

**ARAS NEHRİ'NDE (POLDASHT-İRAN) YAŞAYAN
Leuciscus aspius'UN SOLUNGAÇ, KARACİĞER VE
BÖBREK DOKULARININ HİSTOPATOLOJİSİ**

Mohsen ABBASZADEH

**Yüksek Lisans Tezi
Biyoloji Anabilim Dalı
Genel Biyoloji Bilim Dalı
Doç. Dr. Turgay ŞİŞMAN
2015**

Her Hakkı Saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARAS NEHRİ'NDE (POLDASHT-İRAN) YAŞAYAN *Leuciscus
aspius*'UN SOLUNGAÇ, KARACİĞER VE BÖBREK
DOKULARININ HİSTOPATOLOJİSİ

Mohsen ABBASZADEH

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
Genel Biyoloji Bilim Dalı

ERZURUM
2015

Her Hakkı Saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



TEZ ONAY FORMU

**ARAS NEHRİ'NDE (POLDASHT-İRAN) YAŞAYAN *Leuciscus aspius*'UN SOLUNGAÇ,
KARACİĞER VE BÖBREK DOKULARININ HİSTOPATOLOJİSİ**

Doç. Dr. Turgay ŞİŞMAN danışmanlığında, **Mohsen ABBAS ZADEH** tarafından hazırlanan bu çalışma, **16/06/2015** tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı Genel Biyoloji Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Fatime GEYİKOĞLU

İmza :

Üye : Doç. Dr. Turgay ŞİŞMAN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Hasan TÜRKEZ

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 18.06.2015 tarih ve 29. / . 809. nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ertan YILDIRIM
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARAS NEHRİ'NDE (POLDASHT-İRAN) YAŞAYAN *Leuciscus aspius*'UN SOLUNGAÇ, KARACİĞER VE BÖBREK DOKULARININ HISTOPATOLOJİSİ

Mohsen ABBASZADEH

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
Genel Biyoloji Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Turgay ŞİŞMAN

Balıklar yaşadıkları çevreyle temas halindedirler ve bu yüzden sucul kirlilik tespitinde oldukça sık kullanılırlar. Bu çalışmada *Leuciscus aspius* (Akbalık) türü balıklar Aras Nehri'nin (Poldasht-İran) 2 farklı bölgesinden yakalandı. Balıkların solungaç, karaciğer ve böbreklerindeki histolojik değişiklikler mikroskopik olarak gözlemlendi ve kantitatif olarak değerlendirildi. Solungaç filamentlerinde dilatasyon, lamellerde dejenerasyon, hipertrofi ve lamel epitelinde ayrılma gibi anormallikler gözlemlendi. Karaciğerde melanomakrofajlarda birikme, homojen olmayan parankima, hepatopankreasta proliferasyon, merkezi vende konjesyon, merkezi vende dejenerasyon ve sinuzoidal dilatasyon gibi yaygın patolojik durumlar tespit edildi. Böbrekte ise gözlenen değişiklikler renal tubullerde dejenerasyon, melanomakrofajlarda artış, tubullerde vakuolizasyon ve renal parankimada konjesyon olarak belirlendi. Heriki istasyondan yakalanan balıklarda patolojinin arttığı ve istatistiksel olarak önemli olduğu hesaplandı. Histolojik lezyonlar karşılaştırıldığında en çok karaciğerin etkilendiği görüldü. Histopatolojideki artışla, Aras Nehri'nin toksik kimyasallarca kirlendiği ve gözlenen bu anormalliklerin nehre bırakılan atıklarla ilgili olduğu sonucuna varıldı.

2015, 60 sayfa

Anahtar Kelimeler: Su Kirliliği, Aras Nehri, Histopatoloji, Solungaç, Karaciğer, Böbrek, *Leuciscus aspius*.

ABSTRACT

MS Thesis

HISTOPATHOLOGICAL CHANGES IN GILL, LIVER AND KIDNEY OF *Leuciscus aspius* LIVING ARAS RIVER, POLDASHT-IRAN

Mohsen ABBASZADEH

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology
General Biology Department

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Turgay ŞİŞMAN

Fishes live in direct contact with their external water environment. So, fishes are often used to establish the aquatic pollution. In the current study, *Leuciscus aspius* (Asp) were caught at two different sites in Aras River (Poldasht-Iran). The histopathological abnormalities in gill, liver and kidney of the fish were determined microscopically and appraised with quantitative analyses. In the gills, lamellar degeneration, filamenter dilatations, hypertrophy of the gill epithelium and lamellar epithelial liftings were observed. There were an increase in the number and size of melanomacrophage centers, proliferation of the hepatopancreas, non-homogenous parenchyma tissue, degeneration of central vein, blood congestion of central vein and sinusoidal dilatation in the fish liver. The observed tissue changes in fish kidneys included degenerations of renal tubuli, vacuolisation, melanomacrophages aggregates, and blood congestion. Histopathological abnormalities increased in two localities and the increase was found to be statistically significant. The lesions were comparatively most severe in the liver. The increase in histopathology consider that Aras River is contaminated with toxic contaminants and the observed lesions are related to discharge of wastes into Aras River.

