

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

İRÖN SAZLIĞI'NDA (BİTLİS) YETİŞEN KARABURUN BALIĞININ -*Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)- BESİN KOMPOZİSYONU VE AĞIR METAL BİRİKİMLERİNİN İNCELENMESİ

Şeyda GÜNGÖR

AĞUSTOS 2020

GIDA GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

İRÖN SAZLIĞI'NDA (BİTLİS) YETİŞEN KARABURUN BALIĞININ -*Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)- BESİN KOMPOZİSYONU VE AĞIR METAL BİRİKİMLERİNİN
İNCELENMESİ

Hazırlayan
Şeyda GÜNGÖR

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Seda OĞUR

Jüri Üyeleri
Dr. Öğr. Üyesi Seda OĞUR
Doç. Dr. Gülbin FİRİDİN
Dr. Öğr. Üyesi Bülent HALLAÇ

AĞUSTOS 2020

ONAY

Şeyda GÜNGÖR tarafından hazırlanan “İron Sazlığı’nda (Bitlis) Yetişen Karaburun Balığının-*Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)-Besin Kompozisyonunun ve Ağır Metal Birikimlerinin İncelenmesi” adlı tez çalışması 13/08/2020 tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Güvenliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Seda OĞUR

(Başkan)

Dr. Öğr. Üyesi Seda OĞUR

(Danışman)

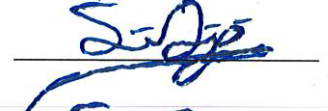

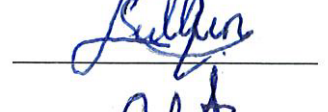

Doç. Dr. Gülbin FİRİDİN

(Üye)

Dr. Öğr. Üyesi Bülent HALLAÇ

(Üye)

İmza

Bu tezin kabulü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../...gün ve .../... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Zeki ARGUNHAN

Enstitü Müdürü

BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre hazırlamış olduğum “**İron Sazlığı’nda (Bitlis) Yetişen Karaburun Balığının -*Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)- Besin Kompozisyonu ve Ağır Metal Birikimlerinin İncelenmesi**” adlı tezimin özgün bir çalışma olduğunu, tez hazırlanırken tüm aşamalarda bilimsel etik ilkelerine uygun davrandığımı, tez kapsamında sunulan tüm verileri bilimsel etik ilkelerine uygun elde ettiğimi, tezde faydalandığım tüm eserlere atıf yaptığımı ve kaynaklar kısmında bu eserleri gösterdiğimi beyan ederim. 24/08/2020

Şeyda GÜNGÖR
İmza

ÖZET

İRÖN SAZLIĞI'NDA (BİTLİS) YETİŞEN KARABURUN BALIĞININ -*Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)- BESİN KOMPOZİSYONU VE AĞIR METAL BİRİKİMLERİNİN İNCELENMESİ

Şeyda GÜNGÖR

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Gıda Güvenliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Seda OĞUR

AĞustos 2020, 73 sayfa

Balıklar sağlıklı ve dengeli beslenmede omega-3 bakımından zengin, yağ oranı bakımından düşük önemli bir hayvansal protein kaynağıdır. Kardiyovasküler rahatsızlıklar ve obezite gibi pek çok rahatsızlık üzerinde koruyucu olduğu bilinen balık eti daha az bağ dokusu içerdiğinden vücutta kullanım açısından daha avantajlıdır. Balık tüketimi genellikle sağlık açısından faydalarıyla değerlendirilmekle birlikte, aynı zamanda ağır metaller gibi kirleticilerin sucul ekosistemlerden insanlara ulaşmasında araç teşkil etmektedirler. AĞır metaller gerek antropojenik ve gerekse doğal kaynaklardan, özellikle volkanik alanlardan, zamanla salınarak ekosisteme ve besin zincirine katılabilmekte ve gıda güvenliği açısından risk oluşturabilmektedir.

Bu çalışmada, Nemrut Kalderası'nın eteklerinde yer alan İron Sazlığı'nda (Bitlis/Güroymak) yetişen ve yöre halkı tarafından tüketilen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un biyolojik, beslenme ve gıda güvenliği açılarından incelenmiştir. Balıkların genel sağlık durumlarına yönelik biyolojik özellikleri, beslenme açısından değerlendirmek amacıyla besin kompozisyonları, gıda güvenliği açısından ise ağır metal birikimleri incelenmiştir ve buna bağlı risk değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu çalışma farklı çalışma alanlarını bir araya getiren nadir çalışmalardan biridir, ayrıca bölgede bu alanda yürütölen tek çalışma niteliğindedir.

Balıkların biyolojik özelliklerine ait veriler, diğer çalışmalar ile kıyaslandığında balıkların optimum gelişim gösterdikleri görölmüştür. Besin kompozisyonu bileşenleri protein

(%18), yağ (%2), kül (%1) ve nem (%75) şeklindedir. Doku ağır metal miktarları ulusal ve uluslararası kabul edilebilir limitlerle karşılaştırılmıştır. Kadmiyum ve kurşun değerlerinin kabul edilebilir limitlerin üzerinde olduğu, tahmin edilen günlük alım değerleri baz alınıp haftada 2 gün balık tükettiği ve ortalama 72,8 kg ağırlığında olduğu varsayılan bireyler için kadmiyum ve kurşun dışında tolere edilebilir olduğu görülmüştür. Toplam hedef tehlike katsayısı 1'den küçük olduğundan yöre halkı tarafından tüketilmesinde düşük bir risk gösterdiği ifade edilebilir. Ancak ağır metallerin birikme eğiliminde oldukları dikkate alındığında tüketimin uzun vadede risk oluşturabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle ekosistemin ve insan sağlığının uzun vadeli bu risklerden korunmasında etkili olacak su ve balıkçılık yönetim planlarının oluşturulması ve halkın bilinçlendirilmesine yönelik çalışmaların yapılması gereklidir.

Anahtar kelimeler: *Chondrostoma regium*, İron Sazlığı, Besin Kompozisyonu, Ağır Metal Birikimi, Risk Analizi

ABSTRACT

INVESTIGATION OF NUTRIENT COMPOSITION AND HEAVY METAL ACCUMULATIONS OF BROND-SNOOUT -*Chondrostoma regium* (HECKEL, 1843)- GROWN IN THE IRON REED (BITLIS)

Şeyda GÜNGÖR

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate Education Institute

Department of Food Safety

Supervisor: Asst. Prof. Seda OĞUR

August 2020, 73 pages

Fish are an important source of animal protein rich in omega-3 and relatively low in fat in a healthy and balanced diet. Fish meat, which is known to be protective against many diseases such as cardiovascular diseases and obesity, is more advantageous in terms of use in the body as it contains less connective tissue. Although fish consumption is evaluated with its health benefits, they are mediators for the transportation any pollutants such as heavy metals, from aquatic ecosystems to humans. Heavy metals can be released from both anthropogenic and natural sources, especially from volcanic areas, and join the ecosystem and food chain and pose a risk to food safety.

In this study, *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843), which grows in the Iron Reed (Bitlis / Güroymak) located on the foothills of the Nemrut Kaldera and is consumed by the local people, has been examined in terms of biological, nutritional and food safety. Biological properties of fish for general health conditions, nutritional composition in order to evaluate food quality, heavy metal accumulations in terms of food safety were examined and risk assessments were made accordingly. This study is one of the rare studies that brings together different fields of study, and it is the only study conducted in this field in the region.

When the data on the biological characteristics of fish are compared with other studies, it was seen that the fish showed an optimum development. Nutritional composition components are protein (18%), fat (2%), ash (1%) and moisture (75%). Tissue heavy metal amounts were

compared with national and international acceptable limits. It was observed that cadmium and lead values were above acceptable limits. In addition, based on the estimated daily intake values, it was found to be tolerable except cadmium and lead for individuals who are assumed to consume fish twice a week and weigh an average of 72.8 kg. Since the total target hazard coefficient is less than 1, it can be stated that it shows a low risk of consumption by the local people. However, considering that heavy metals tend to accumulate, it is thought that consumption may pose a risk in the long term. For this reason, it is necessary to create water and fisheries management plans that will be effective in protecting the ecosystem and human health from these long-term risks and to carry out studies to raise public awareness.

Keywords: *Chondrostoma regium*, Iron Reeds, Nutrition Composition, Heavy Metal Accumulation, Risk Analysis



TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca, ilk aşamadan son aşamaya kadar her konuda benden yardımlarını ve mesleki deneyimlerini esirgemeyen manevi danışmanım Sayın Dr. Hülya Durmaz BEKMEZCİ'ye şükranlarımı sunarım. Ayrıca danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Seda OĞUR'a değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmamda kimyasal ve istatistiksel analizlerin yapılması konusunda desteklerini ve mesleki tecrübelerini içtenlikle paylaşan Dr. Öğr. Üyesi Adem YURTSEVER'e, Öğr. Gör. Dr. Sadi AKSU'ya, Öğr. Gör. Zeynep ÜRÜŞAN'a, Öğr. Gör İlyas YILMAZ'a, tür analizinin yapılması konusunda ise sundukları çok değerli katkılarından dolayı Prof. Dr. Mustafa KOYUN'a ve Dr. Öğr. Üyesi Ataman Altuğ ATICI'ya teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde büyük emekleri olan ve varlıklarını her an yanımda hissettiğim annem Hafize GÜNGÖR'e, babam Şevket GÜNGÖR'e ve kardeşlerime şükranlarımı sunarım. Bölge çalışmaları sırasında maddi ve manevi imkanları bizlere seferber eden değerli kayınpederim Fethadin KAYA'ya, değerli kayınvalideme ve kıymetli nişanlım Ensar KAYA'ya sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Balıkların Beslenmedeki Yeri	2
1.2. Balıkların Besinsel Değeri ve Kalitesi.....	3
1.2.1. Protein İçeriği.....	4
1.2.2. Yağ İçeriği	4
1.2.3. Vitamin İçeriği	7
1.2.4. Mineral İçeriği	8
1.2.5. Enerji ve Karbonhidrat İçeriği	9
1.3. Gıda Güvenliği	9
1.4. Dünyada ve Türkiye’de Gıda Güvenliği Mevzuatı ve Uygulamaları.....	10
1.5. Gıdalardaki Temel Tehlikeler	11
1.5.1. Fiziksel Tehlikeler.....	12
1.5.2. Biyolojik Tehlikeler	12
1.5.3. Kimyasal Tehlikeler	12
1.6. Ağır Metaller	14
1.6.1. Ağır Metallerin İnsan Sağlığına Etkileri	15
1.6.2. Ağır Metal Kaynakları.....	15
1.6.3. Ağır Metallerin Taşınımı ve Birikimi	15
1.7. Önceki Çalışmalar	19
2. MATERYAL ve METOD	25
2.1. Çalışma Alanı; İron Sazlığı (Güroymak/ Bitlis /Türkiye)	25
2.2. Balık Örneklerinin Temini ve Hazırlanması.....	26
2.3. Kimyasal Analizler	28
2.3.1. Besin Kompozisyonu Analizleri	28

2.3.1.1. Ham Protein Tayini.....	28
2.3.1.2. Yağ Tayini.....	29
2.3.1.3. Nem ve Kuru Madde Tayini.....	29
2.3.1.4. Toplam Kül Tayini.....	30
2.3.2. Ağır Metal Analizleri	30
2.4. Matematiksel Hesaplamalar	32
2.4.1. Kondisyon Faktörü.....	32
2.4.2. Gonadosomatik İndeks	32
2.4.3. Boy-Ağırlık İlişkisi	33
2.4.4. Biyokonsantrasyon Faktörünün Belirlenmesi.....	33
2.4.5. Tahmin Edilen Günlük Alımın Belirlenmesi.....	34
2.4.6. Hedef Tehlike Katsayısının Belirlenmesi.....	34
2.4.7. Toplam Hedef Tehlike Katsayısının Belirlenmesi.....	35
2.5. İstatistiksel Analizler	35
3. BULGULAR ve TARTIŞMA	37
3.1. Balıkların Biyolojik Bulguları.....	37
3.2. Besin Kompozisyonu Bulguları	43
3.3. Ağır Metal Bulguları ve Risk Analizi.....	48
4. SONUÇ.....	55
5. KAYNAKÇA.....	57
ÖZGEÇMİŞ	73

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Türkiye’de ve dünya genelinde yıllık kişi başı balık tüketimi.....	3
Çizelge 1.2. Bazı tatlısu balıkların besin kompozisyonları.....	6
Çizelge 2.1. Ağır metal ölçümünde kullanılan dalga boyları ve standart çözelti derişimleri (ICP-OES).....	31
Çizelge 2.2. USEPA tarafından bildirilen oral referans dozlar (mg/kg/gün).....	35
Çizelge 3.1. Balıkların tam boy (cm), çatal boy (cm), ağırlık (g), KF ve GSI’leri.....	37
Çizelge 3.2. Balıkların biyolojik verilerinin normallik testine ait sonuçlar.....	39
Çizelge 3.3. Balıkların biyolojik özelliklerinin cinsiyet değişkenine göre t testi sonuçları..	40
Çizelge 3.4. Balıkların biyolojik özelliklerinin kendi aralarındaki korelasyon analizinin sonuçları.....	40
Çizelge 3.5. Balık örneklerinin besin kompozisyonları.....	44
Çizelge 3.6. Balıkların besin kompozisyonlarına ait verilerin normallik testi sonuçları.....	44
Çizelge 3.7. Balıkların besin değerlerinin cinsiyet değişkenine göre t testi sonuçları.....	45
Çizelge 3.8. Balıkların besin değerleri ile biyolojik özelliklerinin korelasyon analizinin sonuçları.....	46
Çizelge 3.9. Balık örneklerindeki ağır metal miktarları (mg/kg).....	49
Çizelge 3.10. Balıkların bazı ağır metallerin BCF’leri.....	50
Çizelge 3.11. Balık örneklerine ait EDI ve THQ değerleri.....	51
Çizelge 3.12. Balıkların ağır metal içeriklerine ait verilerin normallik testi sonuçları.....	52
Çizelge 3.13. Balıkların Fe, Zn, Pb içeriklerinin cinsiyet değişkenine göre t testi sonuçları.....	53
Çizelge 3.14. Balıkların Cu, Ni, Mn, Cd, Cr içeriklerinin cinsiyet değişkenine göre Mann-Whitney U testi sonuçları.....	53
Çizelge 3.15. Balıklarda ağır metal içeriklerinin ile kondisyon faktörü ve gonadosomatik indeks verileri arasındaki korelasyon analizinin sonuçları.....	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Ağır metallerin sucul ekosistemlerdeki taşınımı ve insana ulaşması.....	16
Şekil 1.2. Ağır metallerin tatlı su balıklarından gıda zincirindeki insanlara trofik transferi .	17
Şekil 2.1. İron Sazlığı, Güroymak/ Bitlis /Türkiye.....	25
Şekil 2.2. Balıkların tam ve çatal boylarının milimetrik cetvel yardımıyla ölçülmesi.....	26
Şekil 2.3. Balıkların ağırlıklarının ölçülmesi.....	27
Şekil 2.4. Çıkarılan gonadların tartılması.....	27
Şekil 2.5. Balıkların diseksiyon işlemi.....	27
Şekil 2.6. Erkek balıklarda karın içi görünümü.....	28
Şekil 2.7. Dişi balıklarda gonadların görünümü.....	28
Şekil 2.8. Örneklerin sıcak su tablası üzerinde yaş yakılması.....	31
Şekil 2.9. Hasan Kalyoncu Üniversitesi Çevre Uygulama ve Araştırma Merkezi, ICP-OES Cihazı.....	32
Şekil 3.1. Dişi balıklarda boy-ağırlık ilişkisi grafiği.....	38
Şekil 3.2. Erkek balıklarda boy-ağırlık ilişkisi grafiği.....	38
Şekil 3.3. Dişi ve erkek balıklarda boy-ağırlık ilişkisi grafiği.....	39

KISALTMALAR DİZİNİ

As	Arsenik
B	Bor
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Cl	Klor
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
F	Flor
Fe	Demir
Hg	Cıva
I	İyot
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Na	Sodyum
Ni	Nikel
P	Fosfor
Pb	Kurşun
S	Kükürt
Se	Selenyum
Zn	Çinko
B ₁	Tiamin
B ₂	Riboflavin
B ₃	Niasin
B ₅	Pantotenik Asit
B ₆	Pridoksin
B ₇	Biotin
B ₉	Folik Asit
B ₁₂	Kobalamin
D ₂	Ergosterol
D ₃	7-dehidrokolesterol
n-3	Omega-3
n-6	Omega-6
n-9	Omega-9
EPA	Eicosa Pentaenoic Acid
DHA	Docosa Hexaenoic Acid
MUFA	Monounsaturated Fatty Acids
PUFA	Polyunsaturated Fatty Acids
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜRKAK	Türkiye Akreditasyon Kurumu
TSE	Türk Standardları Enstitüsü
ISO	International Organization for Standardization
AB	Avrupa Birliği
CAC	Codex Alimentarius Commission
WHO	World Health Organization
FAO	Food and Agriculture Organization

EC	Avrupa Komisyonu
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
EFSA	Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
EPA	Environmental Protection Agency
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
PCB	Polychlorinated Biphenyl
PAH	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons
OTA	Okratoksin-A
ICP-OES	İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi
THQ	Target Hazard Quotients
TTHQ	Total Target Hazard Quotients
KF	Kondisyon Faktörü
GSİ	Gonadosomatik İndeks
BCF	Biyokonsantrasyon Faktörü
EDI	Estimated Daily Intake
TB	Tam Boy
ÇB	Çatal Boy
A	Ağırlık
GA	Gonad Ağırlığı
mg	Miligram
g	Gram
kg	Kilogram
mL	Mililitre
L	Litre
cm	Santimetre
kcal	Kilo Kalori

1. GİRİŞ

Balık eti, özellikle omega yağ asitleri yönünden zengin olması, yüksek protein içeriğine sahip olması, başta A, B grubu ve D vitaminleri olmak üzere pek çok vitamin yönünden zengin olması ve içeriğinde çok çeşitli mineraller barındırmasından dolayı sağlıklı ve dengeli beslenme açısından oldukça önemli bir yere sahiptir [1–5]. Balık tüketiminin başta kardiyovasküler rahatsızlıklar, diyabet ve obezite olmak üzere pek çok kronik ve ilerleyici rahatsızlık üzerinde koruyucu etkilerinin olduğu bildirilmektedir [6–9].

Sağlıklı beslenmede en önemli unsurlardan biri sağlıklı gıdaya ulaşabilmektir. Çevresel kirlenmeler ve olumsuz çevre koşulları balıkların sağlıklı gelişimleri için engel oluşturabilmektedir [10]. Balıkların boy ve ağırlıklarının analizi ile belirlenen kondisyon faktörü, gonadosomatik indeks, boy-ağırlık ilişkisi gibi parametreler balıkların ve ekosistemin sağlıklılık durumlarının değerlendirilmesinde birer indikatör olarak kullanılmaktadırlar. Kondisyon faktörü besinin ne kadarının ete dönüştürülebildiğinin bir göstergesi olup, ortam kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılabildiği gibi balıkların beslenme açısından kalitesinin değerlendirilmesinde de bir gösterge olarak kullanılabilmektedir [11]. Gonadosomatik indeks ise balıklarda üreme döneminin bir göstergesi olarak kullanılmakla birlikte kondisyon faktörü ile ters orantılı şekilde değişkendir [12].

Balık tüketiminin genellikle faydalı yönlerine vurgu yapılırsa da pek çok çevresel kirliliğin son durak noktası olan sucul ekosistemlerde yaşayan balıklar özellikle ağır metal yönünden risk grubundadır. Ağır metaller sucul ekosistemlerde önce fitoplanktonlar ardından zooplanktonlar ve balıklar tarafından bünyeye alınmaktadır. Doğal jeolojik ve antropojenik kaynaklarla taşınan ve belli noktalarda yoğunlaştığı takdirde kirlilik oluşturan ağır metallerin çeşitli doku ve organlarında biriktiği balıklar insanlar tarafından tüketildiğinde sağlık açısından ciddi riskler oluşabilmektedir [10,13,14]. Sucul sistemlerde ve balık dokularında ağır metal birikimleri kimyasal analizler ile tespit edilmekte, ulusal ve uluslararası standartlar ile karşılaştırılarak değerlendirilebilmektedir. Ayrıca ilgili matematiksel hesaplamalar ile riskin boyutu analiz edilebilmektedir.

Çok büyük bir kısmı Güroymak ilçesinde bulunan İron Sazlığı'nda yetişen balıklar yöre halkı için önemli bir kaynaktır. Yerel balıkçılar tarafından serpm balıkçılığı ile yakalanan balıklar pazarlarda satılmakta ve tüketilmektedir. İron Sazlığı volkanik nitelikli Nemrut Dağı'nın eteklerinde yer almaktadır [15,16]. Volkanik bölgelerde kayalar içerisinde bulunan ağır metaller yıkanarak sucul sistemlere katılabilmekte ve besin zinciri ile insanlara taşınmaktadır. Bu durum gıda güvenliği açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır [17–19].

Bu çalışmada İron Sazlığı'nda yetişen ve önemli bir besin kaynağı olan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un; genel sağlık durumunu değerlendirmek amacıyla biyolojik parametreleri, besin kalitesini belirlemek üzere besin kompozisyonu ile gıda güvenliği açısından volkanik alanlarda önemli bir kimyasal kirletici olan ağır metal birikimleri ve buna bağlı oluşan risk analizleri incelenmiştir. Bu çalışma biyoloji, beslenme ve gıda güvenliği gibi farklı çalışma alanlarını bir araya getiren nadir çalışmalardan biridir. Ayrıca İron Sazlığı'nın kalitesine yönelik yürütülen çalışmaları tamamlar nitelikte olup alanında tek çalışmadır.

1.1. Balıkların Beslenmedeki Yeri

İnsanların su ürünlerini tüketmeleri tarih öncesi dönemlere kadar uzanmaktadır [20,21]. Besinlerin avcılık ve toplayıcılıkla elde edildiği zamanlarda kolaylıkla avlanabilen ve sık tüketildiği düşünülen su ürünlerinin beslenme açısından önemi günümüzde daha da fazla bilinmektedir [22]. Zihinsel ve fiziksel aktivitelerin ve yaşamın sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için olması gereken sağlıklı beslenme düzeninde, enerji, protein, yağ, mineral ve vitamin gibi ihtiyaçlarının sağlanması açısından hayvansal kaynaklı besinler son derece önemlidir [6]. Sağlıklı bir diyetle protein oranı %10-20 arasında olmalıdır [23]. Diyetteki toplam proteinin %25-60 kadarının ise hayvansal kaynaklı proteinlerden karşılanması gerektiği söylenebilir [24,25]. Su ürünleri dünyada artan besin ve hayvansal kaynaklı protein ihtiyacının yanı sıra sağlıklı beslenme ihtiyacının karşılanmasında da iyi bir seçenektir [9,26].

Birçok besin ögesi bakımından oldukça zengin olan balık eti pek çok hastalığın önlenmesinde son derece etkindir [7,8]. Yapılan araştırmalar doymuş yağ oranınca düşük ve proteince zengin olan su ürünlerinin; düzenli tüketildiğinde obezitenin, kardiyovasküler hastalıkların ve kalp damar rahatsızlıklarının önlenmesinde, total kolesterol seviyesinin ve kalp krizi riskinin düşmesinde etkili olduğuna dikkat çekmektedir [6–8]. Balık tüketiminin plazma trigliserit düzeyini düşürerek insülin direncini azalttığı ve diyabet gelişimi riskinin önüne geçtiği de bilinmektedir [9]. Balıkta bulunan yağ asitleri fetüste retina ve beyin gelişiminin en temel destekleyicileri arasındadır. Bu sebeple de gebelikte ve çocukluk döneminde düzenli balık tüketimi son derece önemlidir [27–29]. Balıklarla alınan elzem yağ asitlerinin demans oluşumunu engellemeye yardımcı olduğu ve Alzheimer hastalığına karşı koruyucu etkisinin olduğu bildirilmiştir [30]. Ayrıca balık yağlarının kanser üzerinde koruyucu etkilerinin olduğu bilinmektedir [31]. Yapılan çalışmalarda balık tüketiminin özellikle over, meme, prostat, kolon ve rektum gibi kanserleri önlediğini, balık tüketiminin yüksek olduğu ülkelerde bu türden kanser olgularının görülme sıklığının daha düşük olduğu bildirilmiştir [9]. Balık yağlarının kan

damarlarını genişlettiği bilinmektedir. Düzenli balık tüketimiyle akciğer bronşlarına daha fazla oksijen gittiği ve astım rahatsızlığını engelleyici rolü olduğu bildirilmiştir [21,27,32]. Fidanbaş ve diğerleri; yayınladıkları çalışmalarında balık tüketimi eksikliğinin depresyon, şizofreni gibi psikolojik rahatsızlıklara yol açtığını bildirmişlerdir. Çalışmalarında Japonya’da depresyona girme oranının %0,12 olduğu ve bu skorun kişi başına düşen yıllık balık tüketiminin ortalama 53 kg olmasıyla ilişkilendirildiğini bildirmişlerdir [29].

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre; 2018 yılında Türkiye’de kişi başına düşen balık tüketim miktarı, 2017 yılına göre %11,8 artarak yıllık 6,14 kg olarak gerçekleşmiştir [33]. 2019 yılında ise bu oran bir önceki yıla göre %2 artarak 6,26 kg olarak kayıtlara geçmiştir [34]. Dünya genelinde ise kişi başı yıllık balık tüketim miktarı; 9,0 kg’nin kayıtlara geçtiği 1961 yılından itibaren yıllık ortalama %1,5’lik artış göstererek 2015 yılı sonunda 20,2 kg olarak kaydedilmiştir [1]. Bu oran 2017 yılında 20,3 kg’ye yükselmiştir ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), 2018 yılı için bunun 20,5 kg’ye yükseleceğini öngörmektedir [35]. TÜİK ve FAO verilerine göre Türkiye’de ve dünya genelinde yıllık kişi başı balık tüketiminin yıllara göre dağılımı Çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Türkiye’de ve dünya genelinde yıllık kişi başı balık tüketimi

	Türkiye’de	Dünya Genelinde
2015	-	20,2 kg
2016	-	-
2017	5,49 kg	20,3 kg
2018	6,14 kg	20,5 kg (öngörülmektedir)
2019	6,26 kg	-

Balık tüketiminin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri göz önünde bulundurularak haftada en az 1-3 öğün olması önerilmektedir [20,29].

1.2. Balıkların Besinsel Değeri ve Kalitesi

Diğer etler gibi balıklar da yüksek protein, su, mineraller, vitaminler ve yağ içerir. Fakat bu besinsel değerlerin oranları türe, yaşa, cinsiyete, ekolojik çevreye ve mevsime göre farklılık gösterebilmektedir [3]. Çeşitli su ürünlerinin besin kompozisyonu ile ilgili literatürde pek çok çalışma mevcuttur [36–43]. Bu çalışmalar ve çalışmalardan elde edilen veriler balıkların besin kompozisyonlarını karşılaştırabilmek adına Çizelge 1.2’de derlenmiştir.

