



T.C.

AMASYAÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LADİK GÖLÜNDE SU, SEDİMENT VE *Scardinius erythrophthalmus* (LİNNAEUS,
1758)'UN DOKULARINDA AĞIR METAL MİKTARI İLE BAZI
BİYOKİMYASAL VE HEMATOLOJİK PARAMETRELERİN MEVSİMSEL
OLARAK İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FERAYE İDİL

HAZİRAN

FERAYE İDİL

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

HAZİRAN 2019

**LADİK GÖLÜNDE SU, SEDİMENT VE *Scardinius erythrophthalmus* (LİNNAEUS,
1758)'UN DOKULARINDA AĞIR METAL MİKTARI İLE BAZI
BİYOKİMYASAL VE HEMATOLOJİK PARAMETRELERİN MEVSİMSEL
OLARAK İNCELENMESİ**

FERAYE İDİL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

Danışman

Prof. Dr. Şevket KANDEMİR

**AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2019

Feraye İDİL tarafından hazırlanan “LADİK GÖLÜNDE SU, SEDİMENT VE *Scardinius erythrophthalmus* (LİNNAEUS, 1758)’UN DOKULARINDA AĞIR METAL MİKTARI İLE BAZI BİYOKİMYASAL VE HEMATOLOJİK PARAMETRELERİN MEVSİMSEL OLARAK İNCELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Amasya Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Şevket KANDEMİR

Biyoloji Ana Bilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Başkan: Prof. Dr. Vahit KONAR

Tıbbi Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Üye: Prof. Dr. İbrahim ÖRÜN

Biyoloji Ana Bilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Tez Savunma Tarihi: .../.../...

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Meryem EVECEN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

(İmza)

Feraye İDİL

(Tarih)

LADİK GÖLÜNDE SU, SEDİMENT VE *Scardinius erythrophthalmus* (LİNNAEUS, 1758)'UN DOKULARINDA AĞIR METAL MİKTARI İLE BAZI BİYOKİMYASAL VE HEMATOLOJİK PARAMETRELERİN MEVSİMSSEL OLARAK İNCELENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Feraye İDİL

AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2019

ÖZET

Son yıllarda gerek evsel ve gerekse endüstriyel atıklar arıtma olmadan hem akarsulara hem de durgun sulara boşaltılmaktadır. Dolayısı ile doğal göller gibi kullanılabilir su kaynaklarının gittikçe azalmasına ve kirlenmesine neden olmaktadır. Bu gibi yollarla sucul ortamlara karışan ağır metaller, burada yaşayan canlıların vücutlarında artan miktarlarda birirmektedirler. Kızılkant Balığı, *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), vücudu kısa, yüksek yapılı ve lateral olarak yassılaştırılmıştır. Baş küçük, gözler iri, burun yuvarlaktır. Ağız terminal konumlu olup dudaklar ince yapılıdır. Ladik gölünde bulunan bu tür yöre halkı tarafından besin olarak tüketilmektedir. Dolayısı ile balığın vücudunda birikecek ağır metallerin tespit edilmesi insan sağlık açısından önemli olacaktır. Bu çalışmada, Ladik gölünde bulunan Kızılkant Balığında ağır metal miktarı belirlenecektir. Mevsimsel olarak Haziran 2012-Haziran 2013 tarihleri arasında Ladik Gölünde belirlenmiş çeşitli istasyonlarda, limnolojik, ağırmetal kirliliği ve burada yaşayan *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), kızılkanat'ın ekolojik stres durumları bazı biyo-belirteçler (hematolojik, biyokimyasal ve histopatolojik) ile belirlenmiştir. Mevsimsel olarak karaciğer dokusunda önemli toksikopatolojik lezyonlara rastlanmamakla birlikte solungaç dokusunda meydana gelen lezyonlardan dolayı su içerisinde kirleticilerin bulunduğu açık bir şekilde görülmektedir. Tüm mevsimlerde solungaç dokularında gözlenen, sekonder lameller arası boşlukta azalma, sekonder lamellerde erime, sekonder lamellerde birleşme ve kırık dokuda meydana gelen hasar kirletici ile maruziyetin bir göstergesidir. Bu kirleticiler tüm mevsimlerde ve tüm balıkların solungaçlarında toksikopatolojik lezyonlara sebep olmuştur.

Sayfa Adedi : 55
Anahtar Kelimeler : *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), Ağır Metal
Hematolojik, Biyokimyasal, Histopatolojik
Danışman : Prof.Dr. Şevket KANDEMİR

WATER, SEDIMENT AND *Scardinius erythrophthalmus* (LINNAEUS, 1758) IN LADİK
LAKE, SEASONAL INVESTIGATION OF HEAVY METAL AMOUNT AND SOME
BIOCHEMICAL AND HEMATOLOGICAL PARAMETERS IN UNDERWORKS

(M. Sc. Thesis)

Feraye İDİL

AMASYA UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL of NATURAL and APPLIED SCIENCES

June 2019

ABSTRACT

In recent years, both domestic and industrial wastes have been discharged to both rivers and stagnant waters without treatment. Therefore, it causes water resources such as natural lakes to become more and more scarce. Heavy metals, which are involved in the aquatic environment by such means, accumulate in increasing amounts in their bodies. Kızılkanaat Fish, *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), the body is short, high structure and lateral flatten. Head is small, eyes are big, nose is round. The mouth has a terminal position and the lips are thin. This species found in the lake of Ladik is consumed as food by the locals. Therefore, the detection of heavy metals in the body of the fish will be important for human health. In this study, the amount of heavy metal will be determined in Kızılkanaat Fish in Ladik lake. Seasonally between June 2012 and June 2013 at various stations identified in Ladik Lake, limnological, heavy pollution and *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), living in this area, were determined by some bio-markers (hematological, biochemical and histopathological). Although no significant toxicopathological lesions are observed in the liver tissue, it is clear that pollutants are present in the water due to lesions occurring in the gill tissue. In all seasons, a decrease in the space between the interfacial lamellae observed in the gill tissues, dissolution in the secondary lamellae, merger in the secondary fins and damage in the cartilage tissue is an indication of the exposure with contaminants. These pollutants have caused toxicopathological lesions in all seasons and gills of all fish.

Page Number : 55
Key Words : *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), Heavy metal,
Hematologic, Biochemical, Histopathologic
Supervisor : Prof. Dr. Şevket KANDEMİR

ÖN SÖZ ve TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca her konuda desteğini ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Şevket KANDEMİR'e ve her konuda desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. İbrahim ÖRÜN'e ve Dr.Öğr.Üyesi Kenan ERDOĞAN'a,

Doğduğum günden itibaren bana destek olan aileme,

Çok kıymetli kızıma ve oğluma,

Bu uzun maratonda sabırla bana eşlik eden eşime teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Amasya Üniversitesi BAP birimi tarafından FMB-BAP-015 numaralı proje ile desteklenmiştir

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖN SÖZ ve TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iix
RESİMLER DİZİNİ.....	x
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Ağır Metaller.....	3
2.2. Kızılkanat Balığı (<i>Scardinius erythrophthalmus L., 1758</i>) Genel Özellikleri	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	8
3.1. Araştırma Alanı	8
3.2. Balık Örnekleme	10
3.3. Araştırma Alanının Su Analizleri.....	10
3.4. Sediment Analizleri.....	12
3.5. Doku Analizleri.....	12
3.6. Serum Biyokimyasal Analizleri	13
3.7. Hematolojik Parametrelerin Analizi	13
3.8. Dokuların Histopatolojik Yönden İncelenmesi.....	13
3.9. İstatistiksel Analiz	14

Sayfa

4. BULGULAR.....	15
4.1. Su Kalite Kriterlerinin Mevsimlere Göre Dağılımı.....	15
4.2. Su-Sedim ve Balık Dokularında Mevsimsel Olarak Ağır Metal Dağılımı.....	16
4.2.1. Ağır Metal Konsantrasyonunun Mevsimsel Olarak Dağılımı	16
4.2.2. Mevsimlere Göre Sedim Örneklerinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Dağılımı.....	17
4.3. Ladik Gölünde Yaşayan Kızılkant Dokularında Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Dağılımı	18
4.4. Kızılkant Serum Biyokimyasal Parametrelerin Mevsimsel Dağılımı	21
4.5. Kızılkant'da Mevsimsel Olarak Hematolojik Parametrelerinin Dağılımı.....	22
4.6. Kızılkant Karaciğer Dokularında Görülen Lezyonların Mevsimsel Dağılımı.....	23
5. TARTIŞMA	27
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	34
6.1. Sonuçlar.....	34
6.2. Öneriler	36
KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Su Analizinde Kullanılan Metotlar	10
Çizelge 3.2. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine Göre Kalite Kriterleri (SKKY).....	11
Çizelge 3.3. Farklı Kirlenme Basamaklarının İstatistikî Ortalama Değerlerine Göre Kimyasal Parametrelerin Konsantrasyon Dağılımı	12
Çizelge 4.1. Ladik Gölü Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Mevsimlere Göre Dağılımı	15
Çizelge 4.2.1. Ladik Gölü Su Örneklerinde Bazı Ağır Metal Seviyelerin Dağılımı	17
Çizelge 4.2.2 Ladik Gölü Sedim Örneklerinde Bazı Ağır Metal Seviyelerinin Dağılımı ...	18
Çizelge 4.3. Ladik Gölünde Yaşayan Kızılkanat Dokularında Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Dağılımı	21
Çizelge 4.4. Kızılkanat Serum Biyokimyasal Parametrelerin Mevsimsel Dağılımı	22
Çizelge 4.5. Kızılkanat Balıklarında Total Kan Parametrelerinin Mevsimsel Değişimi....	23
Çizelge 4.6. Kızılkanat Karaciğer Dokularında Görülen Lezyonların Mevsimsel Dağılımı	24
Çizelge 4.7. Kızılkanat Balıklarının Solungaç Dokularında Görülen Lezyonların Mevsimlere Göre Dağılımı	26

RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 2.2. Kızılkıanat Balığı, <i>Scardinius erythrophthalmus</i> L., 1758.....	6
Resim 3.1. Araştırma Alanı	9
Resim 4.1. Kızılkıanat Karaciğer Dokusu	25
Resim 4.2. Kızılkıanat Solungaç Dokusu	27
Resim 4.3. Kızılkıanat Solungaç Dokusu	27



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılan bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
Al	Alüminyum
Ba	Baryum
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
Mn	Manganez
Pb	Kuşun
Zn	Çinko
%	Yüzde
dk	Dakika
g	Gram
lt	Litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
m	Metre
µm	Mikrometre
°C	Santigrat Derece
sn	Saniye
µg	Mikrogram
mg/L	Miligram / Litre

Kısaltmalar	Açıklama
DSİ	Devlet Su İşleri
DOLT	Karaciğer Dokusu İçin Standart Referans Madde
DORM	Kas Dokusu İçin Standart Referans Madde
EDTA	Etilendiamin tetraasetik asit
H&E	Harris Hematoksilen Eozin
Kartilaj	Epitelyumda Vakuolleşme ve Kıkırdak Doku Hasarı
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
TFC	Türk Gıda Kodeksi
PO₄-P	Orto-fosfat Fosforu
Peteşi	Küçük Kanama Bölgeleri
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

1. GİRİŞ

Beslenme hızla artan dünya nüfusunun üstesinden gelmesi gerektiği önemli bir konudur. Hızla artan dünya nüfusu, beraberinde besine karşı rekabetin önemli hale geldiği bir durum oluşturmaktadır. Dolayısı ile sucul sistemlerde var olan balıklar beslenme politikalarında ilk sıralarda yer almaktadırlar. Bu bakımdan sucul ortamlarda indikatör olarak gösterilen balıkların korunması ve yetiştiriciliği hakkında geliştirilecek politikalarının zenginleştirilmesi zorunlu hale gelmektedir. Ülkemizde balık yetiştiriciliği (kültür balıkçılığı) son yıllarda artma eğilimi gösterse de hala yeterli düzeylere ulaşmamıştır. Besin rekabetinin artan hızla devam etmesi insanların balık yetiştiriciliğine önem vermesi gerektiğini bize göstermektedir. Bu yüzden, protein değeri bakımından yüksek olarak değerlendirilen balıklar, sadece protein bakımından değil aynı zamanda omega grubu yağlar içermesi açısından da insan için son derece önemlidir. Dolayısı ile balıklar ile ilgili yapılan araştırmalar, balığın sağlığını, ekotoksikolojik olarak izlenmesini, ekolojik yıpranma ve çevre kirliliğinin belirlenmesi açısından son derece önemli hale gelmiştir. Ayrıca bu bulgular varlığında; hayvanları direk nasıl etkilediği ve dolaylı olarak da insanlar üzerine ne gibi olumsuz etkiler yaratacağı sorusuna da cevap vereceği düşünülmektedir. Bu sebepten dolayı balıklar üzerinde yapılacak olan toksikolojik, biyokimyasal, immünobiyolojik, ekotoksikolojik ve histopatolojik araştırmalar son yıllarda oldukça önem kazanmakta ve hızla artmaktadır. Ekolojik ortamlar arasında en fazla etkilendiği düşünülen sucul sistemlerdeki kirlilik parametreleri sadece balıkları olumsuz yönde etkilemekle kalmamakta, aynı zamanda sağlıklarını da bozduğu için dolaylı olarak bunları besin olarak tüketen insan sağlığını da olumsuz yönde etkilemektedir. Sucul ortamın kirliliğine sebep olan en önemli etmenlerden biri, sulardaki ağır metal içeriğinde meydana gelecek olan artıştır. Dolayısı ile bu artışa bağlı olarak burada yaşayan canlılar da olumsuz etkileneceklerdir.

Göl, ırmak, akarsu gibi sularda var olduğu düşünülen ağır metallerin belirlenmesi için su, sediment ve sucul canlıların dokularındaki (kas, karaciğer, solungaç, gonad vb.) ağır metal konsantrasyonlarının ölçümü kullanılmaktadır (Camusso vd. 1995). Ağır metallerin sularda genellikle düşük seviyelerde var olduğu, bunun yanında sediment ve akuatik canlılarda ise yüksek değerlere ulaşmadığı ifade edilmektedir (Namminga ve Wilhm, 1976).

Ladik Gölü'nde gerek yöre halkı tarafından ve gerekse çevre illere gönderilen *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), **kızılkanaat**; *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), turna; **Perca fluviatilis** (Linnaeus, 1758), **tatlı su levreği**; **Capoeta tinca** (Heckel, 1843), **siraz ve Leuciscus cephalus** (Linnaeus, 1758), tatlı su kefali yöre halkı tarafından sevilerek tüketilen balık türleri arasında yer almaktadır. Bu türler yöre balıkçılarının en önemli geçim kaynakları arasındadır. Ladik Gölü'nde yaşayan diğer balık türleri ise **Abramis brama** (Linnaeus, 1758), **çapak balığı**; *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758), tahta balığıdır (Uğurlu ve Polat, 2007).