2015, 60 pages

Keywords: Water Pollution, Aras River, Histopathology, Gill, Liver, Kidney, *Leuciscus aspius*.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum bu çalışma Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Hayvan Fizyolojisi ve Histolojisi Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Çalışmalarımın her aşamasında bana yardımcı olan, bilgi, deneyim ve önerileriyle bana yol gösteren tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Turgay ŞİŞMAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımda kullandığım balık türlerinin yakalanmasında yardımlarını esirgemeyen Mohammed HABİBZADEH'e en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi manevi destekleriyle daima yanımda olan ve üzerimde sayısız emekleri bulunan kıymetli annem Mehrangiz ve babam Aziz ABBASZADEH'e yürekten teşekkürlerimi sunarım.

Mohsen ABBASZADEH

Haziran, 2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Sulara Kirlenme.....	2
1.1.2. Sulara karışan atık maddeler	3
1.1.3. Sulara kirlenmeye neden olan unsurlar	5
1.2. Çalışmada Kullanılan Balık Türüne Ait Bilgiler.....	9
1.2.1. Cyprinidae (Sazangiller).....	10
1.2.2. <i>Leuciscus cinsi</i>	12
1.2.3. <i>Leuciscus aspius</i> Linnaeus, 1758 (Akbalık).....	12
2. KAYNAK ÖZETLERİ	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	18
3.1. Çalışma Bölgesi ve İstasyonlar	18
3.2. Örneklemesi Yapılan Balık Türü	21
3.3. Çalışmada Kullanılan Kimyasallar.....	22
3.4. Kullanılan Aletler ve Cihazlar.....	22
3.5. Histopatolojik Yöntem	22
3.6. Mikroskopik Analiz.....	27
3.7. İstatistik	28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	29
4.1. Histopatoloji	29
4.2. Solungaçlarda Durum.....	30
4.3. Karaciğerde durum	33
4.4. Böbrekte Durum	38
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	43

KAYNAKLAR	49
EKLER.....	57
ÖZGEÇMİŞ	60

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde konsantrasyon
°C	Santigrat derece
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre
cm	Santimetre
g	Gram
g/cm ³	1 cm ³ çözelti içerisinde çözünmüş maddenin gram cinsinden miktarı
km	Kilometre
L	Litre
m	Metre
m ³	Metre küp
mg	Miligram
mg/L	Miligram/litre
mL	Mililitre
mm	Milimetre
µg/g	Mikrogram/gram
µg/L	Mikrogram/litre
µm	Mikrometre

Kısaltmalar

BOİ	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
ÇO	Çözünmüş Oksijen
DTC	Degree of Tissue Change
EPA	Environmental Protection Agency
FAO	Food and Agriculture Organization
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
WHO	World Health Organization

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. <i>Leuciscus aspius</i> (Akbalık).....	10
Şekil 3.1. Aras Nehri ve örnekleme yapılan istasyonlar	19
Şekil 3.2. Köprü bölgesi, örneklemenin yapıldığı alan.....	20
Şekil 3.3. Baraj bölgesi, örneklemenin yapıldığı alan	20
Şekil 3.4. Arazideki ölçümü yapılmış <i>Leuciscus aspius</i>	21
Şekil 3.5. Laboratuvarıda kullanılan mikrotom cihazı.....	23
Şekil 3.6. Hematoksilen & Eosin boyama seti.....	27
Şekil 4.1. Köprü istasyonu <i>Leuciscus aspius</i> 'unun normal solungaç histolojisi.	30
Şekil 4.2. Köprü istasyonundan yakalanan <i>Leuciscus aspius</i> 'ta solungaç lamellerinde hipertrofi	31
Şekil 4.3. Baraj istasyonundan yakalanan <i>Leuciscus aspius</i> 'ta solungaç lamellerinde hipertrofi ve filameter dilatasyon	31
Şekil 4.4. Baraj istasyonundan yakalanan <i>Leuciscus aspius</i> 'ta solungaç lamellerinde epitelial ayrılmalar (lifting)	32
Şekil 4.5. Baraj istasyonundan yakalanan <i>Leuciscus aspius</i> 'ta solungaç lamellerinde dejenerasyonlar	32
Şekil 4.6. Köprü istasyonu <i>Leuciscus aspius</i> 'unun normal karaciğer histolojisi.....	34
Şekil 4.7. Köprü istasyonundan yakalanan <i>Leuciscus aspius</i> 'da homojen olmayan karaciğer parankiması görüntüsü	35
Şekil 4.8. Köprü istasyonundan yakalanan <i>Leuciscus aspius</i> 'da hepatik pankreasta proliferasyon.....	35
Şekil 4.9. Baraj istasyonundan yakalanan <i>Leuciscus aspius</i> 'da merkezi vende konjesyon.....	36
Şekil 4.10. Baraj istasyonundan yakalanan <i>Leuciscus aspius</i> 'da merkezi ven epitelinde dejenerasyon	36
Şekil 4.11. Baraj istasyonundan yakalanan <i>Leuciscus aspius</i> 'da melanomakrofajik bölgelerin artışı.....	37
Şekil 4.12. Baraj istasyonundan yakalanan <i>Leuciscus aspius</i> 'da karaciğer parankimasında sinuzoidal dilatasyonlar	37

