



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı
Beslenme ve Diyetetik

[Yüksek Lisans Tezi]

**FARKLI PİŞİRME TEKNİKLERİ UYGULANAN ÇİPURA'DA YAĞ ASİDİ,
KOLESTEROL VE VİTAMİN DÜZEYLERİ DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ**

Gülsena AKAY
ORCID: 0000-0002-5439-9550

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

Bu tez çalışması BAP tarafından 23YL30007 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Konya – 2025

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimin ilk gününden itibaren çalışmanın sonuçlandırılmasına dek hoşgörüsüyle tüm süreçte bana kattığı bütün bilgi ve deneyimler için danışman hocam Prof. Dr. Abdullah ÖKSÜZ' e,

Desteklerini her zaman hissettiğim, bilgisine, önerilerine kıymet verdiğim hocam Öğr. Gör. Dr. Şenay Burçin ALKAN' a,

Bilimsel Araştırmalar Projesi aracılığıyla destek sağlayan Necmettin Erbakan Üniversitesi Rektörlüğü' ne,

Çalışmanın her aşamasında yanımda olan arkadaşlarım Uzm. Dyt. Ravza Nur SÖZEN ve Uzm. Dyt. Zeynep Gülser ULUTAŞ' a,

Sevgilerini kalbimde hissettiğim annem Yüksel AKAY, babam Namık Kemal AKAY ve biricik kardeşim Elif Nisa AKAY' a,

Bilimsel bilgiye olan derin saygım için kendime teşekkür ederim. Yolda olmak varmak kadar değerli.

Gülsena AKAY

Temmuz 2025

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TEZ ONAY SAYFASI	vi
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU	vii
BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
KISALTMALAR	x
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Balıkların Besinsel Özellikleri	3
2.2. Balık Pişirme Teknikleri	5
2.2.1. Kızartma	6
2.2.2. Izgara	7
2.2.3. Fırında Pişirme	7
2.2.4. Buğulama	8
2.2.5. Mikrodalga Fırında Pişirme	8
2.2.6. Hava Fritözü	8
2.2.7. Diğer Teknikler	9
2.3. Pişirmenin Balık Eti Üzerine Etkileri.....	9
2.4.Balık Tüketiminin Sağlık Üzerine Etkileri.....	10
3.GEREÇ VE YÖNTEM	13
3.1. Araştırmanın Türü	13
3.2. Araştırmanın Bağımlı ve Bağımsız Değişkenleri.....	13
3.3. Araştırmanın Zamanı, Yeri	13
3.4. Balıkların Elde Edilmesi	13
3.5. Pişirme Tekniklerinin Uygulanması ve Numune Hazırlanması.....	13
3.6. Besin Ögesi Tayinleri.....	16
3.6.1. Nem Tayini.....	16
3.6.2. Kül Tayini	17
3.6.3. Protein Analizi.....	17
3.6.4. Yağ Ekstraksiyonu, Yağ Asitleri Analizi	18
3.6.5. Kolesterol ve Yağda Çözünebilen Vitaminlerin Analizi.....	20
3.6.6. Lipit Kalite İndeksleri	22

3.6.7. Mineral Tayini.....	22
3.7. Etik	24
3.8. Sınırlılıklar	24
3.9. Verilerin Analizi.....	24
4.BULGULAR	25
4.1. Nem Tayini Bulguları.....	25
4.2. Kül Tayini Bulguları	25
4.3. Protein Tayini Bulguları.....	25
4.4. Yağ Tayini Bulguları.....	25
4.5. Yağ Asidi Bulguları	26
4.6. Lipit Kalite İndeksleri	31
4.7. Kolesterol ve Yağda Çözünebilen Vitaminlerin Analizi Bulguları	33
4.8. Mineral Analizi Bulguları	33
5. TARTIŞMA	34
5.1. Nem İçeriği.....	35
5.2. Kül İçeriği	36
5.3. Protein İçeriği.....	36
5.4. Yağ İçeriği.....	37
5.5. Pişirme Tekniğine Göre Yağ Asitleri İçeriği	39
5.5.1. Doymuş Yağ Asitleri İçeriği	40
5.5.2. Tekli Doymamış Yağ Asidi İçeriği	40
5.5.3. Çoklu Doymamış Yağ Asidi İçeriği.....	41
5.6. Lipit Kalite İndeksleri	45
5.7. Kolesterol ve Yağda Çözünebilen Vitaminler İçeriği.....	48
5.8. Mineral İçeriği.....	51
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
6.1. Sonuç.....	53
6.2. Öneriler.....	54
7. KAYNAKLAR.....	57

TEZ ONAY SAYFASI

Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi **GÜLSENA AKAY**' ın “**Farklı Pişirme Teknikleri Uygulanan Çipura’da Yağ Asidi, Kolesterol ve Vitamin Düzeyleri Değişimlerinin İncelenmesi**” başlıklı tezi tarafımızdan incelenmiş; amaç, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Konya / 24.07.2025

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

Yukarıdaki tez, Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 30/07/2025 tarih ve 18/10 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hasibe VURAL
Enstitü Müdürü

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Farklı Pişirme Teknikleri Uygulanan Çipura'da Yağ Asidi, Kolesterol ve Vitamin Düzeyleri Değişimlerinin İncelenmesi başlıklı tez çalışmamın toplam **78** sayfalık kısmına ilişkin, 31/07/2025 tarihinde tez danışmanım tarafından **Turnitin** adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı **%13** olarak belirlenmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

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

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

31.07.2025

Gülsena AKAY

Prof. Dr. Abdullah ÖKSÜZ

BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ

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

24.07.2025

Gülsena AKAY

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

Σ : Toplam

%: Yüzde

°C: Derece

n: Omega

KISALTMALAR

μ g: Mikrogram

AI: Aterojenik İndeks

ALA: Alfa Linoleik Asit

DHA: Dokosa Heksaenoik Asit

EPA: Eikosa Pentaenoik Asit

FLQ: Et Lipit Kalitesi

g: Gram

GC: Gaz Kromatografisi

HH: Hipokolesterolemik/Hiperkolesterolemik Oran

ICP-MS: İndüksiyonla Birleşmiş Plazma Kütle Spektrometrisi

mg: Miligram

MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri

PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

SFA: Doymuş Yağ Asitleri

TI: Trombojenik İndeks

UHPLC: Ultra Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi

TABLULAR LİSTESİ

Tablo No	Sayfa No
Tablo 2.1. Bazı balık türlerinin makro besin ögesi bileşimleri.....	4
Tablo 2. 2. Bazı balık türlerinin mikro besin ögesi bileşimleri.....	4
Tablo 3.1. GC koşulları.....	20
Tablo 3.2. Kalibrasyon veri tablosu.....	22
Tablo 3.3. ICP-MS koşulları.....	24
Tablo 4. 1. Farklı pişirme teknikleri uygulanan çipuraların nem, kül, yağ ve protein içerikleri.....	26
Tablo 4. 2. Farklı pişirme teknikleri uygulanan çipuraların yağ asidi içerikleri.....	27
Tablo 4. 3. Farklı pişirme teknikleri uygulanan çipuraların toplam yağ asidi içerikleri.....	28
Tablo 4. 4. Farklı pişirme teknikleri uygulanan çipuralarda lipit kalite indeksleri.....	32
Tablo 4. 5. Çipuranın mineral içerikleri.....	36

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Sayfa No
Şekil 3.1. Çipura filetosu.....	13
Şekil 3.2. Kızartma pişirme tekniği.	14
Şekil 3.3. Fırın ve buğulama pişirme teknikleri.	15
Şekil 3.4. Mikrodalga pişirme tekniği.	15
Şekil 3.5. Izgara pişirme tekniği.....	16
Şekil 3.6. Hava fritözü pişirme tekniği.	16
Şekil 3.7. Nem tayininde petriler.....	17
Şekil 3. 8. Kül tayininde krozel.....	17
Şekil 3.9. Protein analizi.	18
Şekil 3.10. Yağ ekstraksiyonu.	19
Şekil 3.11. Gaz kromatografisi.	20
Şekil 3. 12. Kolesterol ve yağda çözünebilen vitaminler analizi.	21
Şekil 3.13. Ultra yüksek performanslı sıvı kromatografisi.	21
Şekil 3.14. Kolesterol için GC-MS kalibrasyon eğrisi.	20
Şekil 3.15. Mineral analizi ve MARS 6 cihazı.	23
Şekil 3. 16. İndüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi.....	24
Şekil 4.1.Çiğ çipura filetosu yağ asitlerine ait kromatogram.	29
Şekil 4.2. Ayçiçek yağı yağ asitlerine ait kromatogram.	29
Şekil 4.3. Farklı pişirme teknikleri sonrası toplam yağ asidi içerikleri dağılımları.....	29
Şekil 4.4. Çiğ çipura filetosuna ait kolesterol piki.....	33

ÖZET

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

FARKLI PIŞİRME TEKNİKLERİ UYGULANAN ÇİPURA'DA YAĞ ASİDİ, KOLESTEROL VE VİTAMİN DÜZEYLERİ DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ Gülsena AKAY

Konya-2025

Balıklarda uygulanan ısı işlem besin ögesi içeriklerini etkileyebilmektedir. Çalışmada materyal olarak yaygın tüketilen bir kültür balığı olan çipura kullanılmıştır. Çipuraya altı farklı pişirme tekniği (kızartma, fırında pişirme, buğulama, mikrodalga, ızgara ve hava fritözü) uygulanmıştır. Pişirme tekniklerinin nem, kül, yağ, yağ asidi, protein, kolesterol ve yağda çözünen vitamin düzeyi değişimlerine etkisi araştırılmıştır. Kızartma yağı olarak ayçiçek yağı kullanılmıştır. Kızartma soncundaki yağ asidi kompozisyonu da değerlendirilmiştir.

Total yağ miktarı gram olarak bulunarak % lipit miktarı hesaplanmıştır. Yağ analizi Bligh & Dyer yöntemine göre yapılmış olup GC ile analiz edilmiştir. Yağ asitleri \sum PUFA/ \sum SFA, n-3/n-6, EPA/DHA, aterojenik indeks, trombojenik indeks, hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik oran ve balık et lipit kalitesi kullanılarak değerlendirilmiştir. Kolesterol vitamin analizi için UHPLC kullanıldı. Protein analizi Dumas yöntemine göre yapılmıştır. Çiğ numune mineral analizi ICP-MS ile analiz edilmiştir. Elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Anlamlılık değeri $p < 0,05$ kabul edilmiştir.

Tüm pişirme yöntemleri nem içeriğini arttırmıştır. Kül içeriği ızgarada pişirme sonucu anlamlı olarak artmıştır. Çiğ ve ızgarada pişirilmiş çipuranın yağ oranı içeriği, diğer numunelere kıyasla istatistiksel olarak yüksektir. Toplam çoklu doymamış yağ asidi içeriği diğer pişirme tekniklerine göre kızartmada daha yüksektir. Dokosaheksaenoik asit ve eikosapentanoik asit içerikleri hava fritözünde pişirmede en yüksek oranda saptanırken, kızartma pişirme tekniğinde en düşük oranda saptanmıştır. Kızartma yağında yağında $0,88 \pm 0,01$ dokosaheksaenoik asit ve $0,52 \pm 0,01$ eikosapentanoik asit içeriği saptanmıştır. Pişirme teknikleri arasında istatistiksel olarak en düşük aterojenik indeks değeri ve en yüksek hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik oranı kızartılmış çipuradadır. Pişirme teknikleri ve trombojenik indeks arasında fark bulunmamıştır. En yüksek et lipit kalitesi hava fritözünde pişirmede saptanmıştır. Tüm pişirme teknikleri sonucunda protein yüzdesi artmıştır. Çiğ çipura numunesinde kolesterol içeriği $35,05 \pm 1,28$ mg olarak tespit edilmiştir. Pişmiş numunelere ilişkin kolesterol ve çipurada yağda çözünebilen vitaminler tespit edilememiştir. Çiğ çipura numunesinde minerallerden demir, kalsiyum ve çinko içeriği (mg/kg) sırasıyla $4,36 \pm 0,92$; $33,11 \pm 3,87$; $7,72 \pm 0,49$ olarak tespit edilmiştir.

Kızartma pişirme tekniği yağ asitleri kompozisyonu bakımından olumsuz bir pişirme tekniğidir. Hava fritözünün yağda kızartma pişirme tekniğine göre güvenilir bir seçenek olarak tercih edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Balık, kolesterol, lipit kalite indeksi, pişirme yöntemleri, yağ asitleri.

ABSTRACT

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

EXAMINATION OF APPLIED TO DIFFERENT COOKING METHODS ON CHANGES IN FATTY ACID, CHOLESTEROL AND VITAMIN LEVELS OF FARMED SEABREAM Gülsena AKAY

Konya-2025

Heat treatment applied to fish can affect their nutritional content. Sea bream, a widely consumed cultured fish, was used as material in the study. Six different cooking techniques (frying, baking, steaming, microwave, grilling and air fryer) were applied to sea bream. The effects of cooking techniques on moisture, ash, fat, fatty acid, protein, cholesterol and fat-soluble vitamin levels were investigated. Sunflower oil was used as frying oil. The fatty acid composition after frying was also evaluated.

Total fat amount was found in grams and % lipid amount was calculated. Fat analysis was performed according to the Bligh & Dyer method and analyzed by GC. Fatty acids were evaluated using Σ PUFA/ Σ SFA, n-3/n-6, EPA/DHA, atherogenic index, thrombogenic index, hypocholesterolemic/hypercholesterolemic ratio and fish meat lipid quality. UHPLC was used for cholesterol vitamin analysis. Protein analysis was performed according to the Dumas method. Raw sample mineral analysis was analyzed by ICP-MS. The obtained data were evaluated by one-way analysis of variance (One-way ANOVA). The significance value was accepted as $p < 0,05$.

All cooking methods increased the moisture content. Ash content increased significantly as a result of grilling. Fat content of raw and grilled sea bream was statistically higher compared to other samples. Total polyunsaturated fatty acid content was higher in frying compared to other cooking techniques. Docosahexaenoic acid and eicosapentanoic acid contents were determined to be highest in air fryer cooking, while it was lowest in frying cooking technique $0,88 \pm 0,01$ docosahexaenoic acid and $0,52 \pm 0,01$ eicosapentanoic acid content was determined in frying oil. Among the cooking techniques, the lowest atherogenic index value and the highest hypocholesterolemic/hypercholesterolemic ratio were found in fried sea bream. No difference was found between cooking techniques and thrombogenic index. The highest meat lipid quality was determined in air fryer cooking. Protein percentage increased as a result of all cooking techniques. Cholesterol content of raw sea bream sample was determined as $35,05 \pm 1,28$ mg. Cholesterol and fat-soluble vitamins could not be determined in cooked samples. Minerals such as iron, calcium and zinc contents (mg/kg) in raw sea bream sample were determined as 4.36 ± 0.92 ; 33.11 ± 3.87 ; 7.72 ± 0.49 , respectively.

Frying cooking technique is a negative cooking technique in terms of fatty acid composition. Air fryer can be preferred as a reliable option compared to oil frying cooking technique.

Keywords: Cholesterol, cooking methods, fatty acids, fish, lipid quality index.

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Balık anne karnından yaşlılığa kadar yaşamın tüm evrelerinde sağlığın korunması ve geliştirilmesi bakımından önemli rolleri olan bir besindir. Balığın bu rolleri arasında gebelik döneminden itibaren yaşamın ilk yıllarıyla birlikte bebeğin görsel ve bilişsel gelişiminden, ilerleyen yaş dönemlerindeki kardiyovasküler hastalıklar, metabolik sendrom, kanser, depresyon gibi hastalıklarda koruyucu ve iyileştirici etkileri belirtilmektedir (Öksüz ve ark., 2018).

Balık küresel sıfır açlık hedefi için ise insanlar için en iyi fonksiyonel besinlerden biridir. Bir besin olmasının yanı sıra insanlara geçim kaynağı olmaktadır. Böylece yoksul hanelerde besin güvencesine katkıda bulunur (Food and Agriculture Organization, 2022a). Bununla birlikte balık, sağlık ve çevrenin sürdürülebilirliğinde kırmızı et tüketimi yerine önerilen bir besindir (Scarborough ve ark., 2014).

Günümüzde dünya genelinde 3,2 milyar insanın toplam hayvansal protein alımının kişi başına düşen ortalama tüketiminin %20'sini balık oluşturmaktadır (Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2022). Dünyadaki kişi başına balık tüketiminin 2018-2020'deki ortalama 20,50kg'dan 2030'da 21,20kg'a ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bunun yanında kişi başına tüketilen miktar ve su ürünleri çeşidi bakımından ülkeler arasında farklar mevcuttur. Fiyat, besine erişim ve tüketici tercihleri bu farkları oluşturmaktadır (Food and Agriculture Organization ve Organisation for Economic Co-operation and Development, 2021). Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması- 2017'den elde edilen verilere göre her iki cinsiyetin de tüm yaş gruplarında balık tüketimlerinin önerilen porsiyon miktarlarını karşılamadığı (15-18 yaş: %16,60; 19-64 yaş: %32,70; ≥65: %26,10) sonucu bildirilmiştir (Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2019).

Balık tadı zenginleştirmek, dokuyu yumuşatmak, besin güvenliği ve sindirilebilirliğini artırmak için pişirilir. Balık etinde iç sıcaklığın 63°C olması önerilen pişirme derecesi olarak kabul edilir (Bhat ve ark., 2021). Kullanılan pişirme yöntemleri besin ögesi kompozisyonunu (protein, yağ asitleri, vitaminler ve mineraller) etkiler (Sobral ve ark., 2018). Farklı ısıl işlem uygulamaları sonucu et ürünlerinde olumlu ya da olumsuz değişiklikler oluşabilir (Bhat ve ark., 2021).

Dünya genelinde tüketilen başlıca balık türleri arasında hamsi, Alaska morinası ve sarı kanatlı ton balığı yer almaktadır. Türkiye'de en çok tüketilen balık türleri arasında ise hamsi, levrek, çipura, lüfer, palamut, sardalya, barbunya, kefal, sazan ve alabalık bulunmaktadır (Food and Agriculture Organization, 2022b; Food and Agriculture Organization, 2023).

Bir toplumun mutfak kültürünün oluşmasında en önemli faktörlerden biri, yer aldığı coğrafi konumudur. Toplumların mutfağının içerisinde deniz kültüründen bahsedebilmemiz için öncelikle denize kıyısının bulunması gerekmektedir.

Üç tarafı denizlerle çevrili coğrafi konuma sahip olan Türkiye’de deniz balıklarından levrek ve çipura, tatlı su balıklarından ise alabalık başlıca yetiştirilen türlerdir. Denizlerde ve iç sularda yetiştiriciliği yapılan türlerin %28’ini çipura oluşturmaktadır (Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, 2024). Türkiye bu üretimle Avrupa’da önde gelen ülkelerden biri olup, çipura üretiminin yaklaşık yarısını gerçekleştirmektedir (Food and Agriculture Organization, 2025; Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, 2024).

Çalışmada çipuranın pişirilme tekniğine göre besin ögesi kompozisyonunun değişiminin incelenmesi amaçlandı. Çipuranın pişirilmesine uygun olan yaygın olarak tercih edilen, kızartma, fırında pişirme, mikrodalga fırında pişirme, ızgara, hava fritözü ve buğulama gibi pişirme teknikleri kullanıldı. Çalışma toplumda tüketiminin artırılması önerilen besin olan balığın pişirme tekniklerine göre besin ögeleri kompozisyonu değişimlerinin incelenmesi yönüyle önem arz etmektedir.

Araştırmanın Soruları ya da Araştırmanın Hipotezleri

Pişirme yönteminin besin ögesi kompozisyonuna etkisi yoktur.

Pişirme yönteminin besin ögesi kompozisyonuna etkisi vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Balıkların Besinsel Özellikleri

Balık esansiyel amino asitleri içeren iyi kaliteli protein kaynağı olup n-3 çoklu doymamış yağ asitlerini içerir. Vitaminler ve mineraller de dahil olmak üzere çeşitli mikro besin öğelerine de (özellikle A, B grubu ve D vitaminleri ile fosfor ve demir, kalsiyum, çinko, iyot, magnezyum, potasyum ve selenyum gibi mineraller) sahip olması nedeniyle önemli bir besin kaynağıdır (Food and Agriculture Organization, 2025; Phogat ve ark., 2022).

Balıkların besin bileşiminde balık türü, yaş, cinsiyet, sağlık durumu, beslenme durumu ve yılın zamanı gibi faktörler etkili olmaktadır (Pateiro ve ark., 2020). Balık kas kütlesi ortalama olarak yüksek miktarda protein (%15-24) ve su (%70-84) içeriğine sahiptir (Phogat ve ark., 2022). Dünya genelinde balık proteini tüketimi hayvansal proteinler arasında yaklaşık %17'lik bir paya sahiptir. Bu oran tüm protein kaynakları arasında da ise %7'dir (Food and Agriculture Organization, 2022). Balık proteini proteinler arasında yüksek biyoyararlılığa sahiptir. Bu durum yüksek lizin, daha düşük metionin ve treonin içeriği ile esansiyel amino asit bileşimine sahip olması ile açıklanmaktadır (Lozano & Hardisson, 2003; Tacon & Metian, 2013).

Balıklar genel olarak yağlılık durumuna bakılarak %0,10-22 yağ içeriğine sahiptir (Phogat ve ark., 2022). İçerikleri yağ oranlarına göre yağsız balıklar (%<2 yağlı), düşük yağlı balıklar (%2-4 yağlı), orta yağlı balıklar (%4-8 yağlı) ve yağlı balıklar (%8-20 yağlı) olarak dört kategoride incelenirler (Öksüz ve ark., 2018).

Balıkların yağ asidi bileşimi başlıca düşük doymuş yağ (SFA) içeriğine sahiptir. Balıklarda SFA başlıca miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0) ve stearik asittir (C18:0). Balıklarda tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ise başlıca palmitoleik asit (C16:1) ve oleik asittir (C18:1) (Tsoupras ve ark., 2022). Çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA) ise balıklar insanlar için elzem olan yağ asitleri olan linoleik asit (LA) ve alfa linolenik asiti (ALA) içermektedir. Biyolojik sistemde uzun zincirli n-3 yağ asitleri alfa linoenik yağ asidi bir seri desaturasyon ve karbon ekleme sureti ile diğer uzun zincirli yağ asitleri elde edilmektedir. Balıklarda alfa linolenik asitten elde edilen eikosapentaenoik asit (C20:5n-3, EPA) ve dokosa hekzaenoik asit (C22:6n-3, DHA) de bulunmaktadır (Phogat ve ark., 2022).

Genellikle balık lipit kalitesi, SFA, Σ MUFA, Σ PUFA, Σ n-6 PUFA, Σ n-3 PUFA ve n-6 PUFA/n-3 PUFA klasik indekslerle belirlenmektedir. Bunun yanında EPA+DHA, Σ PUFA/ Σ SFA, n-3/n-6 PUFA, aterojenik indeks (AI), trombojenik indeks (TI), hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik oran (HH), balık et lipit kalitesi (FLQ) gibi farklı oranları kullanılarak değerlendirilebilir (Chen&Liu, 2020). Toplam n-3/n-6 oranının ≥ 1 olması önerilirken Batı tarzı beslenme sonucunda bu oranın düşmesi, kronik hastalıkların artışı ile ilişkilendirilmektedir. Diyet yağlarındaki Σ PUFA/ Σ SFA oranı ise en az 1 olmalıdır (Zhang ve ark., 2023). Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı (2025) verilerine göre yaygın olarak tüketilen bazı balık türlerinin yenilebilir 100g'ı için makro besin öğelerinin bileşimleri Tablo 2.1'de yer almaktadır.

Tablo 2.1. Bazı balık türlerinin makro besin öğesi bileşimleri.

Balık Türü	Enerji (kcal)	Su (g)	Protein (g)	Yağ (g)	C20:5n-3 (g)	C22:6n-3 (g)	Kolesterol (mg)
Alabalık, (Gökkuşluğu,yetiştirme)	121	73,29	18,78	5,12	0,14	0,48	55
Çipura (Yetiştirme)	130	70,31	19,06	5,98	0,22	0,25	57
Hamsi	197	65,68	16,95	14,36	1,72	2,14	52
Levrek (Yetiştirme)	128	70,90	19,48	5,55	0,25	0,48	54
Palamut	216	63,49	20,16	15,07	1,02	2,56	53

Yağ içeriği yüksek olan balıkların A vitamini, D vitamini ve E vitamini gibi yağda çözünen vitamin içeriği de yüksektir (Öksüz ve ark., 2018). Balıklar hayvansal kaynaklı bir besin olarak A vitaminin retinol formunu içerir. Balıklarda bulunan D vitamini formu ise kolekalsiferoldür. Balığın üretim şekli D vitamini içeriğini etkilemektedir. Yabani somonun çiftlik somonuna göre daha az D vitamini içeriğine sahip olduğu bildirilmektedir (Phogat ve ark., 2022). Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı (2025) verilerine göre yaygın olarak tüketilen bazı balık türlerinin yenilebilir 100 g'ı için mikro besin öğelerinin bileşimleri Tablo 2.2'de yer almaktadır.

Tablo 2. 1. Bazı balık türlerinin mikro besin öğesi bileşimleri.