Bu çalışmada, mevsimsel olarak Haziran 2012-Haziran 2013 tarihleri arasında Ladik Gölünde belirlenmiş çeşitli istasyonlarda, limnolojik, ağır metal kirliliği ve burada yaşayan *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), kızılkanat'ın ekolojik stres durumlarının bazı biyo-belirteçler (hematolojik, biyokimyasal ve histopatolojik) ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ağır Metaller

Ağır metallerin tanımında çoğunlukla yoğunluk, önemli bir kriter olarak görülmekte ve yoğunluk değeri 5g/cm^3 den fazla olan metallere ağır metaller adı verilmektedir (Järup L, 2003). Ağır metalleri 2 ana grup altında toplamak mümkündür, bunlar: 1) Demir (Fe), Bakır (Cu), Mangan (Mn), Çinko (Zn), Krom (Cr), Molibden (Mo), Nikel (Ni) ve Kobalt (Co) gibi az miktarda ihtiyaç duyulan ve esansiyel olarak adlandırılan, ancak fazlasına maruz kalındığında toksik özellik gösterdiği bilinen metallerdir. 2) Bir diğer grubu, Baryum (Ba), Alüminyum (Al), Lityum (Li), Arsenik (As), Kadmiyum (Cd), Kurşun (Pb), Zirkonyum (Zr), Cıva (Hg), Plütonyum (Pu), Volfram (W) ve Vanadyum (V) gibi esansiyel olmayan ağır metallerdir. Akut veya kronik organ toksisite potansiyeli olan metallerdir. Hücre içi ve hücre dışındaki protein sülfhidrillerini etkileme özelliğine sahip olmalarından dolayı, oksidatif stres kaynağı olması açısından önemli metaller arasından yer almaktadırlar (Theron vd., 2012; Kochare ve Tamir, 2015).

Bunun yanında Biyolojik anlamda metaller 3 grup altında toplanmıştır (Karadede, H., 1997): Hareketli katyonlar olarak taşınan ve genellikle sıvı ortamlarda bulunan hafif metallere oluşan grup (Sodyum, potasyum, kalsiyum, v.b.). Bir diğeri düşük konsantrasyonlarda esansiyel fakat yüksek konsantrasyonlarda toksik olan geçiş elementlerini içeren grup (Demir, bakır, çinko, kobalt ve mangan), ve son olarak da metabolik aktivite için ihtiyaç duyulmayan, bunun yanında oldukça düşük konsantrasyonlarda dahi hücre içinde toksik etki yapan grup yer almaktadır (Cıva, kurşun, kadmiyum ve arsenik). Bunlardan geçiş elementleri ve metaloitler genelde ağır metal olarak adlandırılır.

İnsan ve diğer varlıklar için hayatsal değere sahip en önemli maddelerden biri su'dur. Suyun tüm hayvanlar için ne denli önemli olduğu ve yaşamsal faaliyetler için gerekli olduğu bilinmektedir. Günümüzde su, canlılar için temel ihtiyaç olduğundan özellikle içme amaçlı olarak kullanılmaktadır. Fakat bunun yanında özellikle insanlar tarafından, temizlik amacıyla ve ayrıca evsel ve tarımsal amaçlarla da kullanıldığı görülmektedir. Hızla gelişen teknoloji, zararlı atıkların yer aldığı kanalizasyon sularının boşaldığı baraj ve doğal göller gibi kullanılabilir su kaynaklarının gittikçe azalmasına ve kirlenmesine neden olmaktadır

(Çalışkan E., 2005). Sucul ortamlara karışan ağır metaller, hızlıca besin zincirine katılmalarından dolayı, buralarda yaşayan canlıların vücutlarında artan miktarlarda birikmelerinden dolayı kimyasal kirleticiler arasında ilk sıralarda yer almaktadırlar (Uzunoğlu O., 1999). Son yıllarda büyüyen ve gelişen endüstriyel gelişmelere paralel olarak deniz ortamlarındaki ağır metallerin artış gösterdiği ve bunun da önemli derecelerde kirliliğe sebep olduğu ve bu kirlenme sonucunda sucul sistemlerde var olan besin zincirinin de önemli oranda etkilendiği görülmektedir. Bu sayede canlı bünyesine alınan ağır metaller canlılarda birikebilmekte ve dolayısı ile tüm yaşam aktivitelerine zarar verebilmekte ve değiştirebilmektedir (Hu, 2000). Doğada normal olarak düşük oranda bulunan ağır metallerin, herhangi bir yolla buralardaki miktarları arttığı (gümüş, civa bakır, kadmiyum ve kurşun gibi) buralarda yaşayan canlılar üzerinde zararlı etkiler yapmakta ve canlıda bulunan enzimleri inhibe etmektedirler. Canlılarda bulunan enzimlerin bir kısmının aktif hale gelmesi ve çalışabilmesi için az miktarda da olsa bazı metallere ihtiyaç duymaktadır. Bu gibi organik maddelere ihtiyaç duyan metaller biyolojik aktiviteler esnasında kullanılabilir, fakat organik maddelerin bozunması sonucunda çözülmüş olarak tekrar serbest hale geçerler (Balkıs ve Algan, 2005).

Sucul sistemlerde bulunan sedimentler ağır metallerin en fazla biriktiği yerler olarak bilinmektedir. Sucul ortamlarda görülen bu birikimin temel olarak dip bölgelerde bulunan organik ve inorganik yüke bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Dolayısı ile su ortamlarındaki ilk incelenecek alanların, buralarda bulunan sedimentler olduğu ve araştırmaların daha çok bu sedimentlerdeki ağır metal seviyesi ile alakalı olduğu görülmektedir (Salomans vd. 1984). Sucul ortamlarda yaşayan canlılarda, herhangi bir yolla bu ortamlara karışan ağır metallerin vücuda alınması farklı yollarla olmaktadır. Özellikle balıklarda ağır metallerin vücuda alınmasında ana rol oynayan ve vücuda alınmasında en fazla etken olan kısımların solungaçlar olduğu ifade edilmektedir. Bunun sebebinin, solungaçların su ile ilişki içerisinde olan ilk yerler olduğu, dolayısı ile bu tür ortamlarda ağır metal gibi kirleticilerin ana hedef organı haline geldiği bilinmektedir.

Balıklarda ağır metaller tarafından ilk hedef bölge olan solungaçların etkilendiği, bu etkinin solungaçlarda bulunan sekonder lamellerin yapısal olarak bozulması ve aynı zamanda solungaçların geçirgenliğinin de azalmasına sebep olduğu görülmektedir. Ağır metallerin etkisi ile meydana gelen bu durum ATP seviyesinde azalma ve laktat seviyesinde artmaya

neden olarak, anaerobik metabolizmaya geçişin bir göstergesi halinde ortaya çıkmaktadır (Cicik, 2003; Tort vd. 1987).

Sucul ortamlarda yaşayan canlılar üzerine etkili olduğu bilinen ağır metallerin, burada yaşayan canlı gruplarının farklı organları üzerine etki göstererek zarar verdiği bilinmektedir. Buradan yola çıkarak, bu tür ortamlarda yaşayan özellikle balık ve bazı omurgasız hayvanlarla yapılan araştırmalar sonucunda, ağır metallerin bu canlılar üzerinde özellikle karaciğer ve böbrek gibi organlarda daha çok birikim gösterdiği bildirilmektedir (Gagne vd. 1990; Tulasi vd. 1992). Nitekim karaciğerin, besin maddelerinin dönüşümünde, glikoz metabolizmasında ve ağır metallerin regülasyonu gibi vücutta hayati öneme sahip fonksiyonlarının (Miklovics vd. 1985; Bradley ve Morris, 1986) yanı sıra, vücutta detoksifikasyon görevini de yerine getirmektedir. Detoksifikasyon görevini, karaciğerde sentezlenen sisteince zengin olan metallothionein' ler (MT) ve sistein bakımından zengin bir tripeptid olan glutatyonun, ağır metalleri bağlayarak detoksifiye ederek gerçekleştirdiği ifade edilmektedir (Chan ve Cherian, 1992). Bunun yanında, balıklarda ve bazı su omurgasızlarında kas dokusunun ağır metal bağlamada önemli bir doku olmadığı görülmektedir. Fakat balık ve omurgasızların bu bölgelerinde biriken metalinin, bu canlıları besin olarak kullanan insanlara ulaştığı bilindiğinden, bu konu üzerinde yapılan çalışmaların son yıllarda oldukça fazla oranda artış gösterdiği belirlenmiştir.

2.2. Kızılkanat Balığı (*Scardinius erythrophthalmus L., 1758*) Genel Özellikleri

Türün vücudu kısa, yüksek yapılı ve lateral olarak yassılaştırmıştır (Şekil 2. 1). Baş küçük, gözler iri, burun yuvarlaktır. Ağız terminal konumlu olup dudaklar ince yapılıdır. Farinks dişleri 3.5-5.3 şeklinde olup dişlerin uçları içe dönüktür ve içe bakan yüzeylerinde küçük çentikler mevcuttur. Solungaç dikenleri kısa, ince, sivri uçlu ve normal sıklıktadır. Vücudu örten sikloit pullar orta büyüklüktedir, kolay dökülür ve bol miktarda küçük siyah pigmentler içerir. Vücut genel olarak parlak gümüş renkte olup sırt bölgesi siyah-gri, kaudal, anal ve ventral yüzgeçleri ise kırmızı renklidir. Diğer yüzgeçlerde kırmızı renk çok bariz bir biçimde görülmemektedir (Uğurlu, 2006).



Resim 2.2. Kızılkanat Balığı, *Scardinius erythrophthalmus* L., 1758

Tür, genellikle derinliği az olan göllerin bol vejetasyonlu kıyı bölgeleri ile yavaş akan nehirlerde yaşamakta olup olumsuz şartlara iyi adapte olmuştur. Başlıca besinini sucul bitkiler, omurgasızlar, planktonik organizmalar, böcek larvaları ve balık yumurtaları oluşturmaktadır (Kottelat ve Freyhof, 2007). Büyümeleri genellikle yavaştır ve 3 senede ancak 12 cm büyüebilmektedirler (Geldiay ve Balık, 2007). Üreme habitatlarına göre 2-4 yaşlarında olmaktadır (Berg, 1949; Slastenenko, 1956; Tarkan, 2006; Kottelat ve Freyhof, 2007). Yumurtlama periyodu Nisan-Haziran arasındır. Dişiler 1.5 mm çapında yaklaşık 200.000 kadar yumurta bırakabilmektedir. Çok yapışkan olan yumurtalar bitkiler üzerine öbekler şeklinde yapışırlar. Yumurtaların açılması sıcaklığa bağlıdır ve 3-10 gün kadar sürebilmektedir. Aynı üreme periyoduna sahip bazı Cyprinidae türleri (Kızılgöz ve Tahta balığı gibi) ile melez formlar meydana getirmektedirler (Geldiay ve Balık, 2007)

Avrupa ve Asya kıtalarında geniş bir dağılıma sahip olan Kızılkanat (Kottelat ve Freyhof, 2007), Anadolu'nun kuzey ve orta bölgeleri ile Trakya kesimindeki iç sularda bulunmaktadır. Ülkemiz sularında da yayılış gösteren bu türün ekonomik olarak çok fazla önemi olmamasına rağmen özellikle bu bölgelerde yaşamın sürdüren insanlar tarafından besin kaynağı olarak tüketildiği için önemli hale gelmiştir. Sadece insanlar tarafından besin

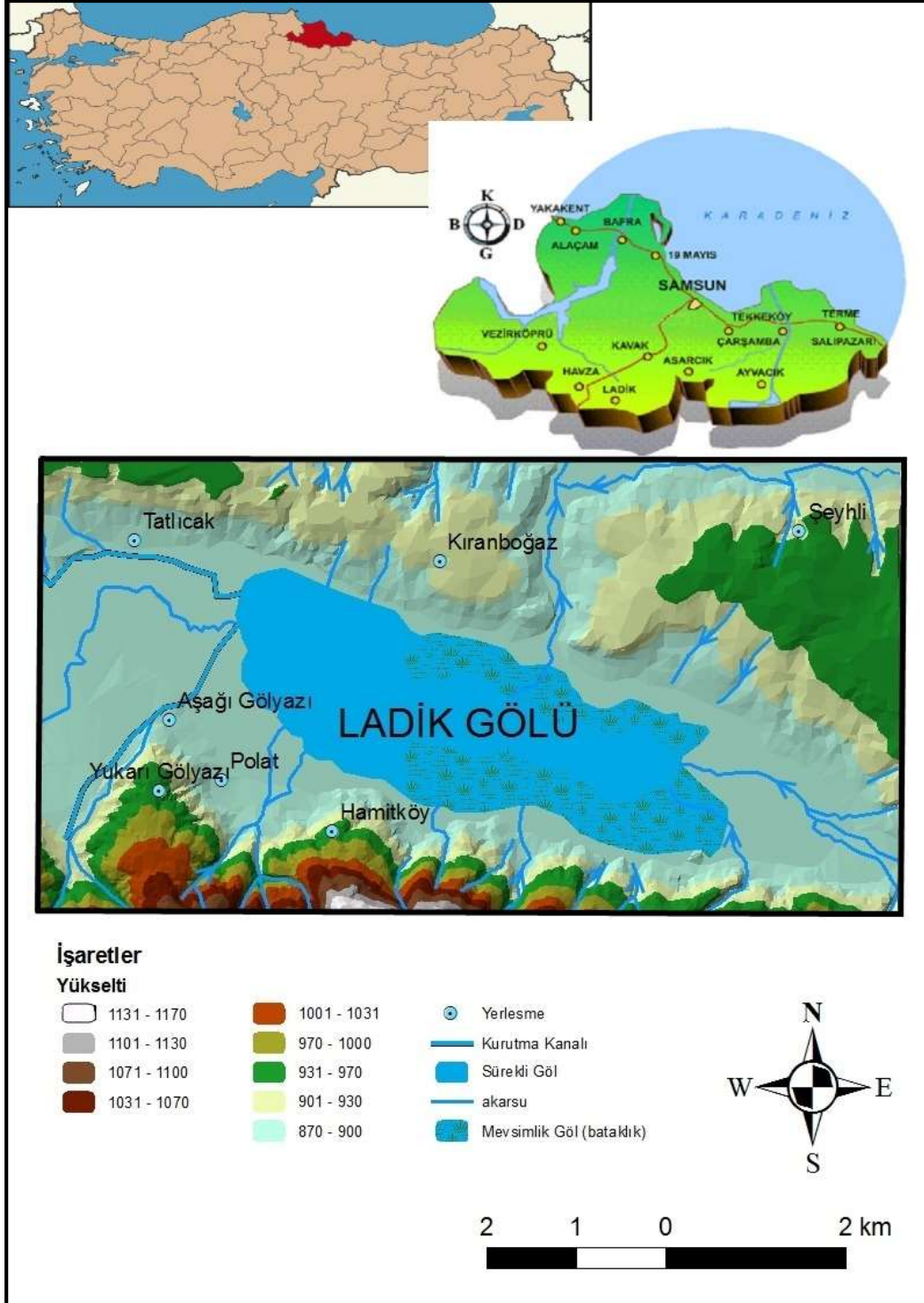
olarak kullanılmamakta, aynı zamanda balık çiftliklerinde doğal yem olarak kullanılması açısından da önemli bir balık türü heline gelmiştir (Geldiay ve Balık, 2007).