Şekil 4.13. Köprü istasyonu <i>Leuciscus aspius</i> 'unun normal böbrek histolojisi.	39
Şekil 4.14. Baraj istasyonu <i>Leuciscus aspius</i> 'unun böbrek dokusunda proksimal ve distal tubul dejenerasyonu	40
Şekil 4.15. Köprü istasyonu <i>Leuciscus aspius</i> 'unun böbrek dokusunda melanomakrofajik bölgelerin artışı	40
Şekil 4.16. Baraj istasyonu <i>Leuciscus aspius</i> 'unun böbrek dokusunda proksimal ve distal tubul epitel hücrelerinde vakuolizasyon	41
Şekil 4.17. Baraj istasyonu <i>Leuciscus aspius</i> 'unun böbrek renal parankimasında konjesyon	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. İstasyonlardan yakalanan balıkların ağırlıkları ve boy uzunlukları.....	21
Çizelge 3.2. Araştırmalar esnasında kullanılan aletler ve cihazlar	22
Çizelge 4.1. Köprü ve Baraj lokalitelerinden yakalanan <i>Leuciscus aspius</i> balıklarının solungaç, karaciğer ve böbreklerinde tespit edilen histolojik anormallikler	29
Çizelge 4.2. <i>Leuciscus aspius</i> 'un solungaç histolojisi için hesaplanan DTC değerleri.....	33
Çizelge 4.3. <i>Leuciscus aspius</i> 'un karaciğer histolojisi için hesaplanan DTC değerleri.....	38
Çizelge 4.4. <i>Leuciscus aspius</i> 'un böbrek histolojisi için hesaplanan DTC değerleri.....	42

1. GİRİŞ

İnsanlar bilerek veya bilmeyerek çevrelerini sürekli değiştirmektedirler. Başlangıçta çevre açısından bir problem olmayan bu faaliyetlerin olumsuz etkileri zamanla ortaya çıkmaktadır. Çevre kirliliğine yol açan ilk unsurun ateş olabileceği düşünülmektedir.

19. yy. da İngiltere’de başlayan Sanayi Devrimi Dünya’da atık miktarında ciddi bir artışa neden olmuştur. Bu nedenle 1800’lü yıllar çevre kirliliğinin başlangıcı sayılmaktadır. Sanayi Devrimi’yle sayıları gün geçtikçe artan fabrikalar zamanla gelişen teknolojiyle birlikte yaygınlaşmıştır. Fabrikaların bulunduğu endüstriyel bölgeler iş istihdamı olanaklarına sahip oluşlarıyla insanların o bölgelere yerleşmelerini sağlayarak nüfusun ülke geneline dengesiz dağılmasına ve kirliliğin belirgin bir şekilde diğer yerlerden fazla olmasına yol açmıştır. Nüfusun yoğunlaştığı bu bölgelerde doğal olarak yaşayan canlıların işgal edilen habitatlarında değişen çevre koşullarına adaptasyonu oldukça zorlaşmıştır. II. Dünya Savaşı’ndan sonra çok sayıda toksik kimyasalın çevreye atılması ile doğal kaynaklar daha fazla kirlenmiş ve bu kimyasallardan insan ve diğer canlılar belirgin bir şekilde olumsuz etkilenmeye başlamıştır (Parlak vd 2009).

Günümüzde nüfus artışı, plansız kentleşme, hızla gelişen endüstrileşme ve yoğun tarımsal mücadelenin beraberinde getirdiği kirlilik, gün geçtikçe daha da büyüyen bir sorun olmaktadır (Şanlı 1979). Hava, toprak ve su kirliliği insanları ve tüm organizmaları etkileyen ve doğal kaynakları ciddi şekilde tehdit eden, yeryüzünün en önemli problemlerinden birini oluşturmaktadır (Koca *et al.* 2008).

İnsanlığın gelecekteki yaşam kalitesini belirleyecek en önemli faktörlerden biri olan çevre kirliliği kapsamındaki su kirliliği ise her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Su kaynağından kullanım aşamasına kadar en kolay kirlenen maddedir. Çünkü eritir, taşır, bırakır ve akar (Güler ve Çobanoğlu 1994). Su, atıklar için bir alıcı ve uzaklaştırıcı olarak kullanıldığından, ekosistemde hava ve toprağa kıyasla daha fazla kirlenmektedir (Ünal 2010). Su kaynaklarına kirleticilerle giren metaller, toleransı düşük olan türlerde

doğrudan ölüme veya habitat değişimine neden olurken, dirençli olan türlerde birikebilmekte ve derişimleri biyomagnifikasyonla sonraki basamaklarda artarak biyolojik bozukluklara neden olmaktadır (Timoçin 2008).

