.

[72] M. S. Baliga, A. R. Shivashankara, S. Venkatesh, H. P. Bhat, P. L. Palatty, G. Bhandari, and S. Rao, "Phytochemicals in the prevention of ethanol-induced hepatotoxicity: A revisit," Dietary interventions in liver disease, pp. 79-89, 2019.

[73] J. Calderon-Montano, E. Burgos-Morón, C. Pérez-Guerrero, and M. López-Lázaro, "A review on the dietary flavonoid kaempferol," *Mini reviews in medicinal chemistry*, vol. 11, no. 4, pp. 298-344, 2011.

[74] Y. Cui, H. Morgenstern, S. Greenland, D. P. Tashkin, J. T. Mao, L. Cai, et al., "Dietary flavonoid intake and lung cancer—A population-based case-control study," *Cancer*, vol. 112, no. 10, pp. 2241-2248, 2008.

[75] B. Sultana and F. Anwar, "Flavonols (kaempeferol, quercetin, myricetin) contents of selected fruits, vegetables and medicinal plants," *Food chemistry*, vol. 108, no. 3, pp. 879-884, 2008.

[76] M. T. Moradi, A. Karimi, and S. Alidadi, "In vitro antiproliferative and apoptosis-inducing activities of crude ethyl alcohol extract of Quercus brantii L. acorn and subsequent fractions," *Chinese journal of natural medicines*, vol. 14, no. 3, pp. 196-202, 2016.

[77] J. Chokpaisarn, N. Urao, S. P. Voravuthikunchai, and T. J. Koh, "Quercus infectoria inhibits Set7/NF-κB inflammatory pathway in macrophages exposed to a diabetic environment," *Cytokine*, vol. 94, pp. 29-36, 2017.

[78] J. L. Ríos, R. M. Giner, M. Marín, and M. C. Recio, "A pharmacological update of ellagic acid," *Planta medica*, vol. 84, no. 15, pp. 1068-1093, 2018.

[79] T. B. Tafesse, A. Hymete, Y. Mekonnen, and M. Tadesse, "Antidiabetic activity and phytochemical screening of extracts of the leaves of Ajuga remota Benth on alloxan-induced diabetic mice," *BMC complementary and alternative medicine*, vol. 17, no. 1, pp. 1-9, 2017.

[80] N. E. Rocha-Guzmán, R. F. González-Laredo, B. D. Vázquez-Cabral, M. R. Moreno-Jiménez, J. A. Gallegos-Infante, C. I. Gamboa-Gómez, and A. G. Flores-Rueda, "Oak leaves as a new potential source for functional beverages: their antioxidant capacity and monomer flavonoid composition," in Functional and medicinal beverages, pp. 381-411, Academic Press, 2019.

[81] T. Wang, X. Li, B. Zhou, H. Li, J. Zeng, and W. Gao, "Anti-diabetic activity in type 2 diabetic mice and α-glucosidase inhibitory, antioxidant and anti-inflammatory potential of chemically profiled pear peel and pulp extracts (Pyrus spp.)," *Journal of Functional foods*, vol. 13, pp. 276-288, 2015.

[82] S. C. Shen and W. C. Chang, "Hypotriglyceridemic and hypoglycemic effects of vescalagin from Pink wax apple [Syzygium samarangense (Blume) Merrill and Perry cv. Pink] in high-fructose diet-induced diabetic rats," *Food Chemistry*, vol. 136, no. 2, pp. 858-863, 2013.

[83] M. Soto-García, M. Rosales-Castro, G. N. Escalona-Cardoso, and N. Paniagua-Castro, "Evaluation of hypoglycemic and genotoxic effect of polyphenolic bark extract from Quercus sideroxyla," *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, pp. 1-7, 2016.

[84] P. Yin, Y. Wang, L. Yang, J. Sui, and Y. Liu, "Hypoglycemic effects in alloxan-induced diabetic rats of the phenolic extract from mongolian oak cups enriched in ellagic acid, kaempferol and their derivatives," *Molecules*, vol. 23, no. 5, pp. 1046-1060, 2018.

[85] L. Sindt, M. Gammacurta, P. Waffo-Teguo, D. Dubourdieu, and A. Marchal, "Taste-guided isolation of bitter lignans from Quercus petraea and their identification in wine," *Journal of Natural Products*, vol. 79, no. 10, pp. 2432-2438, 2016.

[86] N. Jiménez-Moreno, J. A. Moler, H. Urmeneta, J. Suberviola-Ripa, F. Cibriain-Sabalza, L. M. Gandía, and C. Ancín-Azpilicueta, "Oak wood extracts applied to the grapevine. An alternative to obtain quality Garnacha wines," *Food Research International*, vol. 105, pp. 628-636, 2018.

[87] F. Kheirandish, B. Delfan, H. Mahmoudvand, N. Moradi, B. Ezatpour, F. Ebrahimzadeh, and M. Rashidipour, "Antileishmanial, antioxidant, and cytotoxic activities of Quercus infectoria Olivier extract," *Biomedicine & Pharmacotherapy*, vol. 82, pp. 208-215, 2016.

[88] M. A. Ebrahimzadeh, M. M. Taheri, E. Ahmadpour, M. Montazeri, S. Sarvi, M. Akbari, and A. Daryani, "Anti-Toxoplasma effects of methanol extracts of Feijoa sellowiana, quercus castaneifolia, and Allium paradoxum," *Journal of pharmacopuncture*, vol. 20, no. 3, pp. 220-234, 2017.

[89] J. T. Hwang, I. J. Park, J. I. Shin, Y. K. Lee, S. K. Lee, H. W. Baik, et al., "Genistein, EGCG, and capsaicin inhibit adipocyte differentiation process via

activating AMP-activated protein kinase," *Biochemical and biophysical research communications*, vol. 338, no. 2, pp. 694-699, 2005.