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanı

Karadeniz bölgesinde Samsun iline bağlı Ladik İlçesinde bulunan Ladik Gölü (Resim 3.1), 40°55'18.70'' kuzey enlemi ile 35°58'53.99''-36°03'07.12'' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Bulut, 2012). Ladik ilçesine 10 km mesafede yer alan Göl, Çakırgümüş ve Küpecik dereleri ile beslenmektedir. Göl 5 km uzunluğa, 2 km genişliğe, 2.5-6 m derinliğe sahip olup, 558 km² yüzölçümü ve 867 m rakıma sahiptir (Anonim, 2007) (Resim 3.1.). Ötrofik olarak sınıflandırılan göl tektonik Ladik depresyonu içerisinde yer almaktadır (Maraşlıoğlu, 2001; Bulut, 2012). Önemli bir sit alanı olarak gösterilen göl, üzerinde ve içinde yaşayan hayvan ve bitkilere ilave olarak üzerinde yüzen adacıkları ve zengin torf madeni ile son derece ilgi çekici göller arasında gösterilmektedir (Bulut, 2012). Biyoçeşitlilik açısından önem arz eden gölde; *Abramis brama* (L., 1758), *Capoeta tinca* (Heckel, 1843), *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843), *Squalius cephalus* (L., 1758), *Scardinius erythrophthalmus* (L., 1758), *Perca fluviatilis* (L., 1758) ve *Barbatula kosswigi* (Erk'akan ve Kuru, 1986) gibi balık türleri yaşamaktadır (Uğurlu ve diğ., 2009).



Resim 3.1. Araştırma Alanı

3.2. Balık Örnekleme

Bu çalışmada toplanan balık (**Kızılkanat**) örnekleri 2012-2013 tarihleri arasında belirlenen çeşitli istasyonlardan yapılmıştır. Toplanan balık örneklerinde aşağıda belirtilen analizler yapılarak balık hakkında bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır.

3.3. Araştırma Alanının Su Analizleri

Ladik gölünden alınan su örnekleri bilinen şartlarda laboratuvar ortamına getirilerek, analizleri yapılmıştır. Yapılan analizlerde kullanılan metotlar aşağıdaki tabloda verilmiştir (Çizelge 3.1.). Su örnekleri ile ilgili yapılan çalışma iki tekrarlı olarak ele alınmış ve sonuçlar ortalama değer olarak hesaplanıp değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.1. Su analizinde kullanılan metotlar

Parametre	Metot Adı	Metot Numarası	Cihaz Marka/Model
pH	Elektrokimyasal Metot	SM 4500-H ⁺ B	WTW/pH 330i/SET
İletkenlik	Laboratuvar Metodu	SM 2510 B	WTW/ LF330/SET
Toplam Sertlik	Hesap Metodu	SM 2340 B	-
Amonyum Azotu (NH₄⁺-N)	Titrimetrik Metot	SM 4500-NH ₃ B-C	Velp Scientifica/UDK 127
Toplam Organik Karbon	Toplam Organik Karbon Tayini	TS 8195 EN 1484	Shimadzu/TOC-VCPN/TNM-1
Toplam Azot	Toplam Azot Tayini	TS EN 12260	Shimadzu/TOC-VCPN/TNM-1
Anyonlar (F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, Br⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻)	İyon Kromatografisi Metodu	SM 4110 B	Dionex/ICS 1000
Metaller (Al, Sb, As, Cu, Ba, Be, B, Hg, Zn, Fe, Cd, Ca, Co, Cr, Pb, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, K, Se, Na, V)	ICP Metodu	SM 3120 B	Perkinelmer/Optima 2100 DV

Su, sediment ve balığın doku örneklerinin ICP-OES' de ağır metal düzeylerini okumadan önce, prosedürü doğrulamak maksadıyla yurtdışından temin edilen ve aşağıda verilen referans maddeler kullanılmıştır. -SPS-SW1 Batch 115, Spectrapure Stveards From Oslo Norway, Yüzey suyunda ağır metal analizi için Standart Referans Madde, -DORM-3, National Research Council Canada, Kas dokusu için Standart Referans Madde, -DOLT-4, National Research Council Canada, Karaciğer dokusu için Standart Referans Madde, -

WQB–1, Sediment Örneği, Sediment analizinde kullanılan Standart Referans Madde. 1988 yılı resmi gazetede yayınlanan yönetmeliğe göre kıta içi su kaynakları genel olarak dört kalite sınıfında değerlendirilmektedir (Resmi Gazete, 1988) (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.2. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre kalite kriterleri (SKKY)

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal Parametreler				
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2) pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	< 3
4) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0,2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
5) Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0,002	0,01	0,05	> 0,05
6) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
7) Toplam fosfor (mg P/L)	0,02	0,16	0,65	> 0,65
B) Organik parametreler				
1) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20

Suyun kalitesine göre 4 grup içinde değerlendirildiği bilinen suların bu değerlendirme gruplarının ne anlama geldiği aşağıda ifade edilmektedir. Yüksek kaliteye sahip olan Sınıf I, sadece dezenfeksiyon ile içme sularının temininde, yeşil alan, park, bahçe gibi alanlarda, alabalık üretiminde ve çiftlik sularının ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır. Az kirlenmiş sular olarak tanımlanan Sınıf II, ileri ve uygun bir arıtma ile içme suyu temini, yeşil alan, park, bahçe gibi amaçlar, alabalık hariç balıkların üretimi ve ayrıca sulama suyu olarak da kullanılmaktadırlar. Kirli sular olarak adlandırılan Sınıf III, iyi bir arıtma işleminden takiben, kaliteli suların kullanılmadığı endüstriyel aktiviteler için kullanılmaktadır. Herhangi bir kullanıma sahip olmayan Sınıf IV, aşırı kirlenmiş suları ifade etmekte ve aynı zamanda düşük kaliteye sahip suları içermektedir. Bunun yanında, Klee (1991) su kalitesini değerlendirmiş ve dört ana, üç ara olmak üzere toplam yedi sınıf altında topladığı değerlendirme grubu oluşturmuştur (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.3. Farklı kirlenme basamaklarının istatistiki ortalama değerlerine göre kimyasal parametrelerin konsantrasyon dağılımı

Kirlenme Basamakları	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	Amonyum Azotu (NH ₄ -N)	Nitrit Azotu (NO ₂ -N)	Nitrat Azotu (NO ₃ -N)	Orto Fosfat Fosfuru (PO ₄ -P)
I	1,1 0,7–1,9	0,08 0,06–0,15	0,006 0,003–0,010	1,2 0,8–1,8	0,06 0,003–0,09
I-II	1,8 1,2–2,8	0,11 0,09–0,21	0,013 0,008–0,033	1,7 1,0–3,9	0,08 0,04–0,21
II	3,2 2,1–5,8	0,16 0,11–0,30	0,03 0,018–0,055	3,0 1,9–4,7	0,19 0,09–0,38
II-III	6,2 4,1–7,8	0,4 0,14–0,8	0,055 0,025–0,104	3,9 2,4–6,4	0,3 0,09–0,82
III	9,9 5,2–11,6	0,9 0,3–2,9	0,11 0,056–0,21	4,4 2,9–7,3	1 0,48–1,35
III-IV	10,8 6,2–12,3	2,48 0,6–5,52	0,19 0,092–0,280	7,0 3,8–12,2	1,7 0,72–1,98
IV	14,2 7,9–17	12,2 2,8–28	0,28 0,06–0,45	2,6 1,5–5,2	2,48 1,1–3,0

3.4. Sediment Analizleri

Asit sindirim yöntemi olarak adlandırılan bu yöntemde, EPA 3051 A Mikrodalga kullanılmış ve kuru ağırlığı 0.5 g olarak tartılan sedimentlere 9 mL HNO₃ (% 65) ve 3 mL HCl (% 37) ilave edilerek Milestone Start D marka mikrodalga cihazında sindirilme işlemi yapılmıştır. Sindirilme işleminden sonra alınan örnekler, SM 3120 B ICP metoduna göre Perkinelmer Optima 2100 DV marka ICP–OES cihazına konularak, burada bulunan ağır metallerin (Cd, Co, Ni, Cu, Pb, Hg, As, Fe, B, V, Mn, Zn, Al, Ba, Cr) analizleri yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada kullanılan örneklerden alınan ikişer tekrar sonucunda elde edilen değerler ortalama değer olarak verilmiştir.

3.5. Doku Analizleri

Bu çalışmada kullanılan balık örneklerinden elde edilen balık dokuları mikrodalga sindirim yöntemi kullanılarak işleminden geçirilmiştir. İşleminden geçirilmiş balık örneklerinden belirli miktar doku örnekleri alınarak (2:1 oranında) nitrik asit ve perklorik asit ile parçalama işlemine tabi tutulmuştur. Parçalama işleminin ardından çift deiyonize olan su ile hacimleri sabit miktarlara getirilmiştir. Hacimleri sabitlenen balık dokularında bulunan (SM 3120 B ICP-OES kullanılarak) ağır metal (Cd, Co, Ni, Cu, Pb, Hg, As, Fe, B, V, Mn, Zn, Al, Ba, Cr) varlığı tespit edilmiştir. Tespit edilen ağır metal miktarı çalışması ikişer tekrarlı olarak yapılmış olup (Perkinelmer Optima 2100 DV), sonuçlar ortalama değer olarak analiz edilmiştir.

3.6. Serum Biyokimyasal Analizleri

Araştırma alınından her mevsimde her türden en az 7'şer balığın kanları "direkt kuyruk kesme yöntemi" ile dorsal aorttan cam tüplere alınmıştır. Kan örnekleri +4°C'de ve 5000 rpm'de santrifüj edilerek serum örnekleri elde edilmiştir. Serumlar 12 saat içinde biyokimyasal otoanalizör (Siemens Adria 1800) kullanılarak cihaza özgü hazır ticari kitler kullanılarak serum biyokimyasal parametreler [Total Protein, Albumin, Kolesterol (Col),Trigliserit (Trg), Kan Üre Azotu (BUN), glikoz (Glu), alanin amino transferaz (ALT), Aspartat amino transferaz (AST), laktat dehidrogenaz (LDH), Alkelen Fosfataz (ALP), Kalsiyum (Ca), Klorür (Cl), Sodyum (Na), Potasyum (K) ve Demir (Fe), Fosfor (P) analizleri yapılmıştır.

3.7. Hematolojik Parametrelerin Analizi

Yapılan deneylerden sonra elde bulunan balık gruplarından alınan 7'şer balıktan elde edilen kanlar "direkt kuyruk kesme yöntemi" ile 0.5 ml olacak şekilde EDTA'lı tüplere aktarılmıştır. Tüplere alınan kan örneklerinde hematolojik parametrelerin incelenmesi amacı ile (Total Lökosit, Granülosit ve Agranülosit, Eritrosit, Hemoglobin, Hematokrit ve Trombosit) Ms4 (Melet Schloesing, Fransa) kan sayım cihazı kullanılmıştır. Burada yapılan çalışmada kullanılan kan örneklerinin analizi cihaz için uygun kitler kullanılarak yapılmıştır.

3.8. Dokuların Histopatolojik Yönden İncelenmesi

Araştırmada elde edilen balık türlerinden alınan doku örnekleri (Karaciğer ve solungaç) doku takip kasetlerine alındıktan sonra, yeni hazırlanmış tespit solüsyonuna (%10'luk formalin) konulmuştur. 24 saat fiksasyon için bekletilen dokular daha sonra 24 saat hafif akan çeşme suyunda bekletilmiştir. Leica marka doku takip cihazında dehidratasyon ve parafin emdirme işlemi uygulanmıştır. Parafin emdirilmiş dokular Leica marka doku bloklama cihazı kullanılarak uygun bloklar hazırlanmıştır. Hazırlanan bloklardan Leica marka mikrotomla 5 µm kalınlığında kesitler alınmıştır. Alınan kesitler lama yapılandırıldıktan sonra, hücresel yapıda meydana gelen değişimleri gösterebilmek için Harris Hematoksilen Eozin (H&E) boyama yapılmıştır. Preparatlar entellan ile kapatıldıktan sonra Leica DM4000 model ışık mikroskopunda incelenmiştir

3.9. İstatistiksek Analiz

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizler SPSS 15.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Gruplar arasında görülen önemlilik tek yönlü varyans analizin (ONE WAY ANOVA)'de Duncan's modelinde, doz gruplarının süreye bağlı karşılaştırılması ise Student-T testi ile belirlenmiştir $p<0.05$.



4. BULGULAR

4.1. Su Kalite Kriterlerinin Mevsimlere göre Dağılımı

Mevsimlere göre Ladik Gölü fiziko-kimyasal parametrelerin dağılımı Çizelge 4.1.'de görülmektedir. Su kalite kriterleri göz önüne alındığında, yaz aylarında sıcaklık değerinin en yüksek değere ulaştığı bunun yanında, kış mevsiminde sıcaklığın düştüğü, hatta gölün bazı zamanlarda donduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Ladik Gölü fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimlere göre dağılımı

Parametreler	Mevsimler			
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Sıcaklık °C	15,4±0,12 ^b	21,2±0,40 ^a	10,4±0,32 ^c	2,2±0,21 ^d
Çözünmüş Oksijen mg/L	7,6±0,22 ^b	7,1±0,15 ^c	8,2±0,25 ^b	9,3±0,20 ^a
pH	7,5±0,03 ^b	7,2±0,07 ^b	8,0±0,08 ^a	8,1±0,02 ^a
Toplam Organik Karbon (TOC) (mg/L)	21,9±2,25 ^a	23,6±1,47 ^a	15,1±3,23 ^b	13,9±1,11 ^b
Toplam Organik Azot (mg/L) (TN)	1,5±0,20 ^b	2,2±0,21 ^a	1,4±0,14 ^b	1,1±0,17 ^c
Amonyum NH ₄ -N (mg/L)	0,5±0,06 ^a	0,4±0,03 ^a	0,3±0,03 ^b	0,2±0,02 ^c
Nitrit Azotu NO ₂ -N (mg/L)	0,02±0,003 ^b	0,04±0,002 ^a	0,02±0,005 ^b	0,02±0,009 ^b
Nitrat Azotu NO ₃ -N (mg/L)	3,9±0,23 ^b	4,8±0,07 ^a	1,8±0,25 ^c	1,6±0,59 ^c
Orto Fosfat Fosforu PO ₄ -P (mg/L)	1,7±0,16 ^a	1,5±0,27 ^a	0,6±0,05 ^b	0,4±0,21 ^b
Florür (mg/L)	0,2±0,001	0,3±0,01	0,2±0,01	0,2±0,01
Mg (mg/L)	5,1±0,13 ^a	5,4±0,12 ^a	2,3±0,07 ^b	2,2±0,09 ^b
Ca (mg/L)	36,4±1,21 ^a	37,2±2,41 ^a	27,7±3,12 ^b	26,4±2,08 ^b
Elektrik İletkenliği (µS/cm)	295,0±3,66 ^b	325,2±2,35 ^a	277,8±1,82 ^c	262,8±2,75 ^d
Sertlik (°dH)	110,2±3,18 ^c	114,6±3,25 ^b	104,4±6,48 ^a	102,4±3,51 ^b
Toplan Çözünmüş Katı Madde (mg/L)	207,6±4,13 ^b	168,6±5,39 ^c	212,6±1,12 ^b	241,0±3,12 ^a

^[a,b,c,d]: Her satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)
X ± SE: Ortalama ± Standart hata,
 Su kriterlerinin mevsimsel analizinde her mevsim 20 örnek iki tekrarlı çalışılmıştır.