1.2.1. Protein İçeriği

İnsan vücudunun temel yapı taşı olan proteinler, enzimlerin yapısına katılıp tepkimelerin katalizlenmesi gibi metabolizma faaliyetlerinin sağlıklı şekilde yürütüldüğü tüm aşamalarda etkin rol oynamaktadır. Proteinler aminoasitlerden oluşmaktadır. Aminoasitlerden bazıları insan vücudu tarafından sentezlenemez veya birbirlerine dönüştürülemezler. Bu sebeple dışarıdan alınmak zorundadırlar. Bunlara elzem aminoasitler denir. Bunlar; Lösin, Lisin, İzolösin, Valin, Metionin, Fenilalanin, Treonin, Triptofan olmak üzere 8 tanedir.

Hayvansal kaynaklı proteinler genellikle elzem aminoasit oranı bakımından bitkisel kaynaklı proteinlere göre iyi durumdadır. Fakat genellikle hayvansal protein kaynakları doymuş yağlar açısından da zengin olduklarından insanlar bitkisel besinlere yönelebilmektedirler [23]. Ancak balık eti; besin kalitesi açısından memelilerle karşılaştırıldığında; yağ oranı açısından düşük, protein oranı açısından yüksek olduğu görülür [2]. Bu durum balık eti tüketimini insan sağlığı açısından daha avantajlı bir hale getirmektedir. Örneğin; Karabulut ve Yandı, alabalık ve sığır etini besin kompozisyonları bazında karşılaştırdıkları çalışmalarında; alabalığın protein oranının %19, yağ oranının %2 civarında; sığır etinin protein oranının %18, yağ oranının %20 civarında olduğunu bildirmişlerdir [2].

Tür, yaş, üreme dönemi, göç dönemi, cinsiyet gibi birçok duruma bağlı olarak değişebilmekle birlikte, balıklarda protein oranları yaklaşık olarak %15-20 civarında değişim gösterdiği söylenebilmektedir [22,26]. Ortalama 150 g ağırlığındaki bir su ürünü; bir insanın günlük protein ihtiyacının %50-60'ını karşılayabilmektedir [1]. Balık proteinleri bağ dokusu proteinlerini (kolajen), yapısal proteinleri (aktin, miyozin, trombomiyozin, aktomiyozin) ve sarkoplazmik proteinleri (miyoalbumin, globulin) içerir. Ayrıca balıklar; özellikle lisin ve metionin olmak üzere tüm esansiyel aminoasitleri yüksek oranlarda içermektedir [3]. Balık eti, çiftlik hayvanlarının etlerine oranla daha az kolajen oranına sahip olduğu için sindirilmesi diğer etlere nazaran (\geq %95) daha iyi gerçekleşmektedir [3,22,44].

1.2.2. Yağ İçeriği

Yağlar gliserol ve yağ asitlerinin birleşiminden oluşan, suda çözünmeyen fakat eter gibi çözücülerde çözünebilen organik bileşiklerdir [45]. Hidrojen, oksijen ve karbondan meydana gelen yağ asitleri karbon sayılarına göre kısa, orta ve uzun; karbon atomları arasındaki çift bağ varlıklarına göre ise doymuş ve doymamış olarak sınıflandırılmaktadır. Çift bağ içeriyorsa doymamış yağ asitleri, içermiyorsa doymuş yağ asitleri olarak sınıflandırılmaktadırlar.

Doymamış yağ asitleri çift bağlarının sayısına göre tekli doymamış yağ asitleri (monounsaturated-MUFA) ya da çoklu doymamış yağ asitleri (polyunsaturated-PUFA) olarak bir alt sınıfa daha ayrılırlar. Çoklu doymamış yağ asitleri; n-3 ve omega-6'yı (n-6); MUFA ise omega-9'u (n-9) kapsamaktadır. Omega-3 yağ asitlerinden en önemlileri arasında EPA, DHA ve linolenik asit sayılabilirken; n-6 yağ asitlerinden en önemlileri linoleik asit ve araşidonik asittir [46,47]. Doymuş yağ asitleri ve MUFA insan vücudunda sentez edilebilirken PUFA'lar edilememektedir ve dışarıdan alınması gerekmektedir. Çoklu doymamış yağ asitleri aynı zamanda elzem yağ asitleri olarak da bilinir [8,23].

Balıklardaki yağ oranları beslenme durumu, mevsimsel göçler, yumurtlama dönemi, tür özellikleri, olgunluk, cinsiyet, su sıcaklığı gibi pek çok parametreye bağlı olarak değişebilmektedir [4,29]. Sandor ve diğerleri, balıkların %0,2 ile %25 arasında değişen yağ oranlarına sahip olduklarını ve bu yağ oranları baz alınarak yağlı ve az yağlı olarak sınıflandırıldığını belirtmiştir [3]. Doğan ve diğerleri ise, bu oranın %1 ile %30 civarında seyredebileceğini ifade etmişlerdir [26]. Diğer yandan balıklarda ortalama %20-30 civarında doymuş yağ %70-80 civarında doymamış yağ bulunmaktadır [26]. Doymuş yağ asitlerinden başta palmitik asit olmak üzere, miristik asit ve stearik asit bulunduğu söylenebilir. Balık etindeki doymamış yağlardan MUFA oranı ortalama %50 civarındayken; PUFA oranı %25 civarındadır. Tekli doymamış yağ asitleri içerisinde oleik asit besinlerde en çok görülen yağ asididir. Çoklu doymamış yağ asitleri içerisinde ise n-3, n-6 yağ asitlerinden EPA, DHA, linolenic asit, araşidonik asit, linoleik asit besinlerde en çok görülenler arasında sayılabilir [3,23,29,45].

Danimarka'da yapılan çalışmalarda, Grönland'daki Eskimoların yüksek oranda yağ tüketimine rağmen anlamlı derecede düşük bulunan plazma lipit ve trigliserit seviyeleri ve diyabet ile koroner ateroskleroz görülme oranları; Eskimoların diyet bileşimlerinin ciddi oranda balık türü içermesi ile ilişkili bulunmuştur [48]. Yapılan çalışmalarda bu türden hastalıklar üzerindeki başlıca koruyucu etkinin balık yağında bulunan çoklu doymamış yağlar sınıfındaki omega-3 (n-3) yağ asitlerinden eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asitten (DHA) kaynaklandığının anlaşıldığı bildirilmektedir [4].

Çizelge 1.2. Bazı tatlısu balıkların besin kompozisyonları

Balık	Protein (%)	Yağ (%)	Karbonhidrat (%)	Nem (%)	Kül (%)	Kuru Madde (%)	Enerji (kcal)
Alabalık (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) [36]	20,33±0,30	4,17±0,09		74,18±0,06	1,22±0,08	25,73±0,17	155,4±0,95
Çipura (<i>Tilapia ssp.</i>) [37]	18,02±0,21	2,65±0,16		78,2±0,02	1,13±0,01	21,8±0,08	
Kadife (<i>Tinca tinca</i> L., 1758) [39]	12,68±0,57	1,11±0,05	1,89±0,14	83,19±0,56	1,13±0,10		
Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i> , Linnaeus 1758) [40]	18,63±0,00	10,72±0,20	0,05±0,02	69,26±0,20	1,34±0,01		171±2,00
Sudak (<i>Sander lucioperca</i> Linnaeus, 1758) [49]	18,65±0,22	2,04±0,07			0,99±0,12	19,89±0,34	
Kadife (<i>Tinca tinca</i> L., 1758) [50]	18,36±0,17	2,46±0,03		78,00±0,19			
Siraz (<i>Capoeta umbla</i>) [51]	18,86±0,56	2,17±0,58		76,78±0,79	1,07±0,13		
Karaburun (<i>Chondrostoma regium</i>) [52]		0,92±0,23					
Karaburun (<i>Chondrostoma regium</i>) [53]		1,63 (0,50-3,56)					

1.2.3. Vitamin İçeriği

Balıklardaki vitamin oranları pek çok duruma göre değişkenlik gösterse de diğer hayvan etlerine benzer şekilde A, D, E, K, B vitaminleri bulunmaktadır [5]. Yağlı türlerde A ve D vitamini dikkat çekmektedir [3].

A vitamini aktivasyonu hayvansal ve bitkisel dokularda farklıdır. Hayvansal dokularda A vitamini aktivitesi taşıyan maddeler arasında; retinol, hidretinol, retinal, retinoik asit sayılabilirken bitkisel dokularda A vitamini aktivasyonu karoten, beta-karoten maddeleriyle sağlanmaktadır. Bitkilerdeki karotenler besin zinciri ile hayvansal dokulara geçtiklerinde ince bağırsak ve karaciğerde retinole dönüşerek A vitamini işlevlerini yerine getirmektedirler [54,55]. İnsanlarda A vitamini %90 oranda karaciğerde depolanmış şekilde bulunur. A vitamininin en önemli görevi göz sağlığının ve büyüme gelişmenin devamlılığını sağlamaktır. Eksikliğinde özellikle gözlerde rahatsızlıklar gözlenir. A vitamininin hayvansal kaynakları arasında balık önemli bir yer tutmaktadır. Balık yağında ve karaciğerinde bol miktarda A vitamini depolanmaktadır [23]. Antartika'da yaşayan bir balık türü olan paltus balığının karaciğeri, A vitamini bakımından son derece zengindir. Bunun yanında tatlı su balıklarından tuna, sardalya ve burbot balığının karaciğerleri de A vitamini açısından çok zengindir [56].

D vitamini dokularda bulunan ön maddelerin ultraviyole ışınlar yardımıyla dönüştürülmesi sonucu elde edilmekte ve karaciğerde depo edilmektedir. Bu ön madde bitki dokularında “ergosterol” (D₂), hayvan dokularında ise “7-dehidrokolesterol” (D₃) maddesidir. Besinlerle alınabilecek D vitamini son derece kısıtlı olup balık yağı dışındaki doğal besinlerde çok az miktarda bulunur. Ayrıca kemik ve diş sağlığının korunmasında son derece etkilidir ve kalsiyum metabolizmasını düzenlemektedir [23]. Bunların dışında immün sistem, solunum sistemi, bağışıklık sistemi, kardiyovasküler sistem ve obezite üzerinde de pek çok olumlu etkileri mevcuttur. D vitamini yetersizliğinde çocuklarda rikets (raşitizm), yetişkinlerde ise osteomalazi görülme riski artmaktadır. Raşitizm ve osteomalazi kemik mineralizasyonu ile kemiğin dayanıklılığının azalması sonucu kas ve kemiklerde ağrı ile karakterize hastalıklardır. Morina, somon, sardalya, uskumru ve ringa gibi yağlı balıklar D vitamini açısından en zengin kaynaklardır [57–60].

Suda çözünen bir vitamin türü olan B grubu vitaminleri; B₁ (Tiamin), B₂ (Riboflavin), B₃ (Niasin), B₅ (Pantotenik Asit), B₆ (Pridoksin), B₇ (Biotin), B₉ (Folik Asit), B₁₂ (Kobalamin) şeklinde sıralanmaktadır. Balıklarda balığın türüne göre değişmekle birlikte B₁, B₂, B₃, B₅, B₁₂ bulunmaktadır [54-56]. Ortalama 100 gr balık etindeki B₁, B₂ ve B₆ ile günlük gereksinimin yaklaşık %10'u; B₁₂ ile ise günlük gereksinimin tamamını karşılayabilmektedir [64]. Tiamin

karbonhidrat, aminoasit ve nükleik asit ve enerji metabolizmasında etkin rol oynamaktadır. Eksikliğinde sinir sistemi bozukluklarıyla karakterize bir hastalık olan beriberi gözlenebilmektedir [65,66]. Riboflavin; 5 karbonlu bir şeker olan riboz ile sarı renkte bir pigment olan flavin maddesinin birleşiminden meydana gelir. Riboflavinler temel olarak; hücrelerdeki oksidasyon-redüksiyon tepkimelerinde ve enzimlerin çalışmalarında rol alırlar. Bunların haricinde metabolizmada pek çok tepkimede etkin rol oynamaktadırlar. Riboflavin eksikliğinde deri üzerinde özellikle dudak, burun ve göz çevresinde yaralar meydana gelebilmektedir [23,67]. Niasin vücutta bazı vitaminler için koenzim rolündedir. Eksikliğinde demans, diyare, dermatit gibi rahatsızlıklarla karakterize olan pellegra hastalığı görülebilmektedir [68]. Solunum sistemi üzerinde de etki mekanizmaları bulunan niasin; özellikle yağlı balıklarda bol miktarda bulunur [22]. Vücutta pek çok görevinin olmasının yanında piridoksinin en temel görevlerinden birisi kimyasal reaksiyonlarda koenzim olmasıdır. Somon, alabalık ve ton balığı piridoksin açısından zengin balıklardır [69]. Kobalaminin yapısında kobalt (Co) bulunmaktadır. En önemli işlevleri hücre metabolizmasının düzenlenmesi üzerinedir. Yetersizliğinde anemi ve sinir sistemi bozuklukları görülebilmektedir. İstiridye, somon, ton balığı, karides, halibut kobalamin açısından zengin balıklardır [23,69,70].

1.2.4. Mineral İçeriği

Su ürünlerinde türden türe farklılık göstermekle birlikte çoğunlukla; iyot (I), flor (F), **çinko (Zn)**, selenyum (Se), fosfor (P), **bakır (Cu)**, magnezyum (Mg), **mangan (Mn)**, **demir (Fe)**, kalsiyum (Ca), potasyum (K), kükürt (S), klor (Cl), sodyum (Na) bulunmaktadır (Bu çalışmada değerlendirilecek olan mineraller koyu renkle vurgulanmıştır.) [3,71,72]. Özellikle tuzlu sularda yaşayan balıklarda I bol miktarda bulunmaktadır. İyot vücudumuzda tiroid bezlerinin çalışması için gereklidir. İyot yetersizliğinde en sık görülen rahatsızlıkların başında guatr ve doğumsal anomaliler gelmektedir [73]. Balık etlerinde Ca içeriği çok yüksek değildir fakat özellikle hamsi, sardalya ve yayın balığı gibi kemikleriyle birlikte tüketilen balıklar iyi bir Ca kaynağı olarak görülebilir. Kalsiyum kemiklerin ve dişlerin yapısında bulunur. Ayrıca kas ve sinir çalışmasında görevlidir. Eksikliğinde D vitamini eksikliğine benzer şekilde raşitizm ve osteomalazi gibi kemik bozuklukları gözlenebilmektedir [64,73]. Et çeşitlerinden balık etinde Fe en düşük oranlarda bulunmaktadır. Fakat balık etinde bulunan Fe'nin emilim ve vücutta kullanılma oranı yüksektir [64]. Demir kan hücrelerinin yapımında kullanılmaktadır ve yetersizliğinde kansızlık görülür [73]. Manganın düşük miktarlarda alınmasının insan sağlığı için gerekli olduğu bildirilmektedir [74]. Mangan enzim yapılarında bulunmakla birlikte, oksidatif

fosforilasyonda, üreme ve büyüme faaliyetlerinde görev almaktadır [75]. Mangan eksikliğinin balıklarda büyüme ve gelişmede yavaşlamaya sebep olduğu bildirilmektedir [76]. Çinko su ekosisteminde ve sucul canlılarda genellikle çok az miktarlarda bulunmakla birlikte antropojenik veya jeolojik nedenlerle birikim gösterebilmektedirler [19]. Çinko enzimlerin yapısında bulunmaktadır ve pek çok metabolik faaliyette işlevseldir [76]. Bakır da tıpkı Zn gibi su ürünlerinde oldukça az miktarlarda bulunan minerallerden biridir [77]. Vücutta Fe absorpsiyonu, kan basıncının ayarlanması, bağışıklığın güçlendirilmesi gibi pek çok işlevi mevcuttur [78]. Sucul canlılarda birikim gösteren bakırın karaciğer faaliyetlerini inhibe ettiği ve bu canlılarda üreme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir [77]. Demir, Cu, Zn, Mn; 1.6. Ağır Metaller başlığı altında ayrıca anlatılmaktadır (Bkz. Sayfa 14).

1.2.5. Enerji ve Karbonhidrat İçeriği

Su ürünlerinin karbonhidrat oranları çok az miktarlarda olduğu için (ortalama %1), göze çarpan bir besin ögesi değildir. Enerji değerlerini asıl belirleyen etmenler proteinler ve yağlardır. Balıkların protein oranları arasında çok fazla fark olmadığından dolayı enerji değerini belirleyen asıl besin ögesinin yağlar olduğu söylenebilir. 100 g balık eti ortalama 150 kaloridir [23,64].

Sağlıklı beslenmede bir diğer önemli unsur da gıdanın sağlıklı olmasıdır. Balıkların yaşadığı sucul ekosistemlerde sıcaklık, çözülmüş oksijen düzeyi gibi ortam koşulları ve ağır metaller gibi kimyasal kirleticiler, balıklarda gelişimi engelleyebilmekte zararlı kimyasallar balıklar aracılığı ile insanlara ulaşabilmektedir. Bu durum gıdanın beslenme için güvenli olup olmadığı sorusunu ortaya koymaktadır. Bu tez çalışmasında, “Gıda Güvenliği” kavramına detaylı olarak yer verilmiştir.

1.3. Gıda Güvenliği

Gıda; Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde “Tütün ve sadece ilaç olarak kullanılanlar hariç olmak üzere, içkiler ve sakızlar ile hazırlama ve işleme gereği kullanılan maddeler dâhil insanlar tarafından yenilen ve içilen ham, yarı veya tam işlenmiş her türlü madde.” olarak tanımlanmaktadır [79]. Gıdaların tüketilmesi ise “beslenme” olarak tanımlanmaktadır ve beslenme hayatı sürdürebilmek ve sağlıklı kalabilmek için duyulan gereksinimlerin başında gelir [80]. Psikolog A.H. Maslow’un oluşturduğu “İhtiyaçlar Hiyerarşisi”nde beslenmenin, fizyolojik ihtiyaçlar dâhilinde ilk sırada olduğu bildirilmektedir [81].

Beslenme; ekonomik, sosyal ve kültürel durumlar ile son derece ilişkilidir ve bireylerin tercih ettiği diyet içerikleri zamanla değişebilmektedir [81]. Gittikçe küreselleşen ve modernlik kazanan yeni toplum yapısında görülen gelir durumu değişiklikleri, eğitim düzeyinin artması, kültürel değişimler, aile yapısının değişmesi gibi pek çok durum, toplumun beslenme alışkanlıklarının değişmesine, gelenekselden uzaklaşmasına ve yeni tüketici davranışlarının oluşmasına neden olmaktadır. Kentleşmenin hız kazanmasıyla ulaşım için ayrılan zamanın artması, evde geçirilen zamanın azalması, ev dışında beslenmenin artması, beslenme için ayrılan vaktin azalması gibi günümüz dünyasının getirileri; pratik, hazır ve endüstriyel gıda anlayışını doğurmuştur [81,82]. Bu da toplumları tüketilen gıdaların güvenliği konusunda düşünmeye zorlamaktadır.

İnsanların hayatlarını sağlıklı bir şekilde devam ettirebilmeleri için yalnızca yeterli ve dengeli bir şekilde beslenmeleri yetmemekte, alınan gıdaların her anlamda güvenli olmaları da önem arz etmektedir [83]. Dünya genelinde beslenme konusundaki temel sorunlar, “Gıda Güvencesi” ve “Gıda Güvenliği” başlıkları altında toplanabilir [84]. Gıda güvencesi; dünyadaki bütün insanların yaşamlarını devam ettirebilmek ve sağlıklı kalabilmek için her zaman yeterli, güvenli ve besin değeri yüksek gıdalara ulaşabilmeleri olarak tanımlanmaktadır [85]. Gıda güvenliği ise gıdaların sağlıklı durumunun korunması ve fiziksel, kimyasal, biyolojik tüm tehditlerin bertaraf edilmesi amacıyla üretimin başından tüketicinin sofrasına ulaşana kadar olan; üretim, işlem görme, saklanma, taşınma ve tüketiciye ulaşım gibi tüm aşamalarında gerekli kurallara uyulması ve önlemlerin alınması olarak tanımlanmaktadır [84,85]. Güvenli gıda; fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan insan tüketimine uygun olan, sağlıklı ve besin değerini kaybetmemiş gıda maddesidir [86,87].

1.4. Dünyada ve Türkiye’de Gıda Güvenliği Mevzuatı ve Uygulamaları

Ülkemizde ve tüm dünyada gıda ve diğer pek çok endüstride kalite altyapısının oluşturulması anlamında sertifikasyon, akreditasyon ve standardizasyon kavramları geliştirilmiştir. Sertifikasyon; bir kişi, bir sistem veya bir ürünün belirli şartlara sahip olup olmadığının belirli bir prosedüre göre değerlendirildikten sonra, sonucun bir belge ile beyanını ifade etmektedir. Sertifikasyon faaliyetlerinde bulunan kuruluşlar ise aldıkları belgelerin uluslararası boyutta kabul edilebilir olmasını sağlamak üzere akreditasyon denetiminden geçerler ve akredite olurlar. Akredite olmuş bir kuruluşun vereceği sertifikalar akredite sertifika olarak adlandırılır. Türkiye akreditasyon kuruluşu TÜRKAK’dır. Standardizasyon ise, her ülkenin standart hazırlamakla yetkilendirilmiş kuruluşunun; bir ürün, bir sistem veya herhangi bir

konuda, konunun ayrıntılı özelliklerini açıklayan dokümanını ortaya koymasındır. Ülkemizde standardizasyon ile yükümlü kuruluş 1960 yılında faaliyetlerine başlayan Türk Standardları Enstitüsü (TSE)'dir. Geçtiğimiz yıllarda ülkeler arası ticaretin de yaygınlaşmasıyla aynı ürün için farklı standartların kullanılıyor olması büyük bir sorun haline gelmiş ve pek çok ülkenin standartları tek çatı altında toplanarak Uluslararası Standartlar Örgütü (International Standards Organization; ISO) oluşturulmuştur [88].

Türkiye'de gıda mevzuatına ilişkin ilk kurallar 1930 yılında yayınlanan "Belediye Yasası" kapsamındaki birkaç maddeden oluşmuştur. Devam eden süreçte bunu; "1593 Sayılı Umumi Hıfzıssıhha Yasası" takip etmiştir sonrasında bu yasa üzerinde de çeşitli düzenlemelere gidilerek "Gıda Nizamnamesi" ve "Gıda Maddeleri Tüzüğü" çıkarılmıştır. Ardından TSE kurulmuştur. 1995 yılına gelindiğinde bütüncül bir gıda yasası formatında 560 sayılı "Gıdaların Üretim, Tüketim ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararname" çıkarılmıştır [84,89,90]. "Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği" 1997 yılında çıkarılmış ve ulusal bir kodeks oluşturulmuştur. 2003 yılında "TS 13001 Standardı Kritik Kontrol Noktaları" adıyla bir standart oluşturulmuştur [90]. Bu standart gıda güvenliği konusunda uluslararası saygınlığa sahip olan Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP)'in ülkemizdeki karşılığıdır. 2004 yılında 5179 sayılı "Gıdaların Üretim, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun" resmi gazetede yayınlanarak Avrupa Birliği'ne giriş süreci kapsamında bu kararname üzerinde çeşitli değişikliklere gidilmiştir. Aynı yıl bu değişiklikler kapsamında "Ulusal Gıda Kodeksi Komisyonu" kurulmuştur [89,90]. 2006 yılında ise ISO ve uluslararası Codex Alimentarius Komisyonu (CAC) tarafından geliştirilmiş olan HACCP standartlarını da kapsayan "ISO 22000" standartları, Türkçeye çevrilip "TS EN ISO 22000 (Türk Standartları- European Norm- International Standards Organization 22000)" adıyla kullanılmaya başlanmıştır [90]. TS-EN-ISO 22000 bu sistemlerin tarihçesinde en güncel olanıdır. TS EN ISO 22000; çiftçiler, yem üreticileri, hasatçılar, gıda bileşeni üreticileri, gıda üreticileri, gıda servisleri, gıda satıcıları, hazır yemek firmaları, taşıyıcılar, temizlik ve sanitasyon hizmeti veren kuruluşlar, depolama ve dağıtım kuruluşları, ambalaj malzemeleri veya gıda ile temasta bulunan diğer öğeleri üreten tüm kuruluşları ilgilendirmektedir [91].

1.5. Gıdalardaki Temel Tehlikeler

Gelişen teknoloji ve değişen dünya düzeninde giderek daha büyük kitlelere hitap eden gıda üretimleri yapılmaktadır. Gıda maddeleri insan sağlığı açısından gerekli olan besin öğelerinin yanı sıra sağlığı tehlikeye sokacak risk unsurları da barındırabilmektedir. Bu sebeple

kontrollerin yapılmadığı veya eksik yapıldığı bazı durumlarda gıdalar insanlar için birer tehdit haline gelebilmektedir [92]. Gıdalarda risk oluşturan başlıca etmenler fiziksel, biyolojik ve kimyasal olmak üzere 3 temel sınıfa ayrılabilir [83,93].

1.5.1. Fiziksel Tehlikeler

Fiziksel tehlikeler; gıdalarda bulunmaması gereken; cam kırıkları, saç, kıl, boya, plastik, taş, toprak, toz, bitki materyalleri, hayvansal kaynaklı kemik veya deri gibi maddeler, tahta, metal parçaları, alet veya ekipman parçaları, tırnak, sinek, böcek ve tüm diğer yabancı maddeler, radyoaktivite ve her türden kirletici maddedir [87,88,94].

1.5.2. Biyolojik Tehlikeler

Biyolojik tehlikeler, makrobiyolojik ve mikrobiyolojik olarak ikiye ayrılabilir. Makrobiyolojik tehlikeler; gıda içinde gözle görülebilecek büyüklükteki canlıları kapsamaktadır [88]. Bu anlamda haşeratın; hem fiziksel hem de biyolojik tehlike sınıfına girdiği söylenebilir. Mikrobiyolojik tehlikeler ise; parazitler, bakteriler, virüsler, küfler, algler, mantarlar ve mayalar gibi patojen mikroorganizmalardır [87,93]. Bunlar canlı vücuduna girdiklerinde hastalık sebebi olabilmektedirler [95]. Tayar ve Kılıç; bakteriyel toksinleri ve mikotoksinleri biyolojik tehlikeler sınıfında değerlendirmişlerdir [88]. Mikrobiyolojik tehlikeler; gıdalarda doğal olarak bulunabilecekleri gibi; gıdalara solunum sistemi, öksürme, aksırma gibi yollardan veya kirli sular, kontamine araç gereçler, haşereler vasıtasıyla da bulaşabilmektedir [96,97]. Bunların yanı sıra bazı gıdalarda doğal olarak bulunan zehirli maddeler ve genetik modifikasyon uygulamaları gıdalardaki biyolojik risk faktörleri arasına girmektedir. Gıdalarda doğal olarak bulunan zehirli maddelere örnek olarak filizlenmiş patatesteki zehirli solanin maddesi, zehirli mantarlar, delibal verilebilir. Biyolojik tehlikelerden en ciddi olanı ve en sık rastlanılanı bakterilerdir [94].