Balıklar sucul ekosistemlerdeki kirliliğin izlenmesi için uygun organizmalardır (Van der Oost *et al.* 2003). Kirlilik artışı gibi çevresel değişikliklere karşı balıklar çok hassas olduklarından sucul ekosistemin genel durumunun değerlendirilmesinde güvenilir indikatör canlılar olarak kabul edilirler. Aynı zamanda insan beslenmesinde de önemli yeri olan balıklar kirleticilere maruz kaldıklarında maalesef insan sağlığını tehdit edebilecek duruma gelebilmektedirler. Kirleticilerin ilk belirgin etkileri canlıların davranış veya dış görünümde ortaya çıkmadan önce doku ya da hücre seviyesinde görülür. Duyarlı parametreler olarak bilinen histolojik analizler, hedef organlarda hücresel değişimlerin belirlenmesinde gereklidir. Dolayısıyla balık populasyonlarının ve sucul ekosistemin sağlık durumunu tespit etmek amacıyla histolojik araştırmaların yapılması oldukça önemlidir (Dutta 1996; Uçar ve Atamanalp 2009).

Bu çalışma ile su ortamlarındaki kirliliğin tüm ekosistem için ciddi bir risk oluşturduğu göz önüne alınarak Poldasht (İran) sınırlarında bulunan ve bu yerleşim yerindeki endüstriyel, tarımsal ve evsel atıkların deşarj edildiği Aras Nehri'ndeki kirliliğin bu nehirde yaşayan *Leuciscus aspius* (Akbalık) türleri üzerine olası etkileri histopatolojik yöntemle tespit edilmeye çalışılmıştır.

1.1. Sularda Kirlenme

Yaşam için çok önemli olan su, bütün canlıların en önemli doğal kaynaklardandır. Vücutlarının %60-90'ı su olan organizmaların tüm metabolik olayları suyun varlığında gerçekleşir. Su aynı zamanda çoğu canlılar için bir yaşam ortamıdır. Su kaynakları sahip olduğu ekolojik özellikleri sayesinde birçok canlı türüne ev sahipliği yaparlar. Böylece biyolojik çeşitliliğin en fazla olduğu doğal yaşam alanlarını oluştururlar (Özen ve Korkmaz 2005).

Su kirliliği, antropojenik etkiler sonucunda ortaya çıkan, kullanımı kısıtlayan veya engelleyen ve ekonomik dengeleri bozan kalite değişimleridir. Su kirliliğinin bir başka tanımı ise; su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, su ürünlerinde, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde ve enerji atıklarının boşaltılmasını ifade etmektedir (Yaman 2012). FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü) ise su kirliliğini; canlı kaynaklara zararlı, insan sağlığı için tehlikeli, balıkçılık gibi çalışmaları engelleyici ve su kalitesini bozucu etkiler yapabilecek maddelerin suya atılması şeklinde tanımlamaktadır (Yanık ve Atamanalp 2001; Sönmez vd 2008).

Yüzey sularının kalitesi genellikle endüstri merkezleri ve nüfus artışıyla olumsuz yönde etkilenmektedir. Bununla birlikte kirlilik açısından bölgeler spesifik farklılıklar göstermektedir (Tessier and Campbell 1988; Buckley *et al.* 1995). Örneğin, eğer Aras, Çoruh ve Fırat gibi nehirlerin yukarı havzalarından birinde insanlar maden yatakları açmaya başlarsa, bunun sonucunda yağışlarla birlikte yüksek miktarlarda metal bu havzaların etkilediği ortamlara girerek, kirlilik kaynağının gelişmesine sebep olabilir. Diğer taraftan yine kurak bir bölge olan Asya’da, yüzey akışı caddelerde biriken bütün kirliticilerin yıkanarak taşınmasına sebep olabilir. Oysa yağışlı bir bölge olan Norveç’te yağışlar atmosferik taşınım durumunda olan yeni metal yüklerinin yeryüzüne düşmesine sebep olabilir (Özdilek 2002; Özdilek *et al.* 2007). Yağmur suları yeryüzüne düştükten bir müddet sonra deniz ve okyanuslara ulaşır. Eğer nehir sistemlerinde doğal ya da yapay göl, gölet, baraj ya da kanal gibi yapılar varsa, o zaman bu bileşikler, çökebilir ya da çevredeki diğer bölgelere taşınabilir. Bütün bunlardan anlaşılacağı üzere su kirliliğine sebep olabilecek birçok unsur vardır.

1.1.2. Sulara karışan atık maddeler

Son yıllara kadar doğal yoldan bozunmaları için sulara bırakılan çeşitli atık maddeler suyun kendini temizleme kapasitesinin aşılması sonucunda su kirliliğine yol açmıştır

(Gidirişlioğlu vd 1998). Çeşitli yollarla su ortamına karışan toksik maddelerin sucul organizmalar üzerindeki etkileri oldukça önemlidir. Bu toksik atıklar canlılarda kanser dâhil olmak üzere birçok hastalığa neden olabilmektedir (Wegrzyn and Czyz 2003; Göğtepe 2010).

Su kirliliğine sebep olan atıkların başlıca kaynakları evler, endüstriyel kuruluşlar ve tarımsal faaliyetler olarak sınıflandırılabilir. Sulara evsel, endüstriyel ve zirai atıkların atılmasıyla suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde istenmeyen değişimler ortaya çıkar (Basha and Rani 2003; Parlak vd 2009; Atamanalp vd 2012).