Çözünmüş oksijen miktarına bakıldığında, bu değer sıcaklığın en düşük olduğu kış aylarında en yüksek değere ulaştığı belirlenmiştir. Bunun yanında yaz aylarında bu değer en düşük oranda görüldüğü tespit edilmiştir. Göl suyunun mevsimlere göre pH değeri incelendiğinde, özellikle kış mevsiminde pH değerinin 8,1 olduğu ve bazik özellik gösterdiği, fakat bunun yanında en düşük pH değerinin yaz aylarında (7,1) olduğu görülmüştür. Çizelge 4.1 incelendiğinde, toplam organik karbon miktarı bakımından yaz aylarında diğer aylara oranla daha yüksek bir değere ulaşıldığı ve bu değer 23,6 mg/L

olduğu ifade edilmektedir. En düşük TOC değerinin ise kış aylarında görüldüğü belirlenmiştir. Toplam azot yükü ve amonyum azot değeri incelendiğinde, bu değerlerin yaz aylarında en yüksek değere ulaştığı belirlenmesine rağmen, en düşük değerlerin kış aylarında olduğu tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak, nitrit azotu ve nitrat azot değerlerinin de yaz aylarında en fazla, kış aylarında ise en düşük değer gösterdiği görülmüştür. Fakat bunun yanında orto fosfat fosforun ilk bahar ve yaz mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir. Florür, Magnezyum ve kalsiyum iyonun mevsimlere göre dağılımı göz önüne alındığında yaz ve ilkbahar mevsiminde en yüksek orana ulaştığı, hatta yaz aylarında en yüksek oranla tespit edildiği, bunun yanında kış aylarında en düşük değerin ortaya çıktığı belirlenmiştir. Yine benzer olarak elektrik iletkenliği değeri incelendiğinde, en yüksek yaz, en düşük ise kış mevsiminde olduğu tespit edilmiştir. Göl suyunun sertliğine bakıldığında, suyun ilk bahar ve yaz aylarında yüksek sertlik oranına sahip olduğu, bunun yanında kış aylarında bu değerlerin daha düşük olduğu görülmüştür. Yine toplam çözünmüş katı madde oranı incelendiğinde, bu oranın en fazla kış aylarında olduğu, yaz aylarında ise en düşük değere ulaştığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.).

4.2. Su-Sedim ve Balık Dokularında Mevsimsel Olarak Ağır Metal Dağılımı

4.2.1 Ağır metal konsantrasyonunun mevsimsel olarak dağılımı

Çizelge 4.2.1, Ladik gölü su örneklerinde bazı ağır metallerin (Al, Ba, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb ve Zn) mevsimsel dağılımını göstermektedir. Çizelgede görüldüğü gibi tüm metallerin yaz ve ilk bahar mevsiminde diğer mevsimlere göre daha fazla bulunduğu görülmektedir. Çizelge incelendiğinde, alüminyumun ve baryumun yaz ve ilkbahar aylarında en yüksek değere ulaştığı, bunun yanında sonbahar ve kış aylarında en düşük seviyede olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2.1 Ladik Gölü su örneklerinde bazı ağır metal seviyelerin dağılımı

Metaller (mg/L)	Mevsimler			
	İlkbahar X±SE Min.–Max.	Yaz X±SE Min.–Max.	Sonbahar X±SE Min.–Max.	Kış X±SE Min.–Max.
Al	0,5±0,07 ^a (0,4-0,6)	0,6±0,03 ^a (0,4-0,7)	0,1±0,03 ^b (0,1-0,2)	0,1±0,03 ^b (0,1-0,2)
Ba	0,04±0,001 ^b (0,03-0,04)	0,07±0,006 ^a (0,05-0,08)	0,03±0,008 ^b (0,02-0,04)	0,03±0,007 ^b (0,02-0,04)
Cr	0,04±0,001 ^a (0,03-0,06)	0,05±0,002 ^a (0,04-0,06)	0,02±0,004 ^b (0,01-0,03)	0,02±0,004 ^b (0,01-0,03)
Cu	0,5±0,03 ^b (0,3-0,8)	1,0±0,04 ^a (0,9-1,2)	0,4±0,03 ^b (0,2-0,6)	0,3±0,04 ^b (0,2-0,5)
Fe	11,3±1,03 ^b (6,6-11,7)	17,4±1,17 ^a (14,3-20,8)	7,32±1,34 ^b (6,2-9,4)	6,0±1,22 ^b (5,2-7,2)
Mn	0,9±0,01 ^a (0,5-1,6)	1,1±0,001 ^a (0,4-1,8)	0,2±0,02 ^b (0,1-0,3)	0,2±0,01 ^b (0,1-0,3)
Pb	0,4±0,02 ^a (0,2-0,7)	0,5±0,03 ^a (0,3-0,7)±	0,1±0,001 ^b (0,07-0,16)±	0,1±0,01 ^b (0,08-0,14)
Zn	1,8±0,12 ^a (1,2-2,7)	2,2±0,23 ^a (1,5-2,9)	0,7±0,04 ^b (0,5-1,0)	0,6±0,12 ^b (0,5-1,1)

Cr ve Cu değerleri en yüksek yaz aylarında olmasına rağmen, ilkbahar, kış ve sonbahar aylarında bu değerlerin daha düşük olduğu ve yaklaşık olarak birbirine yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Göl suyunda bulunan Fe içeriğinin en yüksek yaz aylarında olduğu, aynı zamanda ilk bahar aylarında görülen değerinde yaz aylarında görülen değere yakın olarak yüksek olduğu, fakat kış ve sonbahar aylarında bu değerlerin düşük olduğu görülmektedir. Mn, Pb ve Zn değerlerinin ilkbahar ve yaz aylarında diğer aylara oranla daha yüksek olduğu, aynı zamanda ilkbahar ve yaz aylarında tespit edilen değerlerin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir.

4.2.2. Mevsimlere göre sedim örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarının dağılımı

Sedim örneklerinde bulunan ağır metallerin (Al, Ba, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb ve Zn) mevsimsel dağılımı Çizelge 4.2.2’de görülmektedir. Buna göre; Al, Ba, Cr ve Cu değerlerinin en fazla ilkbahar ve yaz aylarında görüldüğü ve bu değerlerin birbirine yakın olduğu, fakat bunun yanında en düşük değerlerin sonbahar ve kış aylarında ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.2.2 Ladik Gölü sedim örneklerinde bazı ağır metal seviyelerinin dağılımı

MEVSİMLER				
Metaller (mg/L)	İlkbahar X±SE Min.-Max.	Yaz X±SE Min.-Max.	Sonbahar X±SE Min.-Max.	Kış X±SE Min.-Max.
Al	87,3±10,72 ^a (80,5-118,5)	105,3±5,31 ^a (80,6-125,1)	50,3±1,32 ^b (46,7-52,9)	48,9±15,83 ^b (22,3-74,9)
Ba	3,4±0,07 ^a (1,6-4,8)	3,3±0,07 ^a (1,8-4,4)	2,3±0,06 ^b (1,5-3,4)	2,3±0,39 ^b (1,5-3,4)
Cr	7,7±1,24 (4,5-10,0)	8,6±1,30 (5,5-12,7)	5,2±1,12 (4,1-9,1)	6,3±1,10 (4,1-9,3)
Cu	13,5±1,62 ^a (12,3-24,9)	14,6±1,25 ^a (13,0-25,7)	7,0±1,19 ^b (6,9-11,9)	8,1±1,05 ^b (6,8-11,5)
Fe	84,0±10,6 ^a (56,1-142,6)	108,2±2,04 ^a (74,2-133,1)	61,2±1,52 ^b (58,6-65,3)	80,3±6,54 ^b (69,8-128,4)
Mn	152,0±10,14 ^a (111,3-210,8)	157,7±14,04 ^a (110,5-201,7)	71,6±10,12 ^b (51,3-101,8)	69,7±10,54 ^b (48,0-104,4)
Pb	4,3±0,33 ^a (4,7-6,30)	5,1±0,44 ^a (4,4-6,13)	2,8±0,26 ^b (2,7-3,14)	3,1±0,38 ^b (2,6-3,13)
Zn	155,1±16,42 ^a (74,3-209,6)	166,2±15,66 ^a (65,7-240,3)	120,4±12,15 ^b (41,8-203,2)	113,1±13,16 ^b (38,6-195,5)

Göl suyunda tespit edilen Fe değeri incelendiğinde, bu değer en fazla yaz aylarında olduğu, ilk bahar ve kış aylarında birbirine yakın değerlere sahip olduğu, en düşük değerlerin ise ilkbahar aylarında görüldüğü tespit edilmiştir. Yine göl suyunda Mn, Pb ve Zn değerlerine bakıldığında, en yüksek değerlerin yaz ve ilkbahar aylarında var olduğu, sonbahar ve kış aylarında ise bu değerlerin daha düşük seviyelerde olduğu görülmüştür. Cr ve Zn seviyelerinde mevsimlere bağlı bir değişim olmasına rağmen, görülen bu farklılığın anlamlı bir fark olmadığı ifade edilebilir. Bu değerlerin mevsimsel olarak yakın değerler olduğu tespit edilmiştir.

4.3. Mevsimlere Bağlı Olarak Balık Dokularında Ağır Metal Konsantrasyonunun Dağılımı

Çizelge 4.3'de, Kızılkanat balıklarında çeşitli dokularda mevsimsel ağır metal birikim düzeyleri görülmektedir. Buna göre Al, kas dokularında en yüksek sonbaharda daha sonra ilkbahar ve kış aylarında, yaz aylarında ise en düşük değerlerde tespit edilmiştir. Solungaçlarda, en yüksek ilkbahar ve yaz aylarında görülürken sonbahar ve kış aylarında daha düşük oranda görülmüştür. Karaciğer örneklerine bakıldığında, en yüksek ilkbahar aylarında daha sonra kış, sonbahar ve yaz aylarında yüksekten düşüğe doğru belirlenmiştir.

Kas, solungaç ve karaciğer örneklerinde biriken Baryum miktarı incelendiğinde; kas, solungaç ve karaciğer örneklerinde en yüksek oranda kış aylarında birikim olduğu, diğer mevsimlerde bu miktarın daha az olduğu tespit edilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, Cr miktarının kas, solungaç ve karaciğerde en fazla ilkbahar aylarında birikim gösterdiği, bunun yanında diğer aylarda daha düşük seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Solungaç örneklerinde yaz, sonbahar ve kış mevsiminde görülen değerlerin birbirlerine yakın olduğu da görülmektedir. Kas, karaciğer ve solungaçlarda görülen Cu değerlerinin mevsimlere bağlı olarak birbirinden farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Nitekim, kas ve solungaçlarda en yüksek kış aylarında birikim söz konusu iken, karaciğerde yaz aylarında diğer aylardan daha yüksek seviyelerde birikim olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.3'de görüldüğü gibi Demir (Fe) değerlerinin farklı dokularda farklı miktarlarda birikim gösterdiği görülmektedir. Kas dokularında en fazla ilkbahar ve kış aylarında birikim görülmesine rağmen, solungaçlarda kış aylarında, karaciğerde ise yaz aylarında diğer aylardan daha fazla demir birikimi olduğu belirlenmiştir. Dokularda Mn birikimine bakıldığında ise, kaslarda ilkbahar ve kış aylarında, solungaçlarda yaz aylarında, karaciğerde ise ilkbahar aylarında diğer aylara oranla yüksek seviyelerde tespit edildiği görülmüştür. Mevsimlere göre dokularda biriken Pb değerleri incelendiğinde, kas dokularında en yüksek kış aylarında en düşük ise sonbahar ve yaz aylarında, solungaçlarda en yüksek kış aylarında en düşük ilkbahar aylarında, karaciğer örneklerine bakıldığında ise en yüksek yine kış aylarında en düşük ise yaz aylarında biriktiği tespit edilmiştir. Son olarak ağır metal olan Zn'nin dokularda birikme seviyelerine bakıldığında, kaslarda en yüksek ilkbahar aylarında, solungaçlarda kış aylarında ve karaciğerde yaz aylarında, bunun yanında kaslarda en düşük sonbahar, solungaçlarda ilkbahar ve karaciğerde ise kış aylarında birikim gösterdiği belirlenmiştir. Buna ilave olarak, Zn ve Mn birikiminin dokularında tüm mevsimlerde çoktan aza doğru **Solungaç>Karaciğer>Kas** şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Cu ve Fe miktarlarında ise büyükten küçüğe doğru bu değerlerin **Karaciğer>Solungaç>Kas** şeklinde değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ba ve Cr miktarları incelendiğinde ise **Solungaç>Kas>Karaciğer** şeklinde bir değişim ile birikim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Ladik Gölün’de yaşayan *kızılkarnat* dokularında bazı ağır metal konsantrasyonlarının dağılımı