1.5.3. Kimyasal Tehlikeler

Kimyasal tehlikeler; mikotoksinler, pestisitler, veteriner ilaç kalıntıları, gıda katkı maddeleri, ambalaj ürünlerinden geçen kimyasallar, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), poliklorlu bifeniller (PCB), dioksin ve ağır metaller olarak sıralanabilir [84,94]. Bazı kaynaklarda, patatesteki bulunan solanin gibi gıdalarda doğal olarak bulunan zehirli maddeler de kimyasal tehlikeler sınıfında değerlendirilmiştir [84,88]. Ağır metallerin dâhil edildiği bu kimyasal tehlikeler aşağıda daha detaylı olarak ele alınmıştır.

Mikotoksinler; küflerin oluşturduğu ikincil toksik ögelerin genel adıdır. Bilinen 300'den fazla mikotoksin olmasına rağmen aflatoksin, okratoksin A (OTA), trikotesenler, fumonisinler, zearalenon en önemlileri arasında sayılabilir. Mikotoksinler insan ve hayvan sağlığını tehdit eden ve gıda güvenliğinin sağlanması açısından kontrol altında tutulması gereken sorunlardan biridir [98].

Pestisitler modern tarımda ürünün hastalık ve yabancı otlardan korunmasını ve verim artışını sağlayabilmek amacıyla 1940'lardan beri kullanılmakta olan kimyasallardır. Fakat bilinçsiz ve yoğun bir şekilde kullanıldığında insan sağlığına ve ekosisteme ciddi zararlar vermektedir. Pestisitler, kullanıldıkları hedef canlıya (insektisit, herbisit, fungusit, bakterisit, algisit), canlıda etkin olduğu yaşam evresine (larvasit, ovisit, ergin öldüren), uygulama şekline (sulandırarak veya doğrudan), ve kimyasal bileşimine göre (hidroklorlular, organik fosforular, karbamatlar, pretroitler) pek çok şekilde sınıflandırılmaktadır [99]. Pestisitler; topraktan su kaynaklarına karışabildiği gibi atmosfere geçip yağmurlar vasıtasıyla tekrar toprağa, topraktan su kaynaklarına, sucul canlılara ve buradan da besin zinciriyle insanlara ulaşmakta ve sağlığı tehdit etmektedirler [61]. Pestisitler canlı organizmada çok düşük düzeylerde dahi toksik etki oluşturabilmektedirler. Son yıllarda çocuklarda çeşitli hastalıklara, kadınlarda meme kanserine, erkeklerde ise üreme bozukluklarına yol açabildiği anlaşılmıştır [88].

Veteriner ilaçlar özellikle çiftlik hayvanlarında büyüme gelişmenin desteklenmesi amacıyla semirtici olarak, hastalıkların önlenmesi gibi amaçlarla da antibiyotik olarak kullanılır. Fakat hayvansal kaynaklı ürünlerin tüketilmesi sonucu insan sağlığı üzerinde yaratacağı olumsuz etkilerin bilinmesi nedeniyle ve bu maddelerin kullanımıyla antibiyotiğe karşı dirençli bakterilerin gelişebileceği öngörüsüyle başta Türkiye olmak üzere pek çok ülkede kullanımı konusunda düzenlemelere gidilmiştir [88,93].

Gıda katkı maddeleri; koruyucular, topraklanmayı engelleyiciler, pH düzenleyiciler, emülsifiyerler, stabilizatörler, tatlandırıcılar, aroma vericiler ve renklendiriciler gibi pek çok alt gruba ayrılmaktadır [100]. İnsanların her gün onlarca çeşidine maruz kaldığı gıda katkı maddelerinin çoğunlukla insan sağlığı açısından tehlike arz ettiği bildirilmektedir [101].

Bazı gıda ambalajlarının materyallerinden gıdalara geçiş (migrasyon) olabilmektedir. Migrasyon düzeyi gıdanın ve materyalin cinsine göre değişir. Bu materyaller sıklıkla plastiklerdir. Yağdan zengin gıdalar geçiş için daha müsaittir ve risk teşkil edebilmektedir. Hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde bu migrasyon olayının kanserojen olduğu bildirilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde, kullanılan ambalajın içeriğine ilişkin kabul edilebilir limitler bulunmaktadır [93].

Poliaromatik hidrokarbonlar iki veya daha fazla aromatik halka içeren hidrojen ve karbon atomlarından meydana gelen bileşiklerdir. Çok sayıda kimyasaldan oluşan PAH'lar kömür, gaz, çöp, çeşitli yağlar gibi materyallerin yarı yanmasıyla oluşmaktadır. Doğada bulunan PAH'lar lipofiliktirler ve gıdalara hava, su, toprak gibi çeşitli araçlarla ulaşabilir veya gıdaların yanlış pişirilmesi sonucu ortaya çıkabilirler [88]. Genelde gıdaların yüksek sıcaklıkta pişirilmesi, dumana maruz kalması, aleve temas etmesi gibi yanlış yöntemlerin kullanılmasıyla diyet kökenli PAH'lar ortaya çıkabilmektedirler ve son derece karsinojeniktirler [88,102].

Poliklorlu Bifeniller 1930'larda endüstride kullanılmak üzere üretimi başlamış organik klorlu bileşiklerdir. Kimyasal olarak son derece kararlı bir yapıya sahip olduklarından dolayı doğada uzun süreler parçalanmadan kalabilmekte, insan sağlığını ve tüm ekosistemi tehdit etmektedirler [103].

Dioksinler çok sayıda türevi bulunan, hidrofobik ve doğada son derece kararlı olan oldukça toksik bir kimyasal madde grubunun genel adıdır. Dioksin ve dioksin benzeri maddeler yağda çözünme eğiliminde olduklarından, yarı ömürleri çok uzun olduğundan ve kararlı maddeler olduklarından insan ve hayvan dokularında birikme eğilimindedirler. Endokrin bozucu kirlenmeler olarak değerlendirilirler ve sağlığı ve ekosistemi tehdit etmektedirler [88,104,105].

Ağır metaller bu çalışma kapsamında konu olan gıda güvenliği tehdidi olarak ele alındığı için detaylı olarak ayrı bir başlık altında sunulmuştur.

1.6. Ağır Metaller

Ağır metaller yoğunluğu 5 g/cm^3 'ten yüksek olan metallerdir [106,107]. Bu tanımın yanı sıra ağır metaller; atom numarası 20'den büyük olan ve toksisiteye neden olan elementler olarak da tanımlanmaktadır [107,108]. Ağır metal tanımı; içerisinde kurşun (Pb), krom (Cr), kadmiyum (Cd), Fe, cıva (Hg), Mn, arsenik (As) gibi elementlerin de bulunduğu, bir kısmı ekolojik ve biyolojik öneme sahip çok sayıda elementi kapsamaktadır [108,109]. Ağır metallerin bir kısmı organizmalarda bazı biyolojik olaylara katılarak yaşamsal faaliyetleri düzenlemede etkin rol oynamaktadır ve canlılar bu elementlere çok az miktarlarda ihtiyaç duymaktadır [110]. Bu elementlere iz (trace/eser) elementler adı verilmektedir. Bunların başlıcaları; Mn, Cr, Fe, Zn, Se, Cu, I, Bor (B), Molibden (Mo), Co'dur [110,111]. İz olmayan ağır metallerin ise biyosistemler üzerindeki etkileri tam olarak tanımlanamamıştır ve çok düşük konsantrasyonlarda dahi canlı sağlığını olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir [106].

1.6.1. Ağır Metallerin İnsan Sağlığına Etkileri

Ağır metaller çoğunlukla insanlar üzerinde kronik hastalıklara sebep olmaktadır ve karsinojeniktirler. Ağır metaller bu karsinojenik etkiyi hücre DNA'sına zarar vererek ve dolayısıyla mutant yeni hücreler oluşmasına neden olarak gerçekleştirilmektedirler [112,113]. Ağır metallerin bir diğer zararlı etkisi canlı bünyesinde serbest radikal oluşumu tetiklemek ve hücre zarı geçirgenliğini bozmaktır. Bozulan zar bütünlüğü sonucu hücre bütünlüğü kaybedilebilmektedir [111].

Hayvanlar üzerinde yapılan bazı çalışmalarda [114] ağır metallerin embriyolar üzerinde pek çok teratojenik etkilerinin olduğu bildirilmekte ve ağır metallere uzun süre maruz kalan insanlarda özellikle karaciğer ve böbrek gibi vücudun çeşitli organlarında fonksiyon bozuklukları görülebildiği belirtilmektedir. Daha ileri evrelerde ise aşırı birikim sonucu zehirlenmeler gözlenebildiği vurgulanmaktadır. [115].

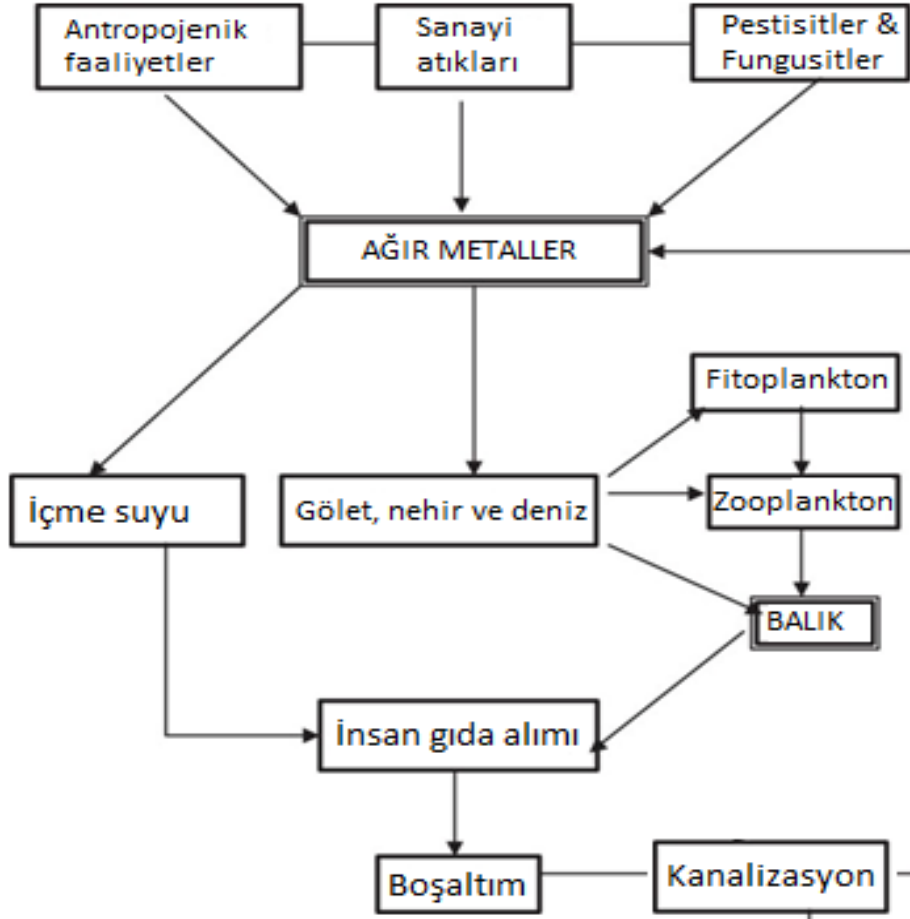
1.6.2. Ağır Metal Kaynakları

Dünya genelinde küresel çapta hızlı endüstrileşmenin getirdiği çevresel kirlilikler çoğunlukla ağır metaller için birer kaynaktır. Bunlar arasında sanayi kuruluşları trafik yoğunlukları, kentsel atıklar, kimyasal zirai gübrelerin bilinçsiz kullanımı gibi pek çok unsur sayılabilmektedir [113,116].

Bu antropojenik sebeplere ek olarak meteorolojik olaylar, doğal jeolojik erozyonlar, volkanik hareketler gibi sebeplerle de bölgesel olarak ağır metal konsantrasyonlarında artış gözlenebilir [17,18]. Volkanik arazi yapısına sahip olan ve bitki örtüsü bakımından fakir olan bölgelerde ağır metal birikimi gözlenebilmektedir [117].

1.6.3. Ağır Metallerin Taşınımı ve Birikimi

Çeşitli sebeplerle sucul ekosisteme katılan ağır metaller besin zincirini takip ederek önce sucul ekosistemin en üst basamağındaki balıklara oradan da insanlara ulaşmaktadırlar [10,118]. Ağır metaller organik kirleticiler gibi vücut içerisinde parçalanamazlar ve canlı bünyesinde birikme eğilimindedirler [10]. Ağır metallerin kaynağından çıkıp su ortamında taşınmasının ve insana ulaşmasının şematik bir gösterimi Şekil 1.1'de verilmiştir.



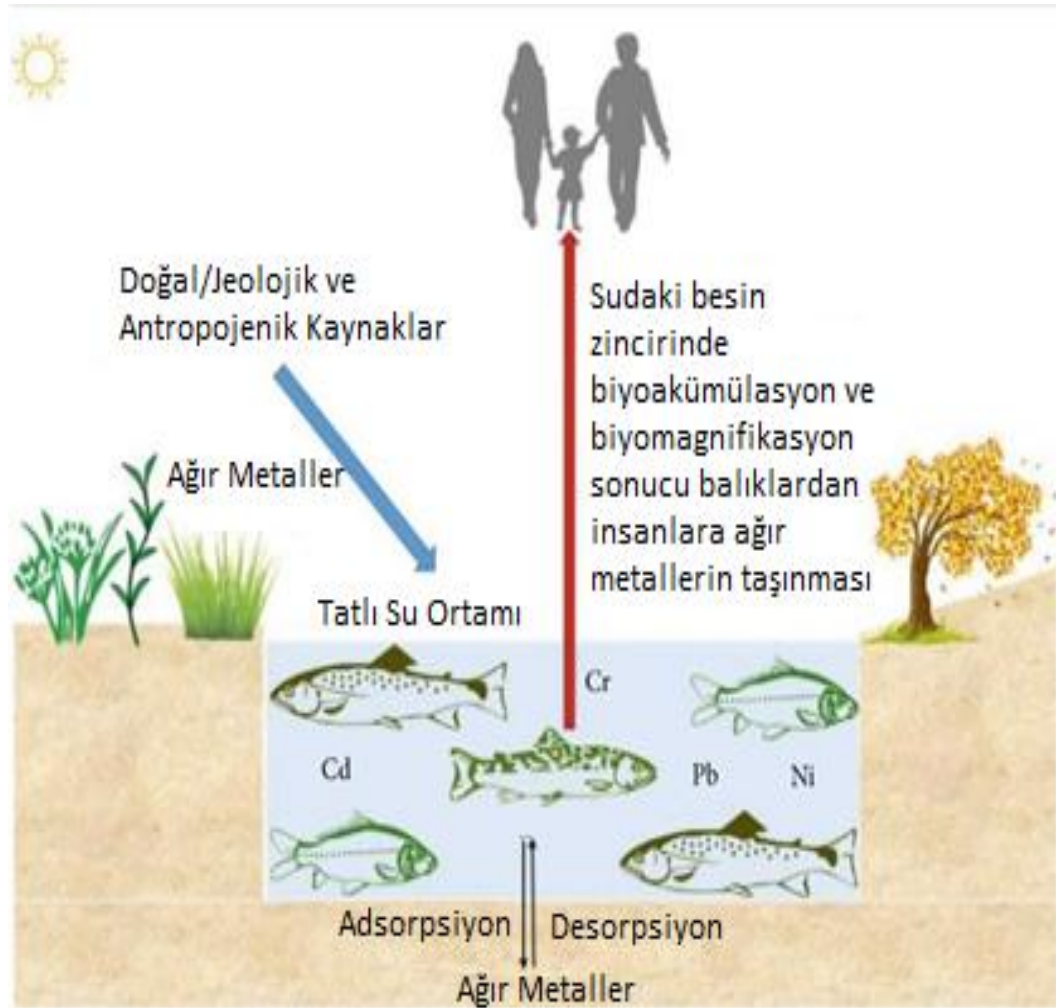
Şekil 1.1. Ağır metallerin sucul ekosistemlerdeki taşınımı ve insana ulaşması [119]

Balıkların ağır metalleri vücutlarına alımı solungaçlar, deri ve besinler yoluyla gerçekleşmektedir. Balıklar solungaçları yardımıyla suyu süzerek ilerlerken ağır metalleri de vücutlarına almaktadır [18,19]. Deri yolu ise derinin çok fazla geçirgen olmamasından dolayı biyoakümülyasyona neden olan yollardan en zayıfıdır. Fakat balıklarda en sık görülen zehirlenme türü besinlerle olmaktadır. Mikroskobik canlılar olan fitoplanktonlar güneşten aldıkları enerji ve sudan topladıkları besin öğeleriyle hayatta kalır ve besin zincirinin en alt tabakasını oluştururlar. Bunlar hayvansal mikro canlılar olan zooplanktonlar tarafından tüketilir. Zooplanktonlar küçük balıklara ve diğer deniz canlılarına yem olurken; bu canlılar da büyük balıklar tarafından tüketilmektedir. Balıklar ise insanlar tarafından tüketilir ve ağır metaller ekosistem üzerinde bu şekilde taşınırlar (Şekil 1.1) [13].

Balıklar diğer pek çok sucul canlı gibi, içinde buldukları su ortamında bulunan ağır metal düzeyine paralel olarak değişebilen düzeylerde ağır metali bünyelerinde biriktirebilmektedirler. Bu özellikleri ile su ekosistemlerinin kirlilik seviyelerini gösteren ve sulak alan ekosistemlerinin sağlığını değerlendirmek için kullanılan biyoindikatörler olarak da kabul edilmektedir [120,121]. Su ortamındaki kirliliği izlenebilir kılan temel ölçüm araçları su,

sucul ortam canlıları (biyoindikatör canlılar) ve sucul ortam canlılarının besin kaynağı olan sediment ve alglerdir [121]. Biyoindikatör canlılardan balıklar sucul besin zincirinin en üst tabakasında bulduklarından dolayı biyoizlemede kullanımlarına önem verilmektedir [122].

Canlılarda vücuda giren fazla miktarda ağır metal gibi bazı zehirli kimyasallar vücudun detoksifikasyon merkezi olan karaciğerde zehirsizleştirilmekte; ardından safra veya böbreklerle uzaklaştırılmazsa yağ dokuda veya karaciğerde biriktirilmektedir [14]. Özellikle iz olmayan ve toksik etkilere sahip olan ağır metaller, başta enzim faaliyetleri olmak üzere, hücre yapısı ve metabolizması gibi pek çok işleyişi bozabilmektedirler [10]. Ağır metallerin ekosistemlerde taşınımının şematik olarak gösterimleri Şekil 1.2’de verilmiştir.



Şekil 1.2. Ağır metallerin tatlı su balıklarından gıda zincirindeki insanlara trofik transferi [123]

Antropojenik ve doğal sebeplerle sucul sistemlerde her geçen gün artan ağır metallerin besin değeri çok yüksek bir gıda maddesi olan balıklardaki miktarlarının düzenli olarak incelenerek raporlanması, gıda güvenliği ve dolayısıyla halk sağlığı açısından büyük öneme

sahiptir. Bu tez çalışması kapsamında analiz edilebilen ağır metaller aşağıda detaylı olarak anlatılmıştır. Bu çalışmada; iz elementler arasında yer alan Fe, Cu, Zn, Ni, Mn ile toksik metallere Cd, Cr ve Pb analiz edilebilmiştir.

Demir, insan vücudunda büyük çoğunlukla hemoglobinin ve enzimlerin yapısında bulunurken; hücrel metabolizmada da önemli rolleri vardır [124]. Yüksek dozlarda alındığında serum Fe konsantrasyonları hızla artmaktadır. Artan Fe miktarları ile birlikte ciddi metabolik asidoz meydana gelebilmekte ve klinik şok gerçekleşebilmektedir [125]. Ayrıca elementler arasındaki çeşitli etkileşimler, bu elementler vücuda alındıktan sonra da devam edebilmektedir. Demir ile Mn ve Fe ile Zn arasında karaciğer dokusunda birikme ve intestinal kanaldan emilme bakımlarından antagonist bir ilişkinin varlığı bildirilmiştir [76,126].

Bakır insan sağlığı için son derece elzem olan iz elementlerden birisidir. İnsan vücudunda demir emiliminin gerçekleştirilmesi, kan basıncı ve kalp atışının düzenlenmesi, bağışıklığın güçlenmesi, enzimler için kofaktör görevi görmesi gibi pek çok işlevinin yanında antioksidan sistemde de rol almaktadır. Vücutta gereğinden fazla Cu birikmesi, sinir sistemi bozuklukları ve karaciğer sirozu gibi durumlarla karakterize wilson hastalığına neden olmaktadır. Bunun dışında vücutta bakırın dengesiz alımı; dokularda dengesiz Cu dağılımından kaynaklanan menkes sendromu, deride bozukluklar, karaciğer ve böbrek disfonksiyonu gibi birçok rahatsızlıkla karakterizedir [23,78]. Bakır ile Mo arasında antagonist bir ilişkinin varlığı bildirilmiştir [126].

Yaklaşık 300 enzim ve mineralin yapısında bulunan Zn başta immün sistem üzerinde olmak üzere insan sağlığı için pek çok öneme sahip bir iz elementtir [112]. Çinko; protein ve karbonhidrat metabolizması, enzim aktivasyonu, solunum faaliyetleri, cinsel gelişme ve deri bütünlüğü gibi pek çok alanda işlevseldir [111,127,128]. Akut veya kronik Zn zehirlenmelerinde ilk önce karaciğer, böbrek ve hematopoietik sistem olmak üzere çeşitli doku ve organlar olumsuz yönde etkilenmektedir [129].

Maden endüstrisinde, demir çelik sanayinde, gıda endüstrisinde kullanım alanları bulunan Ni; maruziyet halinde deride tahrişlere sebep olmakta, kalp damar yapısını ve solunum fonksiyonlarını bozabilmektedir [130,131]. Ayrıca aşırı Ni alımının karsinojenik etkilere sebep olduğu bildirilmektedir [74]. İnsan vücudundaki işlevleri tam olarak açıklanamasa da Ni'nin bazı enzimlere kofaktör olduğu bildirilmiştir [23,110]. Demirin intestinal sistemden emilmesi sırasında hızlandırıcı rolünün olabileceği belirtilmiştir [74].

İnsan vücudunda ultra iz element olarak tanımlanan Mn, pek çok enzim faaliyetinde ve metabolik olayda yer almaktadır. İnsan vücudunda 10-40 mg arasında Mn bulunduğu bildirilmektedir [132]. Mangan gazının aşırı ve uzun süre solunmasının santral parkinsonizme

sebebi olduğu bildirilmiştir [133]. Ayrıca erkeklerde uzun süreli Mn maruziyeti sonucunda cinsel problemler olabileceği belirtilmektedir [134].

İnsanlara besin zinciri ve solunum yoluyla bulaşan Cd vücuda girdiğinde karaciğer ve böbreklerde birikim gösterir. Biyolojik yarılanma ömrünün uzun (19-38 yıl) olmasından dolayı insanlarda yaşa bağlı olarak miktarı artar. En büyük kalıcı zararlarından birisi kansere sebep olmasıdır [135]. Kadmiyum zehirlenmelerinde osteomalasik değişikliklerle, kemik ve eklem ağrıları ile karakterize itai-itai hastalığı görülebilmektedir. Bunun yanında hipertansiyona sebep olduğu düşünülmekte, immün sistem üzerindeki olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir [136]. Diyet içeriğindeki kadmiyumun toksik etkisi fazla miktarda Zn ile azalabilmektedir [126]. Kadmiyumun en yoğun görüldüğü balık türleri arasında uskumru, sardalya, mezigit, mığrı balığı, iskorpit balığı sayılabilir [137].

Vücutta insülinin etki ve hareketini, pek çok metabolik olayı etkileyen Cr, doğada her yerde bulunmaktadır. Endüstriyel oksidasyonlar, fosil yakıtlarının yanması gibi durumlarda +6 değerlikli Cr (Cr^{+6} -hexavalent) oluşmaktadır. Krom (VI), hücre zarından geçerek hücre içi yaşamsal organeller üzerinde tahribata sebep olabilirken, +3 değerlikli Cr (Cr^{+3} -trivalent) hücre zarından geçemez. Bu yönleriyle Cr^{+6} daha toksik kabul edilir. Krom (VI) yüksek oranda maruziyet durumlarında tahriş edici etkiler meydana getirebilmekte ve kanser oluşturabilmektedir [106,111].

Doğada çoğunlukla Fe, Cu, Zn gibi metallerle bileşik oluşturan Pb; vücutta hiçbir biyolojik etkinliği olmayan toksik bir elementtir. Düşük dozlarda yavaş yavaş alındığında pek etki gösteremese de yüksek dozlarda ani bir şekilde alındığında; kusma, karın ağrısı, diyare ile başlayan belirtiler, koma, solunum durması gibi ciddi ölümcül boyutlara ulaşabilmektedir [138,139]. Vücutta alınan Pb'nin en az %70-80'inin diyet yoluyla olduğu bildirilmiştir [88]. Gebelik döneminde kurşuna maruz kalındığında doğumsal anomaliler gözlenebilmektedir. Ayrıca beyin gelişimi ve böbrekler üzerinde olumsuz etkileri vardır [88,138,139]. Kurşunun en yoğun görüldüğü balık türleri arasında kızılkanat balığı, sardalya, somon sayılabilir [137].

1.7. Önceki Çalışmalar

Balıklar önemli bir protein kaynağı olarak insanlar tarafından kullanılmaktadır. Birçok çalışmada farklı sucul ekosistemlerde yaşayan farklı balık türlerinin temel besin bileşenleri analiz edilmiştir. Günümüzde birçok balık türünün besin bileşenlerinin yüzde dağılımları net olarak ortaya konabilmektedir. Balıkların boy ve ağırlık verileri ile tespit edilen kondisyon

faktörü ve gonadosomatik indeks gibi değişkenler ile biyolojik gelişimleri değerlendirilerek sağlık durumları ortaya konabilmektedir. Sağlıklı ve dengeli beslenmede besin bileşenlerinin yanı sıra balıkta birikim göstererek insanlara ulaşabilen toksik bileşiklerin varlığı da önemlidir. Bu alanlarda yürütülen çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların bir kısmı aşağıda özetlenmiştir.

Gündüz ve diğerleri, Uzunçayır Baraj Gölü'nde yetişen *Capoeta umbla* türü balıklar üzerinde yaptıkları çalışmada III yaş grubu balıkların ortalama ağırlıklarını $129,48 \pm 3,58$ g ve ortalama tam boylarını $24,19 \pm 0,19$ cm olarak bildirmişlerdir. Ayrıca III yaş grubu balıkların ortalama KF'nin 0,90 olduğu, dişi ve erkek balıkların KF'leri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir. Diğer yandan balıkların boy-ağırlık ilişkisi denkleminin $W=0,0110 \times L^{2,9328}$ ($R^2=0,96$) şeklinde olduğunu ve negatif allometrik büyüme gösterdiklerini belirtmişlerdir [140].