Balık Türü	A Vitamin (RE)	D Vitamin (IU)	B6 Vitamin (mg)	B12 Vitamin (mcg)	P (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	I (µg)	Se (µg)
Alabalık, (Gökkuşluğu,yetiştirme)	31	191	0,35	4,01	306	0,72	1,19	13,10	17,10
Çipura (Yetiştirme)	26	1037	0,51	2,91	268	0,25	0,36	11,47	13,20
Hamsi	34	313	0,17	4,83	227	0,98	1,89	10,68	26,40
Levrek (Yetiştirme)	79	153	0,41	3,75	216	0,31	0,54	9,94	13,70
Palamut	36	586	0,37	4,21	234	1,00	0,49	33,70	39,20

2.2. Balık Pişirme Teknikleri

Et ürünleri yenilebilir ve sindirilebilir hale getirmek ve mikrobiyal güvenliğin sağlanması amacıyla pişirilmektedir (Pathare & Roskilly, 2016).

Pişirme teknikleri nemli pişirme ve kuru pişirme teknikleri olarak sınıflandırılmaktadır. Nemli pişirme teknikleri ısının besine su, et suyu ve soslar gibi sıvılar veya buhar aracılığıyla iletiildiği yöntemdir. Kuru pişirme teknikleri ise nemsiz ortamda sıcak havanın iletiildiği yöntemdir. Farklı pişirme teknikleri farklı türdeki besinler için kullanılmaktadır (Gisslen, 2014). Et ürünlerini pişirmede kullanılacak pişirme yöntemi, etin türüne, bağ dokusu miktarına, şekli ile boyutuna uygun olmalıdır (Bejerholm & Aaslyng, 2004; Pathare & Roskilly, 2016). Balık eti yumuşak bağ dokusuna sahiptir. Pişirme prosedürleri yumuşak etlere benzer. Diğer et türlerine göre daha düşük sıcaklık ve/veya daha kısa pişirme süreleri gerektirebilir (Gisslen, 2014).

Pişirme sürecinde et iç sıcaklığı 0°C'den 85°C'ye kadar yükselmektedir. İç sıcaklık 60°C'ye ulaştığında miyogloblin denatürasyonu ile iyi pişmiş görüntü oluşmaktadır (Bejerholm & Aaslyng, 2004).

Literatürde ülkemizde farklı bölgelerde tüketicilerin tercih ettiği balık türü ve pişirme yöntemleri ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Ordu ilinde yapılan bir çalışmada en çok tüketilen balık türünün (%86,21) hamsi olup, başlıca tercih edilen pişirme yönteminin kızartma (%53,60) olduğu saptanmıştır (Aydın & Karadurmuş, 2012). Can ve ark., (2015) Antakya ilinde tüketicilerin en çok hamsi (%23), çipura (%22) ve levrek (%18) balık türlerinin tüketildiğini ve tüketicilerin %50'sinin fırında pişirme, %37,20'sinin ızgara ve %12,80'inin kızartma pişirme yöntemlerini tercih ettiklerini bildirmiştir. Konya ilinde yapılan bir çalışmada da benzer olarak en çok tercih edilen deniz balıklarında hamsi (%45), levrek (%14) ve çipura (%11) bildirilmiştir (Bolat & Cevher, 2018). Balci ve ark. (2016) çalışmasında ise Tunceli ilinde balık tüketiminde en çok tercih edilen pişirme yöntemlerini fırında pişirme (%34), kızartma (%27) ve ızgara (%13) olarak bildirmiştir. Çankırı ilinde yapılan çalışmada, balığın en çok kızartma pişirme yöntemi ile (%46,20) tüketildiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra balık tüketiminde fırında pişirmeyi tercih edenlerin oranı %25,60 iken, tüketicilerin %14,70'i ızgara ve %13,50'si buğulama pişirme yöntemini tercih ettikleri saptanmıştır (Genç ve ark., 2020). Türkiye'nin kıyı bölgelerinden 28 ili kapsayan bir çalışmada ise balık tüketiminde katılımcıların %54'ünün tavada kızartma, %33'ünün fırında pişirme ve %13'ünün ızgarada pişirmeyi tercih ettikleri bildirilmiştir (Sagun & Saygı, 2021).

2.2.1. Kızartma

Kızartma, besin hazırlamada evlerde ve restoranlarda ve endüstride en yaygın kullanılan pişirme tekniklerinden biridir. Kızartmada pişmenin hızlı olması, kolaylığı ile yiyecekte istenilen renk, doku ve tat özelliklerini bir araya getirmesi sebebiyle tüketiciler tarafından tercih edilmektedir (Zaghi ve ark., 2019).

Kızartılmış yiyecek, kızgın yağın içinde belirli bir süre daldırılıp çıkartma esasına dayanarak pişirilir (Zaghi ve ark., 2019). Bu işlem, yiyeceklerin 120°C ila 200°C arasındaki sıcaklıklarda yağa daldırılmasını içerir (Manjunatha ve ark., 2014). Yiyecek kızgın yağa konulduğunda yüzey sıcaklığı hızla artar. Böylelikle yiyecekteki su buharlaşır. Bunun sonucunda yiyeceğin yüzeyi kurumaya başlayarak yiyeceğin içine doğru devam eder. Bu hızlı oluşum besindeki nemin korunmasını sağlar (Zaghi ve ark., 2019).

Kızartma yağsız balıklar, küçük bütün balıklar veya filetolar için uygun pişirme tekniğidir (Gisslen, 2014). Kızartma ile pişirmede yağ, normal atmosfer basınca diğer pişirme ortamlarından çok daha fazla ısındığından, kızartma ile pişirme diğer pişirme tekniklerinden hızlı olmaktadır (Negara ve ark., 2021).

Kızartma sırasında yağlarda, besindeki nem, havadaki oksijen ve yüksek sıcaklığın etkili olduğu bazı reaksiyonlar meydana gelir. Bu reaksiyonlar sonucunda bazı arzu edilen aromatik bileşikler oluşarak kızartılan besine lezzet katar. Yağlar besinlerin duyuşal ve besinsel özelliklerini geliştirmeleri yanında toksisite özelliğini de etkilemektedir. Kızarmış yiyeceğin aldığı renk doğrudan kabul edilebilirliğini sağlamaktadır. Ancak yüksek sıcaklıklarda serbest amino asitler ile indirgeyici şekerler arasındaki enzimatik olmayan reaksiyon sırasında koyu pigmentler ve akrilamid gibi toksik ürünler üretmektedir. Kızartma yağında oluşan polar maddeler, endotelin işlevini yerine getirememesi ile ilişkili olarak özellikle kardiyovasküler sistem hastalıkları olmak üzere pek çok sağlık sorunu ile ilişkilendirilir. Bunun yanında yağda çözünen vitaminlerin oksidasyonu, yağda besin değerinin kaybına neden olur (Zaghi ve ark., 2019).

Kızartma sırasında yağlarda, besindeki nem, havadaki oksijen ve yüksek sıcaklığın etkili olduğu bazı reaksiyonlar meydana gelir. Bu reaksiyonlar sonucunda bazı arzu edilen aromatik bileşikler oluşarak kızartılan besine lezzet katar. Yağlar besinlerin duyuşal ve besinsel özelliklerini geliştirmeleri yanında toksisite özelliğini de etkilemektedir. Kızarmış yiyeceğin aldığı renk doğrudan kabul edilebilirliğini sağlamaktadır. Ancak yüksek

sıcaklıklarda serbest amino asitler ile indirgeyici şekerler arasındaki enzimatik olmayan reaksiyon sırasında koyu pigmentler ve akrilamid gibi toksik ürünler üretmektedir. Kızartma yağında oluşan polar maddeler, endotelin işlevini yerine getirememesi ile ilişkili olarak özellikle kardiyovasküler sistem hastalıkları olmak üzere pek çok sağlık sorunu ile ilişkilendirilir. Bunun yanında yağda çözünen vitaminlerin oksidasyonu, yağda besin değerinin kaybına neden olur (Zaghi ve ark., 2019).

2.2.2. Izgara

Kuru ısıda pişirme tekniklerinden biri olan ızgarada besinler gaz, elektrik veya odun kömürü ısı kaynaklarının üzerinde hızlı bir şekilde pişirilir. Izgarada ısı kaynağı yiyeceğin altında, üstünde veya yanında yer almaktadır. Genellikle yumuşak etlerin pişirilmesi için uygundur (Bhat ve ark., 2021).

Izgarada pişirilen besinlere yapışmayı önlemek için az miktarda yağla veya yağsız olarak yapılabilir. Yağsız pişirme olanağı ile sağlıklı yöntem olarak kabul edilmektedir (Gisslen, 2014). Bunun yanında ısı kaynağı olarak kömürün kullanıldığı ızgarada pişerken etlerin yağının kömür üzerine damlaması ile oluşan polisiklik aromatik hidrokarbonlar oluşur. Bu mutajenik/karsinojenik etkileri bulunan polisiklik aromatik hidrokarbonlar duman aracılığıyla etin yüzeyine geri taşınmaktadır (Bayındır Gümüş & Yardımcı, 2019). Balıkların yağlılık durumuna bakılarak orta yada yağlı balıkların ızgarada pişirilmesi uygun bir pişirme yöntemidir.

2.2.3. Fırında Pişirme

Fırında pişirme, yiyeceği sıcak ve kuru hava aracılığıyla sağlıklı bir pişirme tekniğidir. Geleneksel fırınlarda kapalı alandaki hava ısıtılarak fırın çalışır. Fırınlar üst üste dizili ayrı raflardan veya katlardan oluşmaktadır. Sıcak hava fanlar aracılığıyla fırın içinde dağıtılır (Gisslen, 2014). Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile modern fırınlar sadece kuru ısı ile pişirme yapmayı birkaç özelliği ile farklı pişirme imkanı vermektedir.

Fırında pişirme tekniği yağlı balıklar için kuruma olasılıklarının daha az olması sebebiyle daha uygun olarak değerlendirilir. Yağsız balıklar da fazla pişirilmediği takdirde fırında pişirilebilmektedir. Balıklara tereyağı ya da sıvı yağ ile pişirmek balıkların fırında kurummasını engelleyebilmektedir (Gisslen, 2014).

2.2.4. Buğulama

Nemli sıcaklıkta pişirme yöntemlerinden olan buğulama yönteminde, yiyecekler buhara maruz bırakılarak pişirilir. Buharının dışı kaçmasını önlemek için yemeğin pişirildiği kabın üzerini pişirme kağıdı veya folyo ile kapatılmalıdır (Gisslen, 2014).

2.2.5. Mikrodalga fırında pişirme

Mikrodalgalar bir tür “elektromanyetik” radyasyondur. Mikrodalga fırınlarda fırının içindeki magnetron adı verilen bir cihaz mikrodalga üretir. Mikrodalga fırın çalıştırıldığında, mikrodalgalar fırın boşluğunda metaller tarafından fan aracılığıyla yansıtılır. Bu mikrodalgalar yiyecek tarafından emilir. Yiyecek içinde bulunan su moleküllerinin titreşir. Moleküller arasındaki bu titreşim yiyeceği pişiren ısıyı üretir. Yiyeceklerdeki ısıtmanın eşit olması ise yiyeceğin fırında dönen bir döner düzenek üzerinde bulundurulmasıyla sağlanmaktadır. Su molekülleri, mikrodalga enerjisini emdiklerinde titreşir ve moleküller arasındaki etkileşim yemeğin pişmesini sağlayan ısınmayla sonuçlanır. Geleneksel fırınların aksine, mikrodalgalar yalnızca yiyeceklerin içinde emilir, fırının çevresindeki boşluklarda emilmez (Food and Drug Administration, 2023).

2.2.6. Hava fritözü

Hava fritözü teknolojisi, geleneksel yağda kızartma yönteminin dezavantajları için geliştirilen bir pişirme uygulamasıdır (Zaghi ve ark., 2019). Bu uygulama, yiyeceğin pişirilmesinde katı veya sıvı yağ kullanılmadığı kızartma benzeri bir tekniktir (Joshy ve ark., 2020).

Hava fritözü, hızlı hava teknolojisi ile ısıtılmış havanın sirkülasyonu yoluyla yiyecekleri pişirir. Sıcak gaz, üfleme motoru tarafından ısıtılan havayı fritöz boşluğunda hızlı bir şekilde dolaştırır. Yiyecek ısıtma düzeneğine yakın yerleştirildiğinden, yayılan ısı fazla enerji kaybı olmadan yiyeceği hızlı ve etkili bir şekilde pişirir. Sıcak havanın bu hızlı hareketi yiyeceğin içini pişirmenin yanında dışının çıtırliğini sağlanmasında etkilidir (Joshy ve ark., 2020).

Son zamanlarda dünya genelinde yaygınlaşan hava fritözü kullanımının, pişirme sıvısı olarak yağların kullanımını azaltması, çevredeki kirletici emisyonların azalması ve enerji tasarrufuna ek olarak daha sağlıklı beslenme arayışında olan tüketiciler için fayda sağlayacağı düşünülmektedir (Zaghi ve ark., 2019). Bu faydalı etkilerin yanında yüksek sıcaklıkta pişirmenin lipit oksidasyonunu arttırabileceği de bildirilmektedir (de Oliveira ve ark., 2024).

2.2.7. Diğer teknikler

Balık etinin bağ dokusunun gevşek olmasından dolayı sadece tuzlu solüsyonlarda bırakılıp pişirilmeden yenilen salamura balık yemekleri de vardır. Bunun yanında balıklar pişirilmeden sadece tütsüleme yöntemiyle de tüketilebilmektedir (Koral, 2016; Oğuzhan & Yangılar, 2013). Haşlamada etin tamamen sıvının içinde pişirildiği nemli bir tekniktir (Bhat ve ark., 2021). Sous-vide yönteminde ise besinlerin pişirilmesinde vakumlu ısıya dayanıklı poşetler kullanılır. Geleneksel pişirmeden farkı, 65-95°C sıcaklıkta kontrollü koşullarda pişirilmesidir (Baldwin, 2012). Bunun yanında geleneksel pişirme yöntemlerine göre daha iyi tat, doku ve besin değerlerinin yanı sıra daha uzun raf ömrü sunduğu bildirilmektedir. Ancak daha düşük pişirme sıcaklıklarında uzun pişirme süresi gerektirmesi besin güvenliği bakımından mikrobiyolojik endişeler oluşturabilmektedir (Zavadlav ve ark., 2020). Sous vide yöntemi ile pişirilen balıklarda yapılan bir çalışmada plastik vakumlu poşet kaynaklı hidrokarbonlar tespit edildiği bildirilmiştir (Nieva-Echevarría ve ark., 2017).

2.3. Pişirmenin Balık Eti Üzerine Etkileri

Pişirme balık etinin besin ögesi kompozisyonlarını (protein, yağ asitleri, vitaminler ve mineraller) etkilemektedir (Sobral ve ark., 2018). Pişirme besinde su kaybına neden olur (Zotos ve ark., 2013). Buharda pişirme, haşlama gibi pişirme teknikleri ise nemli bir pişirme teknikleri olarak nem içeriğinin en çok korunduğu olduğu pişirme yöntemleri olarak bildirilmektedir (Momenzadeh ve ark., 2017; Hosseini ve ark., 2014).

Pişirme kaynaklı oluşan su kaybindan dolayı birim ağırlıktaki yağların miktarında bir artış görülür. Yüksek yağ içeriği olan balıklarda sadece bir miktar yağ kaybı olur. Bu etki pişirme türüne de bağlı olarak değişmektedir (Zotos ve ark., 2013). Pişirme sırasında suyun buharlaşması ile kızartma sonucunda yağ balık tarafından absorbe edilmektedir (Momenzadeh ve ark., 2017; Başhan, 2019). Balık kas dokusunda bulunan ve protein denatürasyonu sonucu salınabilen ısıya, oksijene ve endojen pro-oksidan türlerine maruz kalma nedeniyle lipid oksidasyonu oluşabilmektedir (Nieva-Echevarría ve ark., 2017). Doymuş yağ asitleri 150 °C'lik bir sıcaklığa ulaşana kadar ısıya dayanıklıdır. Bu sıcaklık aşıldığında ve oksijen varlığı ile oksidasyon gerçekleşir. Doymamış yağ asitleri ise daha ısıya duyarlıdır ve doymamışlık derecesi arttıkça kararlılık azalır. Bu nedenle, PUFA daha az kararlı yağ asidi sınıfıdır (Tsoupras ve ark., 2022).

Balık pişirme sırasında başlıca etki çoklu doymamış yağ asitlerinin potansiyel oksidasyonu olarak dikkat çekmektedir (Nieva-Echevarría ve ark., 2017). Yağda kızartma

dışında buğulama, fırın, mikrodalga fırını, ızgarada pişirme ve tütüleme gibi pişirme yöntemlerinin kantitatif yağ asidi içeriğine önemli bir etki yapmadığını bildirilmektedir (Başhan, 2019). Kızartmada kullanılan yağın türü de yağ asidi içeriğini etkileyen bir unsurdur. Çiğ filetolarla karşılaştırıldığında zeytinyağı ile kızartılan balıklarda yüksek düzeyde oleik asit (C18:1); ayçiçek yağı ile kızartılan balıklarda ise linoleik asitin (C18:2n-6) nispi içeriği saptanmıştır (Momenzadeh ve ark., 2017; Xiong ve ark., 2023). Yağda kızartma dışında sulu pişirme yöntemleri ile fırında, mikrodalgada, ızgarada pişirme tekniklerinin genel yağ asidi profilini en çok koruyan pişirme yöntemleri olduğu bildirilmektedir (Di Bella ve ark., 2022; Liu ve ark., 2022; Ünal Şengör ve ark., 2013).

Pişirme sonucunda çiğ balıklara göre protein, kül ve lipit içeriğinde artış oluşmaktadır (Hosseini ve ark., 2014; Momenzadeh ve ark., 2017). Pişirme sırasında gerçekleşen protein denatürasyonu ile balık proteinin sindirilebilirliği artar (El-Lahamy ve ark., 2019). Ancak yüksek sıcaklık ve uzun süreli pişirme yöntemlerinin tercih edilmesi sonucunda, protein agregasyonu, şiddetli oksidasyon, çapraz bağlama veya artan disülfür içeriği gibi olumsuz değişikliklere oluşabilir ve sindirimi zorlaştırabilir (Bhat ve ark., 2021).

Isıya dayanıklı bileşiklerin, yağda çözünen vitaminlerin veya çoklu doymamış yağ asitlerinin içerikleri sıklıkla azalmaktadır. Pişirme balıkta patojen mikroorganizmaları da etkisiz hale getirmektedir (El-Lahamy ve ark., 2019).

2.4. Balık Tüketiminin Sağlık Üzerine Etkileri

Balık tüketimi ve balık yağı biyoaktif bileşenlerini içeren diyet modellerinin inflamasyonu azaltıp çeşitli hastalıklara karşı koruyucu etki oluşturduğu bilinmektedir. Bu olumlu etkiler, klinik olarak anlamlı bir olumsuz etki oluşmaksızın bildirilmektedir (Li ve ark., 2020; Tsoupras ve ark., 2022). Bunun yanında zararlı kirletici madde içeriği olan balıkların tüketimi insan sağlığı açısından bir risk teşkil edebilmektedir (Li ve ark., 2020).

Balık anne karnında gebelik, emzicilik ve erken çocukluk döneminden itibaren sağlıklı beslenmenin bir parçası olarak nöro gelişim için önemli besin öğelerini içermektedir. Bu besin öğeleri başlıca n-3 yağ asitleri, demir, iyot ve kolindir (Food and Drug Administration, 2017). Balıklar ayrıca metil cıva (MeHg), dioksinler, poliklorlu bifeniller ve diğer bazı kalıcı halojenli organik kirleticilerle kontamine olabilmektedir. Bu kirletici maddeler arasında cıvanın fetal nöro gelişim üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır (Hamazaki ve ark., 2020). Doğurganlık çağındaki ve gebe kadınların güvenilir balık

türlerinden (Hamsi, Atlantik Uskumru, Deniz Levreği, Mezgit, Morina, Berlam, Pisi Balığı, Sardalya, Tirsi, Kefal, Kolyos, Tatlı Su Levreği, Dil Balığı, Somon, Vatoz, Dil Balığı, Tilapia, Alabalık, Bakalyaro) haftada 2-3 porsiyon (1 porsiyon yaklaşık 114g) tüketmeleri önerilmektedir. Yüksek cıva içeriği sebebiyle tüketilmesi önerilmeyen balık türleri ise kirli bölgelerden avlanan avcı ve ömürleri uzun olan ceylan, köpek balığı, kılıç balığı ve iri göz ton balığıdır (Food and Drug Administration, 2017).

Kalp sağlığıyla ilgili haftada 2-4 porsiyon balık tüketiminin kardiyovasküler hastalıktan ölüm riskini önlemede haftada 1 porsiyon balık tüketimine göre daha etkili olduğu bildirilmektedir. Haftada 5 porsiyondan fazla balık tüketiminin ise riski önlemede etkisinin daha zayıf olduğu, bunun nedeninin ise balığın MeHg içeriğinin olabileceği düşünülmektedir (Zheng ve ark., 2012). Yapılan bir meta-analiz çalışmasında ise günde 20 gram balık tüketimi artışının, koroner kalp hastalığı meydana gelme olasılığı ve mortalitesini %4 oranında azaltabileceği bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2020). Balık tüketiminde kızartma pişirme tekniğinin tercih edilmesi ise artan kardiyovasküler hastalık riskiyle ilişkilendirilmektedir (Krittanawong ve ark., 2021).

Balık tüketiminin tip 2 diyabette koruyucu etkisinin olduğu varsayılmaktadır (Wallin ve ark., 2017). Haftada 2-3 porsiyon balık tüketiminin tip 2 diyabetli hastalarda kardiyovasküler hastalık ve mortalite riskini azaltabileceği bildirilmektedir (Jayedi ve ark., 2021). Bunun yanında kızartılmış balık ve kabuklu deniz ürünleri tüketimi, daha yüksek tip 2 diyabet vakası ile ilişkilendirilmektedir (Wallin ve ark., 2017). Nanri ve ark. (2020) çalışmasında Japonya’da balık ve kabuklu deniz ürünleri tüketiminde sıklıkla ızgara ve kızartma yöntemlerini tercih eden katılımcıların bozulmuş glikoz metabolizmasının görülme sıklığı artma eğilimi olduğunu bildirmiştir. Çalışmada çığ ve sulu pişirme yöntemlerini tercih eden katılımcılarda ise bozulmuş glikoz metabolizması prevalansının azalma eğilimi olduğu saptanmıştır.

Balık tüketiminde günde 20 gramlık bir artış ile kolorektal, özofagus ve hepatoselüler kanserler gibi gastrointestinal sistem kanserleri riskinde %2 azalma ilişkilendirilmiştir (Yu ve ark., 2014). Bunun yanında tuzlu balık tüketiminin ise yüksek gastrik kanser insidansı ile ilişkisi olduğunu düşünülmektedir (Yoo ve ark., 2020). Prostat kanseri ile farklı balık pişirme tekniklerinin ilişkisinin incelendiği bir çalışmada, yüksek sıcaklıktaki yöntemlerle (tavada kızartma, fırın ve ızgara) pişirmenin prostat kanseri riskinin artmasıyla ilişkili olduğu bildirilmiştir. Beyaz balıklar için yüksek sıcaklıkta pişirme yöntemlerinden kaçınmanın bu

riski azaltabileceği düşünülmektedir (Joshi ve ark., 2012). Balık tüketimi ile melanom riski arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada, (haftada yaklaşık 2,6 porsiyon) kişiler arasında melanom oranı, en az tüketenlere (yaklaşık beş haftada bir porsiyon) göre %22 daha yüksek olarak saptanmıştır. Ton balığı tüketiminin hastalık riskiyle pozitif ilişkili olduğu bildirilmiştir. Balıktaki cıva veya arseniğin melanomla ilişkinin sebebi olabileceği düşünülmektedir (Li ve ark., 2022).

Beynin gri maddesinin yaklaşık %60'ı, esansiyel yağ asitleri DHA, ARA, EPA gibi lipitlerden oluşur. DHA, beynin dokusunun önemli bir bileşenidir (Hei, 2021). Yaşlı bireylerde haftada bir veya iki kez fırında veya ızgarada pişirilmiş balık tüketimi beyinde hafıza ve bilişsel sorumlu olan daha büyük gri madde hacmiyle ilişkilendirilmektedir. Balık tüketimi ile felç, depresyon, Alzheimer hastalığı riskinin de azaltabileceği bildirilmektedir (Raji ve ark., 2014). Sarkopenili yaşlıların kas kütlesi, kas kuvveti ve fiziksel performanslarının düzenlenebilmesi için balık içerdiği n-3 çoklu doymamış yağ asitleri, proteinler, D vitamini, magnezyum ve karnitin gibi biyolojik olarak aktif bileşikler ile fonksiyonel bir besindir. Sarkopenin önlenmesi ve tedavisi için yaşlı bireylerde haftada en az üç porsiyon (1 porsiyon 150 g) balık tüketmeleri önerilmektedir (Rondanelli ve ark., 2020).

Yağlı balıkların ve balık yağlarının sağlık açısından olası avantajlara sahip olduğu gösterilmiş olsa da bu faydaları, bu balıklarda bulunabilecek cıva ve poliklorlu bifeniller gibi yüksek düzeyde çevresel kirleticileri tüketmenin potansiyel risklerine karşı değerlendirmek önemlidir. Bu kirletici maddelere maruz kalmayı azaltmak için, ölçülü miktarda balık tüketilmeli ve daha düşük cıva içeren türlerin tercih edilmesi önerilmektedir (Li ve ark., 2022).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Türü

Bu çalışma Necmettin Erbakan Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında 23YL30007 numarası ile projelendirildi. Araştırma deneysel laboratuvar çalışmasıdır.