Ağır Metaller (µg/g)	Dokular	Mevsimler			
		İlkbahar X±SE Min.-Max.	Yaz X±SE Min.-Max.	Sonbahar X±SE Min.-Max.	Kış X±SE Min.-Max.
Al	Kas	7,2±0,55 ^{yab} (5,5-9,0)	1,7±0,37 ^{yb} (0,9-2,2)	12,4±3,94 ^a (5,6-19,3)	5,5±0,82 ^{zb} (3,8-6,3)
	Solungaç	28,6±4,73 ^x (21,9-42,6)	28,7±5,19 ^x (20,7-38,5)	19,5±4,56 (11,7-27,5)	20,5±1,53 ^x (18,3-23,4)
	Karaciğer	37,5±8,18 ^{xa} (25,5-61,2)	4,4±0,09 ^{yb} (4,2-4,6)	7,3±0,07 ^b (7,2-7,5)	15,7±0,62 ^{zb} (14,5-16,7)
Ba	Kas	5,7±0,99 ^y (2,6-7,8)	3,4±0,96 ^y (2,4-5,3)	4,1±1,05 ^y (2,2-5,9)	6,8±1,23 ^y (4,5-8,7)
	Solungaç	52,3±5,34 ^x (42,9-66,3)	63,4±8,02 ^x (52,4-79,0)	60,4±8,90 ^x (42,8-71,5)	76,6±13,93 ^x (53,2-101,5)
	Karaciğer	0,8±0,39 ^{ybc} (0,2-1,9)	1,2±0,03 ^{yb} (1,2-1,3)	0,3±0,12 ^{yc} (0,2-0,4)	3,5±0,23 ^{ya} (3,1-3,9)
Cr	Kas	2,0±0,76 ^y (0,8-4,8)	0,8±0,07 ^y (0,6-0,8)	1,7±0,63 ^y (0,6-2,8)	1,3±0,46 ^y (0,7-2,2)
	Solungaç	3,9±0,27 ^{xa} (3,4-4,6)	2,0±0,17 ^{xb} (1,7-2,3)	2,3±0,36 ^{xb} (1,6-2,9)	2,7±0,21 ^{xb} (2,2-3,0)
	Karaciğer	2,0±0,19 ^{ya} (1,6-2,5)	0,8±0,05 ^{yb} (0,6-0,9)	0,7±0,01 ^{yb} (0,6-0,7)	0,9±0,01 ^{yb} (0,9-1,0)
Cu	Kas	1,2±0,12 ^{yab} (0,9-1,6)	0,9±0,14 ^{yb} (0,7-1,2)	1,2±0,11 ^{zab} (1,0-1,4)	1,6±0,15 ^{ya} (1,3-1,8)
	Solungaç	2,3±0,26 ^{yab} (1,7-2,9)	2,6±0,03 ^{yab} (2,5-2,6)	2,1±0,36 ^{yb} (1,4-2,5)	3,1±0,38 ^{ya} (2,5-3,8)
	Karaciğer	76,5±8,11 ^{xb} (56,9-91,2)	129,5±2,99 ^{xa} (125,4-135,3)	13,0±0,09 ^{xd} (12,8-13,2)	39,2±0,95 ^{xc} (37,6-40,1)
Fe	Kas	25,5±4,70 ^y (18,5-44,0)	12,1±4,64 ^z (6,8-21,4)	14,5±2,88 ^z (10,9-20,2)	25,3±3,88 ^z (19,3-32,5)
	Solungaç	129,7±11,75 ^{yab} (108,8-159,8)	113,2±2,89 ^{yab} (107,4-116,2)	102,0±23,4 ^{yb} (57,6-137,0)	155,7±12,70 ^{ya} (130,3-169,0)
	Karaciğer	322,1±44,94 ^{xb} (255,0-5867,3)	566,5±50,74 ^{xa} (547,4-584,6)	477,5±41,21 ^{xa} (475,4-479,6)	383,5±46,37 ^{xb} (222,6-642,2)
Mn	Kas	3,9±1,29 ^y (1,8-8,9)	1,5±0,09 ^y (1,2-1,7)	1,5±0,16 ^y (1,1-1,7)	3,6±0,76 ^y (2,4-5,0)
	Solungaç	35,2±4,77 ^{xab} (27,0-45,0)	49,7±13,07 ^{xa} (33,3-75,5)	24,6±4,49 ^{xb} (16,8-32,4)	37,4±3,27 ^{xab} (22,0-33,3)
	Karaciğer	9,1±0,46 ^{ya} (8,3-10,4)	4,2±0,12 ^{yb} (4,0-4,4)	3,7±0,11 ^{yb} (3,4-3,8)	4,4±0,04 ^{yb} (4,3-4,5)
Pb	Kas	1,0±0,04 ^b (0,8-1,1)	0,8±0,07 ^b (0,6-0,8)	0,8±0,20 ^b (0,5-1,2)	2,7±0,41 ^{ya} (2,2-3,5)
	Solungaç	0,9±0,16 ^b (0,6-1,4)	1,5±0,59 ^b (0,6-2,6)	1,3±0,37 ^b (0,7-2,0)	6,4±0,47 ^{xa} (5,5-7,1)
	Karaciğer	1,1±0,02 ^b (1,0-1,2)	0,6±0,001 ^d (0,5-0,6)	0,8±0,02 ^c (0,7-0,8)	1,6±0,06 ^{ya} (1,4-1,7)
Zn	Kas	83,8±10,82 ^{za} (59,7-118,4)	42,4±3,81 ^{zb} (35,8-49,0)	39,9±6,38 ^{yb} (29,1-51,1)	40,9±4,54 ^{yb} (33,2-49,0)
	Solungaç	563,3±47,71 ^{xb} (431,3-659,5)	1113,2±154,32 ^{xa} (947,5-1421,5)	724,2±171,60 ^{xb} (394,7-972,2)	1196,7±101,67 ^{xa} (1005,6-1352,3)
	Karaciğer	434,5±46,97 ^{yb} (344,4-525,6)	659,1±4,14 ^{ya} (561,2-665,3)	217,9±3,51 ^{yc} (211,5-223,6)	210,5±0,61 ^{yc} (209,5-211,6)

^{la,b,c,d}: Satırlardaki farklı harfler istatistiksel olarak birbirinden farklılığı göstermektedir (p<0,05)
^{lx,y,zl}: Sütündeki farklı harfler istatistiksel olarak birbirinden farklılığı göstermektedir (p<0,05)
 İlkbahar-19, Yaz-23, Sonbahar-21, Kış-22 balık örneği analizlerde kullanılmıştır.

4.4. Balık Örneklerinde Serum Biyokimyasal Parametrelerinin Mevsimsel Olarak Dağılımı

Çizelge 4.4’de Kızılkanat Balıkları (*Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758)’nda, serum biyokimyasal parametrelerin mevsimsel dağılımı görülmektedir. Metabolitler olan Serum total protein, albumin, Glikoz, Kolesterol ve Trigliserit miktarlarının en yüksek yaz ve ilkbahar aylarında, daha sonra ise sonbahar ve kış aylarında olduğu tespit edilmiştir. Dolayısı ile büyükten küçüğe doğru Yaz=İlkbahar>Sonbahar=Kış şeklinde yapılan sıralamanın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ifade edilebilir ($p<0,05$).

Çizelge 4.4. *Kızılkanat* serum biyokimyasal parametrelerin mevsimsel dağılımı

Serum Biyokimyasal Parametreler	Mevsimler			
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Metabolitler				
Total Protein (mg/dL)	2,8±0,28 ^a	3,0±0,43 ^a	1,6±0,13 ^b	1,4±0,44 ^b
Albumin (mg/L)	1,7±0,21 ^a	1,7±0,16 ^a	1,1±0,10 ^b	1,0±0,12 ^b
Glikoz (mg/L)	108,6±3,64 ^a	186,0±3,32 ^a	80,8±5,26 ^b	77,2±4,45 ^b
Kolesterol (mg/L)	215,2±9,43 ^a	220,0±5,52 ^a	180,6±6,70 ^b	173,6±5,81 ^b
Tridgliserit (mg/L)	217,6±11,78 ^a	234,0±13,79 ^a	161,5±12,10 ^b	154,2±10,43 ^b
Kan Üre Azotu (mg/L)	8,2±1,49 ^a	9,9±1,84 ^a	4,9±0,50 ^b	5,1±0,57 ^b
Hormon				
Kortizol	1287,6±34,03 ^b	1538,0±67,16 ^a	1093,6±40,94 ^c	925,6±30,22 ^d
Enzimler				
Aspartat amino transferaz (AST) (U/L)	487,0±13,42 ^b	640,6±15,63 ^a	423,2±5,39 ^c	375,2±3,22 ^d
Alanin amino transferaz (ALT) (U/L)	56,8±5,74 ^b	74,0±5,20 ^a	37,6±2,08 ^c	29,6±1,93 ^d
Laktat Dehidrogenaz (LDH) (U/L)	1044,0±29,46 ^b	1209,8±51,54 ^a	990,8±11,13 ^c	875,2±12,65 ^d
Alkelen Fosfataz (ALP) (U/L)	9,8±2,26 ^b	16,2±2,26 ^a	7,5±1,54 ^c	4,1±1,76 ^d
Elektrolitler				
Kalsiyum (mg/L)	16,1±2,41 ^a	9,0±0,95 ^b	7,2±0,65 ^c	7,3±0,22 ^c
Fosfor (mg/L)	27,4±1,76 ^a	23,4±1,34 ^b	19,3±2,04 ^c	18,6±1,45 ^c
Demir (mg/L)	35,6±1,29 ^a	30,2±1,66 ^b	25,2±1,23 ^c	24,7±1,55 ^c
Sodyum (nmol/L)	114,8±4,17 ^a	102,8±1,06 ^b	96,2±,62 ^c	95,2±2,45 ^c
Potasyum (nmol/L)	4,0±0,32 ^a	2,9±0,75 ^b	1,7±0,54 ^c	1,6±0,67 ^c
Klorür (nmol/L)	81,8±1,39 ^a	67,6±7,68 ^b	55,0±1,28 ^c	54,3±1,20 ^c
İlkbahar-19, Yaz-23, Sonbahar-21, Kış-22 balık örneği analizlerde kullanılmıştır.				

Serum kortizol incelendiğinde, en yüksek seviyede yaz aylarında, en düşük seviyede ise kış aylarında tespit edilmiştir. Alanin amino transferaz, Aspartat amino transferaz, Laktat dehidrogenaz ve Alkelen fosfataz enzimlerinin mevsimsel miktarı göz önüne alındığında, en yüksek oranda yaz aylarında, daha sonra sırası ile ilkbahar, sonbahar ve kış aylarında farklı seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Elektrolitler içinde yer alan Kalsiyum, Fosfor, Demir, Sodyum, Potasyum ve Klorür seviyelerinin mevsimsel dağılımlarına bakıldığında, en yüksek oranda ilkbahar aylarında, daha düşük seviyede yaz aylarında, en düşük seviyelerde ise sonbahar ve kış aylarında var olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulguların istatistiksel olarak anlamlı olduğu da görülmektedir ($p<0,05$) (Çizelge 4.4).

4.5. Kızılkanaat (*Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758)'da Mevsimsel Olarak Hematolojik Parametrelerinin Dağılımı

Kızılkanaat (*Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) balığının kan parametrelerinde meydana gelen mevsimsel değişim çizelge 4.5'de görülmektedir. Buna göre total lökosit, eritrosit, agranüosit, hemoglobin, hematokrit ve trombosit oranı incelendiğinde, bu değerlerin yaz aylarında en yüksek oranda olduğu, bunun yanında ilkbahar, sonbahar ve kış aylarında azalan bir oranda olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. *Kızılkanaat* balıklarında total kan parametrelerinin mevsimsel değişimi

Kan Parametreleri	Mevsimler			
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Total Lökosit Sayısı $10^3/\text{mm}^3$	6,0±0,12 ^b	7,1±0,19 ^a	5,3±0,16 ^c	4,2±0,13 ^d
Granülosit (%)	81,1±1,18 ^c	74,1±1,12 ^d	89,2±1,24 ^b	94,0±1,36 ^a
Agranülosit (%)	18,9±1,18 ^b	25,9±1,12 ^a	10,8±1,24 ^c	6,0±1,36 ^d
Eritrosit Sayısı $10^3/\text{mm}^3$	1,12±0,03 ^b	1,60±0,04 ^a	0,96±0,04 ^c	0,77±0,02 ^d
Hemoglobin Miktarı (g/dL)	8,4±0,26 ^b	9,4±0,32 ^a	7,5±0,24 ^c	6,70±0,23 ^d
Hematokrit Değer (%)	28,4±0,24 ^b	32,1±0,41 ^a	23,1±0,19 ^c	18,4±0,21 ^d
Trombosit Sayısı ($10^3/\text{mm}^3$)	312,2±3,50 ^b	366,1±3,24 ^a	290,1±3,10 ^c	249,4±3,18 ^d

İlkbahar-19, Yaz-23, Sonbahar-21, Kış-22 balık örneği analizlerde kullanılmıştır.

Granülosit oranına bakıldığında ise, diğerlerinden farklı olarak, en yüksek oranda kış aylarında, en düşük oranda ise yaz aylarında tespit edilmiştir. Tüm bu değerler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde bulgular arasında mevsimlere bağlı olarak tespit edilen değerlerin anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$) (Çizelge 4.5).

4.6. Balıklarda Mevsimsel Olarak Çeşitli Dokularda (Solungaç ve Karaciğer) Histopatolojik İnceleme

Ladik Gölünden yakalanan balık türlerinin karaciğer ve solungaç dokuları histopatolojik yönde incelenmiş olup, bu dokulardaki lezyon tipleri mevsimlere bağlı olarak Çizelge 4.6 (Karaciğer) ve Çizelge 4.7 (Solungaç)'de gösterilmiştir.

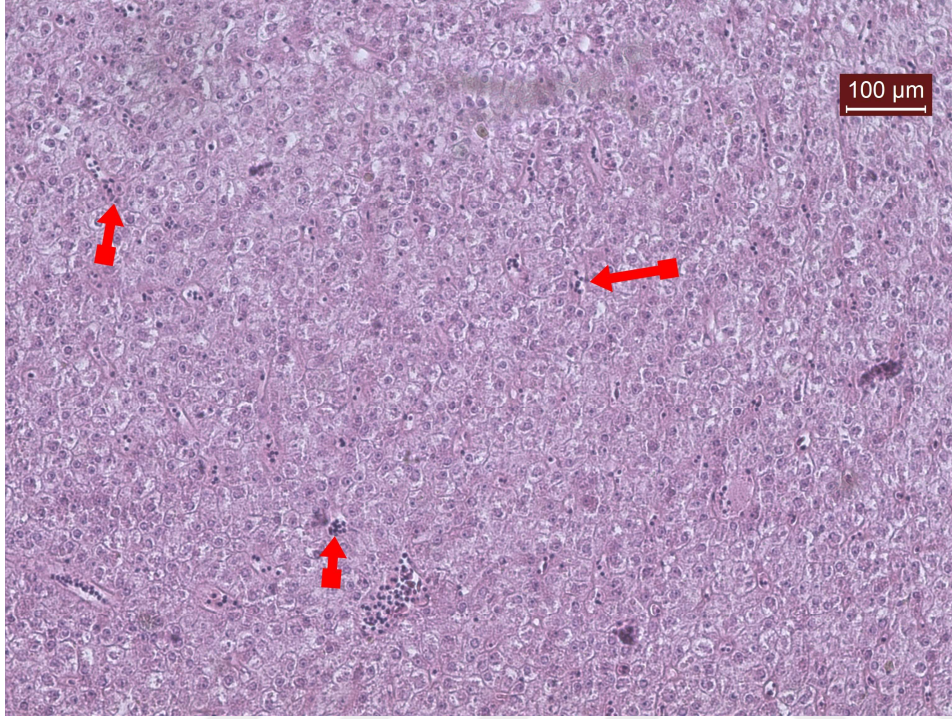
Çizelge 4.6. *Kızılkanat* karaciğer dokularında görülen lezyonların mevsimsel dağılımı

Karaciğer dokusunda gözlenen toksikopatolojik lezyonlar	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Hepatositlerde vakuolleşme	+	+	+	+
Hücre şekillerinde değişim	+	+	+	+
Karaciğer dokusunda yağlanma				
Doku içi kanama bölgeleri	+	+	+	+
Mononükleer hücre infiltrasyonu	+	+		+
Periportal nekroz				
Hepatoselüler dejenerasyon			+	

[+]: Lezyon olduğunu gösterir

Karaciğer dokuları dikkate alındığında toksik maddelere bağlı oluşabilecek çok fazla toksikopatolojik lezyon görülmemekle birlikte, en çok gözlenen bulgular; hepatositlerde vakuolleşme, hücre şekillerinde değişim, küçük kanama bölgeleri (Peteşi) ve hepatoselüler dejenerasyondur (Şekil 4.1). Ayrıca tüm mevsimlerde *Kızılkanat* balığında lezyonların daha fazla görülmesi, bu balıkların çevresel etkilerden histopatolojik olarak daha fazla etkilendiğini göstermiştir. İlkbahar döneminde bazı turna balıklarının üreme

davranışlarından kaynaklı olabilecek beslenme indekslerini artırma eğilimlerine bağlı olarak karaciğer dokularında yağlanma gözlemlendiği bilinmektedir (Atamanalp, 2008).