Suiçmez ve diğerleri, Almus Baraj Gölü'nde yetişen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) türü balıkların yaş ve büyüme özelliklerini incelemiş, balıkların yaş dağılımının 1-6, tam boylarının 13,7-28,1 cm, ağırlıklarının 19-240 g aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada balıklarda boy ağırlık ilişkisi denklemi dişilerde $W=0,0036 \times L^{3,316}$, erkeklerde $W=0,0038 \times L^{3,269}$ şeklinde belirtilmiştir. Kondisyon faktörü değerinin dişi balıklarda $1,005 \pm 0,005$ erkek balıklarda $1,022 \pm 0,006$ olduğu ve dişi ve erkek balıklar arasında anlamlı bir şekilde farklılaştığı bildirilmiştir ($p < 0,05$) [141].

Serdar ve Özcan, Karasu Nehri'nde yetişen *Capoeta umbla* türü balıklar üzerinde yaptıkları çalışmalarında, balıkların boy-ağırlık ilişkisi denklemini $W=0,0115 \times L^{2,93}$ şeklinde bildirmişler ve balıkların negatif allometrik büyüme gösterdiğini belirtmişlerdir [142].

Ceyhun ve Erdoğan, Hınıs Kilise Deresi'nde yetişen *Capoeta capoeta umbla* türü balıklar üzerinde yaptıkları çalışmalarında, balıkların boy-ağırlık ilişkisi denkleminin $W=0,0635 \times L^{2,34}$ şeklinde olduğunu ve balıkların negatif izometrik büyüme gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca balıkların ortalama GSİ değerinin dişilerde 0,124-9,714 arasında, erkeklerde 0,083-9,794 arasında değiştiğini ve üremenin mayıs ayında başlayıp haziran ayında bittiğini belirtmişlerdir [143].

Şen ve diğerleri, Hazar Gölü'nde yetişen *Capoeta umbla* türü balıkların ortalama tam boyunu $281,93 \pm 53,41$ mm, çatal boyunu $252,37 \pm 48,29$ mm olarak bildirmişlerdir ve otolit uzunlukları ile balıkların tam boyları arasında güçlü bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir [144].

Güneş, Tercan Baraj Gölü'nde ve Tuzla Çayı'nda yetişen *Capoeta umbla* türü balıkların bazı büyüme özelliklerini incelemiştir. Tuzla çayında yetişen III yaş grubu balıkların, ortalama tam boyunu dişilerde $19,80 \pm 0,24$ cm, erkeklerde $19,81 \pm 0,17$ cm genel olarak $19,80 \pm 0,15$ cm;

ortalama total ağırlığını dişilerde 89,75±2,51 g, erkeklerde 90,83±2,07 g, genel olarak 90,30±1,75 g şeklinde bildirmiştir. Tercan Baraj Gölü'nde yetişen III yaş grubu balıkların ise, ortalama tam boyunu dişilerde 20,43±0,19 cm, erkeklerde 20,08±0,20 cm genel olarak 20,26±0,14 cm; ortalama total ağırlığını dişilerde 98,02±2,62 g, erkeklerde 93,15±1,94 g, genel olarak 95,65±1,66 g şeklinde bildirmiştir. Tuzla Çayı'nda yetişen balıkların "b" değeri dişilerde 2,40, erkeklerde 2,45 ve populasyon genelinde 2,45 şeklinde, Tercan Baraj Gölü'nde ise dişilerde 2,32, erkeklerde 2,48 ve populasyon genelinde 2,67 şeklinde bildirilmiştir. III yaş grubu balıkların KF, Tuzla Çayı'nda 1,17±0,01 iken Tercan Baraj Gölü'nde 1,15±0,01 şeklinde bildirilmiştir. Her iki populasyonda da üreme döneminin mart ayında başlayıp haziran ayında son bulduğu bildirilmiştir [145].

Özdemir, Murat Nehri Solhan Deresi'nde yetişen *Capoeta umbla* türü balıkların bazı biyolojik özelliklerini incelemiştir. Balıkların boy-ağırlık ilişkisi denklemini dişilerde $W=0,0012xL^{2,933}$ ($R^2=0,896$), erkeklerde $W=0,0038xL^{2,590}$ ($R^2=0,927$), populasyon genelinde $W=0,025xL^{2,720}$ ($R^2=0,916$) olarak bildirmiştir. Çalışmada balıklarda en yüksek KF'nin temmuz-ağustos ayında görüldüğü ve dişilerde 1,17, erkeklerde 1,10, genel olarak ise 1,11 olduğu; en düşük ortalama KF'nin mayıs ayında görüldüğü ve dişilerde 0,90, erkeklerde 0,91, genel olarak ise 0,91 olduğu bildirilmiştir. Diğer yandan en yüksek GSİ değerinin mayıs ayında görüldüğü ve dişilerde 11,74, erkeklerde 11,57, genel olarak ise 11,66 olduğu; en düşük gonadosomatik indeksin ağustos ayında görüldüğü ve genel olarak 1,93 olduğu belirtilmiştir [146].

Özpolat ve Çoban; şubat ayında avlanmış olan *C. umbla* türü balıklar üzerinde yaptıkları çalışmalarında nem oranını %76,78±0,79, yağ oranını %2,17±0,58, protein oranını %18,86±0,56 ve kül oranını %1,07±0,13 olarak bildirmişlerdir [51].

Yılmaz ve diğerleri siraz balığının protein, yağ, kül ve kuru madde oranlarını sırayla, %18,80, %2,67, %1,01, %21,06 olarak bildirmişlerdir [147].

Aydoğan ve diğerleri, Karasu Nehri'nde yetişen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) türü balıkların ağır metal içeriklerini incelemiştir. İncelenen örneklerdeki ağır metal konsantrasyonlarının ulusal ve uluslararası sınırları aşmadığını ve balık tüketicileri için bir sağlık sorunu oluşturmadığını ancak uzun vadede sorun oluşturabileceğini bildirmişlerdir [148].

Ersoy; Adana/Karataş bölgesinde mevsiminde tüketilen balıkların besin değerlerini ve ağır metal içeriklerini incelemiştir. Balıklarda besin kompozisyonunun tür ve avlanma mevsimine göre farklılık gösterdiğini, tüm türlerde beslenmenin yoğunlaştığı dönemlerde lipit ve protein oranının artarak nem oranının düştüğünü ve karaciğerdeki ağır metal düzeylerinin yenilen kısım olan kas dokudaki ağır metal düzeylerine kıyasla daha fazla olduğunu bildirmiştir [149].

Delice; Giresun İlinde tüketilen balıkların besin kompozisyonları ve ağır metal düzeylerini incelemiş, balıkların protein ve yağ oranlarının kış aylarında yaz aylarına göre daha düşük olduğunu, balıkların kas dokularındaki ağır metal yoğunluklarının ulusal ve uluslararası standartların çok altında olduğunu ve bölgedeki balıkların ağır metal riski barındırmadığını belirtmiştir [72].

Çalışkan; Asi Nehri'ndeki su sediment ve bir balık türünde ağır metal birikimini incelemiş, ağır metallerin balık dokularında farklı oranlarda birikim gösterdiğini fakat bu birikimlerin EPA (Environmental Protection Agency)'nın belirlemiş olduğu sınır değerlerinin altında olduğunu bildirmiştir [150].

Ersoysal; Kuzeydoğu Akdeniz'deki bazı balıkların ağır metal düzeylerini insan sağlığı açısından değerlendirmiştir. Bölgeden avlanan balıkların tüketilen kısımlarındaki ağır metallerin genelinin ortalama düzeylerde olduğunu ve insan sağlığı açısından risk oluşturmadığını; fakat 43 balık örneğindeki Zn içeriğinin Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenmiş limitlerin üzerinde olduğunu belirtmiştir [74].

Gedik; Güneydoğu Karadeniz'de yetişen izmarit balığının dokularındaki ağır metal seviyelerini incelemiş ve insan sağlığı üzerindeki risk tahminini; günlük alım miktarı kullanılarak hesaplanan risk katsayısı yöntemiyle yapmıştır. Hesaplanan risk katsayısı 1'in altında olduğu için bu bölgedeki izmarit balığı tüketiminin risk teşkil etmediğini bildirmiştir [151].

Yipel ve diğerleri; Ege Denizi'ndeki vahşi balıkların ve çiftlik balıklarının ağır metal seviyelerinin insan sağlığı üzerindeki potansiyel risk değerlendirmesini "Hedef Tehlike Katsayısı" (Target Hazard Quotient-THQ) ve Total-THQ yöntemleriyle yapmışlardır. Bu çalışmada THQ ve TTHQ değerleri 1'in altında bulunmuş ve insan sağlığı açısından herhangi bir risk oluşturmadığı bildirilmiştir [152].

Tokatlı ve diğerleri; Emet Çayı maden havzasındaki balıkların vücut ağırlığı ile ağır metal biyoakümüasyonu arasındaki ilişkiyi incelemişler; balıkların kas dokusunda biriken ağır metal ile balık ağırlığı arasında ciddi bir pozitif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir [153].

Yeltekin ve diğerleri; Van balığının yaşa bağlı olarak farklı dokularındaki ağır metal birikimini incelemişler; beş yaş grubu balıkların ağır metal birikimlerinin iz element birikimlerine göre daha fazla; üç-dört yaş grubu balıkların ise daha az oluşunu yaş ile ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca van balığındaki toksik birikimin kaynağının temel besin ögeleri olan sinekler olduğu çıkarımında bulunmuşlardır [154].

Murat; Gelingüllü barajındaki bazı balık türlerinde ağır metal düzeylerini incelemiş, en yüksek düzeydeki ağır metallerin Cu ve Zn olduğunu bildirmiştir. Barajdan periyotlar halinde

alınan su örneklerinde ağır metal değerlerinin, bölgedeki tarımsal faaliyetleri ile paralellik gösterdiğini ve bu tarımsal faaliyetlerde özellikle Zn'dan zengin gübre kullanımının bu birikime neden olabileceğini belirtmiştir. Bu çalışmada yazar bulgularını yalnızca antropojenik temellere dayandırmıştır [13].

Tokatlı ve diğerleri; Meriç Nehri Deltasındaki bazı balık türlerinde ağır metal düzeylerini incelemişler; balıkların kas dokularında Cd, Pb, Ni ve Cr seviyelerinin standartların oldukça üstünde olduğunu vurgulamışlardır. Bu kirliliğin en önemli kaynaklarının ise tarımsal gübreler ile endüstriyel atıklar olduğuna dikkat çekmişlerdir [155].

Sönmez ve diğerleri, Kastamonu kıyılarında yakalanan bazı balık türlerinde ağır metal birikimlerini incelemişler, balıklarda Cd ve Pb'nin kabul edilebilir limitlerin üzerinde olduğunu bildirmişlerdir. Yazarlar bu durumu, örnekleme bölgelerinin maden yataklarına yakın oluşuyla ve örnekleme bölgesinin önemli ölçüde yağış almasından dolayı kirliliğin iç suların bölgeye taşınmasıyla ilişkilendirmişlerdir [18].

Yıldız, Adana-Tarsus bölgesinin güneyindeki topraklarda ağır metal kirliliğini araştırmış, bölgede Cd, Ni, Pb ve Cr'nin oldukça yüksek düzeylerde bulunduğunu ve bu ağır metallerin bölge için bir kirlilik etmeni olduğunu bildirmiştir. Çalışmada bölge içerisinde özellikle anayol civarında kirlilik oluşturan Pb'nin trafik yoğunluğundan ve böcek ilaçlama faaliyetlerinden kaynaklanabileceği belirtilmiş, Cd ve Cr düzeylerinin yüksek çıkması tarımsal faaliyetler ve suni gübreleme ile ilişkilendirilmiştir. Standartların çok üstünde bulunan Ni düzeylerinin ise çalışma alanının yakınında yer alan ofiyolitik kayalardan kaynaklanabileceği belirtilmiştir [116].

Yıldırım, Türkiye'deki mevcut volkanik tüf ocaklarındaki elemental dağılımı incelediği çalışmasında, volkanik tüflerde çevresel kirletici olarak görülen çok sayıda ağır metalin gözlemlendiğini ve bunun özellikle su kaynakları ve tarım alanları için bir tehdit olduğunu bildirmiştir [156].

Şener ve Şener, Isparta Kovada Gölü'nün dip sedimanlarındaki ağır metal derişimlerini inceledikleri çalışmalarında; gölün tarımsal alanlara yakın olan bölümündeki dip sedimanlarında Cu, Zn, Ni, Mn ve As değerlerinin normalin üzerinde olduğunu ve bu durumun antropojenik kaynaklı olabileceğini bildirmişlerdir. Gölün tarımsal alanlardan uzak diğer bölgelerindeki yüksek ağır metal düzeylerinin ise litolojik bir etkiye bağlı olabileceği öngörülmüştür [157].

Avşin ve diğerleri, İron Sazlığı bünyesinde bulunan Budaklı Kaplıcası'nın jeokimyasal özellikleri ile sazlık alanının jeolojik yapısını araştırdıkları çalışmalarında; Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standartları ile kıyaslandığında beş ayrı termal kaynak lokalitesinin beşinde de Pb düzeyinin normalin çok üzerinde olduğunu bildirmişlerdir. Lokalitelerin üçünde ayrıca As

miktarının WHO standartlarına göre normalin üzerinde olduğu bildirilmiştir. Yazarlar bu durumun bölgedeki volkanik kayalarla ilişkili olabileceğini bildirmişlerdir [158].

Kaya; İron Sazlığı'nın sediment ve bazı sucul bitki örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarını incelemiş, sucul bitkilerin kök gövde yaprak ve iek kısımlarında çeşitli konsantrasyonlarda ağır metal birikimi olduğunu fakat As'nin kabul edilebilir limitlerin üzerinde olduğunu belirtmiştir. İncelenen sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarının ise Fe hariç olmak üzere Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde verilen topraktaki ağır metal sınır değerlerinin altında olduğunu bildirmiştir [159].



2. MATERYAL ve METOD

Bu çalışmada çok geniş bir volkanik arazide konumlanmış olan İron Sazlığı bünyesinde yetişen ve yöre halkı tarafından tüketilen karaburun balığının -*Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)- bazı biyolojik özelliklerinin, besin kompozisyonunun, özellikle jeolojik sebeplerle bölgede var olduğu öngörülen ağır metal kirliliğinin ve insanlar üzerinde oluşturduğu riskin incelenmesi amaçlanmıştır.

2.1. Çalışma Alanı; İron Sazlığı (Güroymak/ Bitlis /Türkiye)

Bu çalışmada önemli sulak alanlarımızdan biri olan İron Sazlığı çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 2.1). İron Sazlığı etrafında yaşayan insanlar için beslenme ve tarım etkinlikleri açısından büyük öneme sahiptir. İron Sazlığı; Doğu Anadolu Bölgesi'nin Bitlis İli, Güroymak İlçesi (çoğunlukla) ile Muş İli, Korkut İlçesi sınırları arasında olup 38.64° (Kuzey) enlemi (E) ile 42.03° (Doğu) boylamlarında (B) bulunmaktadır. Güroymak-Muş Karayolu'nun kuzey kenarında yer alan ve son yıllarda yüzey alanında ciddi oranda azalmalar olduğu bilinen İron Sazlığı'nın yüzey alanı, güncel verilere göre 13.746 ha'dır ve sazlık içerisinde çeşitli bölgelerde sıcak su kaynakları bulunmaktadır [15,16,158].



Şekil 2.1. İron Sazlığı, Güroymak/ Bitlis /Türkiye (Google maps uygulaması. 26.09.2019)

Oldukça geniş bir fauna ve flora sahip olan İron Sazlığı alanındaki başlıca insan faaliyetleri tarım ve hayvancılıktır [160]. Ancak literatürde flora ve fauna bilgileri arasında hangi balık türlerinin yaşadığı net olarak tanımlanmamıştır. Doğa Koruma Şubesinden alınan sözlü

bilgiye göre; tatlısu kefali/ak kefal, sazan balığı, kadife balığı, bıyıklı balık, siraz balığı, inci balığı, dikenli yılan balığı, **karaburun balığı**, eğrez balığı, akçapak balığı olmak üzere 10 balık türü barındırmaktadır. Bu çalışma kapsamında balığın bol olduğu ve yöre halkı tarafından tüketildiği sonbahar mevsiminde (Kasım 2019), bölge halkı tarafından sarıbalık olarak bilinen balık yerel balıkçılardan satın alınmıştır. Ancak çalışma sırasında söz konusu balığın sarıbalık olmadığı, karaburun balığı olarak bilinen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) olduğu tespit edilmiştir (Dr. Öğr. Üyesi Ataman Altuğ ATICI).

Chondrostoma regium (Heckel, 1843) Cyprinidae familyasına ait bir tür olan, ilk bulunuş yeri Dicle olan, halk arasında Karaburun Balığı olarak bilinen ve yayılış alanı Trakya ve Kuzeybatı hariç Anadolu'daki tüm büyük nehir sistemleri olan bir balık türüdür [56,161,162]. Vücut rengi sırt kısmında yeşil ve kahverengi olup ışıkta mavimsidir. Karın bölgesinde ise portakal sarısı rengindedir. Yanal çizgideki pul sayısı daima 64'ün üzerindedir. Vücut yüksekliği baş uzunluğundan fazladır [161]. Gözler oldukça iridir. Ayrıca peritonda pigmentleşme türe özgü olup genellikle koyu ve siyahtır [56].

2.2. Balık Örneklerinin Temini ve Hazırlanması

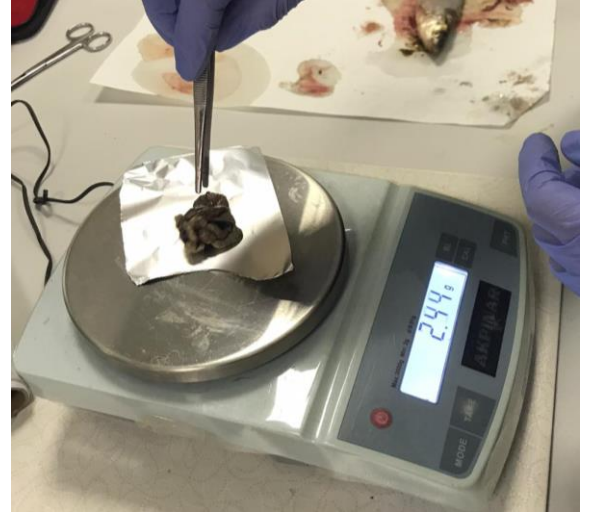
Bu çalışmada Sazlıkbaşı Köyü balıkçılarının kasım (2019) ayında serpme balıkçılığı ile avlamış oldukları balıklar kullanılmıştır. Satışa sunulmuş olan 20 adet balık balıkçıdan alınıp ısı yalıtımlı kaplarda soğuk zincir ile Bitlis Eren Üniversitesi Çevre Mühendisliği Laboratuvarı'na getirilmiştir. Örnekler etiketlendikten sonra musluk suyu ile yıkanarak filtre kağıdı ile kurulandıktan sonra tam boy ve çatal boyları milimetrik cetvel ile (Şekil 2.2) ağırlıkları 0,01 g hassasiyetli Akpınar marka hassas terazi ile ölçülmüştür (Şekil 2.3). Bu veriler kondisyon faktörü (KF) hesaplamak için kullanılmıştır. Ayrıca balıkların cinsiyet tayininde gonad ağırlıkları kullanılmıştır [163].



Şekil 2.2. Balıkların tam ve çatal boylarının milimetrik cetvel yardımıyla ölçülmesi



Şekil 2.3. Balıkların ağırlıklarının ölçülmesi



Şekil 2.4. Çıkarılan gonadların tartılması

Balıklar anüsten ağza kadar karın kısmı açılarak disekte edilmiştir (Şekil 2.5, Şekil 2.6, Şekil 2.7). Çıkarılan gonadlar gonadosomatik indeks (GSİ) belirlemede kullanılmak üzere tartılmıştır (Şekil 2.4).



Şekil 2.5. Balıkların diseksiyon işlemi

Balıkların yenebilen tüm kas dokusu kimyasal analizler için kemiksiz olarak alınmış ve olası kirletici unsurlardan arındırılmak amacı ile saf su ile yıkanmıştır. Doku örnekleri önce polietilen streç film ve sonrasında alüminyum folyo ile paketlenerek etiketlenmiştir. Bir kısmı

besin kompozisyonu analizleri için bir kısmı da ağır metal analizleri için -18 °C’de analize kadar saklanmıştır.



Şekil 2.6. Erkek balıklarda karın içi görünümü



Şekil 2.7. Dişi balıklarda gonadların görünümü

2.3. Kimyasal Analizler

2.3.1. Besin Kompozisyonu Analizleri

Besin kompozisyonu değerlendirmesi, ham protein yüzdesi tayini, yağ yüzdesi tayini, kül, nem, kuru madde oranlarını kapsamaktadır. Ham protein yüzdesi tayini ve yağ yüzdesi tayini Bingöl Üniversitesi Merkezi Laboratuvar Uygulama ve Araştırma Merkezi’nde gerçekleştirilmiştir. Numuneler ev tipi blender ile homojenize edilip 1,5 mL’lik eppendorf tüplere ve 15 mL’lik polipropilen falkon tüplere konulmuş ısı yalıtımlı kapta buz aküsü ile birlikte paketlenmiş ve soğuk zincir ile ilgili birime gönderilmiştir. Kül, nem ve kuru madde analizleri ise Bitlis Eren Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Laboratuvarı’nda kül fırını ve Wisd marka etüv ile gerçekleştirilmiştir. İlgili analizlere ait yöntemler aşağıda detaylı olarak aktarılmıştır.

2.3.1.1. Ham Protein Tayini

Protein yüzdesinin analizi Dumas yöntemine göre Gerhardt-Dumatarm marka 124 seri numaralı protein analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır. Dumas yönteminin temel prensibi gıda maddesinden 0,20-0,25 g alınarak fırın içerisinde ortalama 800-950 °C’de saf oksijen ile

yakılarak gıda içerisindeki tüm azot formlarının azot oksit gazlarına dönüştürülmesine dayanmaktadır. Daha sonra bu gazlar elemental azot formuna indirgenerek toplam azot miktarı belirlenir. Elde edilen “% nitrojen” gıda maddesinin durumuna göre önceden belli olan protein çevirme faktörü (balıklar için 6,25) ile çarpılarak “% ham protein” oranı bulunur [164].

2.3.1.2. Yağ Tayini

Yağ yüzdesinin analizi soxhlet ekstraksiyonu metoduna göre Velp Scizentifica marka 148 seri numaralı ekstraksiyon cihazıyla yapılmıştır. Soxhlet ekstraksiyon yöntemi öncelikle sabit tartıma gelinceye kadar etüvde kurutulmuş olan numunenin soxhlet cihazında bir çözücü ile karıştırılarak yarı sürekli olarak ısıtılıp soğutulması sonucunda çözücünün katı numuneden yağı ekstrakte etmesi prensibine dayanır. Daha sonra elde edilen yağ-çözücü karışımından çözücü uçurularak numunenin yağ yüzdesi bulunur [165].

2.3.1.3. Nem ve Kuru Madde Tayini

Nem tayini işleminde sıcak hava ile kurutma metodu kullanılmıştır. Daha önceden daraları ölçülen petri kaplarına örneklerden 5'er g konulmuş, kaplar maşa ile tutularak önceden ısıtılmış Wisd marka etüve yerleştirilmiş ve 105 °C'de 18 saat boyunca sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiştir. Ardından kaplar tekrar hassas terazide tartılmıştır. Aradaki farkın toplam ağırlığa bölünüp 100 ile çarpılması ile örneklerin nem yüzdesi tespit edilmiştir. Kalan yüzdeler ise toplam kuru madde yüzdesini ifade etmektedir [166]. Nem ve toplam kuru madde yüzdesinin hesaplandığı formül aşağıda verilmiştir.

$$\%Nem = \frac{m2-m3}{m2-m1} \times 100$$

m1: Petri kabının ağırlığı (g)

m2: Kurutma işleminden önce içinde örnek bulunan petri kabının ağırlığı (g)

m3: Kurutma işleminden sonra içinde örnek bulunan petri kabının ağırlığı (g)

$$\%Toplam\ Kuru\ Madde = 100 - \%Nem$$

2.3.1.4. Toplam Kül Tayini

Toplam kül miktarı tayini AOAC (1990)'a göre yapılmıştır [166]. Kül miktarı tayini için örnekler Akpınar marka hassas terazide tartılarak daha önceden darası alınmış porselen krozeler içerisine 1-2'şer g alınmıştır. Ardından kül yakma fırınına yerleştirilip 550 °C'de 8 saat boyunca yakılmıştır. Örnekler soğutulmuş tartılmıştır. Toplam kül miktarı, porselen krozelerin kül fırınından çıktıktan sonraki ağırlığının darası ağırlığından çıkartılmasıyla bulunmuştur. Bu ağırlık başlangıçta kullanılan örnek ağırlığına bölünüp 100 ile çarpılmış ve örnekteki kül miktarının yüzdelik oranı saptanmıştır [167,168]. Toplam kül miktarının ve kül yüzdesinin hesaplandığı formüller aşağıda verilmiştir.

$$\text{Toplam Kül Miktarı} = m3 - m1$$

$$\% \text{ Toplam Kül} = \frac{m3-m1}{m2-m1} \times 100$$

m1: Porselen krozenin ağırlığı (g)

m2: Yakma işleminden önce içinde örnek bulunan porselen krozenin ağırlığı (g)

m3: Yakma işleminden sonra içinde kül bulunan porselen krozenin ağırlığı (g)

Analiz ve hesaplamalar ile elde edilen bu veriler literatürdeki Karaburun Balığı ve diğer balıklara ait veriler ile karşılaştırılarak araştırma alanında yetişen balıkların beslenme açısından kalitesi ortaya konmuştur.

2.3.2. Ağır Metal Analizleri

Balıkların yenilebilir kısmını oluşturan kas dokularında Fe, Cu, Zn, Ni, Mn, Cd, Cr, Pb ağır metal derişimleri yaş yakma yöntemiyle ICP-OES (İndüktif Olarak Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi) cihazında analiz edilmiştir. Önceden disekte edilip saklanmış doku örnekleri -18 °C dondurucudan alınıp petri kaplarına konulmuş ve etüv içerisinde 150 °C'de 72 saat bekletilerek sabit tartıma getirilmiştir. Kuru ağırlıkları hassas terazi yardımıyla ölçülen doku örnekleri deney tüpleri içerisine alınarak üzerlerine 2 mL nitrik asit ve 1 mL perklorik asit eklenip 6 saatlik süre boyunca 120 °C'de sıcak Heidolph marka ısıtıcılı tabla üzerinde yakılmıştır (Şekil 2.8). Yakma işlemi sonrasında doku örnekleri polietilen tüplere aktarılarak üzerleri 10 mL deiyonize su ile tamamlanmıştır [169]. Ardından doku örneklerindeki metal derişimlerinin

analizi Hasan Kalyoncu Üniversitesi Çevre Uygulama ve Araştırma Merkezinde (Şekil 2.9) ICP-OES Perkin Elmer Optima 800 model cihazla, her bir metal için belirli derişimlere sahip standartlarla kalibre edilerek ve her bir metal için ayrı dalga boyunda (Çizelge 2.1) okunarak yapılmıştır.