[90] U. Y. Youn, M. S. Shon, G. N. Kim, R. Katagiri, K. Harata, M. Kamegai, et al., "Antioxidant and anti-adipogenic activities of acorn shells," *Food science and biotechnology*, vol. 25, pp. 1183-1187, 2016.

[91] J. T. Hwang, H. K. Choi, S. H. Kim, S. Chung, H. J. Hur, J. H. Park, and M. Y. Chung, "Hypolipidemic activity of Quercus acutissima fruit ethanol extract is mediated by inhibition of acetylation," *Journal of medicinal food*, vol. 20, no. 6, pp. 542-549, 2017.

[92] J. Koseki, T. Matsumoto, Y. Matsubara, K. Tsuchiya, Y. Mizuhara, K. Sekiguchi, et al., "Inhibition of rat 5α-reductase activity and testosterone-induced sebum synthesis in hamster sebocytes by an extract of Quercus acutissima cortex," *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015.

[93] A. Karimi, M. Rafieian-Kopaei, M. T. Moradi, and S. Alidadi, "Anti–Herpes Simplex Virus Type-1 Activity and Phenolic Content of Crude Ethanol Extract and Four Corresponding Fractions of Quercus brantii L Acorn," *Journal of evidence-based complementary & alternative medicine*, vol. 22, no. 3, pp. 455-461, 2017.

[94] S. H. Youn, J. H. Kwon, J. Yin, L. T. Tam, H. S. Ahn, S. C. Myung, and M. W. Lee, "Anti-inflammatory and anti-urolithiasis effects of polyphenolic compounds from Quercus gilva Blume," *Molecules*, vol. 22, no. 7, pp. 1121-1127, 2017.

[95] A. R. Abdullah, H. Hapidin, and H. Abdullah, "The role of semipurified fractions isolated from Quercus infectoria on bone metabolism by using hFOB 1.19 human fetal osteoblast cell model," *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, pp. 1-13, 2018.

[96] N. P. Möller, K. E. Scholz-Ahrens, N. Roos, and J. Schrezenmeir, "Bioactive peptides and proteins from foods: indication for health effects," *European Journal of Nutrition*, vol. 47, no. 4, pp. 171-182, 2008.

[97] R. Anusha and O. S. Bindhu, "Bioactive peptides from milk," in Milk Proteins—From Structure to Biological Properties and Health Aspects, 101-140, 2016.

[98] M. Ohata, S. Uchida, L. Zhou, and K. Arihara, "Antioxidant activity of fermented meat sauce and isolation of an associated antioxidant peptide," *Food Chemistry*, vol. 194, pp. 1034-1039, 2016.

[99] A. N. N. E. Pihlanto-Leppälä, P. Koskinen, K. A. T. I. Piilola, T. Tupasela, and H. Korhonen, "Angiotensin I-converting enzyme inhibitory properties of whey protein digests: concentration and characterization of active peptides," *Journal of Dairy Research*, vol. 67, no. 1, pp. 53-64, 2000.

[100] Y. Li and J. Yu, "Research progress in structure-activity relationship of bioactive peptides," *Journal of Medicinal Food*, vol. 18, no. 2, pp. 147-156, 2015.

[101] K. Erdmann, B. W. Cheung, and H. Schröder, "The possible roles of food-derived bioactive peptides in reducing the risk of cardiovascular disease," *The Journal of Nutritional Biochemistry*, vol. 19, no. 10, pp. 643-654, 2008.

[102] P. A. Harnedy and R. J. FitzGerald, "Bioactive peptides from marine processing waste and shellfish: A review," *Journal of Functional Foods*, vol. 4, no. 1, pp. 6-24, 2012.

[103] A. Yadav, R. Kumari, A. Yadav, J. P. Mishra, S. Srivatva, and S. Prabha, "Antioxidants and its functions in human body-A Review," *Res. Environ. Life Sci*, vol. 9, no. 11, pp. 1328-1331, 2016.

[104] M. Kumar, M. Tomar, S. Punia, J. Dhakane-Lad, S. Dhumal, S. Changan, et al., "Plant-based proteins and their multifaceted industrial applications," *LWT-Food Science and Technology***,** vol. 154, p. 112620, 2022.

[105] H. Kaur, M. Afsar, I. Devgon, M. A. Khan, S. Jangra, and L. K. A. Kumar, "Bioactive peptides: emerging tool to fight diseases," *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, vol. 7, no. 07, 2020.

[106] A. Sánchez and A. Vázquez, "Bioactive peptides: A review," *Food Quality and Safety*, vol. 1, no. 1, pp. 29-46, 2017.

[107] G. B. Qi, Y. J. Gao, L. Wang, and H. Wang, "Self-assembled peptide-based nanomaterials for biomedical imaging and therapy," *Advanced Materials*, vol. 30, no. 22, p. 1703444, 2018.

[108] S. Acevedo-Juárez, D. Guajardo-Flores, E. Heredia-Olea, and M. Antunes-Ricardo, "Bioactive peptides from nuts: A review," *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 57, no. 4, pp. 2226-2234, 2022.

[109] J. L. Lau and M. K. Dunn, "Therapeutic peptides: Historical perspectives, current development trends, and future directions," *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, vol. 26, no. 10, pp. 2700-2707, 2018.

[110] G. Göksen, M. J. Fabra, H. I. Ekiz, and A. López-Rubio, "Phytochemical-loaded electrospun nanofibers as novel active edible films: Characterization and antibacterial efficiency in cheese slices," *Food Control*, vol. 112, p. 107133, 2020.

[111] C. S. Queirós, S. Cardoso, A. Lourenço, J. Ferreira, I. Miranda, M. J. V. Lourenço, and H. Pereira, "Characterization of walnut, almond, and pine nut shells regarding chemical composition and extract composition," *Biomass Conversion and Biorefinery*, vol. 10, pp. 175-188, 2020.

[112] N. G. Taş and V. Gökmen, "Phenolic compounds in natural and roasted nuts and their skins: a brief review," *Current Opinion in Food Science*, vol. 14, pp. 103-109, 2017.