3.2. Araştırmanın Bağımlı ve Bağımsız Değişkenleri

Araştırmanın bağımlı değişkenleri; yağ asidi, kolesterol, yağda çözünen vitamin kompozisyonlarıdır. Bağımsız değişkenleri uygulanan pişirme teknikleridir.

3.3. Araştırmanın Zamanı, Yeri

Araştırma 2023 Güz- 2024 Bahar yarıyılında, Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi Beslenme İlkeleri Laboratuvarı, Besin Kimyası Laboratuvarı ile Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirildi.

3.4. Balıkların Elde Edilmesi

Materyal olarak Türkiye'de yaygın olarak tüketilen bir kültür balığı olan çipura kullanıldı. Çipuralar fileto olarak izlenebilirliği olan Konya ilinde bulunan bir ticari işletmeden 10.05.2024 tarihinde temin edildi. Balıklar, Kılıç Deniz ürünleri tarafından Güllük/Milas/Muğla'da yetiştirilmiştir. Balıkların hasattan itibaren soğuk zincir korunmuş taze filetolar halinde laboratuvara ulaşımı sağlandı. Çipura filetoların ortama ağırlığı 103,31g'dı. Et veriminin yaklaşık %50 civarında olduğu hesap edilirse balık ağırlıkları yaklaşık 400 g civarında idi (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çipura filetosu.

3.5. Pişirme Tekniklerinin Uygulanması ve Numune Hazırlanması

Tüm balık filetoları altı gruba ayrıldı. Çiğ numune pişirilmezken, diğer gruplar fırın, ızgara, kızartma, mikrodalga, hava fritözü ve buğulama yöntemleriyle pişti. Her pişirme yöntemi için 3 fileto kullanıldı. Balıklar satın alındıkları aynı gün pişti. Pişirme yöntemlerinde

kullanılan tüm alet ve ekipmanlar temizlenerek hazırlık yapıldı. Tüm pişirme tekniklerinde çipura filetosunun iç kısım sıcaklığı prob termometre ile ölçüldü. Yaklaşık 65°C olması pişme göstergesi olarak kabul edildi.

Kızartma yönteminde toplumda yaygın olarak kullanılan bir yağ çeşidi olan ayçiçek yağı kullanıldı. Çelik tavada kızartma sıcaklığı ve süresi uygulama sırasında ölçüldü. Kızartma tavaında ayçiçeği yağının balık filetolarının seviyesini geçmesine dikkat edildi. Filetoların her iki yüzü pişecek şekilde yaklaşık 160°C yağ sıcaklığında 8 dakika pişirildi. Pişirme sonundaki kızartma yağından da numune alındı (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Kızartma pişirme tekniği.

Fırında pişirme tekniği için endüstriyel fırın kullanıldı. Fırın 180°C'ye ayarlanarak içi boş şekilde ön ısıtma yapılarak pişirmeye hazır hale getirildi. Olası bir yapışma sonucu besin kaybını önlemek amacıyla ayçiçek yağı ile yağlandı. Fırın tepsisinde balıklar 8 dakika süre ile pişirildi. Buğulama tekniğinde balıklar 90°C'ye ayarlı endüstriyel mutfak fırınında 10 dakika süre ile pişirildi (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Fırın ve buğulama pişirme teknikleri.

Mikrodalga tekniğinde balıklar 2450 MHz 1000 W'de mikrodalga fırında 4 dakika süre ile pişirildi (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Mikrodalga pişirme tekniği.

Izgara tekniğinde ön ısıtma işlemi yapıldı. Elektrikli ızgarada filetoların her bir yüzü 10 dakika süre ile iç sıcaklık kontrol edilerek pişirildi (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Izgara pişirme tekniği.

Hava fritözü pişirme tekniğinde çipura filetoları, herhangi bir katkı maddesi kullanılmadan ve ön ısıtma yapmadan 180°C'ye ayarlı ev tipi cihaz kullanılarak 10 dakika süre ile pişirildi (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Hava fritözü pişirme tekniği.

Çipuralar piştikten sonra oda sıcaklığına soğutulup 4°C'de saklandı. Derileri ayrılan numuneler, 1 saat içinde ev tipi mutfak robotu kullanarak homojenize edildi. Üç tekerrürlü analizler için uygun tartımlar yapıldı. Homojenize numuneler gelecekteki analizler için -18°C'de saklandı. Çözdürme işlemi buzdolabı sıcaklığında gerçekleştirildi.

3.6. Besin Ögesi Tayinleri

3.6.1. Nem Tayini

Balıklarda nem oranı Oven Drying yöntemine göre yapıldı. Çipura numuneleri 5 gram alınarak darası önceden alınmış petrilere iyice yayıldı. Üzerine 5 mL teknik etanol eklendi. Etüve 105°C'de 8 saat boyunca kurutuldu. İşlem sonunda numuneler soğutulduktan sonra tartıldı. Ağırlık kaybından gidilerek % nem oranı hesaplandı (Şekil 3.7).

$$\% \text{ Nem} = \frac{[(\text{Kurutma öncesi petri ve numune ağırlığı}) - (\text{Kurutma sonrası petri ve numune ağırlığı})]}{\text{Numune ağırlığı}} \times 100$$



Şekil 3.7. Nem tayininde petriler.

3.6.2. Kül tayini

Porselen krozelerin daraları alındı. Numunelerde 5 g numune tartıldı. Ardından 550°C’de 8 saat yakıldıktan sonra geriye kalan gri renkteki kül tartılarak kül oranı belirlendi (Şekil 3.8).

$$\% \text{ Kül} = \frac{[(\text{Dara+Kül ağırlığı}) - \text{Numune ağırlığı}]}{\text{Numune ağırlığı}} \times 100$$



Şekil 3.8. Kül tayininde krozeler.

3.6.3. Protein analizi

Protein analizi Leco FP 828 cihazı ile yapıldı. Cihazın taşıyıcı gazları oksijen, inert gaz (helyum) ve kuru hava idi. Numuneler cihaza özel alüminyum kapsüllere 0,15 g olacak şekilde tartıldı. Azot analiz kalibrasyonu için etilendiamin tetraasetat (EDTA) kullanıldı. Numunelerden önce 3 kez bu standart tartılıp okunarak kalibrasyon yapıldı. Dumas (Mihaljev ve ark., 2015) yöntemine göre hesaplama yapıldı (Şekil 3.9).

$$\% \text{ Toplam protein} = \% \text{ Toplam N} \times 6,25$$

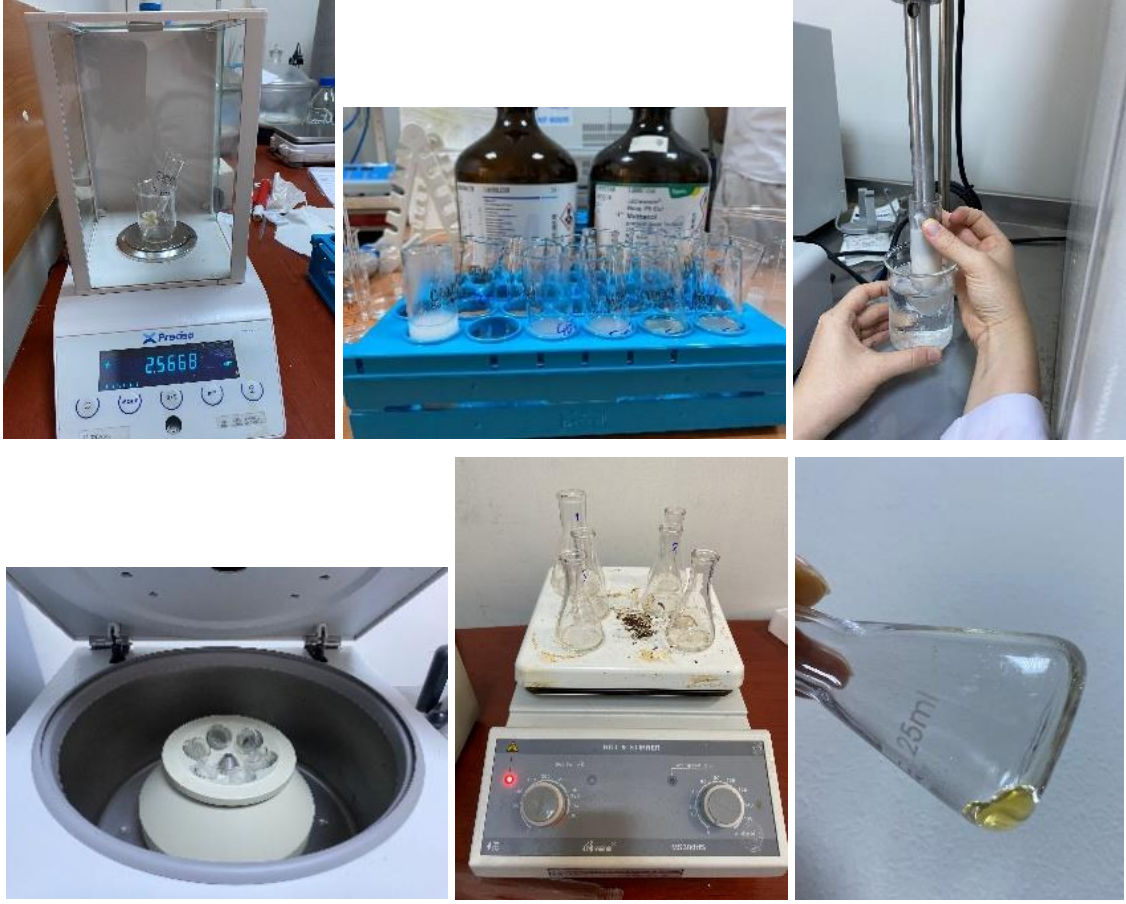


Şekil 3.9. Protein analizi.

3.6.4. Yağ ekstraksiyonu, yağ asitleri analizi

Yağ analizi Bligh & Dyer (1959) yöntemine göre yapıldı. Yağ ekstraksiyonu için üç tekrarlı olan 2,5 g numunelere 2,5 mL saf su, 10 mL diklorometan ve 10 mL metanol eklendi. Buz ile 1 dakika süre ile homojenize edildi. Daha sonra, 5 mL su ilavesi ile 30 saniye daha homojenize edildi. Tüpler 20 dakika 2000 rpm santrifüj edildi. Alt faz alınıp ısıtılarak uçurulma işlemi yapıldı. Hassas terazide numuneler ve daralar tartılarak total yağ miktarı g olarak bulunarak % lipit miktarı hesaplandı (Şekil 3.10).

$$\% \text{ Yağ} = \frac{[(\text{Dara} + \text{Yağ ağırlığı}) - \text{Dara ağırlığı}]}{\text{Numune ağırlığı}} \times 100$$



Şekil 3.10. Yağ ekstraksiyonu.

Yağ asitleri Joseph & Ackman (1992)'a göre hazırlanıp gaz kromatografisi (GC) ile analiz edildi. Yağ asitleri analizi için alt fazdan 5 mL örnek alınıp 2 mL metanolik potasyum hidroksit (KOH) eklendi. Kapağı kapatılıp 5 dakika 115°C'de ısıtıldı. Tüpler soğutulduktan sonra 2 mL bor triflorüre (BF₃) metanol eklenip ısıtıldı. Örnekler soğutulduktan sonra 2 mL izooktan eklenip vortekslendi. Daha sonra faz ayrışması için yaklaşık 5 dakika beklendi. Ve üstte ayrışan isooktan fazı bir cam pastör pipeti yardımı ile viallere alındı. Viale alınan isooktan içerisindeki yağ asitleri metilesterleri analiz yapıncaya kadar -24°C'de bekletildi. Numunelerin içerdiği yağ asitlerinin belirlenmesi için, GC cihazında uygun kolon ve dedektör (FID) ile ayrıştırılması yapıldı (Şekil 3.11) (Tablo3.1). Yağ asitlerinin tanımlanması Fame 37 mix ve PUFA mix 3 karışık standartları kullanılarak tanımlanması yapıldı. Yağ asitleri % pik alanı olarak verilmiş ve pik alanının miktarına göre bolluğu tahmin edilmiştir.



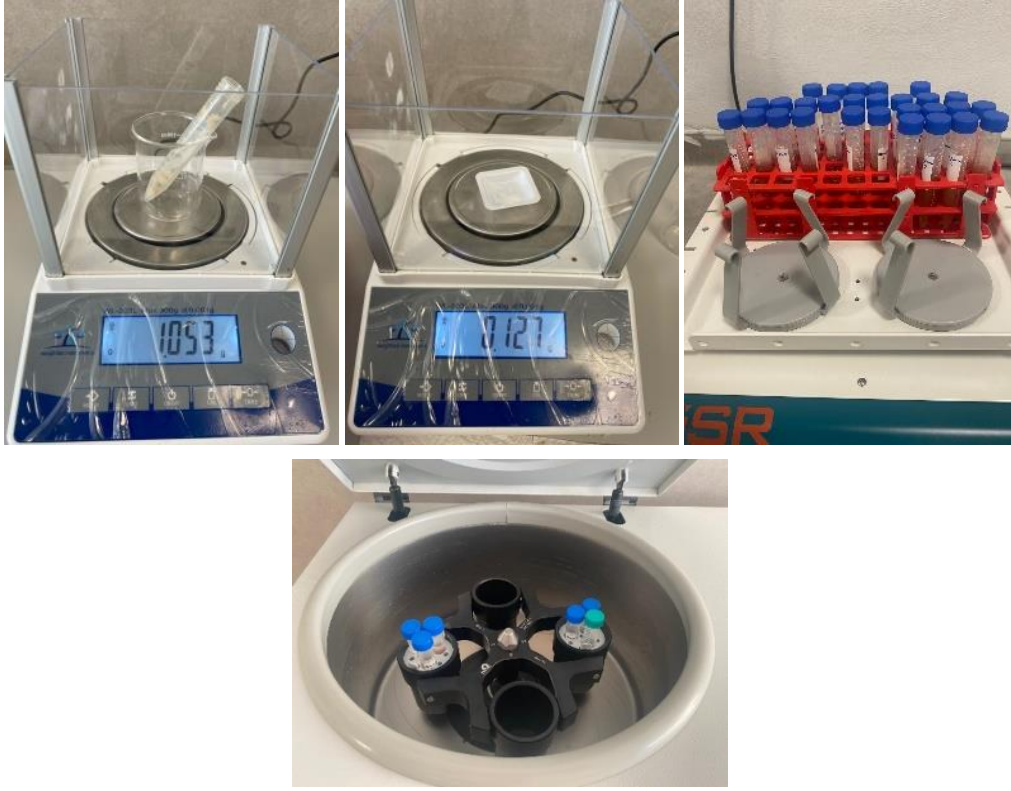
Şekil 3.11. Gaz kromatografisi cihazı (GC-FID).

Tablo 3.1. GC koşulları.

Parametre	Değer
Cihaz modeli	Shimadzu GC-2025
Enjektör	AOC-20i Auto
Enjektör özellikleri	Enjeksiyon hacmi 1 mikrolitre
Alev iyonizasyon dedektörü (FID 1) özellikleri	Sıcaklık: 250 °C Sinyal edinimi (Örnekleme oranı, 40 ms; durma zamanı, 38 dk; gecikme süresi, 17 dk) Takviye gaz: He Takviye gaz akış: 30 mL/dk H ₂ akış: 40 mL/dk Hava akış: 400 mL/dk
Split enjeksiyon bloğu (SPL 1)	Sıcaklık: 250 °C Örnekleme zamanı: 1 dk Taşıyıcı gaz: He Basınç: 230 kPa Total akış: 93.9 mL/dk Kolon akış: 0.90 mL/dk Doğrusal hız: 17,3 cm/s Takviye akış: 3 mL/dk Bölünme oranı: 100
Kolon	Seri numarası: C12681 Uzunluğu: 100m İç çapı .0,25 mm ID Film kalınlığı: 0,20µm.

3.6.5. Kolesterol ve yağda çözünebilir vitaminlerin analizi

Kolesterol ve yağda çözünebilir vitaminlerin ve analizi López-Fernández ve ark. (2022)'e göre yapıldı. Her bir analiz için üç tekrarlı örnekler hazırlandı. Homojen numuneler 1g tartılıp 0,125g askorbik asit eklendi. Sabunlaştırma çözeltisi 3 mL (%11 KOH) eklendi. Tüpler vortekslenip karanlık ortamda bir gece çalkandı. Daha sonra her tüpe 3 mL hekzan eklendi ve tüpler vortekslenip santrifüj edildi. Üst faz alındı. Ekstraksiyon tekrarlandı (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Kolesterol ve yağda çözünebilir vitaminler analizi.

Kolesterol analizi için GC-MS, yağda çözünebilir vitaminlerin analizi için yüksek performanslı sıvı kromatografisi (UHPLC) cihazları kullanıldı (Şekil 3.13). GC-MS programı kullanıldı.



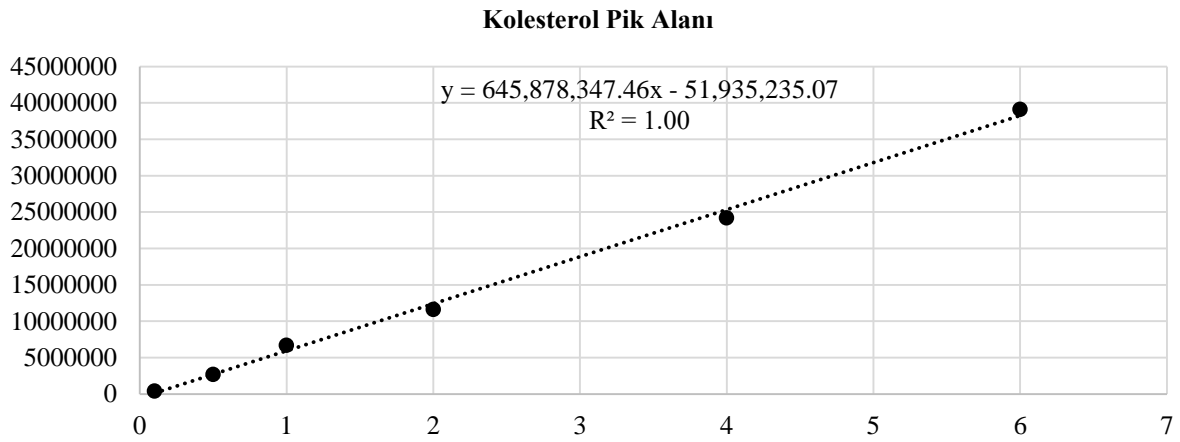
Şekil 3.13. Ultra yüksek performanslı sıvı kromatografisi.

Kolesterol için, GC-MS, Agilent model 5977A MSD ile donatılmış Agilent mod. 7890B gaz kromatografisi cihazında gerçekleştirildi. Kromatografik ayrımlar HP-5MS ultra inert kolon (30 mx 0,25 mm iç çap, 0,25 µm) kullanılarak gerçekleştirildi. Sıcaklık 2 dakikada 10 °C artarak 300 °C'ye çıktı, 300 °C'de 7 dakika sabit kaldı. Toplam analiz süresi 11 dakika

olarak gerçekleşti. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanıldı. Sonuçlar 100 g balık etinin miligram kolesterolü cinsinden ifade edildi. Analize ait kalibrasyon verileri Tablo 3.2’de; kolesterol için GC-MS kalibrasyon eğrisi 3.14’de yer almaktadır.

Tablo 3.2. Kalibrasyon veri tablosu.

Konsantrasyon (mg/ml)	Kolesterol Pik Alanı
0	0
0.1	41925735
0.5	268648464
1	668038095
2	1163025182
4	2420055060
6	3910641579



şekil 3.14. Kolesterol için GC-MS kalibrasyon eğrisi.

3.6.6. Lipit kalite indeksleri

Yağ asidi kompozisyonu tespit edildikten sonra lipit kalite indekslerinin belirlenmesi için; \sum PUFA/ \sum SFA, n-3/n-6, EPA/DHA, aterojenik indeks (AI), trombojenik indeks (TI), hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik oran (HH) ve balık et lipit kalitesi (FLQ) kullanıldı.

Aterojenik indeks ve trombojenik indeks Ulbricht & Southgate (1991) tarafından geliştirilmiştir. Hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik oran ise Santos-Silva ve ark. (2002) tarafından geliştirilmiştir. Et lipit kalitesi EPA ve DHA’nın toplam yağ asitlerine oranını ifade etmektedir. Başlıca balıklardaki et lipit kalitesi için kullanılmaktadır (Chen&Liu, 2020).

$$AI = \frac{[(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)]}{[\sum MUFA + \sum PUFA]}$$

$$TI = \frac{[C14:0 + C16:0 + C18:0]}{[(0,5 \times \sum MUFA) + (0,5 \times \sum PUFA(n-6) + (3 \times \sum PUFA(n-3) + (n-3)/(n-6))]}$$

$$HH = \frac{[(C18:1n-9 + C18:2n-6 + C20:4n-6 + C18:3n-3 + C20:5n-3 + C22:5n-3 + C22:6n-3) + \Sigma PUFA]}{(C14:0 + C16:0)}$$

$$FLQ = 100 \times \frac{(C22:6n-3 + C20:5n-3)}{\Sigma FA}$$

3.6.7. Mineral tayini

Mineral tayini için numuneler mikrodalga teflon tüplerine aktarılıp 10 mL nitrik asit (Suptapur) eklendi. Tüpler mikrodalgaya (MARS6) konularak yakma ve analiz işlem basamakları sırasıyla uygulandı. Cihaz 15 dakikada 210°C'ye ulaşarak 1030-1800W güç harcayarak çalıştı. Daha fazla çözünme işleminin gerçekleşmesi için mikrodalga bir gece bekletildi (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Mineral analizi ve MARS 6 cihazı.

Oda sıcaklığına gelince balon joje içine alınarak miktarı belirlemek ve kalibrasyonu ayarlamak için 25mL'ye tamamlanacak şekilde ultra saf su eklendi. Balon jodelerden 15 mL falkon tüplere alındı. Şırınga ile hava kalmayacak şekilde çekilmiş olup şırınga filtresi ile süzüldü. Hazırlanan numuneler okuma işlemi için İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) cihazına yerleştirildi (Şekil 3.16). ICPC-MS koşulları Tablo 3.3'de yer almaktadır.

Tablo 3.3. ICP-MS koşulları.

Parametre	Değer
RF uygulanan güç	1300 W
Plazma argon akış hızı	13 L dk ⁻¹
Yardımcı argon akış hızı	0.7 L dk ⁻¹
Nebulizör argon akış hızı	0.87 L dk ⁻¹
Tarama modu	Tepe atlama
Çözünürlük	Standart
Bekleme süresi	10 ms
Tarama sayısı	100
Tekrardaki ölçüm sayısı	3
Koşullar	¹⁴⁰ Ce ¹⁶ O ⁺ / ¹⁴⁰ Ce < %2 ve ¹³⁷ Ba ²⁺ / ¹³⁷ Ba ⁺ < %2



Şekil 3.16. İndüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (Agilent Technologies- 7900 ICP-MS / ASX 500).

3.7. Etik

Araştırmanın tabiatı gereği etik kurul iznine ihtiyaç duyulmamaktadır.

3.8. Sınırlılıklar

Çalışmada yalnızca kültür çipurası kullanılması, bir tür balık kullanılması, pişirme sıvısı olarak bir çeşit yağ kullanılması, kolesterol ve vitamin analizlerindeki bulgular sınırlılıkları oluşturmaktadır.

3.9. Verilerin Analizi

Pişirme tekniğinin belirlenen besin ögeleri üzerine etkisi IBM SPSS 29 ile karşılaştırılıp etkinin olup olmadığı varyans analizi ile belirlendi. Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi. Her tekniğine tek ait üçer numune analiz edilerek üç değerlerin ortalaması alındı. Sunulmuş veriler ortalama \pm standart sapma, yüzdendir.

4.BULGULAR

Farklı pişirme teknikleri uygulanan çipuralar ile kontrol amaçlı tüm analizlere çiğ çipura dahil edildi.

4.1. Nem Tayini Bulguları

Çiğ çipura balık filetosunun ortalama nem içeriği pişirme teknikleri uygulanan balıklara göre anlamlı olarak yüksek olup %67,49±0,79 olarak saptandı (Buğulama p=0,005; Diğer pişirme teknikleri p<0,001). Pişirme yöntemlerinin tümü çipurada nem kaybına neden oldu. Nem içeriğinde en az kayıp olan yöntem buğulamadır. En çok nem kaybı olan yöntem ızgara ve kızartma olarak saptandı (Tablo 4.1).

4.2. Kül Tayini Bulguları

Çiğ çipura balığının ortalama kül oranı 1,02±0,08 olarak tespit edildi. Çiğ çipura balığı ile ızgarada pişirilmiş çipuranın kül oranlarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (p=0,047) (Tablo 4.1).

4.3. Protein Tayini Bulguları

Çiğ numunede protein içeriği %17,67±0,11 olup tüm pişmiş numunelerden olarak daha düşük saptandı. Çiğ numune ile buğulama yapılmış çipurada protein içeriği istatistiksel olarak benzerdi (p=0,179). En yüksek tespit edilen protein içeriği %31,36 olup ızgarada pişirilmiş çipuraya aittir (Tablo 4.1).