Çizelge 2.1. Ağır metal ölçümünde kullanılan dalga boyları ve standart çözelti derişimleri (ICP-OES)

Metal	Dalga Boyu (nm)	1	2	3
Fe	238,204	0,5 mg/L	2,5 mg/L	5 mg/L
Cu	327,393	0,5 mg/L	2,5 mg/L	5 mg/L
Zn	206,200	0,5 mg/L	2,5 mg/L	5 mg/L
Ni	231,604	0,1 mg/L	0,2 mg/L	0,4 mg/L
Cd	228,802	0,1 mg/L	0,2 mg/L	0,4 mg/L
Cr	267,716	0,1 mg/L	0,2 mg/L	0,4 mg/L
Pb	220,353	1 mg/L	2 mg/L	4 mg/L
Mn	257,610	0,1 mg/L	0,2 mg/L	0,4 mg/L



Şekil 2.8. Örneklerin sıcak su tablası üzerinde yaş yakılması



Şekil 2.9. Hasan Kalyoncu Üniversitesi Çevre Uygulama ve Araştırma Merkezi, ICP-OES cihazı

2.4. Matematiksel Hesaplamalar

2.4.1. Kondisyon Faktörü

Kondisyon faktörü (KF) bir balığın beslilik durumunu gösteren bir parametredir [11]. Ayrıca balıkların içerisinde buldukları ortamın besleme kapasitesi hakkında bir belirteç olan KF aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır [145,170].

$$KF = \frac{W}{L^3} \times 100$$

W: Toplam balık ağırlığı (g)

L: Tam boy (cm)

2.4.2. Gonadosomatik İndeks

Gonadosomatik indeks (GSİ) balıklarda üreme döneminin tespiti için kullanılmaktadır. Bu değer üremeyi takip eden günlerde minimum iken, üreme öncesi maksimum değerlerdedir. GSİ aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır [12].

$$GSİ = \frac{GW}{W-GW} \times 100$$

GW: Gonadların yaş ağırlığı (g)

W: Toplam balık ağırlığı (g)

2.4.3. Boy-Ağırlık İlişkisi

Balıklarda boy-ağırlık ilişkisi balıkların allometrik büyümesinin ve balık türlerinin yaşadıkları bölgenin genel özellikleri ile yaş ve üreme özelliklerinin analiz edilmesinde sıkça kullanılan bir parametredir [142]. Boy-ağırlık ilişkisi aşağıda verilen “Le Cren” büyüme denkleminde göre hesaplanmıştır [171].

Boy ve ağırlık verilerinin logaritmik değerleri ile oluşturulmuş olan regresyon grafiğinde, doğrunun y eksenini kestiği nokta a, doğrunun eğimi ise b sabitini vermektedir [146]. Bu denklemde b sabitinin 3 civarında olması balığın izometrik büyüme gösterdiğini, 3’ten küçük olması negatif allometrik büyüdüğünü, 3’ten büyük olması ise pozitif allometrik büyüdüğünü ifade etmektedir [11].

$$W = a \times L^b$$

W: Balığın ağırlığı (g)

L: Balığın tam boyu (cm)

2.4.4. Biyokonsantrasyon Faktörünün Belirlenmesi

Biyobirikim terimi; canlıların çeşitli yollarla organizmalarına aldıkları toksik ögelerin canlı vücutlarında ve besin piramidinde birikmesini ifade etmektedir. Biyobirikim; biyokonsantrasyon faktörü (BCF) ile tanımlanmaktadır. Biyokonsantrasyon faktörü, balıklarda her bir metal için çevrelerindeki sudan organizmaya metal birikimini ifade eder. Çalışmada BCF aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır [172,173].

$$BCF = \frac{A}{B}$$

A: Metalin organizmadaki konsantrasyonu ($\mu\text{g/g}$ - yaş ağırlık)

B: Metalin hava, su ya da topraktaki konsantrasyonu ($\mu\text{g/mL}$)

Biyokonsantrasyon faktörünün hesaplanmasında daha önce aynı alanda ve aynı dönemde üniversitemiz personelleri tarafından yapılmış su kalite analiz sonuçları kullanılmıştır.

2.4.5. Tahmin Edilen Günlük Alımın Belirlenmesi

Tahmin edilen günlük alım (The Estimated Daily İntake/EDI) miktarı; besin tüketimi ve ortalama vücut ağırlığı ile yakından ilişkilidir. Tahmin edilen günlük alım miktarının belirlenmesinde; bölgedeki ortalama vücut ağırlığının bölgeye has bir araştırma verisi bulunmadığından, Türkiye geneli ortalama vücut ağırlığı olan 72,8 kg [174] ve Türkiye geneli yıllık kişi başı ortalama balık tüketimi olan 6,26 kg [34] kullanılmıştır. Ayrıca pişirme veya saklama yöntemlerinin kirletici dozunu azaltıcı etkisinin olmadığı, vücuda alınan kirleticinin tamamının emildiği varsayılmıştır. Tahmin edilen günlük alım aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır [175].

$$EDI = \frac{A \times B}{C}$$

A: Balıktaki ağır metal konsantrasyonu (mg/kg- yaş ağırlık)

B: Hedef bölgedeki ortalama günlük balık tüketimi (g/gün)

C: Hedef bölgedeki ortalama vücut ağırlığı (kg)

2.4.6. Hedef Tehlike Katsayısının Belirlenmesi

Ağır metal tüketiminin kanserojen olmayan risk tahminleri Hedef Tehlike Katsayısı (Target Hazard Quotient-THQ) ile hesaplanmaktadır. Hedef tehlike katsayısı, tespit edilen bir kirletici dozunun zararlı kabul edilen bir referans seviyeye oranıdır. Hedef tehlike katsayısı değeri aşağıdaki formül ile her bir ağır metal için tek tek hesaplanmıştır [175,176]. Formül uygulanırken bireylerin haftada 2 gün balık tükettikleri varsayılmıştır. Ayrıca Türkiye geneli yıllık kişi başı ortalama balık tüketimi olan 6,26 kg referans alınmış, ortalama vücut ağırlığı 72,8 kg kabul edilmiştir [34,174]. Günlük oral referans dozlarında Çizelge 2.2’de verilmiş olan USEPA (Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı) verilerinden yararlanılmıştır [177–179].

$$THQ = \frac{A \times B \times C \times D}{E \times F \times G} \times 10^{-3}$$

A: Maruz kalma sıklığı (gün/yıl)

- B: Ortalama bir ömür süresi içinde maruz kalma süresi (yıl)
 C: Gıdayı günlük alım miktarı (g/gün)
 D: Gıda numunesindeki ağır metal konsantrasyonu (mg/kg)
 E: Günlük referans doz (mg/kg)
 F: Ortalama ağırlık (kg)
 G: Kanserojen olmayanlar için ortalama maruz kalma süresi (gün)

Çizelge 2.2. USEPA tarafından bildirilen oral referans dozlar (mg/kg/gün)

Metal	Fe	Cu	Zn	Ni	Cd	Cr	Pb	Mn
Oral Referans Doz	0,7	0,04	0,3	0,02	0,007	-	0,0035	0,14

2.4.7. Toplam Hedef Tehlike Katsayısının Belirlenmesi

Toplam Hedef Tehlike Katsayısı (Total Hazard Quotient-TTHQ) Chien ve diğerlerinin (2002) yöntemine göre; her bir ağır metal için tek tek bulunan THQ değerleri toplanarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır [180]. THQ ve TTHQ değerlerinin 1'in altında olması bu besinlerin tüketiminin insan sağlığı açısından herhangi bir risk oluşturmadığı anlamına gelmektedir [152].

$$THQ_{Toplam} = THQ_1 + THQ_2 + \dots$$

2.5. İstatistiksel Analizler

Verilerin istatistiksel analizi SPSS 23 (Statistical Package for the Social Sciences) paket programı ile yapılmıştır. Çalışma verilerinin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotlar (frekans, yüzde, ortalama, standart sapma vb.) kullanılmıştır. Ayrıca nicel verilerin karşılaştırılmasına geçilmeden önce veriler üzerinde normallik analizi; örnek sayısı 25'ten küçük olduğu için Shapiro-Wilk testi kullanılarak ve Skewness-Kurtosis katsayıları incelenerek yapılmıştır. Skewness-Kurtosis katsayılarının -2 ile +2 arasında olduğu durumlarda verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir [181]. Normal dağılım gösteren veriler için parametrik istatistiksel testler kullanılırken, normal dağılım göstermeyen veriler için ise non-parametrik istatistiksel testler kullanılmıştır. Grup karşılaştırmalarında normal dağılım gösteren veriler için Anova testi ve Tukey testi, normal dağılım göstermeyen veriler için Kruskal-Wallis

testi kullanılmıştır. İki grup karşılaştırmalarında normal dağılım gösteren veriler için bağımsız örneklem t testi, normal dağılım göstermeyen veriler için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İki niceliksel verinin karşılaştırıldığı durumlarda normal dağılıma durumuna göre Pearson veya Spearman korelasyon testleri kullanılmıştır. Ayrıca örneklerin boy-ağırlık ilişkisini belirlemede basit doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır. Sonuçlar aritmetik ortalama \pm standart sapma şeklinde verilmiştir. Sonuçlar %95 güven aralığında, $p<0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.



3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Balıkların Biyolojik Bulguları

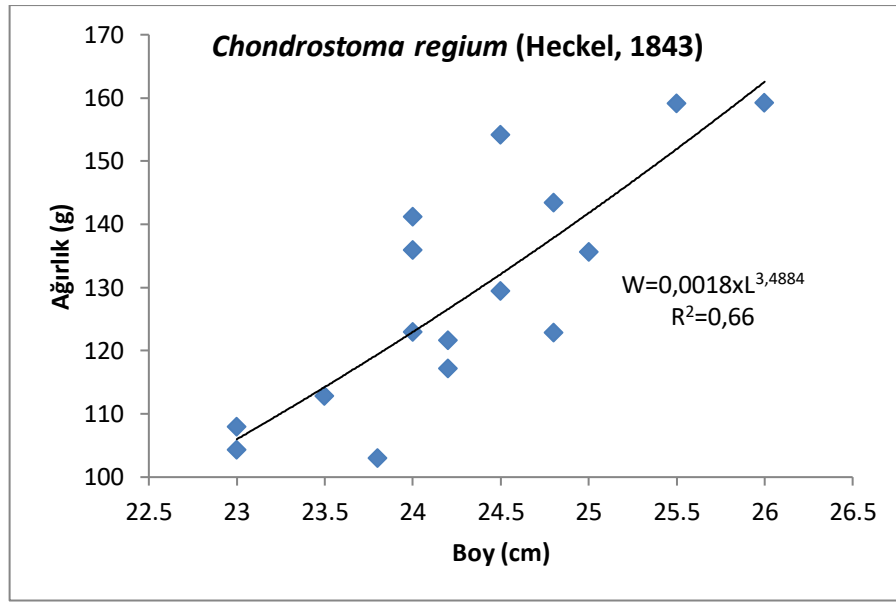
Yapılan analizlerde balıkların 16'sının dişi 4'ünün erkek olduğu tespit edilmiştir. Balıkların cinsiyetlerine göre tam boy (TB) (cm), çatal boy (ÇB) (cm), ağırlık (A) (g), gonad ağırlığı (GA) (g), kondisyon faktörü (KF) ve gonadosomatik indeksleri (GSİ) Çizelge 3.1'de verilmiştir. Biyolojik verilerin normallik testine ait sonuçlar ise Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Balıkların tam boy (cm), çatal boy (cm), ağırlık (g), KF ve GSİ'leri

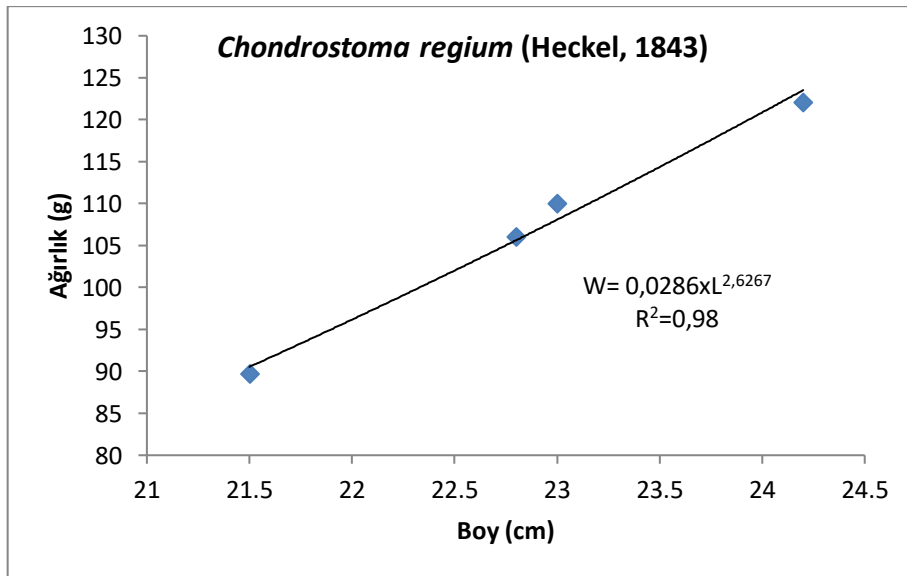
Dişi	TB (cm)	ÇB (cm)	A (g)	GA (g)	KF	GSİ
1	24,0	23,0	141,12	8,92	1,02	6,74
2	24,2	22,5	117,16	7,24	0,82	6,58
4	24,8	23,8	143,39	13,68	0,94	10,54
5	25,0	24,0	135,56	7,73	0,86	6,04
6	24,0	22,8	122,90	5,60	0,88	4,77
7	24,8	23,0	122,88	10,81	0,80	9,64
8	23,0	21,5	107,97	7,99	0,88	7,99
10	23,0	22,0	104,29	7,74	0,85	8,01
11	24,5	22,8	129,38	13,12	0,87	11,28
12	24,2	22,7	121,63	7,72	0,85	6,77
14	23,5	22,5	112,82	4,97	0,86	4,60
15	23,8	22,5	102,96	4,23	0,76	4,28
16	24,0	23,0	135,94	10,21	0,98	8,12
18	25,5	24,0	159,12	17,60	0,95	12,43
19	26,0	25,0	159,18	10,19	0,90	6,83
20	24,5	23,5	154,17	10,48	1,04	7,29
Ort.	24,30±0,81	23,03±0,85	129,40±18,54	9,26±3,46	0,89±0,07	7,62±2,36
Erkek	TB (cm)	ÇB (cm)	A (g)	GA (g)	KF	GSİ
3	21,5	20,0	89,67	1,07	0,90	1,207
9	24,2	23,5	122,05	1,03	0,86	0,851
13	22,8	21,8	106,04	1,01	0,89	0,961
17	23,0	22,0	110,0	1,44	0,90	1,326
Ort.	22,87±1,10	21,82±1,43	106,94±13,37	1,13±0,20	0,88±0,01	1,08±0,21
G. Ort.	24,01±1,02	22,79±1,07	124,91±19,61	7,63±4,53	0,89±0,06	6,31±3,40

Dişi balıkların boy-ağırlık ilişkisini gösteren regresyon grafiği Şekil 3.1’de, erkek balıkların boy-ağırlık ilişkisini gösteren regresyon grafiği Şekil 3.2’de, dişi ve erkek balıkların boy-ağırlık ilişkilerini gösteren regresyon grafiği ise Şekil 3.3’te verilmiştir.

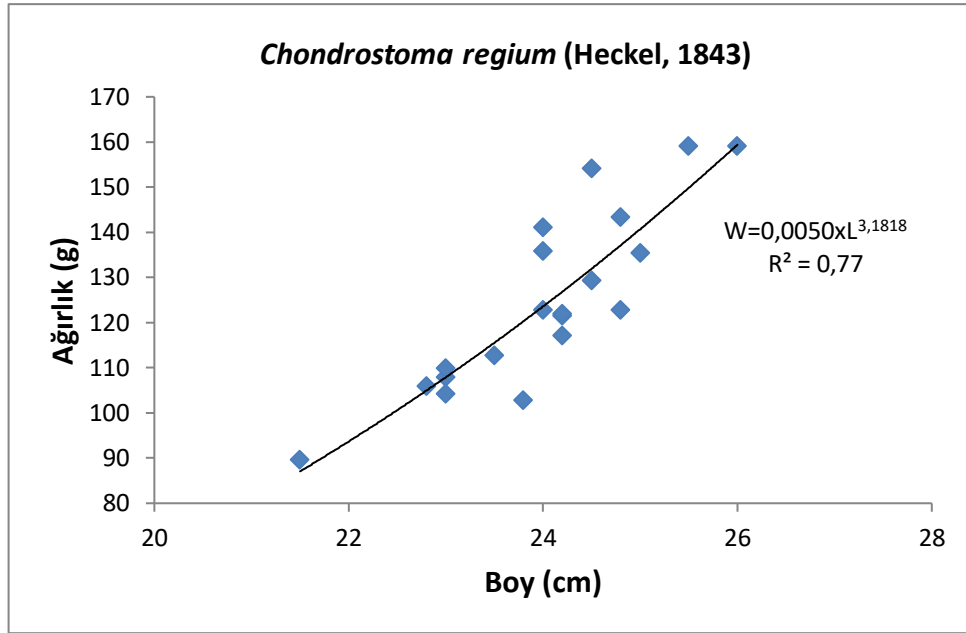
Boy-ağırlık ilişkisi denklemi dişi balıklarda $W=0,0018xL^{3,4884}$ ($R^2=0,66$) ($b=3,48$), erkek balıklarda $W=0,0286xL^{2,6267}$ ($R^2=0,98$) ($b=2,62$), genel olarak ise $W=0,0050xL^{3,1818}$ ($R^2=0,77$) ($b=3,18$) bulunmuştur. Bu veriler ışığında dişi balıkların pozitif allometrik büyüme, erkek balıkların negatif allometrik büyüme gösterdiği, balıkların genelinin ise pozitif allometrik büyüme gösterdiği anlaşılmıştır.



Şekil 3.1. Dişi balıklarda boy-ağırlık ilişkisi grafiği



Şekil 3.2. Erkek balıklarda boy-ağırlık ilişkisi grafiği



Şekil 3.3. Dişi ve erkek balıklarda boy-ağırlık ilişkisi grafiği

Çizelge 3.2. Balıkların biyolojik verilerinin normallik testine ait sonuçlar

	TB	ÇB	A	GA	KF	GSI
p	0,759	0,613	0,565	0,418	0,414	0,314
Skewness	-0,414	-0,478	0,296	0,185	0,539	-0,164
Kurtosis	0,816	1,623	-0,641	-0,177	0,470	-0,581

*p<0,05

Balıkların biyolojik özelliklerinin tamamının normallik varsayımını karşıladığı görülmüş olup (Çizelge 3.2), tam boy (TB), çatal boy (ÇB), ağırlık (A), gonad ağırlığı (GA), kondisyon faktörü (KF) ve gonadosomatik indeks (GSI) verilerinin cinsiyet değişkenine göre farklılaşma düzeylerinin incelendiği bağımsız örneklem t testine ait sonuçlar Çizelge 3.3'te, tüm bu biyolojik özelliklerin kendi aralarındaki ilişkinin incelendiği pearson korelasyonu analizine ait sonuçlar Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çalışmamızda İron Sazlığı'nda yetişen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) türü balıkların ortalama tam boyu dişi balıklarda 24,30±0,81 cm, erkek balıklarda 22,87±1,10 cm, genel olarak ise 24,01±1,02 cm bulunmuştur. Tam boy uzunluğunun dişi ve erkek bireyler arasında anlamlı bir şekilde farklılaştığı görülmüştür (p=0,009) (Çizelge 3.3). Ayrıca balıklarda tam boy uzunluğunun gonad ağırlığı (p=0,001, r=0,704), gonadosomatik indeks (p=0,005, r=0,602) ile pozitif yönde anlamlı bir ilişkisinin olduğu görülmüştür (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.3. Balıkların biyolojik özelliklerinin cinsiyet değişkenine göre t testi sonuçları

Parametre	Cinsiyet	N	X	SD	F	p
TB	D	16	24,3000	,81486	,109	,009*
	E	4	22,8750	1,10567		
ÇB	D	16	23,0375	,85781	,650	,040*
	E	4	21,8250	1,43382		
A	D	16	129,4044	18,54032	1,403	,036*
	E	4	106,9400	13,37583		
GA	D	16	9,2644	3,46008	5,402	,000*
	E	4	1,1375	,20320		
KF	D	16	,8912	,07710	3,991	,926
	E	4	,8875	,01893		
GSİ	D	16	7,6243	2,36405	5,228	,000*
	E	4	1,0863	,21840		

*p<0,05

Çizelge 3.4. Balıkların biyolojik özelliklerinin kendi aralarındaki korelasyon analizinin sonuçları

		TB	ÇB	A	GA	KF	GSİ
TB	R	1	,956**	,864**	,704**	,104	,602**
	p		,000	,000	,001	,661	,005
	N	20	20	20	20	20	20
ÇB	R	,956**	1	,880**	,582**	,213	,453*
	p	,000		,000	,007	,366	,045
	N	20	20	20	20	20	20
A	R	,864**	,880**	1	,748**	,587**	,587**
	p	,000	,000		,000	,007	,006
	N	20	20	20	20	20	20
GA	R	,704**	,582**	,748**	1	,334	,970**
	p	,001	,007	,000		,150	,000
	N	20	20	20	20	20	20
KF	R	,104	,213	,587**	,334	1	,186
	p	,661	,366	,007	,150		,433
	N	20	20	20	20	20	20
GSİ	R	,602**	,453*	,587**	,970**	,186	1
	p	,005	,045	,006	,000	,433	
	N	20	20	20	20	20	20

**0,01 düzeyinde anlamlı, *0,05 düzeyinde anlamlı

Ortalama çatal boy dişi balıklarda $23,03 \pm 0,85$ cm, erkek balıklarda $21,82 \pm 1,43$ cm, genel olarak ise $22,79 \pm 1,07$ cm bulunmuştur. Çatal boy uzunluğunun dişi ve erkek bireyler arasında anlamlı bir şekilde farklılaştığı görülmüştür ($p=0,040$) (Çizelge 3.3). Ayrıca balıklarda çatal boy uzunluğunun gonad ağırlığı ($p=0,07$, $r=0,582$), gonadosomatik indeks ($p=0,045$, $r=0,453$) ile pozitif yönde anlamlı bir ilişkisinin olduğu görülmüştür (Çizelge 3.4).

Ortalama ağırlık dişi balıklarda $129,40 \pm 18,54$ g, erkek balıklarda $106,94 \pm 13,37$ g, genel olarak ise $124,91 \pm 19,61$ g bulunmuştur. Ağırlığın dişi ve erkek bireyler arasında anlamlı bir şekilde farklılaştığı görülmüştür ($p=0,036$) (Çizelge 3.3). Ayrıca balıklarda ağırlığın gonad ağırlığı ($p=0,000$, $r=0,748$), kondisyon faktörü ($p=0,07$, $r=0,587$), gonadosomatik indeks ($p=0,006$, $r=0,587$) ile pozitif yönde anlamlı bir ilişkisinin olduğu görülmüştür.

Ortalama gonad ağırlığı dişi balıklarda $9,26 \pm 3,46$ g, erkek balıklarda $1,13 \pm 0,20$ g bulunmuştur. Gonad ağırlığının dişi ve erkek bireyler arasında anlamlı bir şekilde farklılaştığı görülmüştür ($p=0,000$) (Çizelge 3.3).

Ortalama gonadosomatik indeks dişi balıklarda $7,62 \pm 2,36$, erkek balıklarda $1,08 \pm 0,21$, genel olarak ise $6,31 \pm 3,40$ bulunmuştur. Gonadosomatik indeksin dişi ve erkek balıklarda anlamlı bir şekilde farklılaştığı görülmüştür ($p=0,000$) (Çizelge 3.3).

Ortalama kondisyon faktörü dişi balıklarda $0,89 \pm 0,07$, erkek balıklarda $0,88 \pm 0,01$, genel olarak ise $0,89 \pm 0,06$ bulunmuştur. Kondisyon faktörünün dişi ve erkek balıklarda anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmüştür ($p=0,926$) (Çizelge 3.3). Bununla beraber çalışmamızda yaş parametresi ayrıca incelenemese de kondisyon faktörünün yaş ile birlikte arttığını bildiren çalışmalar mevcuttur (Çizelge 3.4) [182].

Farklı ortamlarda yaşayan aynı türe ait balıkların büyüme ve gelişim parametreleri özellikle besin ve sıcaklık gibi çok çeşitli faktörlerden etkilenmektedir [56]. Yüce ve diğerleri [162], farklı bölgelerde yaşayan aynı tür balıklar arasındaki farklılıkların yaşam ortamlarının ekolojik ve biyolojik özellikleriyle doğrudan ilişkili olduğunu ayrıca tür içi ve türler arası rekabetin balık stokunu denetim altında tuttuğunu belirtmişlerdir. Ayrıca kontrolsüz avcılığın popülasyonun yaş dağılımının daha dar bir aralıkta olmasına neden olabileceğini vurgulamışlardır. Diğer yandan Ergüden [183] ise, popülasyonlarda yaş dağılımındaki dengesizliğin kullanılan avcılık malzemeleri ve ağ göz genişliğinden kaynaklanabileceğini bildirmektedir.

Serdar ve Özcan, Karasu Nehri'ndeki *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un boy-ağırlık, boy-boy ilişkisini ve kondisyon faktörünü incelemişler, balıklarda ortalama tam boyu $7,50-31,0$ cm, ortalama ağırlığı $5,7-280,0$ g olarak bildirmişlerdir. Balıklarda boy-ağırlık ilişkisi formülündeki b değerini ise $2,77$ ($R^2=0,99$) olarak saptamışlardır. Ayrıca balıklardaki ortalama

kondisyon faktörünü $1,10 \pm 0,01$ olarak bildirmişlerdir. Araştırmacılar balıklarda kondisyon faktörü değerinin 1'in üzerinde olmasını çevresel şartların oldukça iyi olmasıyla ilişkili bulmuşlardır [142]. Çalışmamızda İron Sazlığı balıklarında ortalama kondisyon faktörü değerinin $0,89 \pm 0,06$ olması balıkların içinde buldukları çevresel koşulların iyiye yakın olduğu şeklinde değerlendirilebilir.