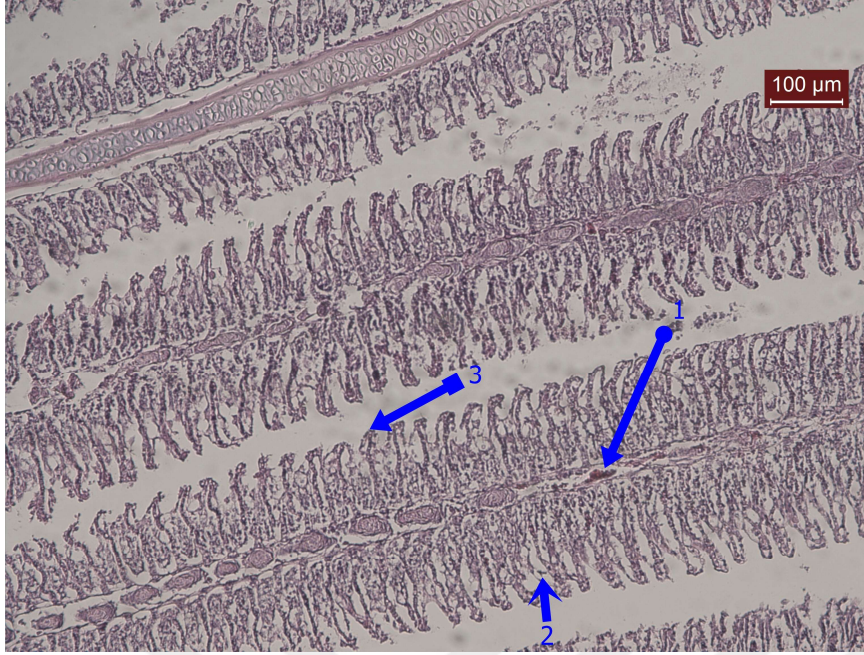
Resim 4.1. *Kızılkant* karaciğer dokusu. (Oklar: küçük kanama bölgeleri (Peteşi) HE X200

Solungaç dokuları dikkate alındığında toksik maddelere bağlı oluşabilecek toksipatolojik lezyonlardan en çok gözlenen bulgular arasında; Sekonder lameller arasında meydana gelen boşluklarda azalmalar, sekonder lamellerde meydana gelen erimeler, sekonder lamellerde görülen birleşmeler, sekonder lamellerde ortaya çıkan kalınlaşmalar, sekonder lamellerde meydana gelen balonlaşma eğilimleri, sekonder lamellerde görülen kısaltmalar, epitelyumlarda ortaya çıkan vakuolleşme ve kıkırdak dokularda meydana gelen (Kartilaj) hasarlarıdır. Bu lezyonların tüm mevsimlerde görülmesi sudaki kirleticilere maruz kalındığının bir göstergesidir. Ayrıca yazın ve sonbahar aylarında artan lezyonların ortaya çıkması, sulama amacı ile göl suyunun azalmasına bağlı olarak kirleticilerin konsantrasyonlarındaki artışın sebep olabileceği düşünülmektedir (Çizelge 4.7). Diğer mevsimlerde su seviyesinde artış olmasına karşın solungaç yüzeyini azaltma yönünde lezyonların görülmesi tüm aylarda suya, kirliliğe sebep olabilecek çeşitli kirleticilerin karıştığı kanısını doğurmaktadır. Bunun sonucunda da tüm mevsimlerde ve tüm türlerde kirleticilere maruziyeti azaltmak amacı ile solungaç yüzeylerinde azalma eğilimi gözlenmiştir (Şekil 4.2 – Şekil 4.3) (Uçar, 2009).

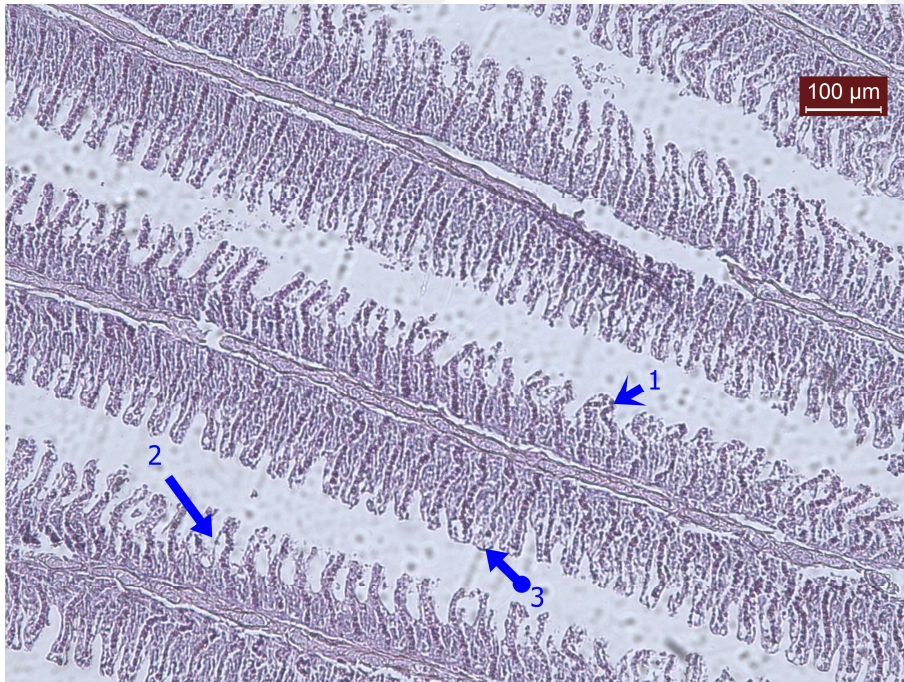
Çizelge 4.7. *Kızılkanat* balıklarının solungaç dokularında görülen lezyonların mevsimlere göre dağılımı

Solungaç dokusunda gözlenen toksikopatolojik lezyonlar	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Sekonder lamellerarası boşlukta azalma			+	+
Sekonder lamellerde kısalma		+	+	+
Sekonder lamellerde erime		+	+	+
Sekonder lamellerde birleşme		+	+	+
Sekonder lamellerde incelme	+			
Sekonder lamellerde kalınlaşma		+	+	+
Sekonder lamellerde balonlaşma		+	+	+
Sekonder lamel ucunda çomaklaşma				
Epitelyumda vakuolleşme	+	+	+	+
Kıkırdak doku hasarı		+	+	+

[+]: Lezyon olduğunu gösterir



Resim 4.2. *Kızılkanat* solungaç dokusu (1 nolu ok: Kartilaj hasarı, 2 nolu ok: Epitelyumda vakuolleşme, 3 nolu ok: Sekonder lamellerde birleşme) HE X100



Resim 4.3. *Kızılkanat* solungaç dokusu (1 nolu ok: Sekonder lamellerde kalınlaşma ve kısalma, 2 nolu ok: Epitelyumda vakuolleşme, 3 nolu ok: Sekonder lamellerde birleşme) HE X100

5. TARTIŞMA

Hızlı sanayileşme, tarım alanlarında sıkça kullanılan kimyasallar ve evsel atıklar direk sulara deşarj edildiğinden sucul ortamlar her geçen gün daha çok kontamine olmaktadır. Bu yüzden suya bağımlı ekonomik göstergelerini ilerleten ülkeler su kirliliği protokollerini her geçen gün genişletmektedir. Çünkü gerek yaban hayatın korunması ve gerekse sucul ortamların indikatörü olan balıkların korunması bu ülkeler için (Norveç, Danimarka, İzlanda vb.) birinci derecede stratejik planlamalarda yer almıştır. Böylece dünyada çeşitli biyotopların ekolojik yıpranma indeksleri çıkarılarak ileriye yönelik olumsuz senaryolara karşı alınabilecek önlemleri belirlemeye çalışılmaktadır.

Ekosistemler içinde en fazla çevre kirliliğine maruz kalan sucuk ortamlar olup, bu tür ortamlar korunmaya en muhtaç yerler arasındadır. Kirliliğe en fazla maruz kalan bu sucul sistemler burada yaşayan ve besin olarak kullanılan balıkların sağlığının ne kadar önemli olduğu hakkında bize önemli bilgiler vermektedir. Bu sebepten son yıllarda sucul ortamlar ve buralarda yaşayan canlılar üzerine limnolojik, sistematik, moleküler alanda çalışmalar oldukça artış göstermektedir. Sucul sistemlerde yaşayan balıkların besin amaçlı olarak insanlar tarafından kullanılması, burada yaşayan balıkların sağlık açısından incelenmesini önemli hale getirmektedir. Beslenme sonucu balıklardan insanlara geçebilecek hastalıkların tanımlanması ve bu konuda elde edilecek bilgiler gelecek nesillerin daha sağlıklı olmasını sağlayacaktır. Aynı zamanda bu yolla meydana gelebilecek hastalıkların ortaya çıkmasını önleyici tedbirler alınması açısından önemli hale gelmiştir.

Sucul ortamların kirlilik oranlarının belirlenmesi, dolayısı ile buralarda yaşayan balıklar ve sulara yaşam gösteren canlı türlerinin sağlığını ve dolaylı olarak da insan sağlığını doğrudan ilgilendirmesi açısından önemli hale gelmiştir. Bu durum, insanlar ve diğer canlılar tarafından besin olarak kullanıldığı için önemli hale gelen ve özellikle son yıllarda alternatif besin kaynağı olarak insanlar tarafından kullanılan balıkların sağlık durumlarının belirlenmesinin ne kadar önemli olduğunu bize göstermesi açısından ciddi bir problem oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, Samsun-Ladik Gölünde yaşamını sürdüren ve ekonomik olarak da önemli olduğu bilinen bir balık türü olan *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758),

kızılkanat'ın ağır metal, kan, biyokimyasal parametreler ve histopatolojik değişiklikler mevsimsel olarak araştırılmıştır. Sadece balık türünde değil, aynı zamanda göl suyunda ve göldeki sediment örneklerinde birikim gösterdiği düşünülen ağır metal düzeylerinin mevsimsel olarak birikim oranları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Ladik Gölü su kalite kriterlerine mevsimlere bağlı bir inceleme yapıldığında; amonyum Azotunun ($\text{NH}_4\text{-N}$) en yüksek ve en düşük değerlere hangi mevsimlerde sahip olduğuna bakılmış ve bu değerlerin en yüksek ilkbahar aylarında (0,5 mg/L) rastlamasına rağmen, kış aylarında daha düşük değerlerde (0,2 mg/L) var olduğu tespit edilmiştir. Çoğunlukla İlkbahar dönemlerinde artan meteorolojik faaliyetler sonucunda, göl ortamına herhangi bir yolla akan suların taşıdığı düşünülen evsel atıkların ve tarımsal kimyasalların ortamda bulunan amonyum azotunun seviyesinin arttığı düşünülmektedir. Sucul sistemlerde fazla miktarda görülen nitrit azotunun kaynağının ise çeşitli organik özellikteki maddelerden ve özellikle azotlu gübrelerden oluştuğu bilinmektedir. Yapılan bu çalışmadaki sucul ortamda özellikle yaz aylarında en yüksek oranda bulunan nitrit azotunun (0,04 mg/L), yüksek oranda bulunmasının ana sebepleri arasında bu dönemlerde evsel atıkların sucul ortamlara daha fazla karışmasından kaynaklandığını göstermektedir (Basaran, 2010). Çalışma sonucunda elde edilen bir diğer sonuca göre, kanalizasyon atıklarının göle karıştığı durumlarda arttığı bilinen nitrat azotunun ($\text{NO}_3\text{-N}$), (3,9 ve 4,8 mg/L) en yüksek değerlerde ilkbahar ve yaz aylarında, daha düşük değerlerde ise (1,6mg/L) kış aylarında tespit edildiği görülmüştür.

Araştırmada, 1,7 ve 1,5 mg/L ile ilkbahar ile yaz aylarında yüksek oranda bulunan Ortofosfat fosforu ($\text{PO}_4\text{-P}$), 0,4 mg/L ile en düşük olarak kış aylarında tespit edilmiştir. Genellikle bu dönemlerde fazla bir şekilde görülen, göl etrafında hayvanların (manda, inek) çok miktarda barındırılması, etrafta bulunan yerleşim yerlerinden kanalizasyonların direk olarak göl suyuna karışması ve tarımla ilgili faaliyetlerin birçoğunun özellikle bu dönemlerde artması, sucul sistemlerdeki fosfor miktarının artmasının temel nedeni olarak düşünülmektedir (Tanyolaç, 1993).

Bu çalışmada belirlenen alan içinde suyun toplam sertliği incelendiğinde, toplam sertliğin en yüksek ($^{\circ}\text{dH}$) olduğu dönemin ilkbahar ile yaz aylarında olduğu (110,2-114,6 mg/L), bunun yanında en düşük dönemin ise kış ile sonbahar aylarında (104,4-102,4 mg/L) olduğu görülmüştür. Sularda görülen sertlik değerinin sularda bulunan Ca^{++} ve Mg^{++} ve Ba ile doğru bir orantı içerisinde olduğu düşünüldüğünde söz konusu mevsimde belirtilen iyonların ve

baryum miktarının beklenenden yüksek olması normal karşılanmalıdır (Çizelge 4.1), (Allan, 1995). Bu sonuca göre değerlendirildiğinde, kalsiyum miktarının göl suyunda ilkbahar ile yaz mevsimlerinde en yüksek değere ulaştığı (36,4-37,2), buna paralel olarak magnezyum miktarının da yine en yüksek değerlerde ilkbahar ile yaz mevsimlerinde (5,1-5,4) var olduğu tespit edilmiş olup, diğer çalışmaları destekler nitelikte olması açısından önemli bir veri olarak karşımıza çıkmaktadır (Çizelge 4.1.), (Cirik ve Cirik, 2005).