Kanalizasyon suları, çoğunlukla akarsulara, göllere, denizlere boşaltılmaktadır. Kanalizasyon atık suları içerisindeki yüksek deterjan içeriği ve patojen mikroorganizmalar suları kirletmektedir (Uslu 1993; Toroğlu vd 2006). Suda devamlı fakat az miktarda deterjan bulunması balıklarda metabolizmanın bozulması ve kuluçka süresinin uzaması gibi farklı birçok problem oluşturmaktadır (Yanık ve Atamanalp 2001). Dünyada yıllık ortalama 450-500 milyon ton evsel katı atık meydana gelmektedir. Bu miktarın 320-350 milyon tonu katı atık depo sahalarına gömülmektedir (Karamete 2008). Çöplerin depolama sahalarında parçalanmasıyla oluşan sızıntı suları yağmur sularıyla yıkanma ve maalesef zemin suyuna karışmaktadır (Kalebaşı 1994).

Endüstri kuruluşlarından kaynaklanan yıkama artığı suları ile karıştırılmadan ayrı olarak işlem görüp uzaklaştırılan kazan ve soğutma sularından kaynaklanan atık sular endüstriyel su kirliliğine sebep olmaktadır (Demir 2009). Her yıl milyonlarca atık madde su kaynaklarına boşaltılmaktadır. Bir litre arıtılmamış atık su sekiz litre temiz suyu kirletmekte ve kullanılmaz duruma getirmektedir (Aksungur and Firidin 2008). Sadece deri sanayisinde 1 ton ham derinin işlenmesi sonucu 30-50 m³ atık su oluşmaktadır (Öztürk 2008). Gübre, nitroselüloz, gıda, deri, bira, su endüstrileri ve mezbahalar su ortamına bol miktarda azot vermektedir (Vural 2011). Kömür işletmeleri, petrol arıtım tesisleri, kâğıt hamuru ve kâğıt ağartma tesisleri, reçine, pestisit endüstrilerinin atık sularında önemli miktarda fenolik bileşenler; soğutucu, yangın söndürücü, çözücü, boya endüstrileri atık sularında haloaromatik kirleticiler

bulunmaktadır (Tan 2006). Tekstil, deri, kağıt, ilaç ve gıda sanayi gibi endüstrilerden kaynaklanan atık sular, fazla miktarda ve genellikle biyolojik olarak bozunmaları zor olan sentetik boyar madde içererek ciddi ekolojik problemlere neden olmaktadır (Allen *et al.* 2005). Dünyada boyama endüstrilerinden tahminen her yıl 50,000 ton atık boya meydana gelmekte ve boyar madde içeren bu atık sular toksik, mutajen, kanserojen olabilmektedir (Chen *et al.* 2003; Mercimek 2007; Özcan 2010).

Tarım faaliyetleri sonucu meydana gelen katı ve sıvı atıklar tarımsal kirliliğe yol açmaktadır. Hızla artan nüfusu besleyebilmek için artan tarımsal faaliyetlerde düşük maliyetle elde edilen ürün miktarını artırma hırısı, insanları ürününe zarar veren her türlü canlı ile mücadele için kimyasal maddeleri kullanmaya sevk etmiştir. Tarım ilaçları; su içindeki veya kenarındaki canlıların doğrudan ilaçla teması, ilaçlanmış bitki ve toprak yüzeyinden ilaçların yağmur suları ile yıkanması, ilaç endüstrisi atıklarının sulara boşaltılması, boş ambalaj kaplarının su kaynaklarında yıkanması ile su ekosistemine bulaşabilmektedir (Anonim 2014).

1.1.3. Sularda kirlenmeye neden olan unsurlar

Suyun kirlenmesine neden olan kirleticiler organik ve inorganik kirleticiler olarak sınıflandırılabilir. İnorganik kirleticilerden en önemlisi ağır metallerdir. Ağır metaller sucul hayatı etkileyen, indirgenemeyen inorganik kirleticilerdir. Hücre zarının yapısını ve fizyolojik özelliklerini etkileyerek hücre, doku ve organlara zarar verirler, üremeyi olumsuz yönde etkiler, ölüm oranını artırırlar. Sucul ekosistemlerde fonksiyonel ve yapısal değişimlere neden olurlar (Gabryelak *et al.* 2000; Çetinbaş 2003). Balıklarda ağır metaller subletal dozlarda yüzme hareketlerinde koordinasyon bozukluğu, çeşitli fiziki etkilerle besin almaya karşı duyarsızlık, operkulum hareketlerinde artış gibi çeşitli davranış değişikliklerine neden olurken, metal konsantrasyonu artışı ile davranışlarda gözlenen değişimler ortadan kalkar. Davranışlarda görülen değişimler, etkide kalma süresine bağlı düzelmenin balığın ortama katılan kirletici ajana karşı tepkisinden ve değişen ortam şartlarına alışmasından kaynaklanabilir (Hilmy *et al.* 1987; Kuşatan ve Cıçık 2004).

Balıklar, biyomonitör olarak sucul ekosistemlerde kirliliğin göstergesi olarak kabul edilmektedir (Farkas *et al.* 2000; Cheng 2003; Papagiannis *et al.* 2004; Begum *et al.* 2005). Bu nedenle son zamanlarda doğal su kaynaklarında meydana gelen kirliliğin yanında biyolojik döngünün bir halkasının oluşturan ve insan diyetinde çok önemli bir protein kaynağı olan balıklarda da giderek artan ağır metal toksisitesinin araştırılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bütün bu sebeplerden dolayı sucul ortamlara bırakılan ağır metallerin balıklar ve diğer organizmalardaki birikimleri ve etkileri üzerine önemli çalışmalar yapılmaktadır.