[113] R. Bodoira and D. Maestri, "Phenolic compounds from nuts: extraction, chemical profiles, and bioactivity," *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 68, no. 4, pp. 927-942, 2020.

[114] N. Pahlavani, D. Rostami, F. Ebrahimi, and F. Azizi-Soleiman, "Nuts effects in chronic disease and relationship between walnuts and satiety: review on the available evidence," *Obesity medicine*, vol. 17, p. 100173, 2020.

[115] W. Zhao, G. Xu, Z. Yu, J. Li, and J. Liu, "Identification of nut protein-derived peptides against SARS-CoV-2 spike protein and main protease," *Computers in Biology and Medicine*, vol. 138, p. 104937, 2021.

[116] Y. Fu, J. F. Young, and M. Therkildsen, "Bioactive peptides in beef: Endogenous generation through postmortem aging," *Meat Science*, vol. 123, pp. 134-142, 2017.

[117] S. K. Ulug, F. Jahandideh, and J. Wu, "Novel technologies for the production of bioactive peptides," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 108, pp. 27-39, 2021.

[118] D. E. Cruz-Casas, C. N. Aguilar, J. A. Ascacio-Valdés, R. Rodríguez-Herrera, M. L. Chávez-González, and A. C. Flores-Gallegos, "Enzymatic hydrolysis and microbial fermentation: The most favorable biotechnological methods for the release of bioactive peptides," *Food Chemistry: Molecular Sciences*, vol. 3, p. 100047, 2021.

[119] Z. Karami and B. Akbari-Adergani, "Bioactive food derived peptides: A review on correlation between structure of bioactive peptides and their functional properties," *Journal of Food Science and Technology*, vol. 56, pp. 535-547, 2019.

[120] M. S. Bisinotto, D. C. da Silva, L. de Carvalho Fino, F. M. Simabuco, R. M. N. Bezerra, A. E. C. Antunes, and M. T. B. Pacheco, "Bioaccessibility of cashew nut kernel flour compounds released after simulated in vitro human gastrointestinal digestion," *Food Research International*, vol. 139, p. 109906, 2021.

[121] P. Agarwal and R. Gupta, "Alpha-amylase inhibition can treat diabetes mellitus," *Res. Rev. J. Med. Health Sci*, vol. 5, pp. 1-8, 2016.

[122] F. Arrutia, Á. Puente, F. A. Riera, C. Menéndez, and U. A. González, "Influence of heat pre-treatment on BSA tryptic hydrolysis and peptide release," *Food Chemistry*, vol. 202, pp. 40-48, 2016.

[123] E. Sebokova, A. D. Christ, M. Boehringer, and J. Mizrahi, "Dipeptidyl peptidase IV inhibitors: the next generation of new promising therapies for the management of type 2 diabetes," *Current Topics in Medicinal Chemistry*, vol. 7, no. 6, pp. 547-555, 2007.

[124] M. Nauck et al., "Efficacy and safety comparison of liraglutide, glimepiride, and placebo, all in combination with metformin, in type 2 diabetes: the LEAD (liraglutide effect and action in diabetes)-2 study," *Diabetes Care*, vol. 32, no. 1, pp. 84-90, 2009.

[125] J. J. Holst and J. Gromada, "Role of incretin hormones in the regulation of insulin secretion in diabetic and nondiabetic humans," *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, vol. 287, no. 2, pp. 199-206, 2004.

[126] I. M. Lacroix and E. C. Li-Chan, "Evaluation of the potential of dietary proteins as precursors of dipeptidyl peptidase (DPP)-IV inhibitors by an in silico approach," *Journal of Functional Foods*, vol. 4, no. 2, pp. 403-422, 2012.

[127] I. M. Lacroix and E. C. Li-Chan, "Dipeptidyl peptidase-IV inhibitory activity of dairy protein hydrolysates," *International Dairy Journal*, vol. 25, no. 2, pp. 97-102, 2012.

[128] L. Hieronymus and S. Griffin, "Role of amylin in type 1 and type 2 diabetes," *The Diabetes Educator*, vol. 41, no. 1_suppl, pp. 47S-56S, 2015.

[129] G. A. Balsan, J. L. D. C. Vieira, A. M. D. Oliveira, and V. L. Portal, "Relationship between adiponectin, obesity and insulin resistance," *Revista da Associação Médica Brasileira*, vol. 61, pp. 72-80, 2015.

[130] G. Musso, R. Gambino, and M. Cassader, "Obesity, diabetes, and gut microbiota: the hygiene hypothesis expanded," *Diabetes care*, vol. 33, no. 10, pp. 2277-2284, 2010.

[131] J. Yan, J. Zhao, R. Yang, and W. Zhao, "Bioactive peptides with antidiabetic properties: A review," *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 54, no. 6, pp. 1909-1919, 2019.

[132] M. E. Oseguera-Toledo, E. González de Mejía, R. Reynoso-Camacho, A. Cardador-Martínez, and S. L. Amaya-Llano, "Proteins and bioactive peptides: mechanisms of action on diabetes management," *Nutrafoods*, vol. 13, pp. 147-157, 2014.

[133] C. L. Jao, C. C. Hung, Y. S. Tung, P. Y. Lin, M. C. Chen, and K. C. Hsu, "The development of bioactive peptides from dietary proteins as a dipeptidyl peptidase IV inhibitor for the management of type 2 diabetes," *BioMedicine*, vol. 5, pp. 1-7, 2015.

[134] P. Antony and R. Vijayan, "Bioactive peptides as potential nutraceuticals for diabetes therapy: A comprehensive review," *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 22, no. 16, p. 9059, 2021.

[135] F. Jahandideh and J. Wu, "A review on mechanisms of action of bioactive peptides against glucose intolerance and insulin resistance," *Food Science and Human Wellness*, vol. 11, no. 6, pp. 1441-1454, 2022.