4.4. Yağ Tayini Bulguları

Çiğ numunede yağ içeriği %17,36±0,27 olup pişmiş numunelerden daha yüksektir. Çiğ çipura ile ızgarada pişirilmiş çipuraya ait yağ içeriği benzerdir (p=0,06). Fırında, kızartma, hava fritözü, buğulama ve mikrodalga pişirme yöntemleri uygulanan çipuraların yağ içeriklerinde çiğ numuneye göre anlamlı fark tespit edildi (p<0,05). En düşük yağ içeriği olan pişirme yöntemleri hava fritözü (%12,69±0,56) ve kızartma (%12,93±0,95) olarak saptandı. Fırında ve kızartılmış çipuralarda uç değerler dahil edilmedi. Çipuranın farklı pişirme tekniklerine ait nem, kül, protein ve yağ içeriklerine ilişkin bulgular Tablo 4.1'de yer almaktadır.

Tablo 4. 1. Farklı pişirme teknikleri uygulanan çipuraların nem, kül, yağ ve protein içerikleri.

	Nem (%) $\bar{x}\pm ss$	Kül (%) $\bar{x}\pm ss$	Yağ (%) $\bar{x}\pm ss$	Protein (%) $\bar{x}\pm ss$
Çiğ Çipura	67,49±0,79 ^a	1,02±0,08 ^a	17,36±0,27 ^a	17,67±0,11 ^a
Fırında Pişirilmiş Çipura	62,68±0,56 ^b	1,26±0,06 ^a	13,06±0,70 ^b	26,67±0,00 ^b
Kızartılmış Çipura	60,84±0,40 ^c	1,26±0,24 ^a	12,69±0,56 ^b	27,92±1,05 ^b
Izgarada Pişirilmiş Çipura	59,73±0,19 ^c	1,49±0,11 ^b	15,36±0,72 ^a	31,36±2,09 ^b
Hava Fritözünde Pişirilmiş Çipura	64,59±0,03 ^d	1,27±0,10 ^a	12,93±0,95 ^b	27,52±1,73 ^b
Buğulama Yapılmış Çipura	65,89±0,29 ^c	1,06±0,02 ^a	14,31±1,01 ^b	24,20±2,13 ^a
Mikrodalgada Pişirilmiş Çipura	64,55±0,11 ^d	1,29±0,07 ^a	12,47±0,71 ^d	31,07±2,03 ^b

Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Aynı sütunda aynı harflerle belirlenen veriler p>0,05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

4.5. Yağ Asidi Bulguları

Çipuranın çiğ ve farklı pişirme teknikleri uygulanan filetoları ile kızartma yağına ait yağ asidi analizi bulguları Tablo 4.2’ de yer aldığı üzere, C12:0 (lavrik asit), C13:0 (tridecanoik asit), C14:0 (miristik asit), C14:1 cis9 (miristeloik asit), C15:0 (pentadekanoik asit), C16:0 (palmitik asit), C16:1 cis9 (palmitoleik asit), C17:0 (heptadekanoik asit), C17:1 (cis-10) (cis-10 heptadesenoik asit), 16:4n1 (hexadecatetraenoic asit), C18:0 (stearik asit), C18:1n9t (elaidik asit), C18:1n-9c, (oleik asit), C18:1n-7 (oleik asit), 18:2n-6c (linoleik asit), C20:0 (araşidik asit), 18:3n-6 (γ- linolenik asit), C10:1n9 (gadoleik asit), C18:3n-3 (α- linolenik asit, ALA), C20:2n-6 (eikosadeineoik asit), C22:0 (eikosadienoik asit), C20:3n-6 (eikosatrienoik asit), C22:1n-9 (erusik asit), C20:3n-6 (eikosatrienoik asit), C20:4n-6 (araşidonik asit, AA), C20:4n-3 (eikosatetraenoik asit), C20:5n-3 (eikosapentaenoik asit, EPA), C22:3n-3 (dokosatrienoic asit), C22:4n-6 (dokosatetraenoic asit), C22:5n-6 (osbond asit), C22:5n-3 (eikosadokosapentaenoik asit, DPA), C22:6n-3 (dokosakeksaenoik asit, DHA) olmak üzere toplam olarak 31 farklı yağ asiti belirlendi (Tablo 4.2).

Tablo 4. 2. Farklı pişirme teknikleri uygulanan çipuraların yağ asidi içerikleri.

Yağ Asitleri	Çiğ Çipura (%) $\bar{x}\pm ss$	Fırında Pişirilmiş (%) $\bar{x}\pm ss$	Kızartılmış (%) $\bar{x}\pm ss$	Izgarada Pişirilmiş (%) $\bar{x}\pm ss$	Hava Fritözünde Pişirilmiş (%) $\bar{x}\pm ss$	Buğulama Yapılmış (%) $\bar{x}\pm ss$	Mikrodalgada Pişirilmiş (%) $\bar{x}\pm ss$	Kızartma Yağı (%) $\bar{x}\pm ss$
C12:0	0,00± 0,00 ^a	0,02± 0,04 ^a	0,36± 0,63 ^a	0,00± 0,00 ^a	0,00± 0,00 ^a	0,00± 0,00 ^a	0,12± 0,13 ^a	0,00± 0,00 ^a
C13:0	0,00± 0,00 ^a	0,00± 0,00 ^a	1,04± 1,80 ^a	0,00± 0,00 ^a	0,00± 0,00 ^a	0,00± 0,00 ^a	0,00± 0,00 ^a	0,00± 0,00 ^a
C14:0	2,40 ± 0,09 ^a	2,10± 0,06 ^b	1,28± 0,04 ^c	2,19± 0,04 ^b	2,37± 0,02 ^a	2,33± 0,07 ^{a,b}	2,17± 0,06 ^b	0,70± 0,00 ^d
C14:1 cis 9	0,00± 0,00 ^a	0,04± 0,04 ^a	0,00± 0,00 ^a	0,00± 0,00 ^a	0,00± 0,00 ^a	0,00± 0,00 ^a	0,02± 0,04 ^a	0,00± 0,00 ^a
C15:0	0,25± 0,01 ^a	0,21± 0,02 ^a	0,09± 0,08 ^a	0,14± 0,12 ^a	0,15± 0,13 ^a	0,24± 0,00 ^a	0,22± 0,01 ^a	0,05± 0,04 ^a
C16:0	14,87± 0,67 ^a	14,80± 0,23 ^a	11,56± 0,31 ^b	15,22± 0,14 ^a	15,14± 0,13 ^a	14,86± 0,06 ^a	15,02± 0,12 ^a	8,04± 0,03 ^c
C16:1 c9	3,13± 2,54 ^a	0,29± 0,05 ^b	0,18± 0,02 ^b	0,32± 0,03 ^b	0,33± 0,03 ^b	0,33± 0,02 ^b	0,30± 0,03 ^b	0,48± 0,66 ^b
C17:0	0,22± 0,03 ^a	0,18± 0,09 ^a	0,15± 0,03 ^a	0,24± 0,04 ^a	0,15± 0,13 ^a	0,25± 0,03 ^a	0,23± 0,01 ^a	0,05± 0,04 ^a
C17:1(cis-10)	0,28± 0,06 ^a	0,23± 0,05 ^a	0,18± 0,01 ^a	0,27± 0,02 ^a	0,28± 0,02 ^a	0,27± 0,02 ^a	0,25± 0,04 ^a	0,05± 0,04 ^b
16:4n1	0,20± 0,01 ^a	0,14± 0,12 ^a	0,08± 0,07 ^a	0,10± 0,09 ^a	0,12± 0,10 ^a	0,12± 0,10 ^a	0,17± 0,01 ^a	0,02± 0,04 ^a
C18:0	3,43± 0,14 ^a	2,52± 2,19 ^a	3,92± 0,06 ^a	3,78± 0,07 ^a	3,52± 0,11 ^a	3,49± 0,11 ^a	3,73± 0,07 ^a	3,15± 0,02 ^a
C18:1n-9t	0,07± 0,12 ^a	1,24± 2,15 ^a	0,00± 0,00 ^a	0,09± 0,08 ^a	0,11± 0,10 ^a	0,11± 0,10 ^a	0,11± 0,09 ^a	0,07± 0,02 ^a
C18:1n-9c	34,22± 3,17 ^a	37,15± 1,99 ^a	32,61± 2,01 ^a	37,53± 1,35 ^a	37,10± 1,40 ^a	38,33± 1,54 ^{a,b}	37,97± 0,40 ^{a,b}	28,43± 0,38 ^c
C18:1n-7	2,65± 0,13 ^a	0,84± 1,45 ^a	0,61± 1,05 ^a	0,92± 1,59 ^a	0,91± 1,58 ^a	0,94± 1,63 ^a	0,00± 0,00 ^a	0,00± 0,00 ^a
C18:2n-6c	21,61± 0,97 ^a	22,56± 0,21 ^a	36,07± 0,83 ^b	21,86± 0,35 ^a	21,89± 0,14 ^a	21,20± 0,24 ^a	22,47± 0,23 ^a	53,63± 0,72 ^c
C20:0	0,32± 0,03 ^a	0,32± 0,01 ^a	0,35± 0,05 ^a	0,36± 0,04 ^a	0,20± 0,18 ^a	0,33± 0,01 ^a	0,34± 0,04 ^a	0,27± 0,24 ^a
C18:3n-6	0,25± 0,04 ^a	0,13± 0,11 ^a	0,10± 0,09 ^a	0,15± 0,13 ^a	0,16± 0,14 ^a	0,17± 0,15 ^a	0,21± 0,02 ^a	0,15± 0,08 ^a
C20:1n-9	2,21± 0,37 ^a	2,30± 0,09 ^a	1,53± 0,01 ^b	2,43± 0,08 ^a	2,31± 0,06 ^a	2,44± 0,09 ^a	2,32± 0,05 ^a	0,74± 0,10 ^c
C18:3n-3	4,16± 0,16 ^a	3,69± 0,03 ^b	2,10± 0,06 ^c	3,58± 0,04 ^b	3,87± 0,04 ^b	3,79± 0,14 ^b	3,68± 0,01 ^b	1,19± 0,05 ^d
C20:2n-6	1,11± 0,06 ^a	1,15± 0,05 ^a	0,71± 0,03 ^b	1,18± 0,04 ^a	1,11± 0,03 ^a	1,16± 0,03 ^a	1,15± 0,01 ^a	0,30± 0,03 ^c
C22:0	0,00± 0,00 ^a	0,12± 0,10 ^a	0,48± 0,03 ^b	0,12± 0,11 ^a	0,05± 0,09 ^a	0,11± 0,09 ^a	0,17± 0,01 ^a	0,50± 0,04 ^b
C20:3n-6	0,15± 0,25 ^a	0,34± 0,03 ^a	0,21± 0,01 ^a	0,36± 0,01 ^{a,b}	0,34± 0,01 ^a	0,33± 0,01 ^a	0,33± 0,02 ^a	0,09± 0,03 ^{a,c}
C22:1n-9	0,46± 0,04 ^a	0,44± 0,01 ^a	0,27± 0,01 ^b	0,46± 0,01 ^a	0,45± 0,00 ^a	0,47± 0,00 ^a	0,45± 0,00 ^a	0,11± 0,01 ^c
C20:4n-6	0,65± 0,29 ^a	0,53± 0,08 ^a	0,39± 0,03 ^{a,b}	0,51± 0,01 ^a	0,52± 0,00 ^a	0,32± 0,28 ^{a,b}	0,53± 0,02 ^a	0,10± 0,00 ^b
C20:4n-3	0,37± 0,20 ^a	0,48± 0,01 ^{a,b}	0,30± 0,00 ^a	0,41± 0,12 ^a	0,42± 0,18 ^a	0,52± 0,02 ^{a,b}	0,38± 0,13 ^a	0,14± 0,00 ^a
C20:5n-3	2,29± 0,43 ^a	1,73± 0,07 ^b	1,11± 0,05 ^c	1,62± 0,03 ^b	1,85± 0,04 ^{a,b}	1,73± 0,09 ^b	1,64± 0,05 ^b	0,52± 0,01 ^d
C22:3n-3	0,21± 0,19 ^a	0,40± 0,08 ^{a,b}	0,20± 0,14 ^a	0,40± 0,10 ^{a,b}	0,34± 0,08 ^a	0,39± 0,11 ^a	0,24± 0,15 ^a	0,06± 0,05 ^a
C22:4n-6	0,00± 0,00 ^a	0,11± 0,10 ^a	0,06± 0,06 ^a	0,10± 0,08 ^a	0,05± 0,08 ^a	0,10± 0,09 ^a	0,10± 0,09 ^a	0,00± 0,00 ^a
C22:5n-6	0,35± 0,07 ^a	0,17± 0,10 ^{a,b}	0,12± 0,08 ^{a,b}	0,16± 0,09 ^{a,b}	0,23± 0,20 ^{a,b}	0,17± 0,08 ^{a,b}	0,19± 0,14 ^{a,b}	0,02± 0,04 ^b
C22:5n-3	1,64± 0,09 ^a	1,49± 0,09 ^a	0,96± 0,02 ^b	1,51± 0,05 ^a	1,56± 0,07 ^a	1,52± 0,04 ^a	1,44± 0,01 ^a	0,25± 0,22 ^c
C22:6n-3	5,10± 1,40 ^a	4,29± 0,12 ^{a,b}	2,97± 0,05 ^b	4,01± 0,05 ^{a,b}	4,48± 0,12 ^a	4,00± 0,13 ^{a,b}	4,04± 0,03 ^{a,b}	0,88± 0,01 ^c

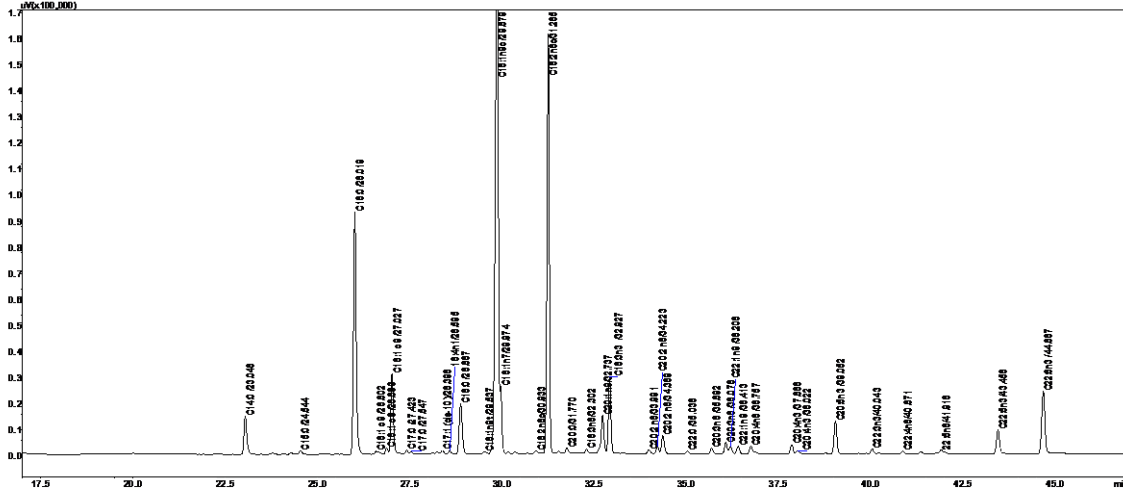
Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler p>0,05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir

Tablo 4. 3. Farklı pişirme teknikleri uygulanan çipuraların toplam yağ asidi içerikleri.

	Çiğ Çipura (%) $\bar{x}\pm ss$	Fırında Pişirilmiş (%) $\bar{x}\pm ss$	Kızartılmış (%) $\bar{x}\pm ss$	Izgarada Pişirilmiş (%) $\bar{x}\pm ss$	HavaFritözünde Pişirilmiş (%) $\bar{x}\pm ss$	Buğulama Yapılmış (%) $\bar{x}\pm ss$	Mikrodalgada Pişirilmiş (%) $\bar{x}\pm ss$	Kızartma Yağı (%) $\bar{x}\pm ss$
Σ SFA	21,50±0,86 ^a	20,27±2,54 ^a	19,23±1,96 ^a	22,05±0,11 ^a	21,58±0,25 ^a	21,61±0,60 ^a	22,01±0,36 ^a	12,76±0,19 ^b
Σ MUFA	39,92±5,50 ^a	41,25±3,70 ^a	34,51±1,99 ^a	40,63±1,32 ^a	40,13±1,39 ^a	41,48±1,54 ^a	40,97±0,32 ^a	29,77±0,77 ^b
Σ PUFA	38,54±3,38 ^a	37,64±0,22 ^a	45,65±1,05 ^b	36,40±0,45 ^a	37,37±0,17 ^a	35,98±0,40 ^a	37,02±0,45 ^a	57,47±0,65 ^c
Σ n-3 PUFA	13,77±2,00 ^a	12,07±0,35 ^a	7,64±0,27 ^b	11,52±0,08 ^{c,a}	12,51±0,34 ^{a,c}	11,95±0,36 ^{a,c}	11,43±0,15 ^{a,c,d}	3,05±0,25 ^e
Σ n-6 PUFA	24,11±1,45 ^a	24,99±0,54 ^a	37,66±0,95 ^b	24,32±0,38 ^a	24,30±0,25 ^a	23,44±0,07 ^a	24,98±0,18 ^a	54,29±0,68 ^c

Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler p>0,05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

Kantitatif olarak başlıca yağ asitleri doymuş yağ asitlerinden C16:0 (%14,87± 0,67), tekli doymamış yağ asitlerinden C18:1n-9c (%34,22±3,17), çoklu doymamışlardan EPA (C20:5n-3) (%2,29±0,43) ve DHA (C22:6n-3) (%5,10±1,40) olarak tespit edildi. Yağ asidi analizlerine ilişkin çığ çipura kromatogramı Şekil 4.1’de yer almaktadır. Kızartmada kullanılan ayçiçek yağına ait kromatogram Şekil 4.2’dedir.

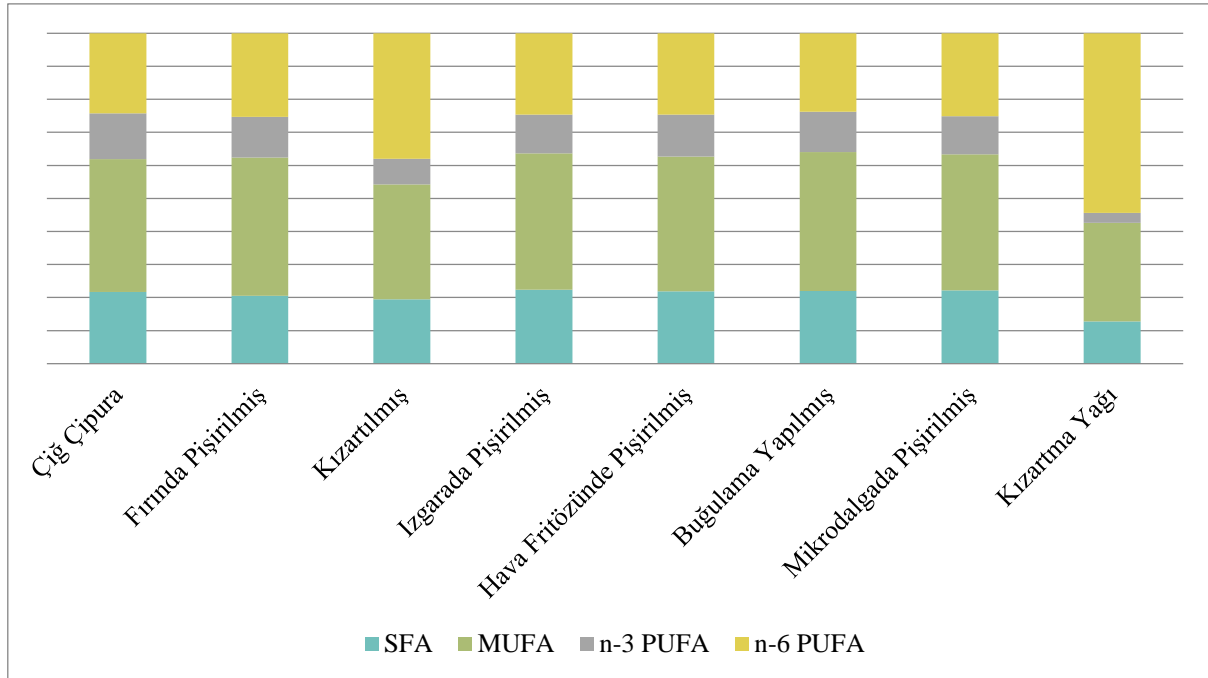


tespit edildi. Toplam SFA ve toplam MUFA ile pişirme teknikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Pişirme teknikleri arasında kızartmada çığ numuneye kıyasla toplam PUFA içeriği istatistiksel olarak yüksekti ($p=0,000$). Fırında, ızgarada, hava fritözü, buğulama, mikrodalgada pişirme tekniklerinde toplam PUFA içeriğinde istatistiksel olarak anlamlı fark olarak tespit edilmedi ($p>0,05$).

Çığ çipuraya ait toplam n-3 yağ asitleri oranı $\%13,77\pm 2,00$ olarak saptandı. Toplam n-3 yağ asitlerinin çığ numuneye göre istatistiksel olarak en yüksek olduğu pişirme teknikleri hava fritözünde pişirme ($p=0,489$), fırında pişirme ($p=0,195$) ve buğulama ($p=0,144$) olarak tespit edildi. Çığ numuneye göre pişirme teknikleri arasında düşük toplam n-3 yağ asitleri miktarı ($\%7,64\pm 0,27$; $p=0,000$) ile en yüksek toplam n-6 miktarı ($\%37,66\pm 0,95$; $p=0,000$) kızartma pişirme tekniğinde saptandı.

Pişirme teknikleri uygulaması sonrasında EPA ve DHA içerikleri hava fritözünde pişirmede en yüksek (EPA $\%1,85\pm 0,04$; DHA $\%4,48\pm 0,12$), kızartmada en düşük (EPA $\%1,11\pm 0,05$; DHA $\%2,97\pm 0,05$) oranda tespit edildi.

Kızartma yağındaki yağ asidi bulgularında başlıca yağ asidi C18:2n-6c ($\%53,63\pm 0,72$) olarak saptandı. EPA içeriği ise $\%0,52\pm 0,01$; DHA içeriği ise $\%0,88\pm 0,01$ 'di (Tablo 4.2) (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Farklı pişirme teknikleri sonrası toplam yağ asidi içerikleri dağılımları.

4.6. Lipit Kalite İndeksleri

Lipit kalite indekslerine ilişkin, çiğ çipurada numunesinde n-3/n-6 oranı $0,57\pm 0,05$ 'dir. Çiğ numuneye n-3/n-6 oranı en yakın pişirme yöntemleri hava fritözünde ve buğulama yapılmış çipurada tespit edildi. Çiğ ipurada $\Sigma\text{PUFA}/\Sigma\text{SFA}$ $1,79\pm 0,12$ olarak bulundu. Pişirme yöntemleri arasında EPA/DHA oranı çiğ çipuraya benzer olarak buğulama ($p=0,666$) ve hava fritözü ($p=0,062$) pişirme tekniklerinde saptandı. AI ve TI değerleri sırasıyla çiğ numunede $0,31\pm 0,02$ ve $0,28\pm 0,01$ 'di. Kızartılmış ipurada AI değeri tüm pişirme tekniklerine göre istatistiksel olarak daha düşük tespit edildi. Pişirme teknikleri ve TI değerleri arasında anlamlı fark bulunmadı. Çiğ ipurada HH $4,03\pm 0,10$; FLQ $7,42\pm 2,00$ olarak tespit edildi. Pişirme tekniklerine göre lipit kalite indeksleri bulgularına ilişkin tablo Tablo 4.4'de yer almaktadır.

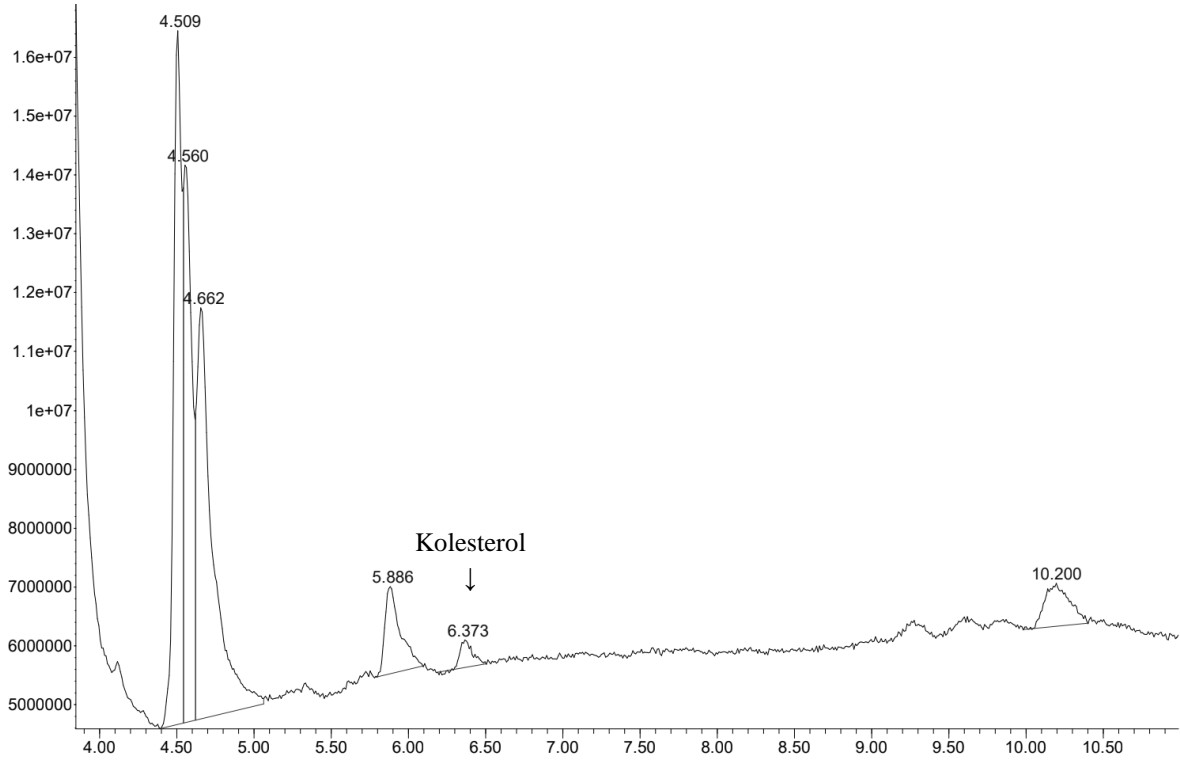
Tablo 4. 4. Farklı pişirme teknikleri uygulanan çipuralarda lipit kalite indeksleri.