Günümüzde şehirleşme, gelişen endüstri, maden işletmelerinin sayı ve kapasite olarak artması ve pestisit kullanımının yaygınlaşması gibi faktörler su ortamındaki ağır metal düzeylerini büyük ölçüde etkilemektedir. Bu etki sonucu söz konusu metale duyarlı türlerin ortamdaki tamamen yok olması mümkün olabileceği gibi (Nielsen and Andersen 1970), bu türlerdeki çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal olaylar ile davranışlarında belirgin değişimler şeklinde de ortaya çıkabilir. Diğer yandan metale hoşgörüsü yüksek olan türlerde metal birikimi ve bu türlerin başka türlerce besin olarak alınmaları, söz konusu metalin besin zincirinde üst düzeylere daha derişik olarak aktarılacağı anlamına gelmektedir. 1953 yılında Minamata Körfezi'nde aşırı düzeyde Hg biriktiren balıkların tüketimi ile ortaya çıkan hastalık ve ölüm olayları bu konunun en iyi bilinen örneğidir (Vostal 1976).

Ağır metaller solunum yollarına çeşitli şekillerde etki ederler. Bu etkiler, solungaçların operküllerinin ağır metal ile dolarak kan dolaşımını yavaşlatması ve kalpte sıkışma meydana getirmesinden kaynaklanabilir (Tosyalı 2005). Kurşun, civa, bakır, çinko gibi ağır metaller suda çok az bulunurlar. Ancak hepsi sucul hayvanlar için toksiktir ve çoğu 1 ppm sınırında öldürücüdürler. Çünkü ağır metaller solungaçlar üzerine çökerler ve solungaç salgılarını pıhtılaştırarak oksijen alınmasını zorlaştırırlar (Süren 2004).

Ağır metaller normalde açık okyanuslarda ve kıyı sularında $\mu\text{g/l}$, acı su veya haliçlerde ve metalce zengin akarsularda mg/l düzeyindedir. Canlılar için hayati öneme sahip bir eser elementin çevre kirlenmesi sonucu biraz yüksek dozda olması organizma üzerinde

zehir etkisi yapar. Buna karşılık yine eser düzeydeki elementlerin vücutta bulunması gereken düzeyden daha düşük düzeylerde olması da çeşitli rahatsızlıklara sebep olur (Bat vd 1999; Süren 2004). Örneğin solungaçlarda yüksek oranda demir birikiminin olması, asfeksi (solunum güçlüğü) sonucu balık ölümlerine neden olabilir. Özellikle ortamdaki yavru balıkları etkileyerek popülasyonun gelişmesini engelleyebilir (Şeker vd 1998).

Ağır metaller solungaç, besin ve deri yolu ile sucul canlılara geçer (Bat vd 1999; Çetinbaş 2003; Cicik 2003).

Solungaçlar yolu ile; sudaki ağır metallerin balıklara geçişi özellikle geniş bir yüzey alanına sahip olan solungaçlar aracılığı ile olur (Kalay ve Karataş 1999). Balıklar ağız yoluyla alınan sudaki oksijenin solungaçlardaki kılcıl damarlardan geçişi sırasında suda çözünmüş veya askıda bulunan materyalleri de alır (Karadede 1997).

Sindirim sistemi ile; ağır metaller yiyecekler yoluyla direkt olarak sindirim sistemi ile de alınabilir (Bat vd 1999). Balık zehirlenmeleri genelde ağız yolu ile alınan toksik maddelerce olur. Sindirim kanalından absorbe olan toksik maddeler, kan dolaşımı ile tüm vücuda dağılır. Ağız yoluyla vücuda giren toksik maddelerin absorpsiyonunun en fazla olduğu yer ince bağırsaklardır. Bağırsak mukozasındaki absorpsiyon valvül, villus ve mikrovillusların mideye oranla çok daha yaygın olması, toksik maddelerin burada daha uzun sürede kalmalarına, dolayısıyla mukozalarla daha çok temas etmelerine neden olmaktadır (Karadede 1997).

Deri yolu ile; deri genellikle toksik maddelerle sık sık temas halindedir. Ancak derinin ağır metallerle karşı fazla geçirgen olmayışı nedeniyle bu yoldan canlıların zehirlenmeleri nispeten seyrek olur (Karadede 1997).

Balık vücudundaki ağır metaller deri, solungaçlar ve boşaltım yoluyla atılabileceği gibi, belirli bir dokuda da depolanabilirler (Çetinbaş 2003). Vücuda alınan metaller taşıyıcı

proteinlere bağı bir şekilde kan yolu ile doku ve organlara taşınmakta ve dokulardaki metal bağlayıcı proteinlere bağlanarak da yüksek derişimlere ulaşmaktadır (Cicik 2003).