Ergüden ve diğerleri, Seyhan Baraj Gölü'ndeki *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un bazı büyüme özelliklerini incelemiş, balıkların I-IV yaş aralığında, ortalama 33,4-128,0 g ağırlığında olduklarını ortalama tam boylarının 14,29-24,50 cm olduğunu ve negatif allometrik ($b=2,64$; $R^2=0,96$) büyüme gösterdiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca yaş ile birlikte boyca büyüme hızının da arttığı bu artışın III-IV yaş grubunda I-II yaş grubuna göre daha hızlı olduğu bildirmişlerdir. Yazarlar nehirlerdekinin aksine durgun sularda balıklar için daha bol besin bulunduğunu ve çalışmalarında negatif allometrik büyümenin beklenen bir durum olmadığını bildirmişlerdir. Bu durumun Seyhan Baraj Gölü'ndeki aşırı avlanmadan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir [183]. Boy-ağırlık ilişkisi denkleminde "b" değeri farklı bölgelerde yaşayan aynı tür balıklarda, ekolojik faktörlere, yaşa, cinsiyete, eşeyssel olgunluğa, ortamın besin stokuna ve kirliliğine göre değişebilmektedir [140]. Çalışmamızda İron Sazlığı'nda yetişen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) türü dişi bireylerinin pozitif allometrik, erkek bireylerinin negatif allometrik büyüme gösterdiği, balıkların genel olarak ise pozitif yönde allometrik büyüme gösterdiği görülmüştür. Bu durumun İron Sazlığı'ndaki su hareketliliğinin oldukça az olmasıyla, dolayısıyla da besin bolluğuyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Çoban ve Şen, Keban Baraj Gölü'nde yetişen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un bazı üreme özelliklerini incelemişlerdir. Balıklarda ortalama gonadosomatik indeks değerlerini kasım ayında dişi bireylerde 5,06, erkek bireylerde ise 1,15 olarak saptamışlardır. Ayrıca bu türe ait üreme döneminin mart-haziran aralığında olabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmada ayrıca balıklarda yumurta verimi ve vücut ağırlığı arasında kuvvetli bir ilişki olduğu ve farklı bölgelerde yaşayan aynı tür balıkların üreme dönemlerindeki ve gonadosomatik indekslerindeki farklılıkların ortam faktörlerinden etkilenebileceği bildirilmiştir [184]. İron Sazlığı'nda yetişen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) türü balıkların kasım ayı ortalama GSİ değerleri bu çalışmaya oranla kısmen daha yüksek bulunmuştur. Fakat çalışmamızda saptadığımız ağırlık, gonad ağırlığı ve GSİ arasındaki pozitif korelasyon ilişkisi (Çizelge 3.4) bu çalışmayla paraleldir. Diğer yandan Kaçar ve diğerleri, bu türe ait üreme döneminin mart-nisan-mayıs ayları olduğunu bildirmişlerdir [52]. Çalışmamızda balıkların GSİ değerleri incelendiğinde balıkların literatürle uyumlu şekilde haziran ayında üreme dönemini tamamlamış olduğu ve bir sonraki üreme dönemi için hazırlık içerisinde olduğu düşünülmüştür. Diğer yandan İron Sazlığı'nda

yetişen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) türü balıklarda kasım ayı için gözlenen yüksek GSİ değerinin İron Sazlığı ve Keban Baraj Gölü’deki olası besin stoku farklılıklarıyla açıklanabileceği düşünülmüştür. Fakat balıklarda kondisyon faktörü ve gonadosomatik indeks değerleri arasında anlamlı bir korelasyon ilişkisi bulunamamıştır ($p=0,433$, $r=0,186$) (Çizelge 3.4).

Saylar ve Yılmaz, Ocak-Mart 2010 tarihleri arasında Ladik Gölü’nde yetişen karaburun balığının biyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Balıkların tam boy ve ağırlıklarının sırasıyla 16,5-25,4 cm ve 40,04-192,42 g aralığında olduğunu bildirmişlerdir [185]. Serdar ve Özcan, Karasu Nehri’nde yetişen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) ’un bazı büyüme parametrelerini incelemiş, balıklarda tam boy ve total ağırlığın sırasıyla 11-33 cm ve 33-324 g aralığında değiştiğini bildirmişlerdir [186]. Aydın ve diğerleri *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) türüne ait 506 balık örneği üzerinde yaptıkları çalışmalarında balıkların ortalama tam boyunu 201-303 mm, ortalama çatal boyunu ise 186-310 mm olarak bildirmişlerdir [187]. Bu veriler ışığında İron Sazlığı’nda yetişen *Chondrostoma regium* türü balıkların kasım ayı için tam boy, çatal boy ve total ağırlık, gonad ağırlığı, boy ağırlık ilişkisi ile GSİ ve KF değerleri literatüre kazandırılmıştır.

3.2. Besin Kompozisyonu Bulguları

Kasım (2019) ayında İron Sazlığı’nda yetişen ve yerel balıkçılar tarafından satışa sunulan 20 adet karaburun balığının -*Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)- besin kompozisyonu analizleri tekrarsız olarak gerçekleştirilmiş olup analizler sonucunda elde edilen bulgular aşağıda sırayla sunulmuştur. Analizi gerçekleştirilen dişi (D) ve erkek (E) balık örneklerinin ham protein, yağ, nem, kuru madde, kül oranları Çizelge 3.5’te verilmiştir. Balıkların besin kompozisyonlarına ait verilerin normallik testi sonuçları ise Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Balıklarda incelenen besin değerlerinin tamamının normallik varsayımını karşıladığı görülmüş olup (Çizelge 3.6), protein, yağ, nem, kuru madde ve kül verilerinin cinsiyet değişkenine göre farklılaşma düzeylerinin incelendiği bağımsız örneklem t testine ait sonuçlar Çizelge 3.7’de, verilmiştir. Balıkların besin değerleri ile biyolojik özelliklerine ait verilerin pearson korelasyonu analizi sonuçları ise Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Balık örneklerinin besin kompozisyonları

Dişi	Protein (%)	Yağ (%)	Nem (%)	K. madde (%)	Kül (%)
1	21,71	2,29	74,43	25,57	1,98
2	16,84	2,20	76,33	23,67	1,28
4	18,92	2,58	76,83	23,17	1,59
5	16,35	2,27	76,38	23,62	1,81
6	16,69	2,11	75,92	24,08	0,86
7	22,36	1,55	74,93	25,07	1,09
8	15,81	4,73	77,19	22,81	1,10
10	21,15	0,88	76,02	23,98	1,44
11	20,17	2,03	74,56	25,44	1,06
12	18,28	3,51	75,70	24,3	1,34
14	17,02	2,28	75,45	24,55	1,27
15	18,65	1,75	76,15	23,85	2,14
16	18,09	2,91	75,32	24,68	1,99
18	21,26	2,54	74,84	25,16	1,18
19	20,66	2,13	74,84	25,16	1,67
20	20,28	4,28	74,16	25,84	1,58
Ort.	19,02±2,10	2,50±0,97	75,56±0,89	24,43±0,89	1,46±0,37
Erkek	Protein (%)	Yağ (%)	Nem (%)	K. madde (%)	Kül (%)
3	16,04	5,30	77,45	22,55	1,15
9	16,27	2,46	74,55	25,45	1,46
13	16,87	1,72	75,08	24,92	1,16
17	18,98	2,80	77,09	22,91	1,58
Ort.	17,04±1,34	3,07±1,55	76,04±1,44	23,95±1,44	1,34±0,21
G. Ort.	18,62±2,10	2,61±1,08	75,66±0,99	24,33±0,99	1,44±0,35

Çizelge 3.6. Balıkların besin kompozisyonlarına ait verilerin normallik testi sonuçları

	Protein	Yağ	Nem	K. madde	Kül
p	0,122	0,021	0,394	0,394	0,423
Skewness	0,293	1,170	0,292	-0,292	0,476
Kurtosis	-1,312	1,222	-1,070	-1,070	-0,593

*p<0,05

Çizelge 3.7. Balıkların besin değerlerinin cinsiyet değişkenine göre t testi sonuçları

Parametre	Cinsiyet	N	X	SD	F	p
Protein	D	16	19,0201	2,10827	2,550	,094
	E	4	17,0455	1,34106		
Yağ	D	16	2,5062	,97116	1,173	,365
	E	4	3,0720	1,55308		
Nem	D	16	75,5656	,89382	4,110	,408
	E	4	76,0425	1,44133		
Kuru Madde	D	16	24,4344	,89382	4,110	,408
	E	4	23,9575	1,44133		
Kül	D	16	1,4659	,37920	1,856	,554
	E	4	1,3454	,21585		

*p<0,05

Ortalama protein oranı dişi balıklarda %19,02±2,10, erkek balıklarda %17,04±1,34, genel olarak ise %18,62±2,10 olarak saptanmıştır. Balık örneklerinde görülen en düşük protein oranı %15,81, en yüksek protein oranı ise %22,36'dir. Protein oranının dişi ve erkek balıklar arasında anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmüştür (p=0,094) (Çizelge 3.6). Balıklarda protein oranının tam boy (p=0,041, r=0,460), ağırlık (p=0,025, r=0,499), gonad ağırlığı (p=0,004, r=0,608) ve gonadosomatik indeks (p=0,007, r=0,581) ile pozitif yönde anlamlı bir ilişkisinin olduğu görülmüştür (Çizelge 3.7).

Ortalama yağ oranı dişi balıklarda %2,50±0,97, erkek balıklarda %3,07±1,55, genel olarak ise %2,61±1,08 olarak saptanmıştır. Balık örneklerinde görülen en düşük yağ oranı %0,88, en yüksek yağ oranı ise %5,30'dur. Yağ oranının dişi ve erkek balıklarda anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmüştür (p=0,365) (Çizelge 3.6). Balıklarda yağ oranının biyolojik özelliklerden hiçbiri anlamlı bir ilişkisinin olmadığı görülmüştür (p>0,05) (Çizelge 3.7).

Ortalama nem oranı dişi balıklarda %75,56±0,89, erkek balıklarda %76,04±1,44, genel olarak ise %75,66±0,99 olarak saptanmıştır. Balık örneklerinde görülen en düşük nem oranı %74,55, en yüksek nem oranı ise %77,45'tir. Nem oranının dişi ve erkek balıklarda anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmüştür (p=0,408) (Çizelge 3.6). Balıklarda nem oranının tam boy (p=0,017, r=-0,526), çatal boy (p=0,012, r=-0,549) ve ağırlık (p=0,007, r=-0,579) ile negatif yönde anlamlı bir ilişkisinin olduğu görülmüştür (Çizelge 3.7).

Ortalama kuru madde oranı dişi balıklarda %24,43±0,89, erkek balıklarda %23,95±1,44, genel olarak ise %24,33±0,99 olarak saptanmıştır. Balık örneklerinde görülen en düşük kuru madde oranı %22,55, en yüksek kuru madde oranı ise %25,84'tür. Kuru madde oranının dişi ve erkek balıklarda anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmüştür (p=0,408) (Çizelge 3.6). Balıklarda kuru madde oranının tam boy (p=0,017, r=0,526), çatal boy (p=0,012, r=0,549) ve ağırlık (p=0,007, r=0,579) ile pozitif yönde anlamlı bir ilişkisinin olduğu görülmüştür (Çizelge 3.7).

Ortalama kül oranı dişi balıklarda %1,46±0,37, erkek balıklarda %1,34±0,21, genel olarak ise %1,44±0,35 olarak saptanmıştır. Balık örneklerinde görülen en düşük kül oranı %0,86, en yüksek kül oranı ise %2,14'tür. Kül oranının dişi ve erkek balıklarda anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmüştür (p=0,554) (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.8. Balıkların besin değerleri ile biyolojik özelliklerinin korelasyon analizinin sonuçları

		TB	ÇB	A	GA	KF	GSİ
Protein	R	,460*	,403	,499*	,608**	,244	,581**
	p	,041	,078	,025	,004	,300	,007
	N	20	20	20	20	20	20
Yağ	R	-,356	-,384	-,081	-,105	,382	-,145
	p	,123	,095	,733	,659	,096	,543
	N	20	20	20	20	20	20
Nem	R	-,526*	-,549*	-,579**	-,336	-,322	-,247
	p	,017	,012	,007	,147	,166	,294
	N	20	20	20	20	20	20
Kuru Madde	R	,526*	,549*	,579**	,336	,322	,247
	p	,017	,012	,007	,147	,166	,294
	N	20	20	20	20	20	20
Kül	R	,190	,329	,247	,007	,221	-,060
	p	,423	,157	,294	,978	,349	,802
	N	20	20	20	20	20	20

**0,01 düzeyinde anlamlı, *0,05 düzeyinde anlamlı

Balıkların kondisyon faktörleri ile protein, yağ, nem, kuru madde, kül oranları arasında anlamlı bir korelasyon ilişkisi bulunamamıştır (p>0,05). Balıkların gonadosomatik indeks

değerinin ise sadece protein oranı ile pozitif yönde anlamlı bir ilişkisi olduğu görülmüştür (p=0,07, r=0,581) (Çizelge 3.8).

Balıkların besin kompozisyonlarını etkileyen pek çok değişken vardır. Farklı bölgelerde yaşayan aynı tür balıkların besin kompozisyonları, sıcaklık, mevsim, üreme dönemi, ortamın besin stoku, ortamın kirliliği, balığın yaşı, cinsiyeti veya içinde bulunduğu yaşam koşulları gibi pek çok faktörle değişebilmektedir [145,146,188]. Balıklarda mevsimlere göre besin kompozisyonunun incelendiği çok sayıda çalışma mevcuttur [42,49,145,189–191]. Literatür geneline bakıldığında balıklarda genelde en yüksek protein oranının yaz aylarında, en yüksek yağ oranının ise sonbahar ve kış aylarında olduğu görülmektedir.

Literatürde *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un tüm besin değerlerinin incelendiği başka bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamız bu anlamda önem arz etmektedir. *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un kas dokusundaki total glikojen miktarı, yağ asidi bileşimi ve yağ oranı üzerine yapılan bazı çalışmalar ise aşağıda verilmiştir.

Kaya, Munzur Nehri'nde yetişen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) türü balıkların total yağ oranını ve yağ asidi bileşiminin mevsimlere göre değişimini incelemiştir. Çalışmada dişi ve erkek bireylerde kas dokusundaki yağ oranının yıl boyunca %1,15-%3,90 arasında değiştiğini ve özellikle sonbahar aylarıyla birlikte (kasım ayında ortalama yağ oranı dişi bireylerde %1,46±0,04, erkek bireylerde %2,14±0,10) yükselişe geçtiğini bildirilmiştir [192]. İron sazlığında yaşayan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) için kasım ayında yağ oranları dişi (%2,50±0,97) ve erkek (3,07±1,55) bireylerde literatür ile yakınlık gösterdiği gözlenmiştir. Benzer şekilde dişilerde yağ oranlarının erkeklere kıyasla daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Dağlı, Karakaya Baraj Gölü'nde yetişen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) türü balıkların kas dokusundaki glikojen miktarının kış mevsiminde en yüksek sonbahar mevsiminde ise en düşük seviyede olduğunu bildirmiştir. Çalışmada balıklarda karaciğer glikojen seviyesinin mevsimlere göre kas glikojenine benzer şekilde değişim gösterdiği bildirilmiştir. Öte yandan yağ oranının kış mevsiminde en yüksek seviyeye ulaştığı (%1,83), sonbahar mevsiminde ise en düşük seviyeye düştüğü (%1,40) belirtilmiştir [193]. Kaçar ve diğerleri kasım ayında *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un kas dokusundaki yağ oranını %0,92±0,23 şeklinde bildirmişlerdir. Çalışmada yağ oranının üreme döneminden sonra azaldığı vurgulanmıştır [52]. Bu çalışmalara göre İron sazlığında yetişen balıklarda ölçülen yağ oranlarına göre, üreme mevsiminin erken sonuçlanmış olabileceği ve mevsimsel değişime bağlı olarak sular soğudukça kas toplam yağ oranlarının daha da artabileceği ifade edilebilir. Bu türe ait benzer çalışmalarda kasım ayı GSİ değerleri incelendiğinde İron Sazlığı'nda yetişen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) türü balıkların GSİ değerlerinin kısmen daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuç da

üreme döneminin erken sonuçlandığını destekler niteliktedir. Bölgeler arasındaki biyolojik ve ekolojik farklılıklar bu değişimlerin nedeni olabilir.

Erdoğrul ve diğerleri Kahramanmaraş'taki bazı göl ve nehirlerden ocak-haziran ayları arasında toplanan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) türü balıkların kas dokularında ortalama yağ oranını %1,63 olarak bildirmiştir. Çalışmada ayrıca yaş ağırlıktaki yağ oranlarının bazı kirletici unsurlar ile önemli ölçüde ilişkili olduğu vurgulanmıştır [53].

Chondrostoma regium (Heckel, 1843) besin bileşenlerinin protein, yağ, kül, nem ve kuru madde olarak birlikte değerlendirildiği bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bununla birlikte besin bileşenlerinin tatlısu balıkları ile uyumlu olduğu gözlenmiştir (Çizelge 1.2).

3.3. Ağır Metal Bulguları ve Risk Analizi

Balık örneklerinde ağır metal analizleri 3 tekrarlı olacak şekilde yapılmış olup bulgular Çizelge 3.9'da verilmiştir. Ayrıca ağır metaller için BCF değerleri Çizelge 3.10'da verilmiştir. Balık örneklerine ait tahmin edilen günlük alım (EDI) ve hedef tehlike katsayısı (THQ) değerleri ise Çizelge 3.11'de verilmiştir. Balıkların ağır metal içeriklerine ait verilerin normallik testi sonuçları ise Çizelge 3.12'te verilmiştir.

Balıkların Fe, Zn ve Pb nin normallik varsayımını karşıladığı Cu, Ni, Mn, Cd ve Cr'nin normallik varsayımını karşılamadığı görülmüştür (Çizelge 3.12). Balıkların Fe, Zn ve Pb içeriklerine ait verilerin cinsiyet değişkenine göre farklılaşma düzeylerinin incelendiği bağımsız örneklem t testine ait sonuçlar Çizelge 3.13'te verilmiştir. Balıkların Cu, Ni, Mn, Cd ve Cr içeriklerine ait verilerin cinsiyet değişkenine göre farklılaşma düzeylerinin incelendiği Mann-Whitney U testine ait sonuçlar ise Çizelge 3.14'te verilmiştir.

Çizelge 3.9. Balık örneklerindeki ağır metal miktarları (mg/kg)

Dişi	Fe	Cu	Zn	Ni	Mn	Cd	Cr	Pb
1	73,59	-	26,25	-	5,70	-	0,46	1,32
2	37,21	1,34	38,46	-	0,48	0,09	0,48	1,63
4	66,48	3,24	30,18	-	47,50	0,09	1,11	2,03
5	-	-	-	-	-	-	0,60	1,90
6	74,79	2,18	18,64	-	2,39	-	0,62	1,87
7	12,88	1,44	25,13	-	4,95	-	0,63	1,62
8	20,09	-	35,57	-	4,51	0,09	0,67	2,21
10	7,77	-	27,55	-	39,66	-	2,11	2,00
11	77,45	-	15,84	-	6,50	0,09	0,66	2,45
12	58,94	-	22,69	-	6,73	-	0,67	2,21
14	16,82	-	21,25	-	1,05	-	1,73	1,73
15	9,78	-	25,57	-	2,52	-	0,73	1,89
16	33,15	-	24,02	-	9,02	0,10	0,65	2,17
18	12,21	-	23,62	-	2,03	0,08	0,53	1,59
19	51,98	-	23,33	-	1,44	0,09	0,54	1,53
20	12,90	-	15,27	-	0,72	-	0,54	2,00
Ortalama	35,38±27,54	2,05±0,87	23,33±8,76	-	9,01±14,33	0,09±0,00	0,79±0,46	1,88±0,29
Erkek	Fe	Cu	Zn	Ni	Mn	Cd	Cr	Pb
3	16,33	-	30,73	-	2,66	0,09	0,55	1,83
9	24,25	-	19,60	0,79	1,48	-	3,86	1,98
13	7,90	-	18,54	-	4,09	0,09	0,45	1,54
17	8,59	-	19,62	-	2,99	-	1,77	2,14
Ortalama	14,27±7,67	-	22,12±5,75	0,79	2,80±1,07	0,09	1,66±1,58	1,87±0,25
G. Ort.	32,79±25,78	2,05±0,87	24,31±6,21	0,79	7,71±12,91	0,09±0,00	0,97±0,83	1,88±0,25
TGK		20,00***	50,00***			0,05***		0,20***
EC						0,05***		0,20***
JECFA		0,5*	0,3**			0,007*		0,05*
EFSA	0,80**			0,0028**			0,30**	

*mg/kg/hafta **mg/kg/gün ***mg/kg

Çizelge 3.10. Balıkların bazı ağır metallerin BCF'leri

Dişi	Fe*	Cu	Zn	Ni	Mn	Cd*	Cr	Pb*
1	-	-	11319,53	-	17602,24	-	96,98	-
2	-	1540,22	16585,4	-	1483,85	-	99,47	-
4	-	3707,94	13016,47	-	146604,90	-	229,90	-
5	-	-	-	-	-	-	124,14	-
6	-	2502,86	8040,461	-	7394,54	-	129,31	-
7	-	1649,24	10838,78	-	15293,07	-	130,48	-
8	-	-	15341,49	-	13948,24	-	139,26	-
10	-	-	11882,52	-	122428,00	-	436,81	-
11	-	-	6834,43	-	20090,85	-	136,63	-
12	-	-	9785,38	-	20773,98	-	139,26	-
14	-	-	9163,43	-	3264,48	-	358,11	-
15	-	-	11030,16	-	7797,27	-	152,46	-
16	-	-	10358,66	-	27844,87	-	134,94	-
18	-	-	10189,01	-	6282,09	-	109,86	-
19	-	-	10061,81	-	4448,89	-	111,84	-
20	-	-	6585,91	-	2244,67	-	112,86	-
Ortalama		2350,07±1002,36	10735,56±2756,32	-	27833,46±44241,65	-	165,14±96,68	-
Erkek	Fe*	Cu	Zn	Ni	Mn	Cd*	Cr	Pb*
3	-	-	13253,10	-	8211,57	-	113,89	-
9	-	-	8453,62	616,40	4583,79	-	798,96	-
13	-	-	7997,17	-	12626,26	-	94,050	-
17	-	-	8463,20	-	9230,41	-	367,41	-
Ortalama		-	9541,77±2483,75	616,40	8663,01±3310,24	-	343,58±328,10	-
G. Ort.		2350,07±1002,36	10484,24±2680,90	616,40	23797,58±39858,04	-	200,83±172,45	-

*İşaretili metaller su örneklerinde tespit edilemediğinden dolayı BCF değeri hesaplanamamıştır.

Çizelge 3.11. Balık örneklerine ait EDI ve THQ değerleri

	Fe	Cu	Zn	Ni	Mn	Cd	Cr	Pb
EDI (µg/gün)	2820,35	176,53	2090,56	68,10	662,97	8,08	83,40	162,08
THQ	0,0110	0,0120	0,0190	0,0092	0,0128	0,0031	-	0,1264

Hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgularda çalışılan ağır metallerin tamamında TQH değerinin 1'in altında olduğu görülmektedir. TTHQ değeri her bir THQ değerinin toplamından elde edilmiş olup çalışılan ağır metaller için 0,1935 olarak bulunmuştur. USEPA tarafından Cr için belirtilmiş bir oral referans doz bulunmadığından dolayı Cr için TQH değeri hesaplanamamıştır.

Balık örneklerinde ağır metal bulguları ulusal ve uluslararası kabul edilebilir limitler ile karşılaştırılmıştır. Türk Gıda Kodeksi "Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkındaki Tebliğ"inde balık etinde maksimum seviyeler; Cu için 20 mg/kg, Zn için 50 mg/kg, Cd için 0,05 mg/kg, Pb için 0,20 mg/kg şeklinde (Çizelge 3.9) bildirilmekte olup tebliğde çalışmada araştırılan diğer ağır metaller için herhangi bir limit bilgisi verilmemiştir [194]. Bu veriler ışığında balık örneklerinde ortalama Cd değerinin (0,09±0,00 mg/kg) ve ortalama Pb değerinin (1,88±0,28 mg/kg) belirlenen limitlerin üstünde olduğu görülmektedir. EC (Avrupa Komisyonu)'nin "Gıda Maddelerindeki Belirli Kirleticiler İçin Maksimum Seviyelerin Ayarlanması" isimli direktifinde balık etinde maksimum seviyeler Pb için 0,20 mg/kg ve Cd için 0,05 mg/kg şeklinde belirtilmiştir (Çizelge 3.9) [195]. Bu direktife göre yine balık örneklerindeki ortalama Pb ve Cd değerlerinin kabul edilebilir maksimum limitlerin üzerinde olduğu görülmektedir. Benzer şekilde; İron Sazlığı bünyesinde bulunan Budaklı Kaplıcası'nın jeokimyasal özelliklerinin incelendiği çalışmada [158] kaplıca suyunda Pb miktarlarının kabul edilebilir limitlerin üzerinde olduğu bildirilmiştir. Bu durum zeminin volkanik yapısıyla açıklanmıştır. Öte yandan araştırma bölgesinde ağır metal kirliliğine neden olabilecek endüstriyel faaliyetlerin veya suni etkilerin söz konusu olmadığı bildirilmektedir [158]. Volkanik bir arazi yapısına sahip olan bölgede bu birikimin jeolojik yapının bir sonucu olabileceği bildirilmiştir.

JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) tarafından belirtilen bazı ağır metallere ait tolere edilebilir alım düzeyleri şöyledir; Pb için 0,05 mg/kg/hafta, Cd için 0,007 mg/kg/hafta, Cu için 0,50 mg/kg/hafta, Zn için 0,30 mg/kg/gün (Çizelge 3.9) [196,197]. Bu veriler ışığında, tahmin edilen günlük alım (EDI) değerleri (Çizelge 3.11) baz alınıp haftada 2 gün balık tükettiği ve ortalama 72,8 kg ağırlığında olduğu varsayılan bireyler için balıklardaki

ortalama Pb ve Cd konsantrasyonunun tolere edilebilir limitlerin üzerinde olduğu görülmektedir. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) verilerine göre Fe, Ni, Cr ağır metallerinin tolere edilebilir alım düzeyleri sırasıyla; 0,80 mg/kg/gün, 0,0028 mg/kg/gün, 0,30 mg/kg/gün şeklinde bildirilmektedir (Çizelge 3.9) [176]. Balıklarda Ni örneklem içerisinde tek bir bireyde ölçülebilmıştır, bu yüzden değerlendirilmeye alınmamıştır. Bu verilere göre balıklardaki ağır metal konsantrasyonlarının tolere edilebilir olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.12. Balıkların ağır metal içeriklerine ait verilerin normallik testi sonuçları

	Fe	Cu	Zn	Ni	Mn	Cd	Cr	Pb
p	0,005	0,000	0,199	0,000	0,000	0,000	0,000	0,924
Skewness	0,752	2,242	-0,754	4,472	2,760	0,240	2,591	-0,044
Kurtosis	-1,025	4,445	2,708	20,00	6,813	-2,131	7,343	-0,456

*p<0,05

Balıklarda metaller için hesaplanabilen BCF değerleri incelendiğinde en yüksek ortalama biyobirikimin Mn için (23797,58±39858,04), en düşük ortalama biyobirikimin ise Cr için (200,83±172,45) gerçekleştiği görülmektedir (Çizelge 3.10). Fe, Cd ve Pb ağır metalleri su ortamında ölçülebilir limitlerin altında olduğundan, tespit edilememiş ve dolayısıyla BCF değerleri hesaplanamamıştır. Avrupa Birliği (AB) tarafından yayımlanan REACH (Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması Hakkında Direktif) Tüzüğü'nde sucul canlılarda BCF değerinin 2000'den yüksek olması durumunda canlının ilgili maddeye karşı biyoakümülyasyon kriterini sağladığı belirtilmektedir. Ayrıca BCF değerinin 5000'den yüksek olması durumunda canlının ilgili maddeye karşı "çok biyoakümülyatif" olduğu şeklinde tanımlanmıştır [198].