Kalite İndeksleri	Çiğ Çipura (%) $\bar{x}\pm ss$	Fırında Pişirilmiş (%) $\bar{x}\pm ss$	Kızartılmış (%) $\bar{x}\pm ss$	Izgarada Pişirilmiş (%) $\bar{x}\pm ss$	Hava Fritözünde Pişirilmiş (%) $\bar{x}\pm ss$	Buğulama Yapılmış (%) $\bar{x}\pm ss$	Mikrodalgada Pişirilmiş (%) $\bar{x}\pm ss$
n-3/n-6	0,57±0,05 ^a	0,48±0,01 ^b	0,20±0,00 ^c	0,47±0,00 ^b	0,52±0,02 ^{a,b}	0,51±0,02 ^{a,b}	0,46±0,01 ^b
ΣPUFA/ΣSFA	1,79±0,12 ^a	1,88±0,24 ^a	2,39±0,28 ^b	1,65±0,03 ^a	1,73±0,03 ^a	1,67±0,03 ^a	1,68±0,03 ^a
EPA/DHA	0,45±0,04 ^a	0,40±0,00 ^b	0,37±0,01 ^b	0,40±0,00 ^b	0,41±0,00 ^{a,b}	0,43±0,00 ^{a,b}	0,40±0,01 ^b
AI	0,31±0,02 ^a	0,29±0,02 ^a	0,21±0,01 ^b	0,31±0,00 ^a	0,31±0,01 ^a	0,31±0,01 ^a	0,31±0,01 ^a
TI	0,28±0,01 ^a	0,28±0,04 ^a	0,28±0,00 ^a	0,31±0,01 ^a	0,30±0,00 ^a	0,31±0,00 ^a	0,31±0,02 ^a
HH	4,03±0,10 ^a	4,23±0,16 ^a	5,93±0,70 ^b	4,06±0,12 ^a	4,07±0,10 ^a	4,12±0,10 ^a	4,18±0,07 ^a
FLQ	7,42±2,00 ^a	6,07±0,24 ^{a,b}	4,10±0,07 ^{b,c}	5,68±0,12 ^{a,c}	6,39±0,23 ^a	5,78±0,21 ^{a,b}	5,69±0,08 ^{a,b}

Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler p>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

4.7. Kolesterol ve Yağda Çözünebilen Vitaminlerin Analizi Bulguları

Çiğ çipuraya ait kolesterol içeriği $35,05 \pm 1,28$ mg/100g olarak saptanmıştır (Şekil 4.4). Pişirme teknikleri uygulanan numunelerde ise kolesterol piki tespit edilememiştir. Her iki analizde de pişmiş numunelerde kolesterol ve yağda çözünebilen vitamin analizi için kromatogram pikleri elde edildi. Ancak yağda çözünebilen vitaminlerin kolonda kalış sürelerine karşılık gelmemiştir. Bu sebeple çalışmada yağda çözünebilen vitaminlere ilişkin veri tespit edilemedi.



Şekil 4.4.Çiğ çipura filetosuna ait kolesterol piki.

4.8. Mineral Analizi Bulguları

Çipurada kullanılan pişirme tekniklerine ait ısılar mineralleri etkilenmeyeceği için çiğ numuneye ait analiz yapıldı. Mineral (Mg, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, Hg, Pb) içeriğine ait bulgular Tablo 4.5’de yer almaktadır.

Tablo 4. 5. Çipuranın mineral içerikleri.

Mineraller	$\bar{x} \pm ss$
Magnezyum (Mg)	329,33±9,64
Potasyum (K)	4147,29±187,09
Kalsiyum (Ca)	33,11±3,87
Krom (Cr)	0,10±0,02
Mangan (Mn)	0,20±0,02
Demir (Fe)	4,36±0,92
Nikel (Ni)	0,01±0,00
Bakır (Cu)	0,56±0,17
Çinko (Zn)	7,72±0,49
Arsenik (As)	0,99±0,06
Selenyum (Se)	0,26±0,02
Kadmiyum (Cd)	0,00±0,00
Civa (Hg)	0,01±0,00
Kurşun (Pb)	0,03±0,01

5. TARTIŞMA

Çalışmada, deneysel olarak farklı pişirme teknikleri uygulanan çipurada besin ögesi kompozisyonlarının değişimleri incelendi. Elde edilen veriler ışığında sağlıklı pişirme yöntemlerinin geliştirilmesi ve tercih edilmesi sonucunda iyilik haline katkı sağlamak amaçlandı. Literatürde tüketilen balık türlerine ait farklı pişirme teknikleri sonucunda besin ögeleri değişimleri ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmamız bulguları literatür verilerinin paralel ve farklı yönleriyle değerlendirilmiştir.

5.1. Nem İçeriği

Besinlerdeki nem içeriği besindeki toplam su miktarını ifade etmektedir. Nem besinin mikrobiyal büyüme potansiyeli, raf ömrü ve tüketici kabulü gibi faktörler üzerinde etkili olmaktadır (Abbas ve ark., 2009). Çalışmamızda çiğ çipurada nem içeriği $67,49 \pm 0,79$ 'dur. Farklı kültür çipuralarında yapılan bir çalışmada da çalışmamıza benzer nem içeriğine dair bulgular (%66,50 ila %71,00) bildirilmiştir (Ünal-Şengör ve ark., 2025).

Pişirme ve sıvı kaybı ile ilişkisi hakkında çalışmamızda çiğ numuneye kıyasla tüm pişirme tekniklerinde istatistiksel olarak nem kaybının gerçekleştiği tespit edildi. Pişirme teknikleri arasında ise en yüksek nem oranı buğulama pişirmede saptandı. Literatürde de yapılan çalışmalarda pişirme sonucunda nem kaybı oranında artış bildirilmektedir. Çipurada farklı pişirme tekniklerinin uygulandığı bir çalışmada çalışmamıza benzer olarak en yüksek nem (%73,90) çiğ, en az nem kaybı buharda pişirmede (%71,60) bildirilmiştir. Bunun yanında çok nem kaybı ise kızartmada (%35,30) olarak saptanmıştır (Bhourri ve ark., 2010). Alexi ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada ise çipurada en yüksek nemi çiğ numunede (%69,54), pişirme teknikleri arasında en yüksek nemi (%67,19) buharda pişirmede, en düşük nemi ise kızartmada (%64,26) saptamışlardır. Barbun balığında yapılan çalışmada ise çiğ numuneye en yakın nem haşlamada, en düşük nem kızartma ve mikrodalgada pişirmede bildirilmiştir (Biandolino ve ark., 2023). Çalışmamızda ise en çok nem kaybı ızgarada pişirmede saptandı. Bu durum ızgara pişirme yönteminin çignenebilirliği azaltabileceğini düşündürebilir. Alexi ve ark. (2019) çalışmasında da çipurada çignenebilirliği en düşük olan pişirme yöntemini kızartma olarak bildirmiştir.

Diğer balık türleri ile ilgili pişirme yöntemleri uygulanan benzer çalışmalarda Momenzadeh ve ark. (2017) turuncu benekli orfoz (*Epinephelus coioides*) nem içeriğinin en yüksek olduğu pişirme yöntemini buharda pişirme (%73,40) ve nem içeriğinin en düşük

olduğu pişirme yöntemini zeytinyağında kızartma (%56,99) olarak bildirilmiştir. Uskumruda pişirme yöntemlerinin incelendiği bir çalışmada en çok nem kaybı ayçiçek yağında kızartmada bildirilirken, kızartma dışındaki pişirme yöntemlerinde en çok nem kaybı ızgarada pişirmede bildirilmiştir (Başhan, 2019). Farklı olarak kültür levreklerinde yağda kızartma ve ızgara pişirme yöntemleri sonucunda nem oranlarında anlamlı fark saptanmamıştır (Şen, 2020). Fırında pişirme, kaynatma, mikrodalgada pişirme ve kızartma pişirme tekniklerinin değerlendirildiği bir çalışmada ise en az nem kaybının kaynatmada, en çok nem kaybının ise kızartmada olduğu bildirilmiştir (Hosseini ve ark., 2014). Çalışmamız ve literatür değerlendirildiğinde bu durum nemli pişirme tekniklerinin uygulanmasının besinde sıvının en çok korunduğu teknikler olması ile açıklanabilir.

5.2. Kül İçeriği

Kül içeriği, besin örneğinin yakılması sonucunda, inorganik madde miktarını ifade etmektedir. Kül içeriği aynı zamanda besinin mineral bileşimi hakkında bilgi vermektedir (Erkan & Özden, 2007). Çalışmamızda tespit edilen çığ çipuraya ait kül oranı $1,02 \pm 0,08$ 'dir. Kül içeriğine dair Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı (2025) $1,25-1,45$; Erkan & Özden (2007) $1,35$ olarak bulguları bildirmişlerdir.

Çalışmamızda çığ çipura ile ızgarada pişirilmiş çipuranın kül oranlarında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi. En yüksek kül oranı ($1,49 \pm 0,11$) ızgarada pişirilmiş çipuradadır. Izgarada en yüksek kül oranının olması pişirmede kuru ağırlık olarak artış olduğundan kaynaklanabilir. Çipurada pişirme tekniklerinin uygulandığı başka bir çalışmada da benzer olarak nem oranının en düşük olarak bildirildiği kızartmada en yüksek kül oranı ($1,68$) bildirilmiştir (Alexi ve ark., 2019).

5.3. Protein İçeriği

Çığ çipura protein içeriği çalışmamızda $17,67 \pm 0,11$ 'dir. Literatürde çığ çipuraya ilişkin Kaya Öztürk (2017) $16,94-21,07$; Özden & Erkan (2008) $18,21$; Kaba ve ark. (2009) 19 ; Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı (2025) $19,06$; Pateiro ve ark. (2020) $21,05$; Ünal-Şengör ve ark. (2025) $19,61-20,43$ olarak bildirilmiştir. Protein içeriklerindeki bu farklılıkların biyolojik ve çevresel etmenlerden kaynaklandığı düşünülebilir. Çipuralarda yetiştirildiği çiftlik, mevsim ve çipuranın ağırlığı protein oranını etkileyebilen faktörlerdendir (Hurtado-Rodríguez ve ark., 2010; Ünal-Şengör ve ark., 2025; Zebel, 2021).

Çalışmamızda protein içeriği Dumas (Mihaljev ve ark., 2015) yöntemine göre tespit edilmiştir. Protein tayininde kullanılan bir diğer yöntem ise Kjeldahl yöntemidir. Balık unu örneklerinde yapılan çalışmada Dumas yönteminin organik azot tayininde güvenilir bir seçenek olduğu bildirilmiştir (Miller ve ark., 2007).

Çalışmamızda tüm pişirme tekniklerinin uygulaması sonucunda protein oranında artış bulunmaktadır. Bu oran artışı kuru madde içeriğiyle ilişkilidir. Kültür levreklerinde yağda kızartma, ızgarada ve fırında pişirilmesi sonucunda; somonun tavada, fırında, mikrodalgada, buharda, sous-vide, hava fritözünde ve tütsüleme sonucunda benzer olarak çiğ numuneye göre protein oranının arttığını bildirmiştir (Costa ve ark., 2013; Şen, 2020; Teyin, 2024). Çalışmamızda çiğ çipura ile buğulama pişirme yöntemi uygulanan çipuranın protein içeriğinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır. Bu durum buğulama tekniği ile pişirilen çipurada en az nem kaybının olması sonucunda protein oranının az miktarda yükseldiğini düşündürebilir. Başka balık türleri yapılan çalışmalarda da en yüksek protein oranı, en düşük nem oranı olan kızartılmış balıkta bildirilmiştir. Bunun yanında en düşük protein oranı ise nem kaybının en az olduğu suda kaynatılmış balıkta olduğu bildirilmiştir (Hosseini ve ark., 2014; Karimian-Khosroshahi ve ark., 2016). Çalışmamızda nem oranı en düşük olan ızgarada pişirilmiş çipurada en yüksek protein içeriği tespit edildi. Yılan balığının mikrodalgada, fırında, ızgarada ve yağda kızartma teknikleriyle pişirilmesi sonucunda tüm numunelerde protein oranı artmıştır. En yüksek protein oranı çalışmamıza paralel olarak ızgarada pişirilmiş balıkta saptanmıştır. Ek olarak pişirme teknikleri arasında protein oranlarında istatistiksel olarak anlamlı fark bildirilmemiştir. En yüksek nem içeriğine sahip pişirme tekniği olarak saptanan fırında pişirmede ise en düşük protein oranı bildirilmiştir (Ersoy, 2011). Marimuthu ve ark. (2014) çalışmalarında da levrekte en düşük nem içeriği saptanan pişirme yöntemleri olan kızartma ve fırınlama sonucunda elde edilen numunelerin protein içerikleri istatistiksel olarak benzer olduğunu tespit etmişlerdir.

5.4. Yağ İçeriği

Balıklar genel olarak %0,10-22 yağ içeriğine sahiptir (Phogat ve ark., 2022). Çalışmamızda çiğ çipurada %17,36±0,27'dir. Literatürde farklı çiğ çipura yağ yüzdeleri bulunmaktadır. Çiğ çipura yağ yüzdelerine ilişkin Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı (2025) %3,96-10,06; Pateiro ve ark. (2020) %7,86; Özden & Erkan (2008) %8,10; Kaba ve ark. (2009) %10,10; Öztürk (2022) %10,12; Erkan & Özden (2007) %15,11 olarak

bildirilmiştir. Bu durumun balıkların yetiştirilme koşulları, kullanılan yem içerikleri gibi faktörlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir.

Pişirme sırasında suyun buharlaşması besinin yağ içeriğini arttırmaktadır. Bu etki pişirme türünden etkilenmektedir (García-Arias ve ark., 2003). Literatürde farklı balık türlerinde yapılan çalışmalarda farklı pişirme teknikleri sonucunda yağ oranlarında artışlar bildirilmektedir (Kocatepe ve ark., 2011; Costa ve ark., 2013; Karimian-Khosroshahi ve ark., 2016; Momenzadeh ve ark., 2017; Głuchowski ve ark., 2020; Teyin, 2024). Bu durum pişirme sırasında suyun buharlaşması ve yağın balık tarafından absorbe edilmesi ile ilişkilendirilmektedir. Çipuranın pişirme tekniklerinin uygulandığı bir çalışmada çığ numunenin yağ oranı %6,91; buharda pişirmede %8,10; fırında pişirmede %10,21; kızartmada %9,67 olarak saptanmıştır. Bu durumun çalışmadaki çipuranın yağ içeriğinin yüksek saptanmamasından kaynaklı olabileceği bildirilmiştir. Çalışmamızda ise çığ çipuraya ait yağ oranı $17,36 \pm 0,27$ 'dir. Bunun yanında pişirilme tekniklerinin uygulanması sonucunda numunelerin tümünde yağ oranı (%12,69- %15,36) çığ çipuraya göre daha düşüktür.

Literatürde pişirme sonucunda yağ oranının daha düşük bildirildiği benzer çalışmalar bulunmaktadır. Şen (2020) çalışmasında kültür levreğinin yağ oranlarını çığ numunede %7,35; yağda kızartmada %6,85; fırında pişirmede %1,44 olarak bildirmiştir. Marimuthu ve ark. (2014) ise çalışmalarında levrekte yağ oranını çığ numunede %5,13; fırında pişirmede %5,12; haşlamada %4,76 olarak saptamıştır. García-Arias ve ark. (2003) taze sardalya filetolarında pişirme tekniklerinin uygulandığı çalışmalarda yağ miktarlarını çığ $392,5 \text{g/kg}^{-1}$ kuru madde; kızartma sonucunda $360,3 \text{g/kg}^{-1}$ kuru madde olarak bildirmiştir. Bunun yanında kızartma işlemi sonucundaki değişiklik balığın yağ içeriği ile değişebileceği bildirilmektedir. Sioen ve ark. (2006) çalışmalarında %0,55 yağ oranı olan morina filetolarının kızartma sonucunda yağ içeriğinin dört kat arttığını; %14 yağ oranı olan somon filetosunun ise yağ oranı %2 azaldığını saptamıştır.

Çalışmamızda en yüksek yağ oranları ızgarada pişirmede ($15,36 \pm 0,72$) ve buğulama ($14,31 \pm 1,01$); en düşük yağ oranları ise mikrodalgada ($12,47 \pm 0,71$), kızartmada ($12,69 \pm 0,56$) ve hava fritözünde ($12,93 \pm 0,95$) tespit edildi. Kızartmada düşük oranda yağ tespit edilmesi durumu kuru ağırlık ile ilişkilendirilebilir. Kızartma pişirme tekniğinin panesiz yapılması ve yağın kızartma sıcaklığı sebebiyle pişirme sırasında balıktan yağ çekilmiş olabileceği düşünülebilir. Literatürde sınırlı çalışma olmakla birlikte, çalışmamıza benzer olarak hava fritözü kullanılarak pişirilen farklı balık türlerinde yapılan çalışmalarda düşük yağ

emilimi sebebiyle sağlıklı bir alternatif olabileceği bildirilmektedir (Liu ve ark., 2022; Joshy ve ark., 2020). Joshy ve ark. (2020) çalışmalarında levrek kıymasından hazırlanan balık ürünlerinin hava fritözünde pişirmişlerdir. Hava fritözünde 180°C’de 12 dakika pişirmenin düşük yağ içeriği, daha iyi protein içeriğiyle yağda kızartmaya benzer duyuşsal özelliklerle alternatif pişirme tekniğı olduğunu değerlendirmişlerdir.

5.5. Pişirme Tekniğıne Göre Yağ Asitleri İçeriğı

Çalışmamızda çiğ ve farklı pişirme teknikleri uygulanan çipuralarda doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri değişimleri değerlendirildi. Doymuş yağ asitlerinden C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C:20, C22:0; tekli doymamış yağ asitlerinden C14:1cis9, C16:1c9, C17:1(cis-10), C18:1n-9t, C18:1n-9c, C18:1n-7, C20:1n-9c; çoklu doymamış yağ asitlerinden C16:4n-1; C18:2n-6c, C18:3n-6, C18:3n-3, C20:2n-6, C20:3n-6, C22:1n-9, C20:4n-6, C20:4n-3, C20:5n-3, C22:3n-3, C22:4n-6, C22:5n-6, C22:5n-3, C22:6n-3 olmak üzere 31 çeşit yağ asidi saptandı.

Kantitatif olarak başlıca yağ asitleri doymuş yağ asitlerinden C16:0 (%14,87± 067), tekli doymamış yağ asitlerinden C18:1n-9c (%34,22±3,17), çoklu doymamışlardan EPA (C20:5n-3) (%2,29±0,43) ve DHA (C22:6n-3) (%5,10±1,40) olarak saptandı. Lenas ve ark. (2011) kültür çipurasında başlıca yağ asitlerini C16:0 (%13,41), C18:1n-9 (%21,85), C18:2n-6 (%11,15), C20:5n-3 (%4,49), C22:6n-3 (%9,19) olarak saptandı. Pateiro ve ark. (2020) çalışmasında çiğ çipura filetosunda yağ asidi bileşiminde C16:0 (%13,99); C18:1n-9 (%34,30); C18:2n-6 (%18,28); C20:5n-3 (%2,28); C22:6n-3 (%5,20) olarak tespit etmiştir. Başka bir çalışmada ise farklı ağırlıklara sahip çipuralarda yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde; tüm numunelerde C16:0, C18:1, C18:2n-6, C20:5n-3, C22:6n-3 baskın yağ asitleri olarak saptanmıştır (Zebel, 2021). Ünal-Şengör ve ark. (2025) çalışmasında da çipurada benzer olarak C16:0, C16:1n-7, C18:1n-9, 18:2n-6, C20:5n-3 ve C22:6n-3 yağ asitlerinin baskın olduğu bildirilmiştir. Çalışmamız ve literatür bulguları paralellik göstermektedir.

Bu çalışmada kızartma pişirme tekniğinde pişirme sıvısı ayçiçek yağıdır. Ayçiçek yağı, yağ asidi bileşimi bakımından başlıca linoleik asit bakımından zengindir. Linoleik asit içeriğı %48-%74 arasında olup çoklu doymamış yağ içerikleri yüksektir (Erkan & Özden, 2007). Çalışmamızda pişirme sonrası kızartma yağının yağ asidi içeriğinde %53,63±0,72 linoleik asit tespit edildi. Bunun yanında kızartma yağında %0,88±0,01 DHA ve %0,52±0,01 EPA içeriğı saptandı. Bu durum pişirme sırasında çipuradan ayçiçek yağına bir geçiş olması

ile açıklanabilir. Yağlı bir balık olan pasifik zargana balığında yapılan bir çalışmada da kızartma sonucunda EPA ve DHA içeriğinin azaldığı, kızartma yağına EPA ve DHA geçişinin olduğu bildirilmiştir (Cheung ve ark., 2016). Yapılan başka bir çalışmada ise fırında pişirilen uskumru, palamut ve levrekte tepside kalan suların yağ asidi içeriği incelenmiştir. Çalışmada pişirme suyunun EPA ve DHA içeriğinin yüksek olup besin zenginleştirmede kullanılabileceği bildirilmiştir (Yavuzer, 2020).

5.5.1. Doymuş yağ asitleri içeriği

Çalışmamızda toplam doymuş yağ asitleri çığ numunede %21,50±0,86; pişmiş numunelerde %19,23±1,96 ila %22,05±0,11'dir. Literatürde çığ çipuranın toplam doymuş yağ içeriğine ait yapılan çalışmalarda Özden & Erkan (2008) %28,33; Zebel (2021) %21,49-22,03; Pateiro ve ark. (2020) %20; Yerlikaya ve ark. (2022) %22,18 olarak bildirmiştir.

Çalışmamızda çığ ve pişirme tekniği uygulaması sonucunda doymuş yağ asitleri bakımından istatistiksel anlamlı fark tespit edilemedi. Bu durumun doymuş yağ asitlerinin ısıya karşı dayanıklı olmalarından kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir. Bhourri ve ark. (2010) çalışmalarında, çığ çipura ile buharda pişirilen ve ızgarada pişirilen çipuralar arasında benzer olarak toplam SFA'da fark olmadığını bildirmiştir. Başka bir çalışmada somonun fırında, buharda ve sous vide pişirilme teknikleri sonucu toplam SFA'da istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (Gluchowski ve ark., 2020). Momenzadeh ve ark., (2017) yaptıkları çalışmada, turuncu benekli orfozun (*Epinephelus coioides*) yağda kızartma sonucunda toplam doymuş yağ asitlerinin azaldığını bildirmişlerdir. Başhan (2019) yaptığı çalışmada uskumrunun tereyağında kızartılması sonucunda bu yağ asitlerinin dışında C4:0 (butirik asit), C6:0 (heksanoik asit) ve C8:0 (oktanoik asit) gibi yağ asitlerinin saptandığını bildirmiştir.

5.5.2. Tekli doymamış yağ asidi içeriği

Toplam tekli doymamış yağ asitlerinde çalışmamızda çığ numune %39,92±5,50 olarak saptandı. Literatürde çığ çipuranın toplam MUFA içeriğine ait yapılan çalışmalarda Özden & Erkan (2008) %28,62; Zebel (2021) %45,41-%45,81; Pateiro ve ark. (2020) %44,92; Yerlikaya ve ark. (2022) %30,49 olarak bildirmiştir.