[136] A. J. Krentz, K. Fujioka, and M. Hompesch, "Evolution of pharmacological obesity treatments: focus on adverse side-effect profiles," *Diabetes, Obesity and Metabolism*, vol. 18, no. 6, pp. 558-570, 2016.

[137] A. Kumar et al., "Gold nanoparticles functionalized with therapeutic and targeted peptides for cancer treatment," *Biomaterials*, vol. 33, no. 4, pp. 1180-1189, 2012.

[138] H. Admassu, M. A. A. Gasmalla, R. Yang, and W. Zhao, "Bioactive peptides derived from seaweed protein and their health benefits: antihypertensive, antioxidant, and antidiabetic properties," *Journal of Food Science*, vol. 83, no. 1, pp. 6-16, 2018.

[139] D. J. Drucker and M. A. Nauck, "The incretin system: glucagon-like peptide-1 receptor agonists and dipeptidyl peptidase-4 inhibitors in type 2 diabetes," *The Lancet*, vol. 368, no. 9548, pp. 1696-1705, 2006.

[140] N. T. P. Nong and J. L. Hsu, "Characteristics of food protein-derived antidiabetic bioactive peptides: A literature update," *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 22, no. 17, p. 9508, 2021.

[141] R. Hartmann and H. Meisel, "Food-derived peptides with biological activity: from research to food applications," *Current Opinion in Biotechnology*, vol. 18, no. 2, pp. 163-169, 2007.

[142] V. Vermeirssen, J. Van Camp, and W. Verstraete, "Bioavailability of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides," *British Journal of Nutrition*, vol. 92, no. 3, pp. 357-366, 2004.

[143] N. H. Ishak and N. M. Sarbon, "A review of protein hydrolysates and bioactive peptides deriving from wastes generated by fish processing," *Food and Bioprocess Technology*, vol. 11, pp. 2-16, 2018.

[144] B. A. Murray and R. J. FitzGerald, "Angiotensin converting enzyme inhibitory peptides derived from food proteins: biochemistry, bioactivity and production," *Current Pharmaceutical Design*, vol. 13, no. 8, pp. 773-791, 2007.

[145] R. E. Aluko, "Structure and function of plant protein-derived antihypertensive peptides," *Current Opinion in Food Science*, vol. 4, pp. 44-50, 2015.

[146] T. D. Giles, G. E. Sander, B. D. Nossaman, and P. J. Kadowitz, "Impaired vasodilation in the pathogenesis of hypertension: focus on nitric oxide, endothelial-derived hyperpolarizing factors, and prostaglandins," *The Journal of Clinical Hypertension*, vol. 14, no. 4, pp. 198-205, 2012.

[147] D. E. Kohan, N. F. Rossi, E. W. Inscho, and D. M. Pollock, "Regulation of blood pressure and salt homeostasis by endothelin," *Physiological reviews*, vol. 91, no. 1, pp. 1-77, 2011.

[148] H. Fan, W. Liao, F. Spaans, M. Pasha, S. T. Davidge, and J. Wu, "Chicken muscle hydrolysate reduces blood pressure in spontaneously hypertensive rats, upregulates ACE2, and ameliorates vascular inflammation, fibrosis, and oxidative stress," *Journal of Food Science*, vol. 87, no. 3, pp. 1292-1305, 2022.

[149] D. Konukoglu and H. Uzun, "Endothelial dysfunction and hypertension," Hypertension: from basic research to clinical practice, pp. 511-540, 2017.

[150] W. Y. Huang, S. T. Davidge, and J. Wu, "Bioactive natural constituents from food sources—potential use in hypertension prevention and treatment," *Critical reviews in food science and nutrition*, vol. 53, no. 6, pp. 615-630, 2013.

[151] S. Chakrabarti, F. Jahandideh, and J. Wu, "Food-derived bioactive peptides on inflammation and oxidative stress," *BioMed Research International*, 2014.

[152] M. Ü. Ünal, A. Şener, and K. Cemek, "Biyoaktif peptitlerin sağlık üzerine etkileri," Gıda, vol. 43, no. 6, pp. 930-942, 2018.

[153] F. C. Wong, J. Xiao, S. Wang, K. Y. Ee, and T. T. Chai, "Advances on the antioxidant peptides from edible plant sources," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 99, pp. 44-57, 2020.

[154] M. A. Ali, M. M. Kamal, M. H. Rahman, M. N. Siddiqui, M. A. Haque, K. K. Saha, and M. A. Rahman, "Functional dairy products as a source of bioactive peptides and probiotics: Current trends and future prospectives," *Journal of Food Science and Technology*, vol. 59, no. 4, pp. 1263-1279, 2022.

[155] C. Wen, J. Zhang, H. Zhang, Y. Duan, and H. Ma, "Plant protein-derived antioxidant peptides: Isolation, identification, mechanism of action and application in food systems: A review," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 105, pp. 308-322, 2020.

[156] M. Segura-Campos, L. Chel-Guerrero, D. Betancur-Ancona, and V. M. Hernandez-Escalante, "Bioavailability of bioactive peptides," *Food Reviews International*, vol. 27, no. 3, pp. 213-226, 2011.

[157] B. H. Sarmadi and A. Ismail, "Antioxidative peptides from food proteins: A review," *Peptides*, vol. 31, no. 10, pp. 1949-1956, 2010.

[158] Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International, "Official methods of analysis of AOAC international," 17th ed., Arlington, 2012, pp. 25–42.

[159] W. Brand-Williams, M. E. Cuvelier, and C. L. W. T. Berset, "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity," *LWT-Food Science and Technology*, vol. 28, no. 1, pp. 25-30, 1995.

[160] S. G. Rival, C. G. Boeriu, and H. J. Wichers, "Caseins and casein hydrolysates. 2. Antioxidative properties and relevance to lipoxygenase inhibition," *Journal of Agricultural and Food chemistry*, vol. 49, no. 1, pp. 295-302, 2001.

[161] V. L. Singleton and J. A. Rossi, "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents," *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 16, no. 3, pp. 144-158, 1965.