Bu çalışmada BCF değerleri incelendiğinde, İron Sazlığı'nda yetişen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) türü balıkların ortamdaki Cu, Zn, Mn için biyoakümülyasyon gösterdiği, Zn ve Mn için çok biyoakümülyatif olduğu görülmektedir. Diğer yandan balıkların yaşadıkları su ortamında tespit edilemeyen Fe, Cd, Pb ağır metallerini bünyelerinde barındırmaları dikkat çekicidir. Budaklı kaplıcası sıcak su kaynaklarında Pb tespit edilirken sazlığın diğer kısımlarında Pb ölçülememiştir [158]. Çalışmada ölçülebilir limit yüksek alınmış olabilir, bununla birlikte sıcak suda olup diğer yerlerde ölçülememesi volkanik kaynaklı olduğunu kanıtlar niteliktedir. Yerin altından çıkarken ölçülebilir düzeylerde olup sonrasında su tablası içinde akarsu sisteminin etkisi ile seyreliyor olabilir. Suda tespit edilemeyip, balık bitki dokularında ölçülmüş olmaları [159] sucul sistemde var olduğunu ve birikme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Balıkların bu

ağır metallere karşı da çok biyoakümülatif olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca balıklardaki BCF değerleri ile hiçbir biyolojik özellik arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$).

THQ ve TTHQ değerleri incelendiğinde, TQH değerlerinin çalışılan hiçbir ağır metal için 1'in üstünde çıkmamasından ve TTHQ değerinin de 1'in altında çıkmasından dolayı bu balıkların hesaplamalara göre sağlık açısından risk oluşturmadığı görülmektedir [175]. Her ne kadar hesaplamalara göre risk teşkil etmediği görülse de biyolojik yarılanma ömrünün oldukça uzun olduğu ağır metallere uzun vadede ağır metallere maruz kalmak ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir.

Çizelge 3.13. Balıkların Fe, Zn, Pb içeriklerinin cinsiyet değişkenine göre t testi sonuçları

Parametre	Cinsiyet	N	X	SD	F	p
Fe	D	16	35,3814	27,54903	8,862	,016*
	E	4	14,2737	7,67300		
Zn	D	16	23,3398	8,76758	,199	,798
	E	4	22,1274	5,75983		
Pb	D	16	1,8873	,29947	,283	,953
	E	4	1,8775	,25601		

* $p<0,05$

Çizelge 3.14. Balıkların Cu, Ni, Mn, Cd, Cr içeriklerinin cinsiyet değişkenine göre Mann-Whitney U testi sonuçları

	Cu	Ni	Mn	Cd	Cr
Mann-Whitney U	24,000	24,000	29,000	31,000	28,000
Wilcoxon W	34,000	160,000	39,000	41,000	164,000
Z	-1,081	-2,000	-,283	-,103	-,378
p	,280	,046*	,777	,918	,705

* $p<0,05$

Balık örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları dişi ve erkek bireyler arasında karşılaştırıldığında Fe ($p=0,016$) konsantrasyonunun dişi ve erkek bireylerde anlamlı şekilde farklılaştığı görülmüştür (Çizelge 3.13, Çizelge 3.14). Dişi balıklarda Fe konsantrasyonu erkek balıklara göre anlamlı şekilde fazladır. Bu durum, dişi ve erkekler arasındaki metabolik ve gelişimsel farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir. Zira organizmada biriken ağır metallerin

çevresel faktörlerin yanı sıra balığın cinsiyeti, boyu, ağırlığı ve yaşı ile yakından ilişkili olduğu bilinmektedir [199].

Balıklarda kondisyon faktörü ve gonadosomatik indeks değerlerinin Fe, Zn, Pb ağır metalleri ile arasındaki anlamlılık ilişkisi pearson korelasyonu analizi ile, Cu, Ni, Mn, Cd, Cr ağır metalleri ile arasındaki anlamlılık ilişkisi spearman korelasyonu analizi ile test edilmiştir. Bu test sonuçlarına ait veriler Çizelge 3.15'te verilmiştir.

Çizelge 3.15. Balıklarda ağır metal içeriklerinin ile kondisyon faktörü ve gonadosomatik indeks verileri arasındaki korelasyon analizinin sonuçları

		Fe	Cu	Zn	Ni	Mn	Cd	Cr	Pb
Kondisyon Faktörü	R	,221	-,175	-,101	-,140	,087	,259	-,368	-,084
	p	,349	,459	,672	,557	,716	,270	,111	,725
	N	20	20	20	20	20	20	20	20
Gonadosomatik İndeks	R	,315	,212	,123	-,378	,426	,333	-,055	,126
	p	,176	,370	,605	,100	,061	,151	,818	,597
	N	20	20	20	20	20	20	20	20

*p<0,05

Balıklarda kondisyon faktörü ile herhangi bir ağır metal konsantrasyonu arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (p>0,05). Benzer şekilde balıklarda gonadosomatik indeks değeri ile herhangi bir ağır metal konsantrasyonu arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (p>0,05) (Çizelge 3.15).

4. SONUÇ

Bu çalışmada İron Sazlığı'nda yetişen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) türü balıkların biyolojik özellikleri, besin kompozisyonları ve ağır metal içerikleri incelenmiştir. Bunlara bağlı olarak tüketimin insan sağlığı açısından risk ve faydaları değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgularda balıklarda ortalama total boy $24,01 \pm 1,02$ cm, ortalama ağırlık $124,91 \pm 19,61$ g, ortalama kondisyon faktörü $0,89 \pm 0,06$, ortalama gonadosomatik indeks değeri $6,31 \pm 3,40$ bulunmuştur. Yapılan analizlerde balıkların genelinin pozitif yönde allometrik büyüme gösterdiği saptanmıştır. Bulgularımız başka bölgelerde yetişen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) türü balıklar üzerinde yapılan çalışmaların verileri ile genel olarak uyumlu görülmektedir. Uzun süreli analizler ile farklı yaş ve mevsimler ile değişimlerinin izlenmesi ekosistem ve canlı sağlığının sürdürülebilir korunmasında etkili planların oluşturulmasında faydalı olabilir.

Balıklarda ortalama protein oranı $\%18,62 \pm 2,10$, ortalama yağ oranı $\%2,61 \pm 1,08$, ortalama nem oranı $\%75,66 \pm 0,99$ bulunmuştur. Literatürde *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un tüm besin değerlerinin incelendiği başka bir çalışma bulunmamaktadır. Fakat yağ ve kas glikojen oranlarının mevsimlere göre değişiminin incelendiği bazı çalışmalar mevcuttur. Bulgularımız başka bölgelerde yetişen *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) türü balıklar ile genel olarak uyumlu görülmüştür. Fakat yağ oranının sonbahar mevsimine göre kısmen daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bölgenin yüksek rakımından dolayı suların daha erken soğuması ile diğer bölgelerdeki balıklardan daha erken yağ tutmaya başlıyor olabilirler. Ayrıca GSI ile birlikte değerlendirildiğinde üreme dönemini erken sonlandırdıkları bu durum ile ilişkilendirilebilir. Daha detaylı çalışmalar ile İron Sazlığı'nda yaşayan balıkların üreme döngüleri ve biyolojik farklılıkları değerlendirilmelidir.

Balık örneklerindeki ağır metal içerikleri ulusal ve uluslararası kabul edilebilir limit değerlerle karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmada TGK limitlerine göre balık örneklerinde yalnızca Cd ve Pb konsantrasyonunun kabul edilebilir limitlerin üstünde olduğu, benzer şekilde EC limitlerine göre de yalnızca Cd ve Pb konsantrasyonunun kabul edilebilir limitlerin üstünde olduğu saptanmıştır. Bölgede bu duruma neden olacak suni bir etki bulunmamaktadır. Bu sebeple bu durumun bölgenin volkanik arazi yapısından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Yüksek birikme eğiliminde olan toksik metallerin gerek sazlık içerisinde su ve sedimentte ve gerekse flora ve faunada düzenli izlenmeleri, sazlık biyokütlesinden beslenen insanların sağlıklarının uzun vadeli korunmasında oldukça önemlidir.

JECFA'nın bildirdiği tolere edilebilir alım limitlerine göre, tahmin edilen günlük alım (EDI) verileri baz alınıp haftada 2 gün balık tükettiği ve ortalama 72.8 kg ağırlığında olduğu varsayılan bireyler için Pb ve Cd konsantrasyonu açısından tolere edilebilir limitlerin üzerinde olduğu görülmüştür. Diğer yandan EFSA'nın bildirdiği tolere edilebilir alım düzeylerine kabul edilebilir limitler içerisinde olduğu görülmüştür. Balıklarda hesaplanabilen BCF değerleri incelendiğinde REACH Tüzüğü'ne göre balıkların su ortamındaki Cu, Zn, Mn ağır metalleri için biyoakümülyasyon gösterdiği, Zn ve Mn için ise çok biyoakümülyatif olduğu görülmüştür. Ayrıca balıkların, su ortamında tespit edilemeyen Fe, Cd, Pb ağır metalleri yüksek oranda biriktirdikleri için çok biyoakümülyatif olabilecekleri düşünülmüştür. Balıklarda THQ değerlerinin 1'in altında olması teorikte bu balıkların tüketiminin insan sağlığı açısından risk oluşturmadığı anlamına gelse de biyolojik yarılanma ömrü oldukça uzun olan ağır metallere uzun vadede maruz kalmak sağlık üzerinde ciddi sorunlara neden olabilmektedir.

İron Sazlığı, RAMSAR sözleşmesi açısından önemli sulak alanlardan biridir. İçerisinde yaşayan on farklı balık türü ile bölge halkının balık tüketiminde önemli bir kaynaktır. Bunlardan biri olan karaburun balığı besin bileşenleri açısından oldukça kaliteli ve ekonomik açıdan önemli bir türdür. Bu çalışmanın çıktıları göz önüne alındığında ekosistemin sağlığı ve sürdürülebilir besin kaynağının ve türlerin devamlılığının sağlanabilmesi için etkili su yönetim planlarının ve balıkçılık stratejilerinin geliştirilmesi son derece önemlidir. Öte yandan bölge halkının gıda güvenliğinin sağlanabilmesi için bölgenin volkanik arazi yapısında olmasından dolayı sahip olduğu potansiyel ağır metal kirliliği tehdidine karşı bölgede başta Cd ve Pb olmak üzere düzenli olarak ağır metal izlemelerinin yapılması önerilmektedir.

5. KAYNAKÇA

- [1] FAO, 2019. Dünyada Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Durumu. Erişim Adresi: <http://www.fao.org/3/CA0191TR/ca0191tr.pdf> (Erişim Tarihi: 09, 13, 2019)
- [2] Karabulut HA, Yandı İ, 2006. Su Ürünlerindeki Omega-3 Yağ Asitlerinin Önemi ve Sağlık Üzerine Etkisi. *EU Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23 (3): 339–342.
- [3] Sandor Z, Papp ZG, Csengeri I, Jeney Z, 2011. Fish Meat Quality and Safety. *Tehnologija Mesa*, 52 (1): 97–105.
- [4] Ergun H, Tanyel B, Çamaş H, 1992. Van Gölü İnci Kefali Balık Etlerinde Yağ Asitleri Düzeyleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 3 (1–2): 165–174.
- [5] Yeltekin AÇ, 2012. Alabalıklarda (*Oncorhynchus mykiss*) Yağ Asiti ve Önemi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17 (2): 118–123.
- [6] Sarıca Ş, 2003. Omega-3 Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri ve Tavuk Etinin Omega-3 Yağ Asitlerince Zenginleştirilmesi. *Hayvansal Üretim*, 44 (2): 1–9.
- [7] Barbaros B, Kabaran S, 2014. Akdeniz Diyeti ve Sağlığı Koruyucu Etkileri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 42 (2): 140–147.
- [8] Turan H, Erkoyuncu İ, Kocatepe D, 2013. Omega-3, Omega-6, Yağ Asitleri ve Balık. *Yunus Araştırma Bülteni*, 2: 35–40.
- [9] Alak G, Kocaman EM, 2008. Sağlıklı Beslenmede Su Ürünlerinin Yeri. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*. Erzurum. s: 595-598.
- [10] Kayhan FE, Yön ND, 2009. Bazı Ağır Metallerin Sucul Organizmalar Üzerinde Yarattığı Stres ve Biyolojik Yanıtlar. *Journal of Fisheries Sciences*, 3 (2): 153–162.
- [11] Yılmaz S, Yazıcıoğlu O, Yılmaz M, Polat N, 2010. Hirfanlı Baraj Gölü’nde Yaşayan *Cyprinus carpio* L., 1758 ve *Tinca tinca* (L., 1758)’nın Boy-Ağırlık ve Boy-Boy İlişkileri ile Mevsimsel Kondisyon Faktörleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 5 (2): 154–162.
- [12] Cengiz Ö, Paruğ ŞŞ, Kızılkaya B, 2019. Saros Körfezi’ndeki (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) Kupes Balığının (*Boops boops* Linnaeus, 1758) Üreme Zamanı ve Ağırlık-Boy İlişkisinin Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22 (4): 577–582.
- [13] Murat F, 2015. Gelingüllü Barajındaki *Cyprinus carpio*, *Leuciscus cephalus* ve *Pagellus erythrinus* Balık Türlerindeki Bazı Ağır Metal Cd, Pb, Cu, Zn) Seviyelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çorum.

- [14] Bekmezci HD, 2010. Aşağı Seyhan Ovası Drenaj Sistemlerindeki Kirlilik Etmenlerinin *Clarias gariepinus*'da Toksik Etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [15] Eken G, Bozdoğan M, İsfendiyaroğlu S, Kılıç DT, Lise Y, 2006. Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları. Doğa Derneği. Ankara.
- [16] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Su Kalitesi Yönetimi Hizmet İçi Eğitimi. Erişim Adresi: https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Su_Kalitesi_HIE_Haber_2019/Sulak_Alanlar_ve_Onemi.pdf (Erişim Tarihi: 09, 26, 2019)
- [17] Çetin E, Güher H, Gaygusuz ÇG, 2016. Altinyazı Baraj Gölü'nde (Edirne-Türkiye) Yaşayan Bazı Balık Türlerinde Ağır Metal Birikimlerinin İncelenmesi. Turkish Journal of Aquatic Sciences, 31 (1): 1–14.
- [18] Sönmez AY, Kadak AE, Özdemir RC, Bilen S, 2016. Kastamonu Kıyılarından Yakalanan Bazı Ekonomik Balık Türlerinde Ağır Metal Birikiminin Tespiti. Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 31 (2): 84–90.
- [19] Cicik B, 2003. Bakır-Çinko Etkileşiminin Sazan (*Cyprinus carpio* L.)'nin Karaciğer, Solungaç ve Kas Dokularındaki Metal Birikimi Üzerine Etkileri. Ekoloji Çevre Dergisi, 12 (48): 32–36.
- [20] Turan H, Kaya Y, 2006. Balık Etinin Besin Değeri ve İnsan Sağlığındaki Yeri. Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 23 (1–3): 505–508.
- [21] Altun T, Usta F, Çelik F, Danabaş D, 2004. Su Ürünlerinin İnsan Sağlığına Yararları. Türk Sucul Yaşam Dergisi, 2 (3): 11–18.
- [22] Atar HH, Alçıçek Z, 2009. Su Ürünleri Tüketimi ve Sağlık. TAF Preventive Medicine Bulletin, 8 (3): 173–176.
- [23] Baysal A, Aksoy M, Besler TH, Bozkurt N, Keçecioğlu S, Mercanlıgil SM, Merdol TK, Pekcan G, Yıldız E, 2013. Diyet El Kitabı. Hatipoğlu Yayınları. Ankara.
- [24] Arslan P, 2013. Tavuk Etinin Sağlıklı Beslenme İçin Önemi. 88-91, Piliç Eti Sektör Raporu Kitabı. Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkçılar Birliği Yayınları. Ankara.
- [25] Balık İ, Yardımcı C, Turhan O, 2013. Ordu İli Fatsa ve Aybastı İlçelerinde Balık Tüketim Alışkanlıklarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3 (2): 18–28.
- [26] Doğan G, Ertan ÖO, İzci L, Bilgin Ş, 2017. Türkiye Denizlerinde Avlanan Barbun Balıklarının Besinsel İçerik Yönünden Karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 13 (2): 220–230.

- [27] Öksüz A, Alkan BŞ, Taşkın H, Ayrancı M, 2018. Yaşam Boyu Sağlıklı ve Dengeli Beslenme İçin Balık Tüketiminin Önemi. *Food and Health*, 4 (1): 43–62.
- [28] Eseceli H, Değirmencioğlu A, Kahraman R, Üniv B, Bandırma MYO, Bandırma EEP, 2006. Omega Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı Yönünden Önemi. Türkiye 9.Gıda Kongresi. Bolu. s: 403-406.
- [29] Fidanbaş ZUC, Bilgin Ş, Ertan ÖO, 2015. Bazı Deniz Balıklarının Aminoasit-Yağ Asiti İçerikleri ve Beslenme Açısından Önemi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 11 (2): 45–59.
- [30] Bıyıklı AE, Şanlıer N, 2014. Alzheimer Hastalığı ve Beslenme. *Genel Tıp Dergisi*, 24 (Ek 2): 62–65.
- [31] Çevik BA, Pirinççi E, 2017. Beslenme ve Kansere. *Fırat Tıp Dergisi*, 22 (1): 1–7.
- [32] Kaya Y, Duyar HA, Erdem ME, 2004. Balık Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı İçin Önemi. *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21 (3–4): 365–370.
- [33] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2018. Su Ürünleri. Erişim Adresi: <http://tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do;jsessionid=GcQNdxLKCZfwQNjXH7DjshPcDZchmwxRLwLP17TyhmY29K4VHMY51-69145259?id=30697> (Erişim Tarihi: 09, 05, 2019)
- [34] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2019. Su Ürünleri. Erişim Adresi: <http://tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=33734> (Erişim Tarihi: 06, 28, 2020)
- [35] FAO, 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture. Erişim Adresi: <http://www.fao.org/3/ca9231en/CA9231EN.pdf> (Erişim Tarihi: 06, 28, 2020)
- [36] Korkmaz AŞ, Kırkağaç M, 2008. Tatlı Suda Beton Havuzlarda ve Denizde Ağ Kafeslerde Yetiştirilen Gökkuşluğu Alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) Et Verimi, Vücut Kompozisyonu ve Enerji Kapsamı. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14 (4): 409–413.
- [37] Dikel S, Çelik M, 1998. Aşağı Seyhan Havzası'nda Yakalanan Tatlı Su Çipurası'nın (*Tilapia ssp.*) Yenilebilir ve Yenilemez Bölümlerinin Ağırlık Oranları ile Bazı Besin Öğelerinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 22: 517–520.
- [38] Şengör GF, Çelik U, Akkuş S, 2000. Buzdolabı Koşullarında Depolanan İstavrit Balığı (*Trachurus trachurus*, L. 1758)'nin Tazeliğinin ve Kimyasal Bileşiminin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24: 187–193.
- [39] İzci L, Ertan ÖO, 2004. Dumanlama İşlemi Uygulanmış Kadife Balığı (*Tinca tinca* L., 1758)'nin Et Verimi ve Besin Bileşimindeki Değişimler. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28 (6): 1037–1041.

- [40] Kocatepe D, 2010. Farklı Modifiye Atmosfer Koşullarında Paketlenen ve Buzdolabı Sıcaklığında Depolanan Levrek Balığının (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus 1758) Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Yönden İncelenmesi. Doktora Tezi, Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop.
- [41] Erdilal R, Ünlüsayın M, Gülyavuz H, 2007. Mürekkep Balığı (*Sepia officinalis* L., 1758)'nda Eşeyssel Olgunluk Safhalarına Göre Et Verimi ve Su Oranında Oluşan Değişimler. Su Ürünleri Dergisi, 24 (3): 247–251.
- [42] Bozkurt Y, Bekcan S, Çakıroğulları GÇ, 2006. İnci Balığının (*Alburnus orontis*, Sauvage 1882) et Kompozisyonu ve Mevsimsel Değişimi. Tarım Bilimleri Dergisi, 12 (1): 70–73.
- [43] Samsun S, Erdem ME, Samsun N, 2006. Mezgit (*Gadus melangus euxinus*, Nordmann, 1840) Balığının Et Verimi ve Kimyasal Kompozisyonunun Belirlenmesi. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18 (2): 165–170.
- [44] Otitologbon SA, Agbaji EB, Peters OA, Oniye SJ, 1997. Proximate and Mineral Composition of Three Nigerian Freshwater Fishes. Journal of the Science of Food and Agriculture, 75 (3): 312–314.
- [45] Bağcı E, Can E, 2015. Tatlı Su Balıklarında Yağ Asitleri, Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitaminler. Bilim ve Gençlik Dergisi, 3 (1): 90–109.
- [46] Konukoğlu D, 2008. Omega-3 ve Omega-6 Yağ Asitlerinin Özellikleri, Etkileri ve Kardiyovasküler Hastalıklar ile İlişkiler. Türkiye Aile Hekimliği Dergisi, 12 (3): 121–129.
- [47] Mısır GB, 2014. Balıklarda Lipitler, Yağ Asitleri ve Bunların Bazı Önemli Metabolik Fonksiyonları. Yunus Araştırma Bülteni, 1: 51–61.
- [48] Bang HO, Dyerberg J, 1972. Plasma Lipids and Lipoproteins in Greenlandic West Coast Eskimos. Acta Medica Scandinavica, 192 (1–6): 85–94.
- [49] Çağlak E, Karşı B, 2013. Beyşehir Gölü Sudak (*Sander lucioperca*, Linnaeus, 1758) Balıklarının Mevsimsel Et Verimi ve Kimyasal Kompozisyonu. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 9 (1): 1–8.
- [50] Zencir Ö, Korkmaz AŞ, 2004. Beyşehir Gölü Kadife Balıklarının (*Tinca tinca* L., 1758) Et Verimi ve Vücut Kompozisyonu. Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (4): 474–480.
- [51] Özpolat E, Çoban ÖE, 2012. Kara Balık (*Capoeta trutta*, Heckel, 1843) ve Sarı Balığın (*Capoeta umbla*, Heckel, 1843) Köfte Olarak Değerlendirilmesi ve Kalite Kriterleri Üzerine Farklı Muhafaza Sıcaklıklarının Etkisi. Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 29 (3): 127–131.
- [52] Kaçar S, Başhan M, Oymak SA, 2018. *Chondrostoma regium*'un Kas ve Gonad Dokusu Total Lipit, Fosfolipit ve Triaçilgiserol Yağ Asidi Kompozisyonu. Kahramanmaraş Sütçü

- İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21 (1): 20–25.
- [53] Erdogrul O, Covaci A, Schepens P, 2005. Levels of Organochlorine Pesticides, Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Diphenyl Ethers in Fish Species From Kahramanmaraş, Turkey. *Environment International*, 31: 703–711.
- [54] Kurtcu N, 2006. Öğretmenlerin A Vitaminine İlişkin Bilgi ve Davranışları. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [55] Çivi S, Akman M, 1987. A Vitamini Eksikliği ve Korunma. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 16 (1): 93–100.
- [56] Geldiay R, Balık S, 2009. Türkiye Tatlısu Balıkları. Ege Üniversitesi Basımevi. İzmir.
- [57] Baysal A, 2014. D Vitamini ve Sağlığımız. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 42 (2): 89–90.
- [58] Bilici ME, 2016. 10-18 Yaş Arası D Vitamini Eksikliği Olan Obez Adolesanlarda 2000 IU/Gün D Vitamini Tedavisinin İnsülin Direnci ve Kardiyovasküler Risk Parametreleri Üzerine Etkisi. Uzmanlık Tezi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara.
- [59] Fidan F, Alkan BM, Tosun A, 2014. Çağın Pandemisi: D Vitamini Eksikliği ve Yetersizliği. *Türk Osteoporoz Dergisi*, 20: 71–74.
- [60] Gümüş E, Boylu U, 2005. Üriner Diversiyonların Komplikeasyonları ve Tedavisi. *Üroonkoloji Bülteni*, 4: 11–15.
- [61] Seyhan O, 2014. Farede (*Mus musculus*) Omethoate Toksikitesine Karşı B Vitamininin İyileştirici Etkilerinin Histopatolojik Olarak Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- [62] Bingöl G, 1977. Vitaminler ve Enzimler. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı Serisi. Ankara.
- [63] Turhan H, 2008. İstanbul İlinde Vitamin Kullanım Alışkanlıkları ve Bu Alışkanlıkları Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- [64] Ökten B, 2007. İthal Edilen Ton Balıklarının Histamin, Ağır Metal İçerikleri ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- [65] Coşkun FB, 2012. Zenginleştirilmiş Kahvaltılık Tahıl Ürünlerinde Depolama Süresinin Bazı B Vitaminleri İçerikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [66] Demiroğlu EG, 2011. Fare (*Mus musculus*)'nin Karaciğer ve Böbrek Dokularında Chlorpyrifos Toksikitesine Karşı B Vitaminleri Kompleksinin (B1, B6, B12) Koruyucu