Çalışmamızda toplam MUFA içeriğinde pişirme tekniği uygulanmış tüm numuneler (%34,51- %41,48) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Kültür çipurasına pişirme tekniklerinin uygulandığı başka bir çalışmada benzer olarak ayçiçek ve mısır yağında kızartma ve fırında pişirilen numunelerin toplam MUFA içeriğinde fark olmadığı

bildirilmiştir (Bhourri ve ark., 2010). Ersoy (2011) ise yılan balıklarının yağda kızartma, fırında ve ızgara pişirilme sonrasında toplam MUFA oranının azaldığını bildirmiştir. Somonun fırında, buharda ve sous vide pişirilme teknikleri sonucu toplam MUFA içeriğinin benzer olduğu saptanmıştır (Gluchowski ve ark., 2020). Momenzadeh ve ark. (2017) turuncu benekli orfoz (*Epinephelus coioides*) mikrodalgayla pişirme, buğulama pişirme teknikleri sonucunda MUFA içeriğinde değişiklik saptamamıştır. Ancak zeytinyağında kızartılmış balık numunesinde (%51,53), çiğ numuneye göre (%23,97) toplam MUFA oranının arttığı bildirilmiştir (Başhan, 2019). Uskumrunun fırında, mikrodalgada, buğulama, ızgara, tereyağında kızartmayla pişirilmesi sonrasında toplam MUFA içeriğinde istatistiksel fark saptanmamıştır. Benzer olarak çiğ uskumru numunesinin (%31,85) zeytinyağında ve kanola yağında kızartılması sonucu C18:1n-9 yağ asidi ile ilişkili olarak toplam MUFA artışı (sırasıyla %43,23; %46,93) tespit edilmiştir. Di Bella ve ark. (2022) çalışmasında toplam MUFA içeriğinin çiğ Akdeniz hamsisinin (%18,28), zeytinyağında kızartılması sonucunda (%57,33) arttırdığı bildirilmiştir. Ancak buharda pişirme, marinasyon ve kaynatma sonucunda toplam MUFA içeriğinde istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir. Barbun balığıyla yapılan bir çalışmada da çiğ numuneye ve diğer pişirme yöntemlerine kıyasla toplam MUFA içeriğinde en yüksek oran zeytinyağında kızartma sonucunda bildirilmiştir (Biandolino ve ark., 2023). Lambukanın farklı yağlarda kızartılması sonucunda yine benzer olarak en yüksek MUFA kompozisyonu zeytinyağında kızartılma sonucunda saptanmıştır (Akgül & Başhan, 2023).

5.5.3. Çoklu doymamış yağ asidi içeriği

Toplam çoklu doymamış yağ asitlerinde çiğ çipuraya ait değer $38,54 \pm 3,38$ 'dir. Literatürde çiğ çipuranın toplam PUFA içeriğine ait yapılan çalışmalarda Özden & Erkan (2008) %24,75; Zebel (2021) %31,43 ila %31,61 aralığında; Pateiro ve ark. (2020) %34 olarak bildirmiştir. Yerlikaya ve ark. (2022) ise yaptıkları çalışmada yaygın tüketilen balık türleri (hamsi, uskumru, çipura, levrek, somon ve alabalık) arasında en yüksek PUFA içeriği çipurada (%47,25) bildirilmiştir.

Çiğ çipura ile kızartılmış çipura dışındaki numunelerde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Pişirme teknikleri arasında toplam PUFA artışı kızartma sonucunda $45,65 \pm 1,05$ tespit edildi. Kızartma pişirme tekniğinde diğer numunelere göre toplam PUFA artışı pişirme tekniğinde ayçiçek yağı kullanılmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir. Literatürde çalışmamıza benzer sonuçlar bildirilmiştir. Başhan (2019)

uskumrunun çığ numuneye (%28,82-31,76) kıyasla mısır yağında ve ayçiçek yağında kızartılmasında toplam PUFA artışı (sırasıyla %42,23; %45,42) tespit etmiştir. Bhourri ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada çığ kültür çipurası ile buharda pişirme uygulamasının arasında fark saptamamışlardır. Bunun yanında fırında pişirme ile anlamlı azalma, kızartma ile istatistiksel artış bildirilmiştir. Akdeniz hamsisinin pişirme teknikleri uygulaması sonucunda ise toplam PUFA içeriğinde çığ (%44,22), buharda (44,74) ve kaynatma pişirmede (%44,77) fark olmadığı; fırında pişirme (%39,52) ve kızartmada (%19,93) azalma bildirilmiştir (Di Bella ve ark., 2022).

Toplam n-3 yağ asitleri çığ çipuraya ait numunede $13,77 \pm 2,00$ olarak saptandı. Çalışmamızdaki çığ çipuraya ait n-3 yağ asidi oranı bulguları literatür ile benzerdir. Zebel (2021) çalışmasında %12,51-13,50; Pateiro ve ark. (2020) çalışmalarında %14,18 olarak bildirmiştir.

Balıklar n-3 yağ asitleri açısından zengindir. Baskın n-3 yağ asitleri ise EPA ve DHA'dır (Akgül & Başhan, 2023). Çalışmamızda pişirme teknikleri arasında toplam n-3 yağ asitleri içeriği fırında ($12,07 \pm 0,35$), hava fritözünde ($12,51 \pm 0,34$) ve buğulamada ($11,95 \pm 0,36$) pişirilen numunelerde çığ numuneye istatistiksel olarak en yakın sonuçlar olarak tespit edildi. En düşük toplam n-3 yağ asitleri kızartma pişirme tekniği ($7,64 \pm 0,27$) sonucunda elde edildi. Yapılan bir çalışmada da kültür çipurasında toplam n-3 yağ asitlerinin buharda pişirmede çığ ile anlamlı fark bildirilmezken, en fazla azalmanın kızartma sonucunda olduğu bildirilmiştir (Bhourri ve ark., 2010). Levrekte haşlama, buharda ve sous vide pişirme sonucunda çığ numuneye istatistiksel olarak benzer şekilde n-3 miktarı saptanmıştır (Nieva-Echevarría ve ark., 2017). Başka bir çalışmada ise mersin balığında palm olein yağında kızartmaya göre hava fritözünde pişirme sonucunda istatistiksel olarak daha yüksek toplam n-3 yağ asiti saptanmıştır. Bu durum hava fritözünde pişirme tekniğinde yağda kızartmaya göre oksidasyonun daha az olması ile ilişkilendirilebilir. Çünkü bu yağ asitleri çok sayıda çift bağ içererek olarak oksidasyona karşı duyarlıdır. Bu sağlıklı yağ asitlerinin oksidasyonu tüketim riskini oluşturur (Akgül & Başhan, 2023). Negara ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada uskumru filetolarında toplam PUFA oksidasyonunda, hava fritözünde ve kızartma pişirme tekniği uygulaması sonrasında vakumda pişirme ile çığ numuneye kıyasla istatistiksel artış bildirmiştir. Sardalya filetolarının hava fritözünde pişirildiği bir çalışmada ise pişirme öncesinde maydanoz ve frenk soğanı karışımı eklenmesinin lipid oksidasyonunu azalttığı tespit edilmiştir (Ferreira ve ark., 2017). Ayrıca hava fritözünde pişirilen balık daha gevrek bir

doku ve çekici bir lezzet profili sunmaktadır (Liu ve ark., 2022). Bu sebeple hava fritözünde pişirme yöntemi, balık ürünlerinde sağlıklı ve lezzetli alternatif seçenek olarak değerlendirilebilir.

Çalışmamızda ALA içeriği çığ çipura numunesinde $4,16 \pm 0,16$ olarak tespit edildi. Kızartma dışında diğer tüm çipura numuneleri benzer olarak saptandı. Çalışmamıza benzer olarak yapılan bir çalışmada da çipurada ALA içeriğini ayçiçek yağında kızartmada çığ numuneye ve diğer pişirme tekniklerine göre anlamlı olarak azalma bildirilmiştir (Bhourri ve ark., 2010). Kültür ve doğal çipura ile levrekte yapılan çalışmalarda kültür balıklarının ALA içeriği daha yüksek bildirilmiştir (Bhourri ve ark., 2010; Şen, 2020). ALA'nın EPA ve DHA'ya dönüşümü, bilişsel işlevler ve görme sağlığı üzerinde önemli rol alması sebebiyle önemlidir (Food and Agriculture Organization/World Health Organization, 2010).

Çalışmamızda çığ çipuraya ait EPA (C20:5n-3) içeriği $2,29 \pm 0,43$ olarak tespit edildi. Zebel (2021) çalışmasında EPA içeriğini $3,10$ - $3,53$ olarak tespit etmiş olup çipuranın ağırlığının artışı ile ilişkilendirmiştir. Benzer bir sonuç olarak EPA içeriği Pateiro ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada $2,28$ olarak bildirmiştir.

Pişirme tekniği uygulamalarına göre çipurada EPA içeriği değerlendirildiğinde, en düşük kızartma ($1,11 \pm 0,05$) en yüksek ise hava fritözünde ($1,85 \pm 0,04$) pişirme tekniğinde saptandı. Bhourri ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada çipurada EPA içeriğini en yüksek buharda pişirmede ($0,66g/100g$), en düşük ayçiçek yağında kızartmada ($0,14g/100g$) bildirmiştir. Çipurada başka bir çalışmada, buharda, fırında ve kızartma pişirme teknikleri sonucunda EPA içeriği en yüksek fırında pişirmede ($0,16 mg/100g$), en düşük kızartmada ve buharda pişirmede ($0,12 mg/100g$) tespit edilmiştir (Alexi ve ark., 2019). Kültür levreğinin pişirilme teknikleri sonucunda EPA içeriğinin en yüksek ızgarada ($0,02$), en düşük ise yağda ve fırında pişirme ($0,01$) tekniklerinde saptanmıştır (Şen, 2020). Biandolino ve ark. (2023) yaptıkları çalışmada barbun balığında çığ numune kıyasla EPA miktarının en çok kayba uğradığı pişirme yöntemi kızartma, en iyi korunduğu pişirme yöntemi ise mikrodalga olarak bildirilmiştir. Somonun buharda ve fırında pişirilmesi sonucunda EPA içeriği benzer ($2,88$ ve $2,84$) olarak saptanmıştır (Głuchowski ve ark., 2020). Somonda pişirme tekniklerinin uygulandığı başka bir çalışmada da buharda, ızgarada, fırında ve mikrodalgada pişirme arasında EPA içeriğinde istatistiksel fark saptanmamıştır (Şengör ve ark., 2013). Di Bella ve ark. (2022) çalışmalarında Akdeniz hamsisinin buharda, haşlama, marine ve fırında

pişirme sonucunda EPA oranlarında fark bildirilmezken, kızartma sonucunda istatistiksel olarak anlamlı azalma bildirilmiştir.

Çalışmamızda çiğ çipuraya ait DHA (C22:6n-3) içeriği %5,10±1,4 olarak saptandı. Literatürdeki çipuraların DHA içerikleri değerlendirildiğinde; Zebel (2021) %4,14-%4,65; Pateiro ve ark. (2020) %5,20 şeklinde benzer sonuçlar bildirilmektedir.

Pişirme tekniği uygulamalarına göre DHA içeriği karşılaştırıldığında, diğer pişirme yöntemlerine göre kızartılmış çipurada istatistiksel olarak en düşük DHA (%2,97±0,05) saptandı. Çiğ numuneye anlamlı olarak en benzer DHA içerikleri hava fritözünde (%4,48±0,12) ve fırında (%4,29±0,12) pişirme teknikleri sonucunda tespit edildi. Bhourri ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada çipurada DHA içeriğini en yüksek buharda pişirmede (0,60g/ 100g), en düşük mısır yağında kızartmada (0,08g/ 100g) bildirilmiştir. Çipurada başka bir çalışmada, buharda, fırında ve kızartma pişirme teknikleri sonucunda DHA içeriği en yüksek fırında pişirmede (0,58mg/ 100g), en düşük buharda pişirmede (0,44mg/ 100g) saptanmıştır (Alexi ve ark., 2019). Kültür levreğinin pişirilme teknikleri sonucunda en yüksek DHA içeriğinin en yüksek ızgarada (%5,18), en düşük ise yağda (%4,70) ve fırında pişirme (%4,66) tekniklerinde saptandığı bildirilmiştir (Şen, 2020). Biandolino ve ark. (2023) yaptıkları çalışmada barbun balığında çiğ numune kıyasla DHA miktarının en çok kayba uğradığı pişirme yöntemi kızartma, en iyi korunduğu pişirme yöntemi ise haşlama olarak bildirilmiştir. Somonda pişirme tekniklerinin uygulandığı çalışmalarda Ünal Şengör ve ark. (2013) buharda (%5,70), ızgarada (%6,18), fırında (%6,03) ve mikrodalgada (%5,80); Głuchowski ve ark. (2020) ise buharda (%3,54) ve fırında (%3,52) pişirme sonucunda DHA içeriklerinin istatistiksel olarak benzer olduğu bildirilmiştir. Di Bella ve ark. (2022) Akdeniz hamsisinin DHA miktarında kızartarak pişirilmesi sonucunda buharda, haşlama, fırında pişirme yöntemlerine göre anlamlı azalma saptanmıştır.

Çalışmamızdaki çiğ çipuraya ait toplam n-6 yağ asitleri içeriği %24,11±1,45'di. Çipurada toplam n-6 içeriğine ilişkin Zebel (2021) çalışmasında %16,76-%17,89; Pateiro ve ark. (2020) çalışmalarında %19,82 olarak bildirmiştir.

Çalışmamızda C18:2n-6c en yüksek oranda (%36,07±0,83) kızartılmış çipurada saptandı. Bu durumun pişirmede ayçiçek yağı kullanılması ile ilişkili olduğu düşünülebilir. Literatürde benzer sonuçlar bulunmaktadır. Benzer yapılan bir çalışmada çipurada çiğ filetolarda C18:2n-6 (c9, c12) 0,39g/100g iken, pişirilmiş filetolarda en yüksek oranda

ayçiçek yağında kızartmada 3,07g/100g olarak saptanmıştır. Somonun sous vide, buharda ve fırında pişirme tekniklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada toplam n-6 yağ asitlerinde değişiklik tespit edilmemiştir (Gluchowski ve ark., 2020). Bunun yanında somona haşlanma, buharda, mikrodalgada, fırında, kızartma pişirme tekniklerinin uygulandığı başka bir çalışmada kızartma sonucunda linoleik asit içeriğinin arttığı saptanmıştır (Larsen ve ark., 2010). Sazan balığının farklı yağlar kullanılarak kızartılması sonucunda yağ asidi profilinin değiştiği bildirilmiştir (Naseri ve ark., 2013). Momenzadeh ve ark. (2017) çalışmasında çığ turuncu benekli orfoz (*Epinephelus coioides*) (%8,57) kızartma yönteminde zeytinyağı kullanılması nedeniyle kızarmış balıklarda, çığ filetolarla karşılaştırıldığında yüksek düzeyde oleik asit (C18:1) içeriği (%45,10) saptanmıştır. *Trachinotus ovatus* filetolarının ayçiçek yağı kızartılması sonucunda linoleik asitin (C18:2n-6) nispi içeriği %52,50 yüksek olarak saptanmıştır (Xiong ve ark., 2023). Başhan (2019) yaptığı çalışmada benzer olarak yağda kızartılan uskumruda çoklu doymamış yağ asitlerinin fazla olmasını, mısır ve ayçiçeği yağlarındaki baskın yağ asidi olan C18:2n-6'nın kızartma işlemi ile balığa geçmesiyle ilişkilendirmiştir. Çalışmada bu yağlarda kızartılan uskumrulara C18:2n-6 yağ asidi oranı %27,13- %34,40; çığ örneklerde ise %1,98- %3,53 olarak saptanmıştır. Zeytinyağı ve kanola yağında kızartılan uskumrulara C18:1n-9 içeriği %39,15-% 42,89; çığ numunelerde ise %26,42- %28,19 olarak tespit edilmiştir.

5.6. Lipit Kalite İndeksleri

Diyet yağ asitlerinin hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde olumlu ya da olumsuz etkileri bulunabilmektedir (Chen&Liu, 2020). Çalışmamızda pişirme teknikleri uygulanan çipuraların kalite indeksleri için \sum PUFA/ \sum SFA, n-3/n-6, EPA/DHA, AI, TI, HH ve FLQ oranları kullanıldı.

Diyetin \sum PUFA/ \sum SFA oranı başlıca kardiyovasküler sağlık değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Diyetle PUFA'ların düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterolü (LDL) ve serum kolesterol seviyelerini düşürebileceği, SFA'ların ise serum kolesterol seviyelerini arttırabileceği bildirilmektedir. Dolayısıyla bu oranın artması olumlu etki ile ilişkilendirilmektedir (Chen&Liu, 2020; Shi et al., 2025). Çalışmamızda \sum PUFA/ \sum SFA oranı çığ numunede %1,79±0,12'di. Literatür bulgularında çipurada bildirilen \sum PUFA/ \sum SFA oranları Kaya Öztürk (2017) %1,35-2,09; Zebel (2021) %1,42-%1,47; Pateiro ve ark. (2020) %1,70; Yerlikaya ve ark. (2022) %2,13'dür. Pişirme teknikleri uygulamaları karşılaştırıldığında kızartma dışında diğer çipura numunelerinde istatistiksel fark saptanmadı.

Bhouri ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada da kızartılmış çipurada Σ PUFA/ Σ SFA oranında ızgara ve buharda pişirmeye göre anlamlı artış tespit etmişlerdir. Gökkuşuğu alabalığında yapılan bir çalışmada da kızartılmış numunede Σ PUFA/ Σ SFA'nın haşlama ve fırında pişirmeye göre istatistiksel olarak yüksek olduğu bildirilmiştir (Karimian-Khosroshahi ve ark., 2016). Çalışmamızda kızartma pişirme tekniği dışındaki pişirme tekniklerinin kardiyovasküler sağlık için önerilebileceği düşünülebilir. Sağlıklı bir yaşam için PUFA/SFA oranının 0,40'dan yüksek olması önerilmektedir (Food and Agriculture Organization/World Health Organization, 2010). Bu bağlamda çalışmamızda yaklaşık dört kat daha yüksek oran tespit edilmiştir. Pişirme sonucunda balıklarda Σ PUFA/ Σ SFA'nın anlamlı değişikliği bildirilmeyen çalışmalar bulunmaktadır (Alexi ve ark., 2019; Larsen ve ark., 2010; Momenzadeh ve ark., 2017).

Çalışmamızda çiğ çipurada n-3/n-6 oranı $0,57 \pm 0,05$ olarak saptandı. Literatürde kültür çipuralarında n-3/n-6 oranı 0,37-0,80 aralığında bildirilmiştir (Kaya Öztürk, 2017; Zebel, 2021). Yapılan başka bir çalışmada ise çiğ çipurada n-6/n-3 oranı $1,41 \pm 0,02$ olarak çalışmamıza benzer bildirilmiştir (Alexi ve ark., 2019). Pişirme teknikleri uygulanan çipuralarda ise n-3/n-6 oranı en düşük kızartma ($0,20 \pm 0,00$), en yüksek ise buğulamada ($0,51 \pm 0,02$) tespit edildi. Başka bir çalışmada çalışmamıza benzer olarak en düşük n-3/n-6 oranı mısır yağında kızartma ($0,08$) ve ayçiçek yağında kızartmada ($0,11$) bildirilmiştir (Bhouri ve ark., 2010). Alexi (2019) çalışmasında ise çiğ çipurada 0,71; buharda pişirmede 0,90; fırında pişirmede 0,70; kızartmada 0,69 olarak tespit edilmiştir. Gökkuşuğu alabalığında ve turuncu benekli orfoz (*Epinephelus coioides*) yapılan çalışmalarda da pişirme teknikleri arasında kızartma sonucunda diğer pişirme tekniklerine göre n-3/n-6 oranının azaldığı bildirilmiştir (Karimian-Khosroshahi ve ark., 2016; Momenzadeh ve ark., 2017). Kızartarak pişirme tekniği balık filetolarındaki n-3/n-6 yağ asidi oranını azaltmaktadır. Bu oranın azalması trombojenisiteye neden olur. Bu sebeple kızartma sağlıklı besin pişirme tekniği olarak önerilmemektedir (Momenzadeh ve ark., 2017).

Çalışmamızda çiğ çipuraya ait EPA/DHA oranı $0,45 \pm 0,04$ olarak tespit edildi. Literatürde farklı oranlar bildirilmektedir. Çiğ çipurayada EPA/DHA oranını Kaya Öztürk (2017) 0,29-0,41; Lenas ve ark. (2011) 0,49; Zebel (2021) 0,72-0,76; Pateiro ve ark. (2019) DHA/EPA oranını 2,28 olarak bildirmiştir. Pişirme teknikleri sonucunda EPA/DHA oranı istatistiksel olarak çiğ numuneye en yakın olanlar hava fritözünde ve buğulama pişirilmiş çipuralardır.

AI değeri doymuş yağ asitleri ile doymamış yağ asitleri toplamı arasındaki ilişkiyi PUFA/SFA oranına göre daha spesifik olarak değerlendirebilmektedir. C12:0, C14:0 ve C16:0'ı içeren SFA'lar pro-aterojenik olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle düşük AI'ya sahip besinlerin tüketimi toplam kolesterol ve LDL kolesterol düzeylerinin azalmasında etkili olmaktadır. Yapılan çalışmalarda balıklar için bildirilen AI değerleri 0,21 ila 1,41 arasındadır (Chen&Liu, 2020; Cengiz&Kizilkaya, 2023). Çalışmamızda çığ çipura numunesine ait AI değeri $0,31 \pm 0,02$ 'dir. Literatürdeki bulgular çalışmamızla benzerdir. Kaya Öztürk (2017) farklı dönemlerdeki çığ çipuralarda AI değerlerini 0,30 ila 0,40 arasında bildirmiştir. Alexi ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada da çığ çipurada AI değerini 0,41 olarak tespit etmiştir. Zebel (2021) ise çalışmasında farklı boyutlardaki çipuralarda AI değerlerini 0,36 ila 0,38 arasında tespit etmiştir. Çalışmamızda kızartılmış çipurada ise AI değeri $0,21 \pm 0,01$ 'dir. Bunun yanında kızartma pişirme dışında tüm pişirme tekniklerinde çığ numuneye istatistiksel olarak benzer bulgular saptandı. Alexi ve ark. (2019) çalışmalarında da benzer olarak kızartılmış çipurada diğer pişirme yöntemlerine istatistiksel olarak daha düşük AI (0,31) bildirilmiştir. Aynı çalışmada buharda ve fırında pişirmede fark saptanmamıştır. Somonun pişirilmesi ile yapılan bir çalışmada da fırında pişirme ve buharda pişirmede AI değerleri benzer olduğu bildirilmiştir (Erdem&Dinçer, 2023). Barbun balığında ve gökkuşuğu alabalığında yapılan çalışmalarda da pişirme teknikleri arasında en düşük AI kızartmada tespit edilmiştir. Ancak bu durum kızartılmış balığın olumlu etkisini düşündürmemektedir. Pişirme sıvısı olarak kullanılan yağların oleik asit ve linoleik asit yağ asitlerinin balık tarafından emilimi ile açıklanabilir (Karimian-Khosroshahi ve ark., 2016; Biandolino ve ark., 2023). Çalışmamızda da kızartılmış çipurada benzer olarak kızartma yağından linoleik asit geçişi bulunmaktadır.

TI besinlerin kan damarlarında pıhtı oluşturma eğilimini gösteren bir değerdir. Pro-trombojenik yağ asitleri (C12:0, C14:0 ve C16:0) ile anti-trombojenik yağ asitleri (MUFA'lar ile n-3 ve n-6 yağ asitleri) arasındaki ilişkiyi belirtmektedir. Kardiyovasküler sağlık bağlamında daha düşük TI'ya sahip besin tüketimi önem arz etmektedir. Farklı balık türlerinde TI değeri 0,14 ila 0,87 arasında bildirilmiştir (Chen&Liu, 2020; Cengiz&Kizilkaya). Çalışmamızda da çığ çipura numunesine ait TI değeri $0,28 \pm 0,01$ 'dir. Kaya Öztürk (2017) çalışmasında çığ çipuraya ait farklı dönemlerde TI değerlerini 0,29 ila 0,37 arasında bildirmiştir. Zebel (2021) ise çalışmasında farklı boyutlardaki çipuralarda AI değerlerini 0,28 ila 0,29 arasında tespit etmiştir. Çalışmamızda tüm çipura pişirme tekniklerinde istatistiksel olarak benzerlik saptandı. Kültür levreğinde yapılan bir çalışmada da TI değerlerinde fırında pişirme, haşlama ve ızgarada pişirme arasında fark bildirilmemiştir

(Costa ve ark., 2013). Çipurada yapılan başka bir çalışmada da çiğ çipurada TI değeri 0,39 olup kızartma, fırında ve buharda pişirme arasında çalışmamıza benzer olarak fark tespit edilmemiştir (Alexi ve ark., 2019). Kızartma pişirme yöntemindeki TI değerleri kızartma yağından PUFA geçişi ile ilişkilendirilebilir. Bu bağlamda AI ve TI değerlerine göre kızartma pişirme tekniğinin değerlendirilmesi yeterli bir ölçüt olmayabilir. Farklı bitkisel yağlar kullanılan lambuka filetolarının ve akya filetolarının pişirildiği çalışmalarda, tüm kızartma uygulamaları sonucunda AI ve TI değerlerinde azalma bildirilmiştir. Kullanılan kızartma yağları arasında fındık yağında pişirilen numunelerde AI ve TI değerlerinin her ikisinde de en düşük tespit edilmiştir (Akgül & Başhan, 2023; Akgül & Başhan, 2024). Bunun yanında kızartma sırasında kullanılan yağ yüksek sıcaklık ile lipit oksidasyon ürünlerini ortaya çıkarmaktadır. Lipid oksidasyon ürünleri LDL oksidasyonu ile aterosklerotik plak oluşumunu hızlandırıcı etki oluşturmaktadır (Ahotupa, 2024).