[162] E. Espada-Bellido, M. Ferreiro-González, C. Carrera, M. Palma, C. G. Barroso, and G. F. Barbero, "Optimization of the ultrasound-assisted extraction of anthocyanins and total phenolic compounds in mulberry (Morus nigra) pulp," *Food Chemistry*, vol. 219, pp. 23-32, 2017.

[163] A. C. Karaca, N. Low, and M. Nickerson, "Emulsifying properties of chickpea, faba bean, lentil and pea proteins produced by isoelectric precipitation and salt extraction," *Food Research International*, vol. 44, no. 9, pp. 2742-2750, 2011.

[164] A. K. Stone, A. Karalash, R. T. Tyler, T. D. Warkentin, and M. T. Nickerson, "Functional attributes of pea protein isolates prepared using different extraction methods and cultivars," *Food Research International*, vol. 76, pp. 31-38, 2015.

[165] N. T. P. Nong and J. L. Hsu, "Bioactive Peptides: An Understanding from Current Screening Methodology," *Processes*, vol. 10, no. 6, p. 1114, 2022.

[166] İ. Gülseren and M. Corredig, "Storage stability and physical characteristics of tea-polyphenol-bearing nanoliposomes prepared with milk fat globule membrane phospholipids," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 61, no. 13, pp. 3242-3251, 2013.

[167] A. F. Çağlar, A. G. Göksu, B. Çakır, and İ. Gülseren, "Tombul hazelnut (Corylus avellana L.) peptides with DPP-IV inhibitory activity: In vitro and in silico studies," *Food Chemistry: X*, vol. 12, p. 100151, 2021.

[168] A. B. Nongonierma, S. Paolella, P. Mudgil, S. Maqsood, and R. J. FitzGerald, "Identification of novel dipeptidyl peptidase IV (DPP-IV) inhibitory peptides in camel milk protein hydrolysates," *Food Chemistry*, vol. 244, pp. 340-348, 2018.

[169] A. F. Çağlar, "Yağı alınmış fındık posalarının tripsin, kimotripsin ve termolisin enzimleri ile muamele edilmesi sonucu oluşan bazı biyoaktif

peptitlerin belirlenmesi" (Master's thesis, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), 2019.

[170] R. Sinha, C. Radha, J. Prakash, and P. Kaul, "Whey protein hydrolysate: Functional properties, nutritional quality and utilization in beverage formulation," *Food Chemistry*, vol. 101, no. 4, pp. 1484-1491, 2007.

[171] I. C. Sheih, T. J. Fang, and T. K. Wu, "Isolation and characterisation of a novel angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory peptide from the algae protein waste," *Food Chemistry*, vol. 115, no. 1, pp. 279-284, 2009.

[172] S. Marklund and G. Marklund, "Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase," *European Journal of Biochemistry*, vol. 47, no. 3, pp. 469-474, 1974.

[173] H. Wang, T. Chang-Wong, H. Y. Tang, and D. W. Speicher, "Comparison of extensive protein fractionation and repetitive LC-MS/MS analyses on depth of analysis for complex proteomes," *Journal of Proteome Research*, vol. 9, no. 2, pp. 1032-1040, 2010.

[174] B. Kilic and M. P. Richards, "Lipid oxidation in poultry döner kebab: Pro-oxidative and anti-oxidative factors," *Journal of Food Science*, vol. 68, no. 2, pp. 686-689, 2003.

[175] A. K. Halkman, "Merck gıda mikrobiyolojisi uygulamaları," *Başak Matbaacılık*, Ankara, 2005.

[176] Ö. P. Can and B. Patır, "Kitosan kaplamanın gökkuşağı alabalığı (Oncorhynchus mykiss, W. 1792) filetolarının raf ömrü üzerine etkisi," *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, vol. 42, no. 4, pp. 148-154, 2012.

[177] K. Deforce, J. Bastiaens, H. Van Calster, and S. Vanhoutte, "Iron Age acorns from Boezinge (Belgium): the role of acorn consumption in prehistory," *Archaologisches Korrespondenzblatt*, vol. 12, no. 3, p. 381-386, 2009.

[178] T. M. Rababah, K. I. Ereifej, M. A. Al-Mahasneh, M. N. Alhamad, M. A. Alrababah, and A. H. Muhammad, "The physicochemical composition of acorns for two Mediterranean Quercus species," *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, vol. 4, no. 2, pp. 131-137, 2008.

[179] D. Rosenberg, "The possible use of acorns in past economies of the Southern Levant: a staple food or a negligible food source," *Levant*, vol. 40, no. 2, pp. 167-175, 2008.

[180] G. Gea-Izquierdo, I. Cañellas, and G. Montero, "Acorn production in Spanish holm oak woodlands," *Forest Systems*, vol. 15, no. 3, pp. 339-354, 2006.

[181] R. T. Correia, K. C. Borges, M. F. Medeiros, and M. I. Genovese, "Bioactive compounds and phenolic-linked functionality of powdered tropical fruit residues," *Food Science and Technology International*, vol. 18, no. 6, pp. 539-547, 2012.

[182] M. I. Socaciu, C. A. Semeniuc, E. A. Mureşan, A. Pușcaș, A. Tanislav, F. Ranga, and V. Mureşan, "Characterization of some Fagaceae kernels nutritional composition for potential use as novel food ingredients," *Food Chemistry*, vol. 406, p. 135053, 2023.

[183] X. Sun, H. Kang, H. Du, J. Hu, J. Zhou, J. Hou, and C. Liu, "Stoichiometric traits of oriental oak (Quercus variabilis) acorns and their variations in relation to environmental variables across temperate to subtropical China," *Ecological Research*, vol. 27, pp. 765-773, 2012.

[184] T. Özcan, "Characterization of Turkish Quercus L. taxa based on fatty acid compositions of the acorns," *Journal of the American Oil Chemists' Society*, vol. 84, no. 7, pp. 653-662, 2007.