- Etkisinin Histopatolojik Yöntemlerle Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- [67] Boyacı BB, 2008. Zenginleştirilmiş Unlardan Farklı Koşullarda Üretilen Ekmeklerin Bazı B Vitamini İçeriklerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [68] Barut İ, 2016. Niasin (B3) Vitamininin Yağ Grefti Sağ Kalımı Üzerine Etkisi. Uzmanlık Tezi, Gazi Üniversitesi, Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Anabilim Dalı, Ankara.
- [69] Reinhard T, 1998. The Vitamin Sourcebook. NTC Contemporary Publishing Group. Los Angeles.
- [70] Sesli E, 2015. B12 Vitamini Eksikliği Olan Çocukların Değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Isparta.
- [71] Toppe J, Albrektsen S, Hope B, Aksnes A, 2007. Chemical Composition, Mineral Content and Amino Acid and Lipid Profiles in Bones From Various Fish Species. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 146 (3): 395–401.
- [72] Delice HR, 2016. Giresun İlinde Tüketilen Bazı Balık Türlerinde Protein, Yağ, Nem, Kül ve Ağır Metal Analizleri. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- [73] Samur G, 2008. Vitaminler, Mineraller ve Sağlığımız. Klasmat Matbaacılık. Ankara.
- [74] Ersoysal Y, 2018. Kuzeydoğu Akdeniz’de Avlanılan Bazı Balık Türlerinde Ağır Metal Düzeylerinin İnsan Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- [75] Vatansev H, 2013. Vitamin ve Mineral Takviyeleri. Uluslararası 2. Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi. Konya. s: 296-311.
- [76] Kalay M, Dönmez AE, Koyuncu CE, 2003. *Tilapia nilotica* (L., 1758)’nın Solungaç ve Karaciğer Dokularındaki Mangan, Demir ve Çinko Düzeyleri Üzerine Bakırın Etkisi. *Ekoloji*, 13 (49): 1–5.
- [77] Sağlamtimur B, Cicik B, 2004. Kısa Süreli Bakır-Kadmiyum Etkileşiminde Tatlısu Çıpurası (*Oreochromis niloticus* L. 1758)’nın Karaciğer, Böbrek, Solungaç ve Kas Dokularındaki Kadmiyum Birikimi. *Ekoloji*, 14 (53): 33–38.
- [78] Yıldırım M, 2019. Sirotik Karaciğer Hastalarında Bazı Eser ve Ağır Metal (Çinko, Bakır, Magnezyum, Mangan, Demir, Kurşun ve Kadmiyum) Düzeylerin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- [79] Resmi Gazete, 1997. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Erişim Adresi:

https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/23172_1.pdf (Erişim Tarihi: 08, 26, 2019)

- [80] Onurlubaş E, 2015. Tüketicilerin Gıda Güvenliği Konusunda Bilinç Düzeylerinin Ölçülmesi: Tokat İli Örneği. Doktora Tezi, Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [81] Topuzoğlu A, Hıdıroğlu S, Ay P, Önsüz F, İkışık H, 2007. Tüketicilerin Gıda Ürünleri İle İlgili Bilgi Düzeyleri ve Sağlık Risklerine Karşı Tutumları. Türk Silahlı Kuvvetleri Koruyucu Hekimlik Bülteni, 6 (4): 253–258.
- [82] Kocatepe D, Tiril A, 2015. Sağlıklı Beslenme ve Geleneksel Gıdalar. Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 3 (1): 55–63.
- [83] Özkaya FD, Cömert M, 2008. Gıda Zehirlenmelerinde Etken Faktörler. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 65 (3): 149–158.
- [84] Giray H, Soysal A, 2007. Türkiye’de Gıda Güvenliği ve Mevzuatı. Türk Silahlı Kuvvetleri Koruyucu Hekimlik Bülteni, 6 (6): 485–490.
- [85] Koç G, Uzmay A, 2016. Gıda Güvencesi ve Gıda Güvenliği: Kavramsal Çerçeve, Gelişmeler ve Türkiye. Tarım Ekonomisi Dergisi, 21 (1): 39–48.
- [86] Koçak N, 2007. ISO 22000: Gıda Güvenliği Yönetim Sistemleri Uygulama Sürecinde Temel Adımlar. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9 (4): 135–159.
- [87] Suna S, Sinir GÖ, Anlar D, 2013. Bal Üretim Prosesinde HACCP Uygulaması. Arıcılık Araştırma Dergisi, 5 (10): 17–21.
- [88] Tayar M, Kılıç V, 2014. Gıda Endüstrisinde Hijyen ve Sanitasyon. Dora Yayıncılık. Bursa.
- [89] Buzbaş N, 2010. Türkiye ve AB’de Gıda Güvenliği: Ortaklığın Sinerjisi. 28.Türkiye-AB Karma İstişare Komitesi Toplantısı. Edinburg, İskoçya. s: 1-17.
- [90] Yörük GN, Güner A, 2014. Gıda Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi. 2. Ulusal Laboratuvar Akreditasyonu ve Güvenliği Sempozyumu. İstanbul. s: 102-103.
- [91] Dolmacı N, Bulgan G, 2018. Turizmde Gıda Güvenliğinin Bir İnsan Hakkı Olan Sağlık Hakkı Açısından Taşıdığı Önem. Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi, 2 (Ek1): 234–250.
- [92] Şahin M, Coğun YH, Güvenli Gıda Tüketimi. 2. Gıda Güvenliği Kongresi, 9-10 Aralık 2010. İstanbul.
- [93] Karaali A, 2003. Gıda İşletmelerinde HACCP Uygulamaları ve Denetimi. TC Sağlık Bakanlığı. Ankara.
- [94] Erkmén O, 2010. Gıda Kaynaklı Tehlikeler ve Güvenli Gıda Üretimi. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 53 (3): 220–235.

- [95] Çetin SA, Şahin B, 2017. Gıda Güvenliğinde Risk Faktörleri ve Hijyenin Önemi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 5 (2): 310–321.
- [96] Tanır F, 2015. Çukurova Üniversitesi Gıda Çalışanları Hijyen Eğitimi Rehberi. Çukurova Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitim, Uygulama ve Araştırma Merkezi. Adana.
- [97] Açıkalın B, 2019. Üniversite Öğrencilerinin Gıda Güvenliğine Yönelik Bilgi, Tutum ve Davranışları. Yüksek Lisans Tezi, Biruni Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [98] Oruç HH, 2005. Mikotoksinler ve Tanı Yöntemleri. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 24 (1-2-3-4): 105–110.
- [99] Tiryaki O, Canhilal R, Horuz S, 2010. Tarım İlaçları Kullanımı ve Riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26 (2): 154–169.
- [100] Boğa A, Binokay S, 2010. Gıda Katkı Maddeleri ve Sağlığımıza Etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 19 (3): 141–154.
- [101] Yerlikaya S, 2019. Doğal Bir Renk Maddesi: Karmin. *The Journal of Academic Social Sciences*, 7 (87): 154–162.
- [102] Terzi G, Çelik TH, 2006. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların Bazı Gıdalarda Bulunuşu ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Gıda*, 31 (6): 295–301.
- [103] Seyran A, Erişir M, 2008. Poli Klorlu Bifeniller ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Fırat University Veterinary Journal of Health Sciences*, 22 (1): 33–40.
- [104] Hişmioğulları ŞE, Hişmioğulları AA, Aşkar TK, 2012. Dioksin ve Dioksin Benzeri Kimyasalların Toksik Etkileri. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1 (1): 23–27.
- [105] Arıkan D, Yetim H, Sağdıç O, Kesmen Z, 2009. Gıdalarda Dioksin Kontaminasyonu ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 12 (2): 9–15.
- [106] Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S, 2003. Metallerin Çevresel Etkileri-I. *Metalurji Dergisi*, 136: 47–53.
- [107] Seven T, Can B, Darende BN, Ocak S, 2018. Hava ve Toprakta Ağır Metal Kirliliği. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1 (2): 91–103.
- [108] Apaydın A, 2005. Sanayiden Kaynaklanan Toprak Kirliliğinin Araştırılması: Samsun-Tekkeköy Bölgesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [109] Özbolat G, Tuli A, 2016. Ağır Metal Toksikitesinin İnsan Sağlığına Etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 25 (4): 502–521.
- [110] Dündar MŞ, Altundağ H, Kaygaldurak S, Şar V, Acar A, 2012. Çeşitli Endüstriyel Atık Sularda Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi. *Sakarya University Journal of Science*, 16

(1): 6–12.

- [111] Güner U, 2014. Toksikoloji. Erişim Adresi: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34421293/New_Toksikoloji_V2.pdf?response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DToksikoloji_Ders_Notlari_V2.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190918%2Fus-east-1 (Erişim Tarihi: 09, 18, 2019)
- [112] Boğa A, 2007. Ağır Metallerin Özellikleri ve Etki Yolları. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 16 (3): 218–234.
- [113] Bakar C, Baba A, Metaller Ve İnsan Sağlığı: Yirminci Yüzyıldan Bugüne ve Geleceğe Miras Kalan Çevre Sağlığı Sorunu. 1.Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, 30 Ekim–1 Kasım 2009. Ürgüp. s: 162-185.
- [114] Kaya S, Alabay B, Baydan E, Altunay H, 1995. Ağır Metallerin Tavuk Embriyolarında Teratojenik Etkileri: Arsenik, ve Kurşun Ayrı Ayrı ve Birlikte Kullanılmasının Etkileri. AÜ Veteriner Fakültesi Dergisi, 42: 225–233.
- [115] Mor F, Kurşun Ö, Erdoğan N, 2009. Effects of Heavy Metals Residues on Human Health. Uludağ University Journal of Research in Veterinary Medicine, 28 (1): 59–65.
- [116]. Yıldız CE, 2018. Adana-Tarsus (Mersin) Güneyinde Kalan Bölgenin Topraklarındaki Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [117] Türkdoğan K, 2012. Üst Sindirim Sistemi Kanselerinde Diyet ve Çevresel Faktörlerin Rolü: Doğu Anadolu Gerçeği. Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi, 21: 56–59.
- [118] Yıldırım B, 2013. Tekirdağ İli Sahillerinde Avlanan Su Ürünlerinin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- [119] Garg AN, Ramakrishna VVS, 2006. Fish as an Indicator of Aquatic Environment: Multielemental Neutron Activation Analysis of Nutrient and Pollutant Elements in Fish from Indian Coastal Areas. Toxicological and Environmental Chemistry, 88 (1): 127–142.
- [120] Tunca E, 2012. Ağır Metal Kirliliğinde Kerevitlerin Biyoindikatör Olarak Kullanımı. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 15 (2): 29–37.
- [121] Taylan ZS, Özkoç HB, 2016. Potansiyel Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Akvatik Organizmaların Biokullanılabilirliği. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9 (2): 17–33.
- [122] Topyıldız M, Yarsan E, 2014. Çevresel Kirliliğin İzlenmesinde Biyoindikatör Canlılar.

- Türk Veteriner Hekimleri Birliği Dergisi, 1–2: 83–93.
- [123] Ali H, Khan E, Ilahi I, 2019. Environmental Chemistry and Ecotoxicology of Hazardous Heavy Metals: Environmental Persistence, Toxicity, and Bioaccumulation. *Journal of Chemistry*, 2019: 1–14.
- [124] Kayıran SM, Gürakan B, 2010. Çocuklarda Demir Eksikliğinin Motor Gelişim ve Bilişsel Fonksiyonlar Üzerine Etkisi. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 9 (5): 529–534.
- [125] Oruç HH, Uzunoğlu İ, Cengiz M, 2009. Suspected Iron Toxicity in Dairy Cattle. *Uludag University Journal of Research in Veterinary Medicine*, 28 (1): 75–77.
- [126] Baysal A, 1975. Doğal Besin Toksinleri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 4 (2): 22–28.
- [127] Asri FÖ, Sönmez S, 2006. Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. *Derim*, 23 (2): 36–45.
- [128] Kafaoglu B, 2012. Bazı Kuruyemişlerdeki Ağır Metal İçeriklerinin ve Biyoerişilebilirliklerinin Kemometrik Olarak Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- [129] Alim EÇ, Yarsan E, 2019. Böbreklere Yönelik Zehirli Maddeler. *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*, 10 (2): 77–90.
- [130] Küçük C, Karaoğlu M, 2017. Elementler ve Ağır Metaller. 27-36, II. International Iğdır Symposium Proceedings Book. Iğdır.
- [131] Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S, 2004. Metallerin Çevresel Etkileri -II. *Metallurji Dergisi*, 137: 46–51.
- [132] Kahramaner RF, 2019. Radyolojide Çalışan Bireylerde Bazı Eser Element ve Ağır Metal (Çinko, Bakır, Magnezyum, Mangan, Kobalt, Demir, Kurşun ve Kadmiyum) Düzeylerin Saptanması ve İş Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı, Van.
- [133] Gültekin M, Göl MF, Baydemir R, Mirza M, 2018. Kronik Mangan Maruziyetine Bağlı Parkinsonizm: Olgu Sunumu. *Parkinson Hastalığı ve Hareket Bozuklukları Dergisi*, 21 (1–2): 1–4.
- [134] Akarsu T, 2013. Tokat İli Bölgesi Eser Elementleri (Selenyum, Çinko, Bakır) Referans Aralıkları. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [135] Asri FÖ, Sönmez S, Çıtak S, 2007. Kadmiyumun Çevre ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Derim*, 24 (1): 32–39.
- [136] Rakıcıoğlu N, 1991. Kadmiyumun Sağlık ve Beslenmedeki Önemi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 20 (1): 107–115.
- [137] Bosch AC, O'Neill B, Sigge GO, Kerwath SE, Hoffman LC, 2016. Heavy Metals in

- Marine Fish Meat and Consumer Health: A Review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96 (1): 32–48.
- [138] Özkan E, Taşlıpınar MY, Yeşilkaya Ş, 2018. Ağır Metal Zehirlenmeleri. Erişim Adresi: <http://www.jcam.com.tr/files/KATD-1599.pdf> (Erişim Tarihi: 09, 18, 2019)
- [139] Dündar Y, Aslan R, 2005. Yaşamı Kuşatan Ağır Metal Kurşunun Etkileri. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 6 (2): 1–5.
- [140] Gündüz F, Demirel F, Çoban MZ, Yüksel F, Kurtoğlu M, Yıldız N, Kılıç A, 2015. Uzunçayır Baraj Gölü’ndeki *Capoeta umbla* (Heckel, 1843)’nın Bazı Populasyon Parametreleri. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 1 (2): 100–111.
- [141] Suiçmez M, Yılmaz S, Şehirli T, 2011. Age and Growth Features of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) from Almus Dam Lake, Turkey. *SDU Journal of Science (E-Journal)*, 6 (2): 82–90.
- [142] Serdar O, Özcan Eİ, 2016. Length-Weight and Length-Length Relationships of *Capoeta umbla* in Karasu River (East Anatolia, Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33 (4): 413–416.
- [143] Ceyhun SB, Erdoğan O, 2008. Kilise Deresi’nde (Hınıs) Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)’nın Populasyon Yapısı ve Dere Suyunun Bazı Özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39 (1): 35–41.
- [144] Şen D, Aydın R, Çalta M, 2001. Relationships Between Fish Length and Otolith Length in the Population of *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843) Inhabiting Hazar Lake, Elazığ, Turkey. *Archives of Polish Fisheries*, 9 (2): 267–272.
- [145] Güneş M, 2007. Tercan Baraj Gölü ve Tuzla Çayı’nda Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* Heckel, 1843 Populasyonlarının Bazı Biyo-Ekolojik Özellikleri, Total Yağ ve Yağ Asidi Kompozisyonlarının Karşılaştırılması. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [146] Özdemir F, 2019. Murat Nehri Solhan Deresi’nde Yaşayan Siraz Balığı [*Capoeta umbla* (Heckel, 1843)] Populasyonunun Bazı Biyolojik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- [147] Yılmaz H, Aras NM, Haliloğlu İ, Yılmaz M, 2003. Siraz (*Capoeta capoeta umbla* Heckel, 1843) Balığından Surumi Üretimi Üzerine Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (1): 63–67.
- [148] Aydoğan Z, Şişman T, İncekara Ü, Gürol A, 2017. Heavy Metal Accumulation in Some Aquatic Insects (Coleoptera: Hydrophilidae) and Tissues of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) Relevant to Their Concentration in Water and Sediments from Karasu

- River, Erzurum, Turkey. Environmental Science and Pollution Research, 24: 9566–9574.
- [149] Ersoy B, 2006. Kuzeydoğu Akdeniz (Adana/Karataş) Bölgesinde Avlanma Mevsiminde Tüketilen Balıkların Besin Kompozisyonu ve Ağır Metal İçerikleri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [150] Çalışkan E, 2005. Asi Nehri’nde Su, Sediment ve Karabalık (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822)’ta Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- [151] Gedik K, 2017. Güneydoğu Karadeniz’de Avlanan İzmarit Balığının (*Spicara flexuosa* Rafinesque, 1810) Yenilebilir Dokularındaki Ağır Metallerin Tespiti: İnsan Sağlığında Risk Tahmini. Yunus Araştırma Bülteni, 4: 473–483.
- [152] Yipel M, Türk E, Tekeli İO, Oğuz H, 2016. Heavy Metal Levels in Farmed and Wild Fishes of Aegean Sea and Assessment of Potential Risks to Human Health. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 22 (6).
- [153] Tokatlı C, Emiroğlu Ö, Arslan N, Köse E, Çiçek A, Dayıoğlu H, Başkurt S, 2016. Maden Havzası Balıklarında Vücut Ağırlığı İle Ağır Metal Biyoakümülyasyon İlişkileri: Emet Çayı Havzası. Anadolu University of Sciences and Technology C- Life Sciences and Biotechnology, 4 (2): 57–72.
- [154] Yeltekin AÇ, Oğuz AR, İribuğday F, Ergöz B, 2018. Van Balığı’nın (*Alburnus tarichi*, Gùldenstädt 1814) Yaş Değişkenine Bağlı Olarak Farklı Dokularındaki Bazı Metal Düzeylerinin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 14 (2): 89–101.
- [155] Tokatlı C, Emiroğlu Ö, Çiçek A, Köse E, Başkurt S, Aksu S, Uğurluoğlu A, Şahin M, Başatlı Y, 2016. Meriç Nehri Deltası (Edirne) Balıklarında Toksik Metallerin Biyolojik Birikimlerinin Araştırılması. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi C- Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji, 5 (1): 1–11.
- [156] Yıldırım A, 2017. Türkiye’deki Mevcut Volkanik Tüf Ocaklarının Elemental Dağılımlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- [157] Şener Ş, Şener E, 2015. Kovada Gölü (Isparta) Dip Sedimanlarında Ağır Metal Dağılımı ve Kirliliğinin Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 18 (2): 86–96.
- [158] Avşın N, Kıvrak A, Kavak E, 2019. Budaklı (Bitlis) Kaplıcasının Jeokimyasal Özellikleri İle Alanın Jeolojik ve Coğrafi Yapısı Arasındaki İlişki. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Ek-1: 105–124.

- [159] Kaya E, 2020. İron Sazlığı'nın, Sediment ve Bazı Sucul Bitki Örneklerinin Ağır Metal Konsantrasyonlarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi-Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitlis.
- [160] Türkiye'nin Sulak Alanları, Sazlıkbaşı (İron) Sazlığı, Muş-Bitlis, 2014. Erişim Adresi: <http://www.turkiyesulakalanlari.com/sazlikbasi-iron-sazligi-mus-bitlis/> (Erişim Tarihi: 09, 26, 2019)
- [161] Adil Ş, 2018. Karasu Nehri'nde Yaşayan *Barbus lacerta* ile *Chondrostoma regium* Türlerinin İncelenmesi ve Kirlilik Faktörünün Türler Üzerinde Bıraktığı Etkinin Histopatolojik-Toksikolojik Yönleriyle Araştırılması. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [162] Yüce S, Aydın R, Gündüz F, Demirel F, Şeker T, Çoban MZ, Şen D, 2015. Keban Baraj Gölü'nde Yaşayan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un Büyüme Özellikleri. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 27 (2): 29–36.
- [163] Kocaman ME, Yanık T, Güneş M, 2002. Some Population Parameters of *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843), Living in Tuzla Stream of Karasu River. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33 (3): 309–312.
- [164] Olgun M, Başçiftçi ZB, Ayter NG, Kutlu İ, Akın A, Karaduman Y, 2013. Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinde Protein Oranının Üç Farklı Analiz Yöntemine Göre Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8 (2): 80–87.
- [165] Büyüktuncel E, 2012. Gelişmiş Ekstraksiyon Teknikleri I. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 32 (2): 209–242.
- [166] AOAC, 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
- [167] Gökalp HY, Kaya M, 1993. Et ve Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi. Erzurum.
- [168] Nielsen SS, 2010. Food Analysis. Springer. West Lafayette.
- [169] Cicik B, 1991. *Tilapia nilotica*'da Bakırın Karaciğer ve Kas Dokularında Nicel Protein Değişimlerinin Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [170] Ricker WE, 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 191: 1–382.
- [171] Le Cren ED, 1951. The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad Weight and Condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). The Journal of Animal Ecology, 20 (2):

201–219.

- [172] Nguyen HL, Leermakers M, Elskens M, De Ridder F, Doan TH, Baeyens W, 2005. Correlations, Partitioning and Bioaccumulation of Heavy Metals between Different Compartments of Lake Balaton. *Science of the Total Environment*, 341 (1–3): 211–226.
- [173] Şiltu E, 2015. Su Ortamında Bulunabilecek Tehlikeli Maddelerin Önceliklendirilmesi Açısından Türkiye’de Uygulanabilecek Metodolojinin Belirlenmesi. Uzmanlık Tezi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [174] Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2019. Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2018. Ankara.
- [175] Yi Y, Tang C, Yi T, Yang Z, Zhang S, 2017. Health Risk Assessment of Heavy Metals in Fish and Accumulation Patterns in Food Web in the Upper Yangtze River, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 145: 295–302.
- [176] Asomugha RN, Udowelle NA, Offor SJ, Njoku CJ, Ofoma IV, Chukwuogor CC, Orisakwe OE, 2016. Heavy Metals Hazards from Nigerian Spices. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 67 (3): 309–314.
- [177] Delihasan R, 2019. Doğu Karadeniz Bölgesinde Yetişen Karayemiş (*Laurocerasus officinalis* M. Roem) Türünde Metal Seviyelerinin Edxrf Yöntemiyle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [178] Javed M, Usmani N, 2016. Accumulation of Heavy Metals and Human Health Risk Assessment via the Consumption of Freshwater Fish *Mastacembelus armatus* Inhabiting, Thermal Power Plant Effluent Loaded Canal. *Springer Plus*, 5: 776.
- [179] USEPA, 2020. Regional Screening Levels (RSLs). Erişim Adresi: <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-users-guide#cadmium> (Erişim Tarihi: 07, 20, 2020)
- [180] Chien L-C, Hung T-C, Choang K-Y, Yeh C-Y, Meng P-J, Shieh M-J, Han B-C, 2002. Daily Intake of TBT, Cu, Zn, Cd and As for Fishermen in Taiwan. *Science of the Total Environment*, 285 (1–3): 177–185.
- [181] George D, Mallery M, 2010. *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*, 17.0 Update (10a Ed.). Pearson. Boston.
- [182] Oymak SA, 2000. Atatürk Baraj Gölü’nde Yaşayan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)’un Büyüme Özellikleri. *Turkish Journal Of Zoology*, 24 (Ek Sayı): 41–50.
- [183] Ergüden SA, Göksu MZL, Avşar D, 2010. Seyhan Baraj Gölü’ndeki (Adana) *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)’un Büyüme Özellikleri. *Journal of Fisheries Sciences*, 4 (4): 391–399.

- [184] Çoban MZ, Şen D, 2006. Keban Baraj Gölü'nde Yaşayan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un Üreme Özellikleri. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18 (1): 41–48.
- [185] Saylar Ö, Yılmaz S, 2014. Some of the Biological Features of the Brond-Snout (*Chondrostoma regium*, Heckel, 1843) Living in Lake Ladik (Samsun, Turkey). Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 61: 141–146.
- [186] Serdar O, Özcan Eİ, 2019. Some Growth Parameters of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) Inhabiting Karasu River (East Anatolia, Turkey). BAUN Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21 (1): 205–216.
- [187] Aydın R, Çalta M, Şen D, Çoban MZ, 2004. Relationships Between Fish Lengths and Otolith Length in the Population of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) Inhabiting Keban Dam Lake. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7 (9): 1550–1553.
- [188] Köprücü K, Özdemir Y, 2003. *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Keban Baraj Gölü ve Hazar Gölü (Elazığ)'nde Yaşayan Populasyonlarının Et Verimi ve Bazı Büyüme Özelliklerinin Karşılaştırılması. Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 20 (3–4): 337–343.
- [189] Yılmaz Ö, Konar V, Çelik S, 1996. Elazığ Keban Baraj Gölü'nde Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* ve *Capoeta trutta*'nın Toplam Lipid ve Yağ Asidi Bileşimi. Gıda, 21 (6): 477–483.
- [190] Emre N, Uysal K, Emre Y, Kavasoglu M, Aktaş Ö, 2018. Seasonal and Sexual Variations of Total Protein, Fat and Fatty Acid Composition of an Endemic Freshwater Fish Species (*Capoeta antalyensis*). Aquatic Sciences And Engineering, 33 (1): 6–10.
- [191] Karaton N, İnanlı AG, 2011. Tatlı Su Kefali (*Squalius cephalus*)'nin Et Verimi ve Besin Bileşimine Mevsimsel Değişimin Etkisi. Fırat University Journal of Science, 23 (1): 63–69.
- [192] Kaya H, 2017. Munzur Nehri'nde Yaşayan *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) ve *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'Un Total Lipit ve Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- [193] Dağlı M, 2009. Karakaya Baraj Gölü'nde Yaşayan *Acanthobrama marmid* (Heckel, 1843), *Leuciscus cephalus* (Nordmann, 1840), *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un Total Glikojen, Total Lipid ve Total Yağ Asidi Bileşiminin Mevsimsel İncelenmesi. Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- [194] Resmi Gazete, 2002. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ (Tebliğ No:2002/63). Erişim

Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2002/09/20020923.htm#5> (Erişim Tarihi: 07, 20, 2020)

- [195] European Commission, 2001. Setting Maximum Levels for Certain Contaminants in Foodstuffs. Erişim Adresi: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2001:077:0001:0013:EN:PDF> (Erişim Tarihi: 07, 20, 2020)
- [196] Serencam H, Arslaner A, Köse M, 2018. Civil Peynirde Ağır Metal Kontaminasyon Kaynağı ve Düzeyinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Engineering Sciences*, 13 (1): 21–26.
- [197] Yipel M, 2012. Akdeniz Antalya Körfezi’nde Avlanan Barbunya (*Mullus barbatus*, Linnaeus, 1758), Kefal (*Mugil cephalus*, Linnaeus, 1758) ve Yeşil Kaplan Karidesi (*Panaeus semisulcatus*, De Haan, 1844) Türlerinde Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [198] REACH, 2006. 1907/2006 (Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 Concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, Establishing a European Chemicals Agency, Amending Directive 199. Erişim Adresi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1907&from=EN> (Erişim Tarihi: 08, 07, 2020)
- [199] Özan ST, 2005. Beyşehir Gölü’nde Yaşayan Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Kadife Balığı (*Tinca tinca* L., 1758)’ndaki Parazitlerin ve Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

ÖZGEÇMİŞ

13.11.1994 yılı Kayseri doğumluyum. 2012 yılında Develi İMKB Anadolu Öğretmen Lisesi'nden mezun oldum. Lisans eğitimime 2013 yılında Bitlis Eren Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü'nde başladım. 2018 yılında Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Güvenliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimime başladım. 2019 yılından beri Muş Alparslan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım. Yabancı dilim İngilizcedir.

Şeyda GÜNGÖR