Sucul canlıların besin yolu ile aldığı metaller türlere göre farklılık gösterir. Örneğin; pelajik canlılarla bentik canlıların beslenmeleri farklı olduğundan ağır metal düzeyleri de farklı olacaktır. Ağır metaller deniz, göl ve nehirlerde sedimentte birikirler. Böylece bentik canlılar gerek kirlenmiş sedimentle temas gerekse sedimentteki organik maddelere bağı olan ağır metalleri de alarak direkt olarak etkilenirler (Bat vd 1999).

Ağır metaller, sularda ayrışamadıklarından ya da zor ayrıştıklarından organizmaların dokularında yüksek konsantrasyonlarda birirmektedirler. Balıklarda ağır metal birikimi;

- a) Metalin çeşidine, ortam derişimine ve etkide kalma süresine,
- b) Türün beslenme durumuna, yaşına, gelişme evresine, metabolik aktivitesine, doku ve organlara,
- c) Suyun fizikokimyasal özelliklerine ve ortamda bulunan başka metallerin mevcudiyetine bağı olarak değişir (Clearwater 2002; Fernandes *et al.* 2007).

Çeşitli metallerin düşük ortam derişimleri fizyolojik ve biyokimyasal bozukluklara yol açarken, yüksek derişimlerde doğrudan ölüme neden olur (Tümen vd 1992). Özellikle metal kaplama ve demir-çelik endüstrisinden gelen atık sular içerisindeki ağır metallerden kadmiyum, civa, kurşun ve krom besin zinciri ile girdikleri canlı bünyelerinden atılamadıkları için, canlılarda fizyolojik birikime neden olurlar. Bünyede belirli sınır konsantrasyonlarının aşılması halinde ise canlıda toksik etkiler söz konusu olur (Beğenirbeş 2002; Katalay vd 2005). Ağır metaller subletal derişimlerde balıklarda hemoglobin, hematokrit, kan hücreleri sayısı ve yapısı, kandaki glukoz, kolesterol ve serbest yağ asidi düzeyleri gibi hematoloji parametrelerinde önemli değişimlere neden olabilir (Kalay ve Erdem 1995).

Balık doku ve organlarında biriken metal düzeyi ortam derişimine ve etkide kalma süresine bağı olarak artar. Ancak metalin hangi dokuda öncelikle birikeceğı metalin

çeşidine ve canlının türüne bağlı olarak değişir (Kalay ve Erdem 1995). Ağır metaller letal olmayan derişimlerde, genellikle balıkların karaciğer gibi metabolik olarak aktif olan organlarında daha fazla birikir (Kargın ve Erdem 1992; Canpolat ve Çalta 2001). Genelde en yüksek birikim karaciğerde, en düşük birikim ise kas dokusunda görölmektedir (Kargın ve Erdem 1992).

Karaciğer, metallerin alınması ve depolanmasında önemli bir organdır. Ayrıca metalleri bağlayarak toksik etkilerinin yok edilmesinde işlev yapan metalotionin (MT) gruplarınca zengin proteinlerin başlıca sentezlenme yeridir. Balıklarda ağır metal birikim ve toksik etkilerinin incelendiğı çalışmalarda hedef organ olarak solungaçların seçilmesi; suyun solungaç lamelleri arasından geçerken metallerle doğrudan doğruya temasta bulunması, iç toksikasyonla metabolik değişikliklerin solunum ile yakından ilişkili olmasından kaynaklanmaktadır (Tort *et al.* 1987; Hilmy *et al.* 1987; Tulasi *et al.* 1992). Bunun nedeni, solungaçların lamellar yapı sayesinde oldukça geniş yüzey alanına sahip olması, ortamla doğrudan doğruya temas halinde olması ve su ile kan arasındaki difüzyon aralığının kısa olması gibi nedenlerle açıklanabilir (Kalay ve Erdem 1995; Kuşatan ve Cicik 2004).

1.2. Çalışmada Kullanılan Balık Türüne Ait Bilgiler

Çalışmada Aras Nehri'nin doğal faunasını oluşturan ve özellikle aşağı Aras bölgesinde yaygın olarak bulunan balıklardan *Leuciscus aspius* (akbalık) türü seçilmiştir (Şekil 1.1). Bu tür Cyprinidae familyasına aittir.



Şekil 1.1. *Leuciscus aspius* (Akbalık) (Orjinal)

1.2.1. Cyprinidae (Sazangiller)

Sazangiller Avrasya'nın ılıman tatlı su balık faunaları içindeki önemli elemanlardandır. Bu yüzden bu familyanın tatlı su ekosistemindeki rolü oldukça önemlidir. Farklı habitatlara yerleşmelerinden kaynaklanan çok çeşitli morfolojilere sahip olduklarından, grubun filogenisi, uyumsal açılımı, evrimsel oranları ile ilgili birçok soru bulunmaktadır (Briolay *et al.* 1998).