Sularda bulunan çözünmüş oksijen miktarının (mg/L) sıcaklıkla ters orantılı olarak değiştiği bilinmektedir. Yapılan çalışmada, Göl suyunda çözünmüş oksijen miktarı sıcaklıkla ters orantılı bulunmuştur. Çözünmüş oksijen miktarının en yüksek olduğu ayların kış ayları olduğu (9,3 mg/L), en düşük miktarın yaz aylarında karşımıza çıktığı görülmektedir (7,1 mg/L) (Kocataş, 2006). Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) değerleri göz önüne alınarak yapılan çalışmada ise vurgulandığı gibi ters orantı görülmüş ve sıcaklığın yaz dönemlerinde oldukça yükseldiği ($21,2^{\circ}\text{C}$) fakat bunun yanında kış aylarında oldukça düşük değerler gösterdiği ($2,2^{\circ}\text{C}$) belirlenmiştir. Sıcaklığın canlıların yaşam faaliyetlerine ve çevredeki dağılımlarına etki eden önemli bir etken olduğu bilinmekle beraber aynı zamanda, sıcaklığın canlıların yaşamasında etkili bir etmen olduğu da bilinmektedir (Alaş ve Cil, 2002).

Canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için belirli sınırlarda yaşama şartlarının var olması gerekmektedir. Özellikle sucul sistemlerde yaşayan canlıların yaşamlarını etkileyen en önemli etkenlerin başında sıcaklık pH gibi şartlar önem taşımaktadır. Sucul bir sistemde canlıların yaşayabilmesi için bulunması gereken optimum pH değerinin (6,5-8,5) arasında olduğu ifade edilmiş olup, bu değerlerin dışında kalan değerlerde canlıları olumsuz etkilediği yaşama ortamı bulamadığı, hatta öldürücü bir etki gösterdiği bildirilmiştir (Goldman ve Horn, 1983). Yapılan çalışma sonucuna göre en yüksek pH değerlerinin kış aylarında (pH=9,3), en düşük pH değerinin ise yaz aylarında (pH=7,1) karşımıza çıktığı görülmektedir. Buradan yola çıkarak kış aylarında yüksek oranda karşımıza çıkan pH değerinin sularda yaşayan canlıları olumsuz yönde etkilediği bilinmekle beraber, bu dönemlerdeki pH değerinde meydana gelen artışın, sanayi kuruluşlarından kaynaklanan atıklardan olabileceği düşünülmektedir. Endüstriyel atıklardan kaynaklı atıkların en fazla, yörede bulunan çimento fabrikasından ve göl etrafındaki kırsal alanlardan gelen atıkların istenilen değerlerden daha yüksek miktarlarda bulaşması sonucunda ortaya çıktığı ifade edilmektedir (Polat, 1997).

Gölün Elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değeri incelenmiş ve bu değerin yaz aylarında daha yüksek oranda ($325,2 \mu\text{S}/\text{cm}$), kış aylarında ise daha düşük değerlerde ($262,8 \mu\text{S}/\text{cm}$) olduğu belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik değerindeki bu farklılığın temel sebebinin, tarımsal amaçlı kullanılan kimyasalların özellikle yaz ile ilkbahar aylarında fazla miktarlarda tüketimden dolayı sucul sistemlere bulaşması ve ayrıca evsel atıklardan kaynaklanan fazlaca tuz ürünlerinin yine sucul sistemlere karışması sonucunda meydana gelebileceği düşünülmektedir (Barlas vd. 1995).

Sadece sucul sistemlerde değil Sedimentte de metallerin mevsimsel değişimine bakılmış ve burada meydana gelen birikimin yaz mevsiminde diğerlerinden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Sedimentte yaz aylarında artan metal birikiminin temel nedeninin suyun bu aylarda buharlaşması sonucunda metallerin kolaylıkla ve fazla miktarda sedimente geçmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Su sirkülasyonun fazla olmadığı bu dönemde metallerin sedimentte birikmesi daha yoğun olacaktır. Buna paralel olarak metallerin sedimentte sonbahar ile ilkbahar aylarında daha düşük seviyelere inmesinin sebebi olarak bu aylardaki su sirkülasyonunun daha fazla olabilmesinden ileri geldiği ifade edilmektedir.

Su ve balık dokularında görülen metal oranlarının sedimentte ölçülen metal oranlarından oldukça düşük miktarlarda olduğu. Bu ağır metal birikiminin temel sebebinin akarsu ve göllerdeki sedimentin bu tür maddeleri depo edebilmesinden kaynaklandığı şeklinde ifade edilebilir. Nitekim yapılan birçok çalışma, bu tür sularda metal birikiminin en fazla sedimentte meydana geldiği ifade edilmiştir (Mendil ve Uluözlü, 2007; Öner ve Çelik, 2011).

Bu çalışmada belirlenen Ladik gölünden alınan su örneklerinde tespit edilmeye çalışılan bazı ağırmetal (Al, Ba, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb ve Zn) miktarları mevsimsel olarak değerlendirilmiş ve bunun sonucunda; yaz ile kış aylarında alüminyum, baryum ve krom, seviyelerinin III. sınıf, ilkbahar ile sonbahar aylarında ise II. sınıf, Bakır, demir, mangan, kurşun ve çinko değerlerinin ise IV. sınıf su kategorisi içerisinde değerlendirilebileceği görülmektedir. Fakat bunun yanında bu tür sucul sistemlerden alınan sediment örneklerinden tespit edilen ağır metal düzeylerinin IV. sınıf su kategorisi içerisinde değerlendirilebileceği belirlenmiştir. Bakır ve kurşun değerlerinin yüksek çıktığı Ladik gölünde bu ağır metallerin seviyelerinin yüksek miktarlarda olmasının sebebi olarak, göl çevresinde yaşam alanlarından kaynaklanan

ve genellikle evlerden akıtılan atık su ve tarımsal faaliyetler amacıyla kullanım sonucu tarımsal ilaçların sulara bulaşması sonucundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışma alanında Ladik göl suyunun pH aralığının 7,2–8,1 arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu tür metallerin tespit edilen bu pH aralıklarında çok fazla miktarda çözünemedikleri için, bu durum Ladik göl suyundaki metallerin ya çok az miktarlarda ya da tespit edilemeyecek seviyelerde olmasına neden olmuştur. Burada yapılan çalışmada tespit edilen en önemli verilerden bir tanesinin, metal konsantrasyonlarının özellikle yaz ve ilkbahar mevsimlerinde artış gösterdiği, fakat bunun yanında kış ve sonbahar mevsimlerinde azalma eğilimi içerisinde olduğu görülmektedir. Ladik göl suyunda belirlenen metal miktarlarının ilkbahar ve yaz aylarında artış gösterdiği ve bu artışın sebebinin, ilkbahar aylarında akarsulardan göle evsel ve tarımsal kullanım sonucunda metallerin fazla miktarda boşaltılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bunun aksine kış ve sonbahar mevsimlerinde metal miktarlarında meydana gelen azalmasının sebebinin, sulardaki buharlaşmanın çok az ve yağışların fazla olmasından kaynaklanabileceği ifade edilmektedir. Nitekim yapılan çalışmada, göl suyunun pH değerinin alkali değere (7,2–8,1) yakın olması, ağırmetal seviyesi bakımından su örneklerinin sediment ve doku örneklerine göre düşük seviyelerde çıkmasından kaynaklandığını ifade etmektedir (Karadede, 1997). Yani göl suyunda ağır metal seviyesinin sediment ve doku örneklerinde su örneklerinden daha fazla miktarda olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, Ladik gölü ağır metal miktarı olarak değerlendirildiğinde, su ve sedimentte görülen ağır metal düzeylerinin normal olabilecek değerlerin üzerinde olduğu, gerekli tedbirlerin alınmaması durumlarında daha sonraki yıllarda gölün doğal yapısının bozulabileceği kaçınılmaz bir durum haline gelecektir. Bunun yanında gelecek yıllarda bu sulara metal birikiminin daha da artacağı, dolayısı ile bu burada yaşayan tüm canlıların olumsuz etkileeneceği, hatta bu ortamlarda yaşayan balıkların dokularında da metal seviyelerinin artacağı, bu durumun insan sağlığını da olumsuz yönde etkileyeceği ve tehlikeli sonuçlar ortaya çıkaracağı kaçınılmaz bir durum haline gelecektir.

Türk Gıda Kodeksine göre (TFC, 2002), balık dokularında bulunması uygun görülen bakır (Cu) seviyesinin 20 µg/g olması gerekmektedir. Yapılan bu çalışmada, burada yaşayan balık türünde, bakır seviyesinin kas ve solungaç dokularında uygun görülen değerlerden daha düşük olduğu, fakat bunun tam aksine karaciğer dokularında belirlenen sınırların üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Sularda biriken çinko miktarı incelendiğinde, Türk Gıda Kodeksine göre (TFC, 2002), balığın dokularında bulunması normal olan çinko (Zn) seviyesinin maksimum olarak 50 µg/g değerinde olması gerektiği ifade edilmektedir. Ladik göl suyunda yaşayan balık ile ilgili yapılan bu çalışmada balığın solungaçlarında ve karaciğerlerinde biriken çinko miktarına bakılmış ve bu seviyenin olması gereken normal değerlerden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında çinko seviyesinin kızılkanat balıklarındaki kas dokusunda 49,1 µg/g olarak tespit edildiği ve bu değer, ilkbahar mevsiminde limitlerin üzerinde olduğu, fakat aksine diğer mevsimlerde belirlenen sınırların altında olduğu tespit edilmiştir. Kızılkanat balıklarının kas dokularında çinko seviyesinin belirlenen sınırların üzerinde olmasının temel sebebinin ilkbahar mevsiminde bu balık türlerinin beslenme ve üreme aktiviteleri ile bağlantılı olabileceği düşünülmektedir. Karaciğer ve solungaç gibi dokularda Bakır ve Çinko seviyelerinin istenilen değerlerden fazla olmasının nedeninin, bu dokuların metabolik olarak aktif olmalarından kaynaklandığı ifade edilmektedir (Oymak vd., 2009).

Kurşun sularda birikebilen bir diğer ağır metal olup, balıklarda bulunması normal karşılanan değer Türk Gıda Kodeksine göre (TFC, 2002), 0,4 µg/g olduğu bilinmektedir. Ladik gölünde yaşayan kızılkanat balığında yapılan bu çalışmada, balığın tüm dokularında tespit edilen kurşun miktarının sınır değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Krom seviyeleri ile ilgili Türk Gıda Kodeksinde (TFC, 2002) herhangi bir veri bulunmamasına rağmen, Nauen (1983) balıklarda belirli bir krom seviyesinin olması gerektiğini vurgulamıştır. 1,0 mg/Kg şeklinde ifade ettiği bu değer bizim yaptığımız çalışma ile karşılaştırıldığında, göl suyu balık türünün tüm dokularında tespit edilen krom seviyesinin burada belirtilen seviyeye yakın veya bu seviyenin üzerinde olduğu görülmüştür.

Balıklarda Baryum seviyesinin ne kadar olması gerektiği ile ilgili herhangi bir veri olmamasına rağmen (TFC, 2002), Milliour vd., (2012) balık ve balık ürünlerinde Baryum için sınır değerlerinin 0,824mg/Kg olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Ancak bizim yaptığımız bu çalışmada, elde edilen balık türlerindeki solungaç dokularında Baryum seviyesinin sınırların üzerinde, fakat karaciğerlerde ve kaslarda üst sınıra yakın veya sınırın üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Yukarıda belirtilen metallerin balıklarda özellikle balık dokularında yüksek miktarlarda tespit edilmesinin ana sebebinin, buralardaki yerleşim yerlerinden sulara salınan evsel atıklardan ve tarım amaçlı kullanılam sonucunda tarımsal ürünlerin sulara karışması, ayrıca bu bölgede bulunan çimento fabrikasının atıklarının sulara karışmasından kaynaklanmış olabileceğini ifade etmek doğru olacaktır.

Balıklarda bulunması gereken alüminyum seviyesi ile ilgili herhangi bir veri olmamasına rağmen (TFC, 2002), Yılmaz vd., (2010) yaptıkları çalışmada, alüminyum değerinin 2,23-16,65 µg/g aralığında olduğunu bildirmektedir. Balıklarda belirlenen alüminyum değerlerine bakıldığında (1,0-275,7µg/g), yukarıda ifade edilen değerlerin üzerinde olması, bu balıkların besin ve ticari olarak kullanılamayacağını bir göstergesi olarak bize önemli bir sonuç vermektedir.

Yukarıda ifade edilen metal değerlerinin yanında, yine balıklarda bulunması gereken demir ile ilgili de herhangi bir sınır değeri verilmemiştir (TFC, 2002). Fakat bazı literatürlerde farklı balık tür ve dokularında demir içeriği belirlenmiş ve bu değerin 1,49-384 µg/g arasında olduğu ifade edilmiştir (Dogru vd., 2011). Kızılkanat balığı ile ilgili yapılan bu çalışmada karaciğer dokularındaki demir seviyeleri incelenmiş ve bu değerin yaz ve sonbahar dönemi hariç, literatürde verilen değerlerle yaklaşık olarak aynı olduğu belirlenmiştir.

Balıklarda solungaç ve karaciğer dokularındaki mangan (Mn) seviyelerinin 2,06 - 26,55 ve 0,73 - 7,08µg/g arasında olduğu önceki yapılan çalışmada ifade edilmiştir (Karadede ve Unlu, 2007). Kızılkanat balığı ile yapılan bu çalışmada, mangan seviyesinin balık dokularında 0,6-49,7 µg/g arasında olduğu belirlenmiştir. Bazı örneklerde üst sınır seviyesinin aşıldığı fakat, tüm değerlere bakıldığında mangan miktarının literatürle hemen hemen benzer değerleri gösterdiği tespit edilmiştir.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Yaşadığımız dünyada çevresel etmenlerden en fazla etkilenen ortamların sucul ortamlar olduğu, dolayısı ile bu ortamların korunması gerektiği, ayrıca burada yaşayan canlılar özellikle balıklar hakkında bize önemli bilgiler vermesi açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Dolayısı ile sucul sistemler üzerine yapılacak olan limnolojik, sistematik, moleküler alandaki çalışmalar oldukça önemli hale gelmiştir.

Balıklar üzerine yapılan bu tür çalışmalar, yani sucul ortamın kirlilik seviyesinin belirlenmesi, sucul organizmaların özellikle balıkların sağlık konusunda ve dolayısı ile insanları da sağlık açısından direk ilgilendirdiği için önem arz etmektedir. Bu sebepten dolayı, besin açısından oldukça önemli olan ve insanlar arasında tüketilme oranı her geçen yıl daha fazla artan balıkların, sağlıklı olmaları açısından yapılacak çalışmalar hız kazanmalı ve desteklenmelidir.

Bu çalışmada kullanılan balıklardaki ağır metal miktarları değerlendirildiğinde; Ladik Gölü'nde bazı ağır metal seviyelerinin sınır değerlerden fazla olduğu, bunun temel nedenleri arasında, çimento fabrikası atıklarının gerekli standartlara uygun olarak arıtma işleminden geçirildikten sonra sulara boşaltılmasının denetiminin yapılması ve aynı zamanda göl çevresinde yaşama alanlarından göl suyuna akıtılacak olan atıkların göl suyuna bulaşmasının engellenmesi gibi tedbirlerin bu konudaki problemin çözümünde etken olacağı düşünülmektedir.