[185] Z. Afzal-Rafii, R. S. Dodd, and Y. Pelleau, "Mediterranean evergreen oak diversity: morphological and chemical variation of acorns," *Canadian Journal of Botany*, vol. 70, no. 7, pp. 1459-1466, 1992.

[186] S. Petrovic, S. Sobajic, S. Rakic, A. Tomic, and J. Kukic, "Investigation of kernel oils of Quercus robur and Quercus cerris," *Chemistry of Natural Compounds*, vol. 40, pp. 420-422, 2004.

[187] D. Karolyi, K. Salajpal, G. Kiš, M. Đikić, and I. Jurić, "Influence of finishing diet on fatty acid profile of longissimus muscle of Black Slavonian pigs," *Poljoprivreda*, vol. 13, no. 1, pp. 176-179, 2007.

[188] W. Shi, P. Villar-Salvador, G. Li, and X. Jiang, "Acorn size is more important than nursery fertilization for outplanting performance of Quercus variabilis container seedlings," *Annals of Forest Science*, vol. 76, pp. 1-12, 2019.

[189] A. Karimi and M.T. Moradi, "Total phenolic compounds and in vitro antioxidant potential of crude methanol extract and the correspond fractions of Quercus brantii L. acorn," *Journal of HerbMed Pharmacology*, vol. 4, no. 1, pp. 35-39, 2015.

[190] T. Akcan, R. Gökçe, M. Asensio, M. Estevez, and D. Morcuende, "Acorn (Quercus spp.) as a novel source of oleic acid and tocopherols for livestock and humans: discrimination of selected species from Mediterranean forest," *Journal of Food Science and Technology*, vol. 54, no. 10, pp. 3050-3057, 2017.

[191] S. Gezici and N. Sekeroglu, "Neuroprotective potential and phytochemical composition of acorn fruits," *Industrial Crops and Products*, vol. 128, pp. 13-17, 2019.

[192] M.A. Toori, M. Mirzaei, N. Mirzaei, P. Lamrood, and A. Mirzaei, "Antioxidant and hepatoprotective effects of the internal layer of oak fruit (Jaft)," *Journal of Medicinal Plants Research*, vol. 7, no. 1, pp. 24-28, 2013.

[193] O. Özünlü, H. Ergezer, and R. Gökçe, "Improving physicochemical, antioxidative and sensory quality of raw chicken meat by using acorn extracts," *LWT - Food Science and Technology*, vol. 98, pp. 477-484, 2018.

[194] K. Zheng, S. Xiao, W. Li, W. Wang, H. Chen, F. Yang, and C. Qin, "Chitosan-acorn starch-eugenol edible film: Physico-chemical, barrier, antimicrobial, antioxidant and structural properties," *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 135, pp. 344-352, 2019.

[195] V.T. Papoti, N. Kizaki, A. Skaltsi, P.D. Karayannakidis, and M. Papageorgiou, "The phytochemical rich potential of acorn (Quercus aegilops) products and byproducts," *Food Science and Biotechnology*, vol. 27, pp. 819-828, 2018.

[196] K.R. Krishnan, S. Babuskin, P.A.S. Babu, M. Sasikala, K. Sabina, G. Archana, M. Sivarajan, and M. Sukumar, "Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat," *International Journal of Food Microbiology*, vol. 171, pp. 32-40, 2014.

[197] B. Min and D.U. Ahn, "Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products - A review," *Food Science and Biotechnology*, vol. 14, no. 1, pp. 152-163, 2005.

[198] I. Ucak, R. Khalily, C. Carrillo, I. Tomasevic, and F.J. Barba, "Potential of propolis extract as a natural antioxidant and antimicrobial in gelatin films applied to rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillets," *Foods*, vol. 9, no. 11, p. 1584, 2020.

[199] K.I. Sallam, "Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon," *Food Control*, vol. 18, no. 5, pp. 566-575, 2007.

[200] C. Mooney, N.J. Haslam, G. Pollastri, and D.C. Shields, "Towards the improved discovery and design of functional peptides: common features of diverse classes permit generalized prediction of bioactivity," *PLoS ONE*, vol. 7, no. 10, pp. 1-12, 2012.

[201] A.B. Nongonierma and R.J. FitzGerald, "Dipeptidyl peptidase IV inhibitory and antioxidative properties of milk protein-derived dipeptides and hydrolysates," *Peptides*, vol. 39, pp. 157-163, 2013.

[202] A.B. Nongonierma, C. Mooney, D.C. Shields, and R.J. FitzGerald, "Inhibition of dipeptidyl peptidase IV and xanthine oxidase by amino acids and dipeptides," *Food Chemistry*, vol. 141, no. 1, pp. 644-653, 2013.

[203] V.T.T. Lan, K. Ito, M. Ohno, T. Motoyama, S. Ito, and Y. Kawarasaki, "Analyzing a dipeptide library to identify human dipeptidyl peptidase IV inhibitor," *Food Chemistry*, vol. 175, pp. 66-73, 2015.

[204] J. Xu, J. Cao, J. Yue, X. Zhang, and Y. Zhao, "New triterpenoids from acorns of Quercus liaotungensis and their inhibitory activity against α-glucosidase, α-amylase, and protein-tyrosine phosphatase 1B," *Journal of Functional Foods*, vol. 41, pp. 232-239, 2018.

[205] M. Ahmed, H. Fatima, M. Qasim, and B. Gul, "Polarity directed optimization of phytochemical and in vitro biological potential of an indigenous folklore: Quercus dilatata Lindl. ex Royle," *BMC Complementary Medicine and Therapies*, vol. 17, no. 1, p. 386, 2017.

[206] A. Dogan, I. Celik, and M.S. Kaya, "Antidiabetic properties of lyophilized extract of acorn (Quercus brantii Lindl.) on experimentally STZ-induced diabetic rats," *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 176, pp. 243-251, 2015.