HH değeri hipokolesterolemik yağ asidi (*cis*-C18:1 ve PUFA) ile hiperkolesterolemik yağ asitleri arasındaki ilişkiyi belirtmektedir (Chen&Liu, 2020). Çalışmamızda çiğ çipurada HH değeri $4,03 \pm 0,10$ olup kızartma dışındaki tüm pişirme yöntemlerinde istatistiksel olarak fark saptanmadı. Kızartılmış çipurada HH değerinde anlamlı artış ($5,93 \pm 0,70$) tespit edilmiştir. Alexi ve ark. (2019) çiğ çipurada HH değerini 2,85 olarak saptamıştır. Çipura, gökkuşağı alabalığında yapılan farklı çalışmalarda nemli pişirmede, fırında pişirmede benzerlik bildirmiştir. Kızartma sonucunda çalışmamıza benzer olarak istatistiksel artış saptamıştır (Karimian-Khosroshahi ve ark., 2016; Alexi ve ark., 2019).

Çalışmamızda FLQ değeri çiğ çipurada $7,42 \pm 2,00$ olarak tespit edildi. Kaya Öztürk (2017) çiğ çipuraya ait farklı dönemlerde FLQ değerlerini 6,31-10,73 arasında saptamıştır. Pişirme teknikleri arasında FLQ değeri en düşük kızartma ($4,10 \pm 0,07$), en yüksek ise hava fritözünde ($6,39 \pm 0,23$) pişirmede saptandı. Bu durum kızartma pişirme tekniğinin lipit kalitesini olumsuz etkilediğini göstermektedir. Lipit kalitesini en çok koruyan yöntem ise hava fritözü olarak değerlendirilebilir. Çalışmamızda hava fritözüne en yakın FLQ değeri saptanan ikinci pişirme tekniği ise fırındır. Somonun pişirilmesi ile yapılan bir çalışmada FLQ değerlerinin fırında pişirmede buharda pişirmeye göre istatistiksel olarak yüksek olduğu bildirilmiştir (Erdem&Dinçer, 2023).

5.7. Kolesterol ve Yağda Çözünebilen Vitaminler İçeriği

Çalışmamızda çiğ çipuraya ait kolesterol içeriği $35,05 \pm 1,28$ olarak tespit edildi. Literatürde farklı içerikler bildirilmektedir. Çiğ çipurada kolesterol miktarını Ulusal Gıda

Kompozisyon Veri Tabanı, (2025) 51-61mg/100g; Alexi ve ark. (2019) 47,36mg/100g olarak bildirmiştir. Su ürünleri ve kanatlı etleri, kırmızı etlere göre daha düşük miktarda kolesterol içermektedirler (Sevinç ve Ercoşkun, 2020). Çalışmamızda da tespit edilen kolesterol içeriği literatüre göre daha düşüktür.

Çalışmamızda pişirme teknikleri uygulanan çipuralarda kolesterol ve yağda çözünebilir vitaminler analizi López-Fernández ve ark. (2022)'e göre yapıldı. Analiz iki kez tekrarlandı. Kolesterol tayininde çeşitli kolorimetrik, polarografik, kromatografik, spektrofotometrik ve biyosensör yöntemleri kullanılmaktadır. Besinlerden kolesterolün enzimatik olmayan şekilde uzaklaştırılması için en yaygın teknikler HPLC ve GC-MS ve LC-MS gibi tekniklerdir. UHPLC'nin GC'ye göre en büyük avantajı, düşük sıcaklıklarda gerçekleştirilmesi ve kolesterol oksidasyonunu önlemesidir (Ndhlala ve ark., 2023). Çalışmamızda da analiz için UHPLC kullanılmıştır. Besinlerdeki kolesterolün ölçülmesi genellikle alev iyonizasyonlu gaz kromatografisi (GC-FID) veya kütle spektrometrisi (GC-MS) tespiti, spektrofotometri ve yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile gerçekleştirilir (Li ve ark., 2019). Yaptığımız yöntemde kolesterol GC-FID'de kolesterol piki elde edilemezken, GC-MS'de 11. dakikada kolesterol piki elde edildi.

Kolesterol, doyamamış yağ asitleri gibi kimyasal olarak kararlı yapıya sahip değildir. Oksijen, ışık, metal iyonları, işleme tekniklerinden etkilenir. Bu nedenle balığın pişirilmesinde sıcaklık, süre, depolama kolesterolün oksidasyonuna neden olabilir. Pişirmenin dışında kurutma, tütsüleme, konserve yapma, fermantasyon ve ışınlama işleme yöntemleri kolesterolün oksidasyonuna yol açabilmektedir (Dantas ve ark. 2015). Oksidasyon dışında kolesterol, ısı işlem uygulaması sonucunda bozunma ve polimerizasyon değişikliklerine uğramaktadır. Bu bozunmalar 120°C üzerindeki ısı işlemlerde gerçekleşebilmektedir (Derewiaka ve Molińska née Sosińska, 2015). Çalışmamızda da pişirme tekniği uygulanan çipuralarda kolesterol pikinin elde edilememesi pişirme sıcaklığı ile ilişkili olduğu düşünülebilir. Çalışmamızda en düşük pişirme sıcaklığı 90°C (buğulama); en yüksek pişirme sıcaklığı (diğer pişirme teknikleri) 180°C'idi. Çalışmamızda kromatogram piklerine göre buğulama pişirme tekniğinde bozunum en azdı. Saf kolesterol modelinde 150–175 °C arası ısı işlem uygulaması sonucu kolesterolün büyük kısmı kayba uğrayabilmektedir. Yüksek sıcaklıklarda kolesterol kolesterol oksidasyon ürünlerine dönüşebilmektedir (Xu ve ark., 2005). Yapılan bir çalışmada sardalyanın hava fritözü ile pişirme sırasında kolesterol oksidasyon ürünlerinin (COPs) oluşumunda artış gözlemlenmiştir. Bu durum hava fritözü

kullanımının bazı besin öğeleri üzerinde olumsuz etkileri olabileceğini düşündürmektedir (Ferreira ve ark., 2017).

Pişirme teknikleri uygulamalarına ilişkin literatürde yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde çipuranın kolesterol içerikleri buharda pişirilmesinde 54,15mg/100g; fırında pişirmede 52,30mg/100g; kızartmada 53,82mg/100g olarak bildirilmiştir (Alexi ve ark., 2019). Ünal Şengör ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada somonun buharda pişirmede 52,88mg/100g; ızgarada 58,35mg/100g; fırında pişirmede 50,05mg/100g; mikrodalgada pişirmede 54,56mg/100g olarak tespit edilmiştir. Çalışmada somonda tüm pişirme teknikleri uygulamalarında çığ numuneye kıyasla anlamlı fark bildirilmiştir. Kültür levreklerinde çığ numuneye göre (17,12mg/100g) yağda pişirmede (29,36mg/100g), ızgarada pişirmede (20,49mg/100g), fırında pişirmede (31,66mg/100g) artış saptanmıştır (Şen, 2020). Negara ve ark. (2021) uskumrunun çığ numuneye kıyasla (60,98mg/100g), vakumla pişirilmesi sonucunda kolesterol içeriğinin (117,10mg/100g) arttığını bildirmiştir. Zotos ve ark. (2013) ise sardalyanın fırınlanma yönteminde pişirme süresinin artmasıyla birlikte kolesterol içeriğinin (çığ 39,79mg/100g; 60 dk 60,80mg/100g) arttığını bildirmiştir.

Yağda çözünebilir vitaminlerin analizi Bertolín ve ark. (2018) yöntemiyle direkt çipura numunelerden yapıldı. Analiz sonucunda kromatogram piklerinde kolon kalış süreleri değerlendirildiğinde yağda çözünebilir vitaminlere ait veri tespit edilemedi.

Kolesterol D vitaminin sentezinde öncül olan bir bileşendir (Dantas ve ark. 2015). Çalışmamızda kolesterol pikleri ile paralel olarak vitamin bulguları tespit edilememiştir. Çığ çipurada D vitamini Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı, (2025) verilerine göre 1037IU/100g olarak bildirilmektedir. Çığ çipurada A vitamini Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı, (2025) verilerine göre A vitamini 26RE/100g ve Kaba ve ark. (2009) çalışmasında 0,03mg/100g olarak tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada çığ çipurada E vitamini içeriği verilerine göre 0,20mg/100g olarak saptanmıştır (Kaba ve ark., 2009).

Literatürde farklı balık türlerinde pişirme teknikleri uygulaması ile vitamin değişimlerinin incelendiği çalışmalar bulunmaktadır. Isıl işlemler ve pişirme işlemleri sırasında oksidasyona yatkın olan yağda çözünen A, D ve E vitaminlerinde değişiklikler olabilmektedir. A vitamini çığ istavritte 44,90µg/100g olup buharda pişirmeye (21,90 µg/100g) göre kızartmada (125,90 µg/100g) daha yüksek olarak saptanmıştır. D₃ vitamini çığ numunede 15,70 µg/100g olup buharda pişirmeye (18,50 µg/100g) göre kızartmada (20,20

$\mu\text{g}/100\text{g}$) daha yüksek olarak bildirilmiştir. E vitamini ise çiğ numunede $2519 \mu\text{g}/100\text{g}$; olup buharda pişirmeye ($4639 \mu\text{g}/100\text{g}$) göre kızartmada ($9776 \mu\text{g}/100\text{g}$) daha yüksek olarak saptanmıştır (Merdzhanova ve ark., 2013). Lu ve ark. (2007) çalışmalarında çiğ somon ile fırında pişirme arasında D vitamini düzeyi arasında fark bildirilmemiştir. Bitkisel yağda kızartma sonucunda ise %50 oranında D vitamini kaybı saptanmıştır. Orfozun çiğ, haşlama, buharda pişirme, mikrodalgada pişirme, tavada pişirme gibi yaygın tüketici tekniklerinin karşılaştırıldığı çalışmada tüm pişirme yöntemlerindeki D vitamini içeriği önemli ölçüde farklılık göstermediği saptanmıştır. Yağda kızartma dışında hiçbir pişirme yönteminin ise A vitamini üzerinde anlamlı bir etkisi bildirilmemiştir. Buharda pişirme en iyi besinsel niteliklerinin sağlanıp D vitamini içeriğinin korunduğu yöntem olarak önerilmiştir (Momenzadeh ve ark., 2017). *Rutilus frisii kutum* balığında fırın pişirme, haşlama, mikrodalgada pişirme ve kızartma tekniklerinin tümünde A ve D vitaminlerinin azaldığı bildirilmiştir. En yüksek A vitamin değeri ise fırında pişirilmiş numunede $12,37 \mu\text{g}/100\text{g}$, en yüksek D vitamini düzeyi ise mikrodalgada pişirilmiş numunede $7,42 \mu\text{g}/100\text{g}$ olarak saptanmıştır (Hosseini ve ark., 2014). Kültür levreğinde A vitamininin çiğ numuneye göre (3,90 RE) haşlama sonrası azalma (1,90 RE) ve buharda pişirme (4,30 RE) ve sous vide pişirmede (8,70 RE) artış bildirilmiştir (Nieva-Echevarría ve ark., 2017). Gökkuşacağı alabalığı ve lüferde buharda pişirme tekniğinin uygulandığı bir çalışmada retinol, alfa-tokoferol, kolekalsiferol değişimleri incelenmiştir. Her iki balık türünde de retinol (sırasıyla %52,40 ve %49,80) ve alfa-tokoferol içerikleri (sırasıyla %32,60 ve %43,50) çiğ numunelere kıyasla azalmıştır. D vitamininde ise gökkuşacağı alabalığında %23,50 azalma saptanırken, lüferde anlamlı değişim saptanmamıştır (Stancheva ve ark., 2014). Negara ve ark., (2021) ise yaptıkları çalışmada uskumruda çiğ ve vakumda pişirilmiş numunelerde çalışmamıza benzer olarak D vitamini bildirilmemiştir. Balıklarda çiğ numunelere ait farklı vitamin düzeyleri bulguları mevsim, balığın güneşe maruz kalma durumu ve beslenme durumu gibi çevresel faktörler ile de ilişkilendirilebilir.

5.8. Mineral İçeriği

Mineraller ısı, oksidasyon gibi faktörlere dayanıklıdır. Bu nedenle pişirme ile yapısal olarak bozulmazlar. Yalnızca bazı mineraller suda çözünür olmaları sebebiyle haşlama gibi pişirme tekniği uygulamalarında pişirme suyuna geçiş olabilir (Augustin ve ark., 2018). Çalışmamızda mineral miktarının pişirme sıcaklıklarından etkilenmeyeceği sebebiyle çiğ numunenin analizi yapılmıştır. Balığın yetiştirme türü, kullanılan yem ve diğer çevresel

faktörler mineral madde içerikleri üzerinde etkidir (Öztürk ve ark., 2019). Bu bağlamda literatürde çalışmamıza benzer ve farklı mineral içerikleri bildirilmiştir.

Çalışmamızda başlıca kalsiyum potasyum, magnezyum en yüksek içerikte olan makro mineraller; demir ve çinko ise en yüksek içerikte olan mikro minerallerdir. Erkan & Özden, (2007) çalışmalarında çığ çipurada 326mg/kg magnezyum; 4597mg/kg potasyum; 636mg/kg kalsiyum; 0,55mg/kg mangan; 24,70mg/kg demir; 2,83mg/kg çinko; 0,28mg/kg selenyum bildirmiştir. Mnari ve ark. (2012) çalışmalarında çığ çipurada 85,10mg/kg magnezyum; 1790,10mg/kg potasyum; 68mg/kg kalsiyum; 0,04mg/kg mangan; 2,60mg/kg demir; 0,19mg/kg bakır; 3,55mg/kg çinko saptamışlardır. Başka bir çalışmada ise çığ çipurada 251,55-312,65mg/kg magnezyum; 251,55-312,65mg/kg potasyum; 276,90-1788,50mg/kg kalsiyum; 3,50-4,47mg/kg demir; 56,49-128,75mg/kg çinko; 2234,50 µg/kg selenyum bildirilmiştir (Öztürk ve ark., 2019). Pateiro ve ark., (2020) çığ çipura filetosunda 29,11mg/100g kalsiyum; 34,68mg/100g magnezyum; 256,38 mg/kg fosfor; 343,45mg/100g potasyum; 100mg/100g sodyum; 0,28mg/100g bakır; 1,01mg/100g demir; 0,46mg/100g çinko; 19,00mg/100g mangan içerdiğini saptamıştır.

Mineral gereksinimini karşılama oranlarına ilişkin olarak, 19-50 yaş yetişkin bir bireyin 100 g çipura tüketimi ile magnezyum %9,41; potasyum %11,85; kalsiyum %0,33; mangan %0,67; demir %3,96; bakır %4,31; çinko %6,07-10,29; selenyum %0,04 oranında karşılamaktadır (Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2022).

Çipura numunesinde tespit edilen kadmiyum, civa ve kurşun içeriği Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği'nde belirtilen sınırların altındadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023). Çipuranın arsenik içeriği ile ilgili, balıklarda organik formda bulunması sebebiyle toksik etki riski daha düşüktür (European Food Safety Authority, 2009).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Çalışmamızda çiğ çipura ile kızartma, ızgara, buğulama, fırın, hava fritözü, mikrodalga pişirme teknikleri uygulanan çipuralarda nem, kül, protein, yağ, yağ asitleri, mineraller, kolesterol ve yağda çözünebilen vitaminler incelendi. Buna göre;

1. Neme ilişkin; pişirme tekniklerinin tümünde nem içeriğinin azaldığı, nem içeriğinin en yüksek buğulama yapılmış çipurada ($65,89 \pm 0,29$) ve en düşük ise ızgarada pişirilmiş çipurada ($59,73 \pm 0,19$) olduğu,
2. Küle ilişkin; çiğ çipura ile ızgarada pişirilmiş çipura arasında anlamlı fark olduğu ($p=0,047$),
3. Proteine ilişkin; tüm pişirme yöntemlerinde nem kaybı ile ilişkili olarak protein oranının arttığı, en yüksek oranın fırında pişirilmiş çipurada olduğu ($\%32,92 \pm 5,44$), buğulama yapılmış çipura dışındaki diğer yöntemler ile çiğ çipura arasında anlamlı fark olduğu ($p<0,05$),
4. Yağ oranına ilişkin; en düşük yağ oranının hava fritözü ($\%12,69 \pm 0,56$), en yüksek yağ oranının buğulama pişirme tekniğinde olduğu ($\%14,31 \pm 1,01$),
5. Yağ asitleri içeriğine ilişkin; pişirmede kullanılan yağ türünün balığın yağ asidi içeriğini etkilediği, kızartılmış çipurada C18:2n-6 içeriğinin $\%36,07 \pm 0,83$ olduğu,
6. Kızartma sırasında kullanılan ayçiçek yağına çipuradan EPA ($\%0,52 \pm 0,01$) ve DHA ($\%0,88 \pm 0,01$) yağ asitleri geçişinin olduğu,
7. Toplam PUFA içeriğine ilişkin; pişirme teknikleri arasında en yüksek içeriğin kızartma sonucunda ($\%45,65 \pm 1,05$) olduğu,
8. EPA ve DHA içeriğinin en düşük olduğu pişirme tekniğinin kızartma ($\%1,11 \pm 0,05$ ve $\%2,97 \pm 0,05$), en yüksek pişirme tekniğinin hava fritözünde ($\%1,85 \pm 0,04$ ve $\%4,48 \pm 0,12$) olduğu,
9. n-3/n-6 oranına ilişkin, en düşük kızartma ($\%0,20 \pm 0,00$), en yüksek ise buğulamada ($\%0,51 \pm 0,02$) olduğu,
10. AI değerinin çiğ çipurada $0,31 \pm 0,02$ olup kızartma ($0,21 \pm 0,01$) dışında diğer pişirme tekniklerinde çiğ numuneye benzer bulgular ($0,29 \pm 0,02$ - $0,31 \pm 0,01$) olduğu,

11. TI değerinin çiğ çipurada $0,28\pm0,01$ olup tüm pişirme teknikleri sonucunda değerin istatistiksel olarak benzer olduğu,
12. Pişirme teknikleri arasında HH değerinin en yüksek kızartmada ($5,93\pm0,70$) olup diğer pişirme tekniklerinin arasında istatistiksel fark olmadığı,
13. FLQ değerinin en yüksek hava fritözünde ($6,39\pm0,23$), en düşük ise kızartmada ($4,10\pm0,07$) olduğu,
14. Kolesterolle ilişkin; çiğ numunede $35,05\pm1,28\text{mg}/100\text{g}$ içerik olduğu,
15. Pişirme teknikleri uygulanan numunelerde yüksek sıcaklık sebebiyle kolesterol ve yağda çözünebilir vitaminlere ilişkin piklerin elde edilemediği,
16. Minerallere ilişkin; kullanılan çipurada başlıca kalsiyum potasyum, magnezyum en yüksek içerikte olan makro mineraller; demir ve çinko ise en yüksek içerikte olan mikro mineraller olduğu saptandı.

6.2. neriler

Çalışmadan elde edilen bilgiler ışığında balığın besin değeri üzerinde en az olumsuz etkiye sahip en iyi pişirme yöntemleri hakkında bilgilendirmek toplum sağlığı açısından önem arz etmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre öneriler aşağıdaki gibidir.

- Balık önemli bir protein kaynağı olup yağ asidi içeriği bakımından zengin bir besin olarak tüketilmesi sağlığın korunması ve iyileştirilmesi üzerinde etkilidir.
- Diyet yağ asitlerinin örüntüsü ve kolesterol alımı ile bulaşıcı olmayan kronik hastalıklar riski arasındaki ilişki nedeniyle önem arz etmektedir.
- Buğulama pişirme tekniği nem kaybının en çok korunduğu yöntem olarak iğnenebilirliği yüksek bir seçenek olarak tercih edilebilir.
- Yeni bir yaklaşım olarak hava fritznn yağda kızartma pişirme tekniğine göre yağ asidi bakımından güvenilir bir seçenek olarak tercih edilebilir.
- Kızartma pişirme yöntemi yağ asitleri bakımından olumsuz bir pişirme tekniği olarak tercih edilmemelidir.
- Çipura, diğer hayvansal etlere göre düşük kolesterol içeriği ile tüketimi güvenlidir.

- Pişirme teknikleri sonrası kolesterol ve yağda çözünebilir vitaminlerin analizi için detaylı araştırmalar yapılabilir. Pişirme teknikleri uygulaması sonrasındaki kolesterol ve yağda çözünebilir vitaminlerin analizi için farklı yöntemlerin denenmesi, pişirilmiş ürünlerde yağ ekstrakte alınarak yağdan numune alınarak uygulandığı çalışmalar yapılabilir.
- Pişirme teknikleri uygulaması sonrasındaki kolesterol oksidasyon ürünlerinin analizi için çalışmalar yapılabilir.
- Beslenme bilincinin artmasıyla birlikte sağlıklı pişirme tekniklerinin uygulandığı balıkların tüketilmesi sağlığın korunması ve geliştirilmesini sağlayabilir.

7. KAYNAKLAR

- Abbas, K., Saleh, A., Mohamed, A., & Lasekan, O. (2009). The relationship between water activity and fish spoilage during cold storage: A review. *Journal of Food Agriculture & Environment*, 7, 86-90.
- Ahotupa M. (2024). Lipid oxidation products and the risk of cardiovascular diseases: Role of lipoprotein transport. *Antioxidants* (Basel, Switzerland), 13(5), 512. <https://doi.org/10.3390/antiox13050512>
- Akgül, N., & Başhan, M. (2023). Değişik pişirme yöntemlerinin Lambuka (*Coryphaena hippurus*) filetolarının yağ asidi kompozisyonu üzerine etkileri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 13(2), 752–763. <https://doi.org/10.31466/KFBD.1290562>
- Akgül, N., & Başhan, M. (2024). Değişik pişirme yöntemlerinin Akya (*Lichia amia*) filetolarının yağ asidi kompozisyonu üzerine etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 27(1), 38-45. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1209082>
- Alexi, N., Kogiannou, D., Oikonomopoulou, I., Kalogeropoulos, N., Byrne, D. V., et. al. (2019). Culinary preparation effects on lipid and sensory quality of farmed gilthead seabream (*Sparus aurata*) and meagre (*Argyrosomus regius*): An inter-species comparison. *Food Chemistry*, 301. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2019.125263>
- Augustin, M. A., Sanguansri, L., Bakowsky, N., & Ng, K. (2018). Mineral availability. In B. Caballero, P. M. Finglas, & F. Toldrá (Eds.), *Encyclopedia of Food and Health* (pp. 187–194). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100522-4.00001-8>
- Aydın, M., & Karadurmuş, U. (2012). Ordu ilinde deniz ürünleri tüketim alışkanlıkları. *Aquaculture Studies*, (3), 18–23. <https://doi.org/10.17693/YUNUSAE.V2012I21908.235434>
- Balci, M., Birici, N., Şeker, T., Akgün, H., Sesli, A., et. al. (2016). Tunceli ili balık tüketim analizi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 73–85. <https://doi.org/10.18185/EUFBED.61432>
- Baldwin, D. E. (2012). Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(1), 15–30. <https://doi.org/10.1016/J.IJGFS.2011.11.002>
- Başhan, U. (2019). *Farklı pişirme tekniklerinin uskumru balığının (Scomber scombrus, linnaeus,1758) yağ asidi içeriğine etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Biruni Üniversitesi]
- Bayındır Gümüş, A., & Yardımcı, H. (2019). Pişirme sonucu meydana gelen mutajenik-karsinojenik bileşikler. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 22(2), 136–141. <https://doi.org/10.1002/JSFA>
- Bejerholm, C., & Aaslyng, M. D. (2004). Cooking of meat. *Encyclopedia of Meat Sciences*, 343–349. <https://doi.org/10.1016/B0-12-464970-X/00259-2>
- Bertolín, J. R., Joy, M., Rufino-Moya, P. J., Lobón, S., & Blanco, M. (2018). Simultaneous determination of carotenoids, tocopherols, retinol and cholesterol in ovine lyophilised samples of milk, meat, and liver and in unprocessed/raw samples of fat. *Food chemistry*, 257, 182–188. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.139>
- Bhat, Z. F., Morton, J. D., Bekhit, A. E. D. A., Kumar, S., & Bhat, H. F. (2021). Thermal processing implications on the digestibility of meat, fish and seafood proteins. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(5), 4511–4548. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12802>
- Bhourri, A. M., Harzallah, H. J., Dhibi, M., Bouhlel, I., Hammami, M., et. al. (2010). Nutritional fatty acid quality of raw and cooked farmed and wild sea bream (*Sparus Aurata*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(1), 507–512. <https://doi.org/10.1021/JF902096W>
- Biandolino, F., Prato, E., Grattagliano, A., & Parlapiano, I. (2023). Effect of different cooking methods on lipid content and fatty acid profile of Red Mullet (*Mullus barbatus*). *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 73(1), 59–69. <https://doi.org/10.31883/PJFNS/159651>

- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian journal of biochemistry and physiology*, 37(8), 911–917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>
- Bolat, Y., & Cevher, H. (2018). Konya İli (Türkiye) Su ürünleri tüketim alışkanlıkları üzerine bir anket çalışması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 14(3), 241–252. <https://doi.org/10.22392/EGIRDİR.398151>
- Can, M. F., Günlü, A., & Can, H. Y. (2015). Fish consumption preferences and factors influencing it. *Food Science and Technology*, 35(2), 339–346. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6624>
- Cengiz, Ö., & Kizilkaya, B. (2023). Çanakkale ilindeki (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) bazı Sparidae balık türlerinin kalite indeks parametrelerinin araştırılması ve yağ asitlerinin karşılaştırılması. *Deniz Bilimleri Araştırmaları*, 7 (2), 3-16.
- Chen, J., & Liu, H. (2020). Nutritional indices for assessing fatty acids: A mini-review. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(16), 5695. <https://doi.org/10.3390/ijms21165695>
- Costa, S., Afonso, C., Bandarra, N. M., Gueifão, S., Castanheira, I., et. al. (2013). The emerging farmed fish species meagre (*Argyrosomus regius*): How culinary treatment affects nutrients and contaminants concentration and associated benefit-risk balance. *Food and Chemical Toxicology*, 60, 277–285. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2013.07.050>
- Dantas, N. M., Sampaio, G. R., Ferreira, F. S., Labre, T. D. S., Torres, E. A. F. D. S., et. al. (2015). Cholesterol oxidation in fish and fish products. *Journal of Food Science*, 80(12), R2627-R2639.
- de Oliveira, V. S., Viana, D. S. B., Keller, L. M., de Melo, M. T. T., Mulandeza, O. F., et. al. (2024). Impact of air frying on food lipids: Oxidative evidence, current research, and insights into domestic mitigation by natural antioxidants. *Trends in Food Science and Technology*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104465>
- Derewiaka, D., & Molińska née Sosińska, E. (2015). Cholesterol transformations during heat treatment. *Food Chemistry*, 171, 233–240. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.117>
- Di Bella, G., Litrenta, F., Pino, S., Tropea, A., Potortì, A. G., et. al. (2022). Variations in fatty acid composition of Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicolus*) after different cooking methods. *European Food Research and Technology*, 248(9), 2285–2290. <https://doi.org/10.1007/S00217-022-04043-6/METRICS>
- El-Lahamy, A. A., Khalil, K. I., El-Sherif, S. A., Ibrahim1, H. R., & Mahmud, A. A. (2019). Changes in fish during cooking methods (frying and grilling): A review. *Journal of Public Health and Nutrition*, 2(2).
- Erdem, Ö. A., & Dinçer, T. (2023). Effects of different cooking methods on the proximate and fatty acid composition of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40(4), 251-258. <https://doi.org/10.12714/egejfas.40.4.03>
- Erkan, N., & Özden, Ö. (2007). Proximate composition and mineral contents in aqua cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*), sea bream (*Sparus aurata*) analyzed by ICP-MS. *Food Chemistry*, 102(3), 721–725. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2006.06.004>
- Ersoy, B. (2011). Effects of cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of European eel (*Anguilla anguilla*). *International Journal of Food Science & Technology*, 46(3), 522–527. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.2010.02546.X>
- European Food Safety Authority (EFSA). (2009). Scientific opinion on arsenic in food. *EFSA Journal*, 7(10), 1351. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1351>
- Food and Agriculture Organization/World Health Organization (2010). *Fats and fatty acids in human nutrition: Report of an expert consultation* (FAO Food and Nutrition Paper 91). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/i1953e/i1953e00.htm>

- Ferreira, F. S., Sampaio, G. R., Keller, L. M., Sawaya, A. C., Chávez, D. W., Torres, E. A., & Saldanha, T. (2017). Impact of air frying on cholesterol and fatty acids oxidation in sardines: Protective effects of aromatic herbs. *Journal of Food Science*, 82(12), 2823-2831.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022a). "The state of world fisheries and aquaculture", <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0461en> Son Erişim Tarihi: 20 Ekim 2023
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022b). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation. FAO. <https://www.fao.org/publications/sofia/2022/en/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). Fishery and Aquaculture Country Profiles: The Republic of Türkiye. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/fishery/en/facp/tur>
- Food and Agriculture Organization ve Organisation for Economic Co-operation and Development. (2021). OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-fao-agricultural-outlook-2021-2030_19428846-en.html
- Food and Agriculture Organization. (2025). *Fishery and Aquaculture Statistics – Yearbook 2022*. FAO. <https://doi.org/10.4060/CD4312EN>
- Food and Drug Administration. (2017). Advice About Eating Fish What Pregnant Women & Parents Should Know. Retrieved 14.02.2017, from <http://www.fda.gov/downloads/Food/FoodborneIllnessContaminants/Metals/UCM536321.pdf>
- Food and Drug Administration. (2023). *Microwave Ovens | FDA*. www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittingProductsandProcedures/HomeBusinessandEntertainment/ucm142506.htm
- García-Arias, M. T., Alvarez-Pontes, E., García-Fernández, M. C., & Sánchez-Muniz, F. J. (2003). Freezing/defrosting/frying of sardine fillets. Influence of slow and quick defrosting on protein quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(6), 602–608. <https://doi.org/10.1002/JSFA.1366>
- Genç, Y., Albayrak, M., & Güldal, H. T. (2020). Balık tüketiminde tüketim tercihlerini etkileyen faktörlerin analizi: Çankırı İli örneği. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(1), 93-101. <https://doi.org/10.12714/egejfas.37.1.11>
- Gisslen, Wayne. (2014). *Professional cooking*. Wiley & Sons, Inc.
- Głuchowski, A., Czarniecka-Skubina, E., & Rutkowska, J. (2020). Salmon (*Salmo salar*) cooking: Achieving optimal quality on select nutritional and microbiological safety characteristics for ready-to-eat and stored products. *Molecules*, 25(23). <https://doi.org/10.3390/MOLECULES25235661>,
- Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2019). *Türkiye Beslenme Sağlık Araştırması 2017*. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-ve-hareketli-hayat-db/Dokumanlar/Kitaplar/Turkiye_Beslenme_ve_Saglik_Arastirmasi_TBASA_2017.pdf
- Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2022). *Türkiye Beslenme Rehberi*.
- Hamazaki, K., Matsumura, K., Tsuchida, A., Kasamatsu, H., Tanaka, T., et. al. (2020). Maternal dietary intake of fish and PUFAs and child neurodevelopment at 6 months and 1 year of age: A nationwide birth cohort - The Japan Environment and Children's Study (JECS). *American Journal of Clinical Nutrition*, 112(5), 1295–1303. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa190>
- Hei, A. (2020). Mental health benefits of fish consumption. *Clinical Schizophrenia & Related Psychoses*, 15(5).
- Hosseini, H., Mahmoudzadeh, M., Rezaei, M., Mahmoudzadeh, L., Khaksar, R., et. al. (2014). Effect of different cooking methods on minerals, vitamins and nutritional quality indices of kutum roach (*Rutilus frisii kutum*). *Food Chemistry*, 148, 86–91. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.012>

- Hurtado-Rodríguez, R., Fountoulaki, E., Grigorakis, K., Alexis, M., & Flos, R. (2010). Season and size effects: Changes in the quality of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Mediterranean Marine Science*, *11*(1), 117–131. <https://doi.org/10.12681/MMS.95>
- Jayedi, A., Soltani, S., Abdolshahi, A., & Shab-Bidar, S. (2021). Fish consumption and the risk of cardiovascular disease and mortality in patients with type 2 diabetes: a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *61*(10), 1640–1650. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1764486>,
- Joseph, J. D., & Ackman, R. G. (1992). Capillary Column Gas Chromatographic method for analysis of encapsulated fish oils and fish oil ethyl esters: Collaborative study. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, *75*(3), 488–506. <https://doi.org/10.1093/JAOAC/75.3.488>
- Joshi, A. D., John, E. M., Koo, J., Ingles, S. A., & Stern, M. C. (2012). Fish intake, cooking practices, and risk of prostate cancer: Results from a multi-ethnic case-control study. *Cancer Causes and Control*, *23*(3), 405–420. <https://doi.org/10.1007/S10552-011-9889-2>,
- Joshy, C. G., Ratheesh, G., Ninan, G., Ashok Kumar, K., & Ravishankar, C. N. (2020). Optimizing air-frying process conditions for the development of healthy fish snack using response surface methodology under correlated observations. *Journal of Food Science and Technology*, *57*(7), 2651–2658. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04301-z>
- Kaba, N., Yücel, Ş., & Baki, B. (2009). Comparative analysis of nutritive composition, fatty acids, amino acids and vitamin contents of wild and cultured gilthead seabream (*Sparus aurata* L., 1758). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, *8*(3), 541–544
- Karimian-Khosroshahi, N., Hosseini, H., Rezaei, M., Khaksar, R., & Mahmoudzadeh, M. (2016). Effect of different cooking methods on minerals, vitamins, and nutritional quality indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Journal of Food Properties*, *19*(11), 2471–2480.
- Kaya Öztürk, D. (2017). *Orta Karadeniz Bölgesi'nde Ağ Kafeslerde Çipura'nın (Sparus aurata L., 1758) Büyüme Performansı Ve Et Kalite Değerlerinin Belirlenmesi* [Doktora Tezi, Sinop Üniversitesi]
- Kocatepe, D., Turan, H., Taşkaya, G., Kaya, Y., Erden, R., et. al. (2011). Effects of cooking methods on the proximate composition of black sea anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758). *Gıda*, *36*(2), 71–75.
- Koral, S. (2016). Farklı Tuzlama ve depolama tekniklerinin hamsi (*Engraulis encrasicolus*) balığının besin değerine etkileri. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, *9*(1), 29–36. <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000333>
- Krittanawong, C., Isath, A., Hahn, J., Wang, Z., Narasimhan, B., et. al. (2021). Fish consumption and cardiovascular health: A systematic review. *American Journal of Medicine*, *134*(6), 713–720. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2020.12.017>
- Larsen, D., Quek, S. Y., & Eyres, L. (2010). Effect of cooking method on the fatty acid profile of New Zealand King Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Food Chemistry*, *119*(2), 785–790. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2009.07.037>
- Lenas, D. S., Triantafyllou, D. J., Chatziantoniou, S., & Nathanailides, C. (2011). Fatty acid profile of wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Journal Fur Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit*, *6*(4), 435–440. <https://doi.org/10.1007/S00003-011-0695-2>
- Li, L. H., Dutkiewicz, E. P., Huang, Y. C., Zhou, H. B., & Hsu, C. C. (2019). Analytical methods for cholesterol quantification. *Journal of Food and Drug Analysis*, *27*(2), 375–386. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2018.09.001>
- Li, N., Wu, X., Zhuang, W., Xia, L., Chen, Y., et. al. (2020). Fish consumption and multiple health outcomes: Umbrella review. *Trends in Food Science and Technology*, *99*, 273–283. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2020.02.033>

- Li, Y., Liao, L. M., Sinha, R., Zheng, T., Vance, T. M., et. al. (2022). Fish intake and risk of melanoma in the NIH-AARP diet and health study. *Cancer Causes and Control*, 33(7), 921–928. <https://doi.org/10.1007/S10552-022-01588-5>,
- Liu, L., Huang, P., Xie, W., Wang, J., Li, Y., et. al. (2022). Effect of air fryer frying temperature on the quality attributes of sturgeon steak and comparison of its performance with traditional deep fat frying. *Food Science and Nutrition*, 10(2), 342–353. <https://doi.org/10.1002/FSN3.2472;WGROU:STRING:PUBLICATION>
- López-Fernández, O., Domínguez, R., Santos, E. M., Pateiro, M., Munekata, P. E., et. al. (2022). Comparison between HPLC-PAD and GC-MS methods for the quantification of cholesterol in Meat. *Food Analytical Methods*, 15(4), 1118-1131.
- Lozano, G., & Hardisson, A. (2003). FISH | Fish as Food. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (pp. 2417–2423). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00467-3>
- Lu, Z., Chen, T. C., Zhang, A., Persons, K. S., Kohn, N., et. al. (2007). An evaluation of the vitamin D3 content in fish: Is the vitamin D content adequate to satisfy the dietary requirement for vitamin D?. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 103(3-5), 642–644. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2006.12.010>
- Manjunatha, S. S., Ravi, N., Negi, P. S., Raju, P. S., & Bawa, A. S. (2014). Kinetics of moisture loss and oil uptake during deep fat frying of Gethi (*Dioscorea kamoonsensis* Kunth) strips. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 3061–3071. <https://doi.org/10.1007/S13197-012-0841-6>,
- Marimuthu, K., Geraldine, A. D., Kathiresan, S., Xavier, R., Arockiaraj, J., et. al. (2014). Effect of three different cooking methods on proximate and mineral composition of Asian Sea Bass (*Lates calcarifer*, Bloch). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 23(5), 468–474. <https://doi.org/10.1080/10498850.2012.727133>
- Merdzhanova, A., Stancheva, M., Dobрева, D. A., & Makedonski, L. (2013). Fatty acid and fat soluble vitamins composition of raw and cooked Black Sea horse mackerel. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 24(1), 27-34.
- Miller, E. L., Bimbo, A. P., Barlow, S. M., Sheridan, B., Burks, L. B. W., et. al. (2007). Repeatability and reproducibility of determination of the nitrogen content of fishmeal by the combustion (Dumas) method and comparison with the Kjeldahl method: Interlaboratory study. *Journal of AOAC International*, 90(1), 6–20.
- Mihaljev, Ž. A. , Jakšić, S. M. , Prica, N. B. , Čupić, Ž. N. , & Živkov-Baloš, M. M. (2015). Comparison of the Kjeldahl method, Dumas method and NIR method for total nitrogen determination in meat and meat products. *Gas*, 7(2).
- Mnari, B. A., Zaghib, S. F., Dhibi, M., Harzallah, H. J., Dabbou, S., et. al. (2012). Effects of different cooking methods on the mineral contents of wild and farmed sea bream (*Sparus aurata*). *International Journal of Food Science and Technology*, 47(9), 1964–1969. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.2012.03057.X;WGROU:STRING:PUBLICATION>
- Momenzadeh, Z., Khodanazary, A., & Ghanemi, K. (2017). Effect of different cooking methods on vitamins, minerals and nutritional quality indices of orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*). *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(2), 434–441. <https://doi.org/10.1007/S11694-016-9411-3/METRICS>
- Nanri, A., Takazaki, A., Kochi, T., Eguchi, M., Kabe, I., et. al. (2020). Fish cooking methods and impaired glucose metabolism among Japanese workers: The Furukawa nutrition and health study. *Nutrients*, 12(6), 1–11. <https://doi.org/10.3390/NU12061775>
- Naseri, M., Abedi, E., Mohammadzadeh, B., & Afsharnaderi, A. (2013). Effect of frying in different culinary fats on the fatty acid composition of silver carp. *Food Science & Nutrition*, 1(4), 292. <https://doi.org/10.1002/FSN3.40>

- Ndhkala, A. R., Kavaz Yüksel, A., Çelebi, N., & Doğan, H. Ö. (2023). A general review of methodologies used in the determination of cholesterol (C₂₇H₄₆O) levels in foods. *Foods* (Basel, Switzerland), 12(24), 4424. <https://doi.org/10.3390/foods12244424>
- Negara, B. F. S. P., Lee, M. J., Tirtawijaya, G., Cho, W. H., Sohn, et. al. (2021). Application of deep, vacuum, and air frying methods to fry chub Mackerel (*Scomber japonicus*). *Processes* 2021, Vol. 9, Page 1225, 9(7), 1225. <https://doi.org/10.3390/PR9071225>
- Nieva-Echevarría, B., Manzanos, M. J., Goicoechea, E., & Guillén, M. D. (2017). Changes provoked by boiling, steaming and sous-vide cooking in the lipid and volatile profile of European sea bass. *Food Research International*, 99, 630–640. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2017.06.043>
- Oğuzhan, P., & Yangılar, F. (2013). Su ürünlerinde sıvı tütsü kullanımı. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 63–68.
- Öksüz, A., Alkan, Ş. B., Taşkın, H., & Ayrancı, M. (2018). Benefits of fish consumption for healthy and balanced nutrition during lifelong time. *Food and Health*, 4(1), 43–62. <https://doi.org/10.3153/JFHS18006>
- Özden, Ö., & Erkan, N. (2008). Comparison of biochemical composition of three aqua cultured fishes (*Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata*, *Dentex dentex*). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59(7–8), 545–557. <https://doi.org/10.1080/09637480701400729>
- Öztürk, D. K. (2022). Nutrient quality of cultured fish species in the Black Sea: Evaluation of fatty acids, amino acids and fillet colors. *Marine Science and Technology Bulletin*, 11(4), 501–514. <https://doi.org/10.33714/MASTEB.1195335>
- Öztürk, D. K., Baki, B., Karayücel, İ., Öztürk, R., Gören, G. U., et. al. (2019). Determination of seasonal vitamin and mineral contents of Sea Bream (*Sparus aurata* L., 1758) cultured in Net Cages in Central Black Sea Region. *Biological Trace Element Research*, 187(2), 517–525. <https://doi.org/10.1007/S12011-018-1382-2>,
- Pateiro, M., Munekata, P. E. S., Domínguez, R., Wang, M., Barba, F. J., et. al. (2020). Nutritional profiling and the value of processing by-products from gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Marine Drugs*, 18(2). <https://doi.org/10.3390/MD18020101>,
- Pathare, P. B., & Roskilly, A. P. (2016). Quality and energy evaluation in meat cooking. *Food Engineering Reviews* 2016 8:4, 8(4), 435–447. <https://doi.org/10.1007/S12393-016-9143-5>
- Phogat, S., Dahiya, T., Jangra, M., Kumari, A., & Kumar, A. (2022). Nutritional benefits of fish consumption for humans: A review. *International Journal of Environment and Climate Change*, 1443–1457. <https://doi.org/10.9734/IJECC/2022/V12I121585>
- Raji, C. A., Erickson, K. I., Lopez, O. L., Kuller, L. H., Gach, H. M., et. al. (2014). Regular fish consumption and age-related brain gray matter loss. *American Journal of Preventive Medicine*, 47(4), 444–451. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2014.05.037>
- Rondanelli, M., Rigon, C., Perna, S., Gasparri, C., Iannello, G., et. al. (2020). Novel insights on intake of fish and prevention of sarcopenia: All reasons for an adequate consumption. *Nutrients*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/NU12020307>
- Sagun, O. K., & Sayğı, H. (2021). Consumption of fishery products in Turkey’s coastal regions. *British Food Journal*, 123(9), 3070–3084. <https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2020-0442>
- Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B., & Santos-Silva, F. J. L. P. S. (2002). Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science*, 77(2-3), 187-194.
- Scarborough, P., Appleby, P. N., Mizdrak, A., Briggs, A. D. M., Travis, R. C., et. al. (2014). Dietary greenhouse gas emissions of meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans in the UK. *Climatic Change*, 125(2), 179–192. <https://doi.org/10.1007/S10584-014-1169-1>

- Sevinç, İ., Ercoşkun, H. (2020). Kırmızı et tüketimi, kolesterol ve beslenme. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (24), 1-7.
- Shi, F., Chowdhury, R., Sofianopoulou, E., Koulman, A., Sun, L., et. al. (2025). Association of circulating fatty acids with cardiovascular disease risk: analysis of individual-level data in three large prospective cohorts and updated meta-analysis. *European Journal of Preventive Cardiology*, 32(3), 233–246. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwae315>
- Sioen, I., Haak, L., Raes, K., Hermans, C., De Henauw, S., et. al. (2006). Effects of pan-frying in margarine and olive oil on the fatty acid composition of cod and salmon. *Food Chemistry*, 98(4), 609–617. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2005.06.026>
- Sobral, M. M. C., Cunha, S. C., Faria, M. A., & Ferreira, I. M. P. L. V. O. (2018). Domestic cooking of muscle foods: Impact on composition of nutrients and contaminants. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(2), 309–333. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12327>,
- Stancheva, M., Merdzhanova, A., Galunska, B., & Dobreva, A. D. (2014). The effect of steaming process on fat soluble vitamins'content and fatty acid profile in bluefish and rainbow trout fillets. *Animals Review*, 1(1), 1-10.
- Şen, A. (2020). *Farklı pişirme yöntemlerinin deniz, tatlı su ve kültür ortamlarında yetiştirilmiş levrek balıklarının bazı besin kompozisyonları üzerine etkisi* [Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi].
- Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2013). Fish matters: importance of aquatic foods in human nutrition and global food supply. *Reviews in Fisheries Science*, 21(1), 22–38. <https://doi.org/10.1080/10641262.2012.753405>
- Tarım Reformu Genel Müdürlüğü. (2024). *Su Ürünleri Ürün Raporu* .
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2023). Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/02/20230217-4.htm>
- Teyin, G. (2024). *Farklı Pişirme Yöntemlerinin Somon Balığının (Salma Salar) Besin Kompozisyonu Ve Duyusal Kalitesi Üzerine Etkisi* [Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi].
- Tsoupras, A., Brummell, C., Kealy, C., Vitkaitis, K., Redfern, S., et. al. (2022). Cardio-protective properties and health benefits of fish lipid bioactives; The effects of thermal processing. *Marine Drugs*, 20(3), 187. <https://doi.org/10.3390/MD20030187/S1>
- Ulbricht, T. L., & Southgate, D. A. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet* (London, England), 338(8773), 985–992. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-m](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-m)
- Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı. (2025). *Veri Bankası - Çipura, yetiştirme - Türkomp | Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı*. T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI. Retrieved May 4, 2025, from <https://turkomp.tarimorman.gov.tr/food-cipura-yetistirme-511>
- Ünal Şengör, G. F., Alakavuk, D. Ü., & Yasemin Tosun, Ş. (2013). Effect of cooking methods on proximate composition, fatty acid composition, and cholesterol content of atlantic salmon (salmo salar). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22(2), 160–167. <https://doi.org/10.1080/10498850.2011.635839>
- Ünal-Şengör, G. F., Yildiz, M., Metin, Ö., Ofori-Mensah, S., & Ceylan, Z. (2025). Compositions of gilthead sea bream (Sparus aurata Linnaeus, 1758) from different culture systems. *Aquaculture International*, 33(2), 1–19. <https://doi.org/10.1007/S10499-024-01735-6/TABLES/8>
- Wallin, A., Di Giuseppe, D., Orsini, N., Åkesson, A., Forouhi, N. G., et. al. (2017). Fish consumption and frying of fish in relation to type 2 diabetes incidence: a prospective cohort study of Swedish men. *European Journal of Nutrition*, 56(2), 843–852. <https://doi.org/10.1007/S00394-015-1132-6>
- Xiong, T., Mei, X., Wu, Y., Wang, L., Shi, J., et. al. (2023). Insights into nutrition, flavor and edible quality changes of golden pomfret (Trachinotus ovatus) fillets prepared by different cooking methods. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1227928. <https://doi.org/10.3389/FNUT.2023.1227928/BIBTEX>

- Xu, Z., Zhang, T., Prinyawiwatkul, W., & Godber, J. S. (2005). Capabilities of different cooking oils in prevention of cholesterol oxidation during heating. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 82(4), 243–248. <https://doi.org/10.1007/s11746-005-1062-9>
- Yavuzer, E. (2020). Uskumru, palamut ve levrek balıklarının fırında pişirme işlemi sonrasında kalan balık sularının yağ asidi içeriğinin belirlenmesi ve balık suyu çorbası yapımında kullanımı. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 255–262. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.757938>
- Yerlikaya, P., Alp, A. C., Tokay, F. G., Aygun, T., Kaya, A., et. al. (2022). Determination of fatty acids and vitamins A, D and E intake through fish consumption. *International Journal of Food Science and Technology*, 57(1), 653–661.
- Yoo, J. Y., Cho, H. J., Moon, S., Choi, J., Lee, S., et. al. (2020). Pickled vegetable and salted fish intake and the risk of gastric cancer: Two prospective cohort studies and a meta-analysis. *Cancers*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/CANCERS12040996>,
- Yu, X. F., Zou, J., & Dong, J. (2014). Fish consumption and risk of gastrointestinal cancers: A meta-analysis of cohort studies. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 20(41), 15398. <https://doi.org/10.3748/WJG.V20.I41.15398>
- Zaghi, A. N., Barbalho, S. M., Guiguer, E. L., & Otoboni, A. M. (2019). Frying process: From conventional to air frying technology. *Food Reviews International*, 35(8), 763–777. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1600541;CTYPE:STRING:JOURNAL>
- Zavadlav, S., Blažić, M., de Velde, F. Van, Vignatti, C., et. al. (2020). Sous-Vide as a technique for preparing healthy and high-quality vegetable and seafood products. *Foods*, 9(11). <https://doi.org/10.3390/FOODS9111537>
- Zebel, S. (2021). *Farklı boyutlarda satışa sunulan yetiştiricilik ürünü çipura (Sparus aurata) ve levrek (Dicentrarchus labrax) türü balıkların besinsel kompozisyon açısından incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi].
- Zhang, B., Xiong, K., Cai, J., & Ma, A. (2020). Fish consumption and coronary heart disease: A meta-analysis. *Nutrients*, 12(8), 1–22. <https://doi.org/10.3390/NU12082278>
- Zhang, Y., Sun, Y., Yu, Q., Song, S., Brenna, J. T., et. al. (2023). Higher ratio of plasma omega-6/omega-3 fatty acids is associated with greater risk of all-cause, cancer, and cardiovascular mortality: A population-based cohort study in UK Biobank. *ELife*, 12. <https://doi.org/10.7554/ELIFE.90132>
- Zheng, J., Huang, T., Yu, Y., Hu, X., Yang, B., et. al. (2012). Fish consumption and CHD mortality: An updated meta-analysis of seventeen cohort studies. *Public Health Nutrition*, 15(4), 725–737. <https://doi.org/10.1017/S1368980011002254>
- Zotos, A., Kotaras, A., & Mikras, E. (2013). Effect of baking of sardine (*Sardina pilchardus*) and frying of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in olive and sunflower oil on their quality. *Food Science and Technology International*, 19(1), 11–23. <https://doi.org/10.1177/1082013212442179>