Göl suyundan toplanan balık türünün karaciğerlerinde fazla miktarda bozulmalara rastlanmamıştır. Fakat bunun yanında solungaçlar incelendiğinde bu dokularda çeşitli bozulmaların meydana geldiği belirlenmiştir. Bu bozulmaların temel sebebinin, su içerisinde bulunabilecek kirleticilerden kaynaklandığı açık bir şekilde görülmektedir. Nitekim alınan örneklerin hemen hemen hepsinde solungaçlardaki dokularda, sekonder lamellerdeki boşluklarda azalma, sekonder lamellerde erimeler, sekonder lamellerde birleşmeler, sekonder lamellerde kalınlaşmalar, sekonder lamellerde balonlaşmalar, sekonder lamellerde kısalmalar, epitelyumda vakuolleşme ve kıkırdak dokuda (Kartilaj) bazı hasarlar meydana

gelmiş olup bunun nedeninin kirletici ile maruziyetin bir sonucu olduğu kanısına varılmıştır. Herhangi bir yolla sulara karıştığı düşünülen bu atıkların bütün sezonlarda balığın solungaçlarında toksikopatolojik lezyonlara sebep olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında yaz ve sonbahar aylarında balıklarda görülen bu bozulmaların artış gösterdiği tespit edilmiştir. Balık solungaçlarında meydana gelen bozulmalardaki bu artışın, yerleşim yerinde yaşayan insanların evlerinden bulaşan ve tarımsal amaçla kullanım sonucu göl suyuna bulaşan kirletici özellikteki maddelerden kaynaklandığı ifade edilebilir. Sonbahar ve yaz aylarının haricinde kalan diğer aylarda suyun seviyesinin artmasına rağmen çevreden gelen kirleticilerin konsantrasyonunda herhangi bir azalma olmadığından balık örneklerinden alınan solungaçlarda yüzeyi azaltma yönünde lezyonlar meydana geldiği belirlenmiştir. Burada ifade edilmesi gereken önemli bir vurgu, insanların yaşama alanları ve çimento fabrikasından dolayı mevsimlerin hepsinde göl suyuna, kirleticilerin bulaşması da kaçınılmazdır. Dolayısı ile balıkların besin olarak kullanıldığı bu bölgede metallerin balık, sediment ve sularda yüksek oranlarda bulunması, besin olarak kullanılmasını sakıncalı hale getirecektir. Özellikle bu değerlerin artış gösterdiği zamanlarda balıkların besin olarak tüketilmesinin insan sağlığını olumsuz yönde etkileyeceği kaçınılmazdır. Bu konuda alınacak tedbirlerle sorunların ortadan kalkacağı düşünülmektedir.

6.2. Öneriler

İnsanlar tarafından besin olarak kullanılan balık türlerinin yaşadığı sucul ortamların temizlik açısından çok önem verilmesi gerektiği,

Bu tür ortamlara dışarıdan evsel atıklar veya fabrika atıklarının bırakılmamasına önem verilmesi gerektiği,

Balık yaşama alanlarının koruma altına alınmasının, dolaylı olarak insan sağlığı ile alakalı olduğu, bu yüzden bu tür ortamların mutlaka kontrol altına alınması gerektiği bu çalışmanın sonucunda verilmesi gereken en önemli öneriler arasında yer almaktadır.

KAYNAKLAR

- Alas, A., Cil, OHS. (2002). An Investigation of Water Quality Parameters at Some Springs Supplying Drinking Water for Aksaray. *Ekoloji*, 11 (42), 40–44.
- Allan J.D. (1995). Stream Ecology: Structure and Function of analysis of stream-gauge records, over the recom-Running Waters. Chapman and Hall, New York.
- Anonim. (2007). Doğal alanları, kuş ve balık çeşitliliği ile geleceğe iyi bir miras; temiz Ladik Gölü. *Ladik Doğayı ve Çevreyi Koruma Derneği Yayınları*., 2, Samsun.
- Atamanalp, M. (2008). Balıklarda Toksikopatolojik Lezyonlar I. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg*, 39, 255-261.
- Balkıs, N., Algan, O. (2005). Marmara Denizi yüzey sedimentlerinde metallerin birikimi ve denetleyen mekanizmalar. *Deniz Kirliliği*, 21, TÜDAV Yayınları, İstanbul.
- Barlas, M., İkiel, C. ve Özdemir, N. (1995). Gökova Körfezi' ne Akan Tatlı Su Kaynaklarının Fiziksel ve Kimyasal Açından İncelenmesi. In: *Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. Su Ürünleri Sempozyumu Bildirileri*, 14–16 Haziran 1995, Erzurum, 704–712.
- Basaran, A.K., Aksu, M., Egemen, O. (2010). Impacts of the fish farms on the water column nutrient concentrations and accumulation of heavy metals in the sediments in the eastern Aegean Sea (Turkey). *Environ Monit Assess*, 162,439–451.
- Berg, L. S. (1949). Freshwater fish of Iran and of neighbouring countries. (In Russian). *Trudy zool. Inst. Leningr.* 8 (4), 783–858.
- Bradley, R. W., Morris J. R. (1986). Heavy metals in fish from a series of metal-contaminated lakes near Sudbury. *Ontario Water, Air, and Soil Pollution*, 7 (3-4), 341-354.
- Bulut, İ. (2012). Floating Islands of Turkey (in Turkish). *I. Baskı, Megaoffset Printing*, Erzurum, 181.
- Camusso, M., Vigano, L., Balestrini, R. (1995). Bioconcentration of Trace Metals in Rainbow Trout: A Field Study. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 31 (2), 133-141.
- Chan, H.M., Cherian, M.G. (1992). Protective roles of metallothionein and glutathione in hepatotoxicity of cadmium. *Toxicology*, 72 (3), 281-290.
- Cicik, B. (2003). Bakır-çinko etkileşiminin sazan (Cyprinus carpio)'nın karaciğer, solungaç ve kas dokularındaki metal birikimi üzerine etkileri. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 12 (48), 32-36.
- Cirik, S., Cirik, Ş., Conk-Dalay M. (2005). Su Bitkileri II, (İçsu Bitkilerinin Biyolojisi, Ekolojisi, Yetiştirme Teknikleri), *Ege Üniversitesi Su Ürünleri fakültesi Yayınları No:61*, Ders Kitabı Dizini No:28, Bornova-İzmir.

- Çalışkan, E. (2005). Asi Nehri'nde su, sediment ve karabalık (*Clarias gariepinu* Burchell, 1822)'ta ağır metal birikiminin araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, 75.
- Dogru, M.I., Orun, I., Dogru, A., Kandemir, S., Altas, L., Erdogan, K., Orun, G., Polat, N. (2011). Evaluation Of Metal Accumulation, Oxidative Stress, Biochemical And Hematological Parameters In Sander *Lucioperca L.*, 1758 From Bafra (Samsun) Fish Lakes. *Fresenius Environmental Bulletin*, 20, 10A, 2731-2736.
- Gagné, F., Marion, M., Denizeau, F. (1990). Metal homeostasis and metallothionein induction in rainbow trout hepatocytes exposed to cadmium. *Fundamental and Applied Toxicology*, 14 (2), 429-437.
- Geldiay, R., Balık, S. (2007). Türkiye Tatlısu Balıkları (Freshwater Fishes in Turkey). V. Edition. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir 638.
- Goldman, C., and Horn, A. J. (1983). *Limnology*. Tokyo: Mc Graw Hill International Book Company, 404.
- Heckel, J. J. (1843). Ichthyologie (pp. 991-1099). In: RUSSEGGER, J. Reisen in Europa, Asien und Afrika mit besonderer Rücksicht auf die naturwissenschaftlichen Verhältnisse der betreffenden Länder, unternommen in den Jahren 1835 bis 1841. Erster Band. Reise in Griechenland, Unteregypfen, im nördlichen Syrien und südöstlichen Kleinasien. Schweizerbart, Stuttgart, Teil 2: 472-1102.
- Hu, H., (2000), Exposure to metals. *Occupational and Environmental Medicine*, 27, 983-996.
- Järup, L. (2003). Hazards of Heavy Metal Contamination. *British Medical Bulletin*, 68(1), 167-182.
- Karadede, H.A. ve Ünlü, E. (2007). Heavy Metal Concentrations in Water, Sediment, Fish and Some Benthic Organisms from Tigris River, Turkey. *Environ Monit Assess*, 131, 323-337.
- Karadede, H., Cengiz, E.I., Unlu, E. (1997). Investigation of the heavy metal accumulation in *Mastacembelus simack* (Walbaum, 1972) from The Ataturk Dam Lake. *IX Turkish Symposium on Aquatic Products*, 17-19 September 1997, Egirdir-Turkey, 399-407.
- Klee, O. (1991). *Angewandte Hydrobiologie*.- G. Theieme Verlag, 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart-New York, 272.
- Kocataş, A. (2006). *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınlar İzmir.

- Kochare, T. ve Tamir, B. (2015). Assessment of Dairy Feeds for Heavy Metals. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences*, 11(1), 20-31.
- Kottelat, M. ve Freyhof, J. (2007). *Handbook of European Fresh-water Fishes*. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland.
- Linnaeus, E. L. (1758). Synopsis of Biological Data on the Northern Pike. *Fao fisheries Synopsis*, 30 rew. 2.
- Maraşlıoğlu, F. (2001). An investigation on phytoplankton and algae of coast of Lake Ladik (Ladik-Samsun-Turkey). MSc, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey (in Turkish with an English abstract).
- Mendil, D., Uluöztlü, O.D., 2007. Determination of trace metal levels in sediment and five fish species from lakes in Tokat, Turkey. *Food Chemistry* 101, 739–745.
- Miklovich, M., Kovács-Gayer, É. & Szokolczai, J. (1985). Accumulation and effect of heavy metals in the fishes of Lake Balaton. In: *Heavy Metals in Water Organisms*., 111-118.
- Millour, S. Noe, L., Chekri, R., Vastel, C., Kadar, A., Sirot, V., Leblanc, J.C., Gue'rin, T. (2012). Strontium, silver, tin, iron, tellurium, gallium, germanium, barium and vanadium levels in foodstuffs from the Second French Total Diet Study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 25, 108–129.
- Namminga, H.E. and Wilhm, J. (1976). Effects of High Discharge and an Oil Refinery Cleanup Operation on Heavy Metals in Water and Sediments in Skeleton Creek. *Proc. Okla. Acad. Sci.* 56, 133-138.
- Nauen, C.E. (1983). Compilation of legal limits for Hazardous substances in fish and fishery products. *FAO Fish. Circular*, 764, 102.
- Oymak, S. A., Akin, H. K. ve Dogan, N. (2009). Heavy metal in tissues of Tor grypus from Atatürk Dam Lake, Euphrates River-Turkey. *Biologia-Section Zoology*, 64-1, 151-155.
- Öner, O. ve Çelik, A. (2011). Investigation of Some Pollution Parameters in Water and Sediment Samples Collected From the Lower Gediz River Basin. *Ekoloji*, 20 (78), 48–52.
- Polat, M. (1997). Akarsu ve Göllerde İzlenen Fiziksel ve Kimyasal Parametreler. *Su Kalitesi Yönetimi Semineri Bildiri Kitabı*, Ankara, 45–57.
- Salomon, D. S., Zwiebel, J. A., Bano, M., Losonczy, I., Fehnel, P. and William, R.K. (1984). *Cancer Research*, 44, 4069-4077.
- Slastenenko, E. (1956). Fishes of Black Sea basin. *Meat And Fish General Institute Publications*, 711.

- Tanyolaç, J. (1993). *Limnoloji*. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 261s TFC 2002, Turkish Food Codes, *Official Gazette*, 23 September, 2002, 24885.
- Tarkan A.S. (2006). Reproductive ecology of two cyprinid fishes in an oligotrophic lake near the southern limits of their distribution range. *Ecology of Freshwater Fish*, 15, 131–138.
- Theron AJ, Tenting GR, Anderson R. (2012). Harmful interactions of non-essential heavy metals with cells of the innate immune system. *J Clin Toxicol*. 3, 1–10.
- Tort, L., Torres, P., Flos, R. (1987). Effects on dogfish haematology and liver composition after acute copper exposure. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology*, 87 (2), 349-353.
- Tulasi, S.J., Reddy, P.U.M., Ramana, Rao J.V. (1992). Accumulation of lead and effects on total lipids and lipid derivatives in the freshwater fish *Anabas testudineus* (Bloch). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 23 (1), 33-38.
- Turkish Food Codex Standard (Türk Gıda Kodeksi) (2002). Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ. No:2002/63.
- Uçar, A., Atamanalp, M. (2009). Balıklarda Toksikopatolojik Lezyonlar II. *Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40, 95-101.
- Uğurlu, S. ve Polat, N. (2006). Fish Fauna of the River Miliç (in Turkish), Ege University Faculty of Science, *J. of Fisheries and Aquatic Sci*, 23(3–4), 441–444.
- Uğurlu, S. ; Polat, N. 2007. Samsun ili tatlı su kaynaklarında yaşayan egzotik balık türleri. *Journal of Fisheries Sciences.com* 1 (3), 139-151.
- Uğurlu, S., Polat, N., Kandemir, Ş. (2009). Changes in the Lake Ladik fish community (1972-2004) and ichthyofauna of its inlet and outlet streams (Samsun, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 33, 393-401.
- Uzunoğlu, O. (1999). Gediz Nehri'nden alınan su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, 59.
- Yılmaz, A.B., Sangun, M.K., Yaglıoğlu, D. ve Turan, C. (2010). Metals (major, essential to non-essential) composition of the different tissues of three demersal fish species from İskenderun Bay. *Turkey Food Chemistry*, 123, 410–415.
- Widianarko, B., Gestel, C. A. M., Van. Verweij R. A. and Van Straalen, N. M. (2000). Associations between Trace Metals in Sediment, Water, and Guppy, *Poecilia reticulata* (Peters), from Urban Streams of Semarang, Indonesia. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 46, 101-107.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı-Soyadı : Feraye İDİL
 Uyuđu : Türkiye Cumhuriyeti
 Doğum Tarihi ve Yeri : 25.05.1975 – Samsun-Ladik
 Medeni Hali : Evli
 e-posta : ferayeidil@hotmail.com

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet Yılı
Lisans	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	1997
Yüksek Lisans	Amasya Üniversitesi	2019
İş Deneyimi/Yıl	Çalıştığı Yer	Görevi
1998	Amasya Milli Eğitim Müdürlüğü	Öğretmen

Yabancı Dili

İngilizce

Bilimsel Faaliyetler, Bildiri

Özçelik, H. B. ve İdil, Ö. (2015). Ladik Gölü'nde Yaşayan Kızılkant Balığı (*Scardinius erythrophthalmus* L., 1758)'nın Ağırmetal, Biyokimyasal ve Hematolojik Parametrelerinin Mevsimsel Olarak İncelenmesi. *XII. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi 14-17 Eylül, Muğla*.