[207] A.J. Velarde-Salcedo, A. Barrera-Pacheco, S. Lara-González, G.M. Montero-Morán, A. Díaz-Gois, E.G. De Mejia, and A.P.B. De La Rosa, "In vitro inhibition of dipeptidyl peptidase IV by peptides derived from the hydrolysis of amaranth (Amaranthus hypochondriacus L.) proteins," *Food Chemistry*, vol. 136, no. 2, pp. 758-764, 2013.

[208] T. Hatanaka, Y. Inoue, J. Arima, Y. Kumagai, H. Usuki et al., "Production of dipeptidyl peptidase IV inhibitory peptides from defatted rice bran," *Food Chemistry*, vol. 134, no. 2, pp. 797-802, 2012.

[209] İ. Gülseren, B. Çakır, and A.F. Çağlar, "Soğuk pres fındık posalarından üretilmiş triptik peptitlerin in vitro ACE inhibe edici aktiviteleri üzerine ön incelemeler," *GIDA*, vol. 44, no. 2, pp. 309-317, 2019.

[210] J. Wu and A.D. Muir, "Isoflavone content and its potential contribution to the antihypertensive activity in soybean angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 56, no. 21, pp. 9899-9904, 2008.

[211] J.S. Tsai, Y.S. Lin, B.S. Pan, and T.J. Chen, "Antihypertensive peptides and γ-aminobutyric acid from prozyme 6 facilitated lactic acid bacteria fermentation of soymilk," *Process Biochemistry*, vol. 41, no. 6, pp. 1282-1288, 2006.

[212] N.G. Dumandan, M.R.N. Angelia, M.D. Belina-Aldemita, and M.A.O. Torio, "Extraction and characterization of bioactive peptides derived from the hydrolysates of total soluble proteins of pistachio nuts (Pistacia vera L.)," *Kimika*, vol. 25, no. 1, pp. 2-10, 2014.

[213] B. Hernández-Ledesma, M. del Mar Contreras, and I. Recio, "Antihypertensive peptides: production, bioavailability and incorporation into foods," *Advances in Colloid and Interface Science*, vol. 165, no. 1, pp. 23-35, 2011.

[214] Z.F. Bhat, S. Kumar, and H.F. Bhat, "Antihypertensive peptides of animal origin: A review," *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 57, no. 3, pp. 566-578, 2017.

[215] D. Bougle and S. Bouhallab, "Dietary bioactive peptides: Human studies," *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 57, no. 2, pp. 335-343, 2017.

[216] A.C. Lemes, L. Sala, J.D.C. Ores, A.R.C. Braga, M.B. Egea, et al., "A review of the latest advances in encrypted bioactive peptides from protein-rich waste," *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 17, no. 6, p. 950, 2016.

[217] I. Arcan and A. Yemenicioğlu, "Antioxidant activity of protein extracts from heat-treated or thermally processed chickpeas and white beans," *Food Chemistry*, vol. 103, no. 2, pp. 301-312, 2007.

[218] A. Bukya and T.P. Vijayakumar, "Food Proteomics," in Y. Srivastava (Ed.), Advances in Food Science and Nutrition, pp. 77-96, Oba Ile: Science and Education Development Institute, 2013.

[219] H.M. Chen, K. Muramoto, F. Yamauchi, and K. Nokihara, "Antioxidant activity of designed peptides based on the antioxidative peptide isolated from digests of a soybean protein," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 44, no. 9, pp. 2619-2623, 1996.

[220] O. Sagdic, B. Polat, and H. Yetim, "Bioactivities of some wild fruits grown in Turkey," *Erwerbs-Obstbau*, vol. 64, no. 2, pp. 299-305, 2022.

[221] D. Morales, "Oak trees (Quercus spp.) as a source of extracts with biological activities: A narrative review," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 109, pp. 116-125, 2021.

[222] İ. Uçak, "Nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilmiş balık burgerlerin oksidatif, mikrobiyal ve duyusal kalite değişimlerinin incelenmesi," *Food and Health*, vol. 6, no. 4, ss. 238-247, 2020.

[223] H. Akarsu, "Buzdolabında (+ 2±1 C) vakum paketlenerek depolanmış alabalık (Oncorhynchus mykiss walbaum, 1792) filetolarının kalitesine farklı kekik (Origanum onites l.) ekstraktlarının etkisi" [Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü].

[224] S. Aref, N. Morsy, R. A. Habiba, and F. M. Zayat, "Effect of Transglutaminase Enzyme, Chitosan and Rosemary Extract on Some Quality Characteristics of Ready to Eat Fish Fingers Made from Catfish (Clarias gariepinus) during Frozen Storage," *EC Nutrition*, vol. 13, pp. 716-731, 2018.

[225] J. Del Campo, M. J. Amiot, and C. Nguyen-The, "Antimicrobial effect of rosemary extracts," *Journal of food protection*, vol. 63, no. 10, pp. 1359-1368, 2000.

[226] M. Raissy, H. Ghafarifarsani, S. H. Hoseinifar, E. R. El-Haroun, S. S. Naserabad, and H. Van Doan, "The effect of dietary combined herbs extracts (oak acorn, coriander, and common mallow) on growth, digestive enzymes, antioxidant and immune response, and resistance against Aeromonas hydrophila infection in common carp, Cyprinus carpio," *Aquaculture*, vol. 546, p. 737287, 2022.

[227] S. F. Mexis, E. Chouliara, and M. G. Kontominas, "Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4 C," *Food microbiology*, vol. 26, no. 6, pp. 598-605, 2009.

[228] L. Frangos, N. Pyrgotou, V. Giatrakou, A. Ntzimani, and I. N. Savvaidis, "Combined effects of salting, oregano oil and vacuum-packaging on the shelf-life of refrigerated trout fillets," Food microbiology, vol. 27, no. 1, pp. 115-121, 2010.

[229] A. Bensid, Y. Ucar, B. Bendeddouche, and F. Özogul, "Effect of the icing with thyme, oregano and clove extracts on quality parameters of gutted and beheaded anchovy (Engraulis encrasicholus) during chilled storage," *Food Chemistry*, vol. 145, pp. 681-686, 2014.

[230] M. Abdel-Tawwab, N. M. Abdulrahman, V. M. Ahmad, D. O. Ramzi, and B. R. Hassan, "Effects of dietary oak (Quercus aegilops L.) acorn on growth performance, somatic indices, and hemato-biochemical responses of common carp, Cyprinus carpio L., at different stocking densities," *Journal of Applied Aquaculture*, vol. 34, no. 4, pp. 877-893, 2022.

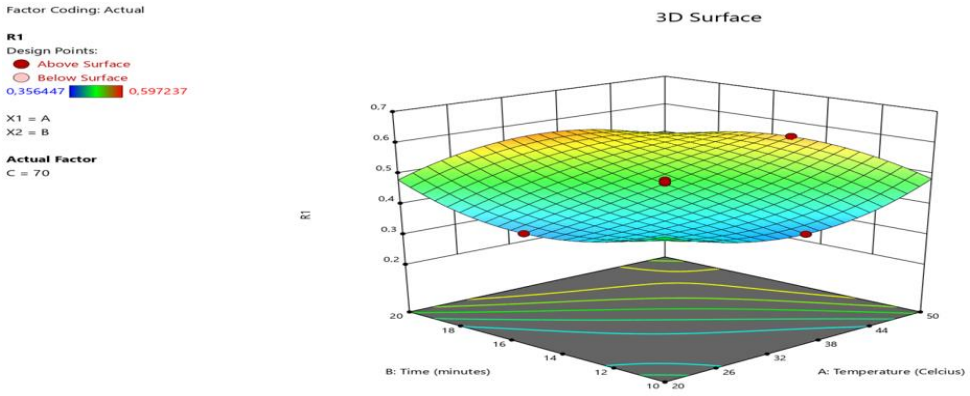
[231] A. E. Goulas and M. G. Kontominas, "Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (Sparus aurata): Biochemical and sensory attributes," *Food chemistry*, vol. 100, no. 1, pp. 287-296, 2007.

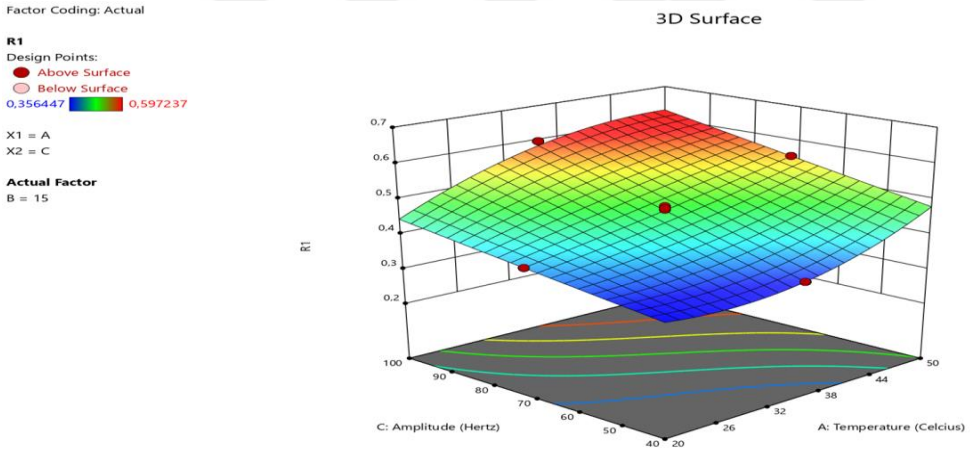
[232] N. Erkan, Ş. Y. Tosun, Ş. Ulusoy, and G. Üretener, "The use of thyme and laurel essential oil treatments to extend the shelf life of bluefish (Pomatomus saltatrix) during storage in ice," *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, vol. 6, pp. 39-48, 2011.

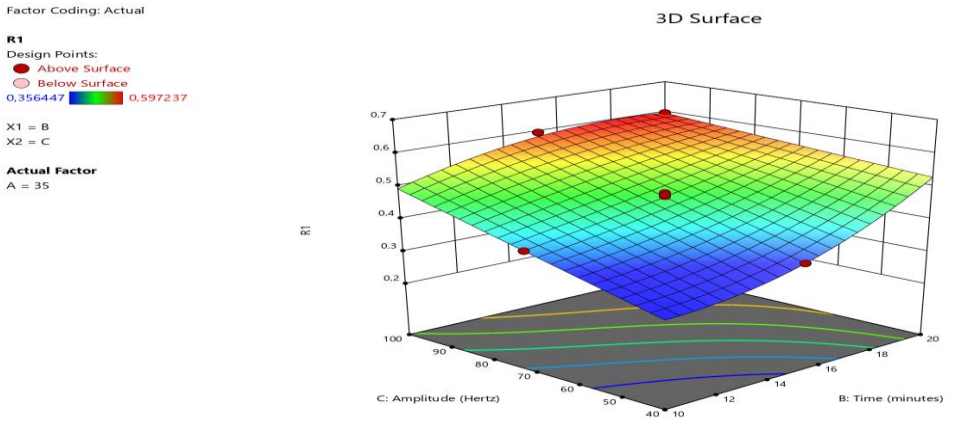
[233] M. Duman, Ö. E. Çoban, and E. Özpolat, "Biberiye ve kekik esansiyel yağları katkısının marine edilmiş kerevitlerin (Astacus leptodactylus Esch., 1823) raf ömrüne etkisinin belirlenmesi," Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, vol. 18, no. 5, 2012.

A

TOPLAM FENOLİK MADDE MİKTARI ÜZERİNE 3 BOYUTLU YANIT YÜZEY VERİLERİ







TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Makaleler

1. ÇAĞLAR, M. Y., & ARICI, M. (2023). Antioxidant, antidiabetic, and antihypertensive effects of peptides from some Quercus species. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *47*(2), 196-205.