Birincil olarak insan besini, daha sonra akvaryum balıkçılığı ve biyolojik araştırmalar açısından dünyanın en önemli tatlı su balık türlerini içeren Cyprinidae, tür ve alt tür çeşitliliği açısından en zengin omurgalı familyasını oluşturmaktadır. Familyada değişik yapılı ve birbirlerinden çok farklı türler bulunmaktadır. Bu familyanın üyeleri kısmen yavaş akan ya da durgun suları tercih ederler. Besinlerini alg, büyük su bitkileri, plankton, çamur içindeki organik maddeler ve küçük hayvanlar oluşturur (Atalay 2005). Familya birçok kaynaktan on alt familyaya ayrılmaktadır. Ancak, alt familyaların sınırları hala tam olarak belirlenememiştir. Bu ayrımındaki genel taksonomik ölçütler dudakların şekli, bıyıklarının dizilimi ve sayısı, farinks kemikleri, farinks dişlerinin yapısı ve dizilimi, birinci solungaç yayındaki solungaç dikişi sayısı ve yapısı, hava kesesi, pullar, yüzgeçlerin konumu ve omur yapıları gibi özellikleridir (Demirsoy 1993).

Türkiye’de yaşayan kemikli balıkların büyük bir kısmı bu familayaya ait olup, özellikle tatlı su balıklarını içermektedir. Baş çıplak, vücut ise az çok büyük olan sikloid tipteki pullarla örtülüdür. Ağızda maxillar diş (çene dişleri) bulunmaz. Bazı türlerde ağız tıpkı bir körüklü hortum şeklinde olup ileriye doğru uzayıp kısalabilir. Yağ yüzgeci bulunmaz. Bu familyanın en karakteristik özelliği olarak farinks dişlerinin varlığı gösterilebilir. Bu dişler genellikle yutak bölgesinde ve 4. solungaç yaylarının gerisindeki faringial kemikler üzerinde olup sıra, sayı ve şekilleri türlere göre büyük farklılıklar gösterir. Bu nedenle, cinslerin ve türlerin ayrımında önemli diagnostik özellikler olarak dikkate alınırlar. Sırtta daima tek dorsal yüzgeç vardır. Ventral yüzgeçlerin konumu ise, bütün cins ve türlerde abdominal tiptedir. Hava keseleri mevcut olup, daima bir boğumla iki loba ayrılmıştır. Ayrıca pneumatofor adı verilen bir kanal sayesinde özofagus ile devamlı irtibat halindedir. Omur şeridinin ilk dört omuru birbirleriyle az çok kaynaşarak Weber kemikleri veya Weber Apareyi denilen özel bir formasyon meydana getirmişlerdir. Mide civarında pilorik çekum denilen kör barsaklar bulunmaz. Genellikle bıyıksız iseler de bazen bir veya iki çift bıyık taşıyan temsilcilerine rastlanmaktadır. Ağız, konumu itibariyle terminal, yukarıya yönelik veya alt durumlu olabilir. Yanal çizgi (Line lateral) genellikle tam ise de bazen başın gerisindeki az sayıda olan pullardan meydana gelmiş olabilir (Geldiay ve Balık 2009).

Çoğunlukla sürüler halinde yaşarlar. Üreme zamanı ilkbahar ve yaz aylarıdır. Bu zamanda bilhassa erkeklerinin daha parlak ve süslü bir görünüm kazandığı, özellikle baş ve vücutları üzerinde beyaz renkli küçük üreme tüberküllerinin meydana geldiği dikkati çekmektedir. Salmonidae familyası gibi ekonomik önemi yüksek olan bu familyanın bazı temsilcileri çabuk büyümeleri, suni döllenme yoluyla yetiştirilmelerinin ve suni yemlere alışmalarının nisbeten kolay olması gibi nedenlerle doğal yaşam alanlarının dışındaki birçok ülkelere, süs balığı ve akvakültür amacıyla insanlar tarafından taşınmışlardır. Esas itibariyle Asya, Avrupa ve Afrika’yı tamamen kaplamışlardır. Bununla beraber, Amerika’nın kuzeye yakın bölgelerinde de bulunmaktadır. Daha da genelleştirecek olursak Madagaskar, Avustralya, Yeni Zelanda, Güney Amerika, Kuzey Kanada ve Alaska, Grönland ve İzlanda hariç olmak üzere bütün dünyaya dağılmışlardır. Bugün Madagaskar’da ve Amazon civarındaki

mecudiyetleri insanlar tarafından çeşitli maksatlar için taşınmalarıyla mümkün olmuştur. Bu familya Dünya yüzünde 1500'e yakın tür ile temsil edilirse de, Türkiye'de 30 cins ve 78 kadar tür ve alttürü yaşamaktadır (Geldiay ve Balık 2009).

1.2.2. *Leuciscus cinsi*

Vücut uzamış ve yanlardan hafifçe yassılamış olup, orta büyüklükteki sikloid pullarla örtülmüştür. Yanal çizgide 62-105 pul bulunur. Ağız terminal konumlu ve büyüktür. Alt çene daha uzun olduğundan ağız yarığı hafif yukarı doğru yönelmiştir. Farinks dişleri gayet iyi gelişmiş ve iki sıralıdır. Söz konusu dişlerin serbest uçları çengel şeklinde kıvrık, diziliş konumu ise 3.5-5.3 veya 2.5-5.2 şeklinde olmaktadır. Alt çene üzerinde yer alan bir kabarcık, ağız kapalı iken üst çenedeki bir oyuk içine yerleşir. Ventral yüzgeçlerin arka tarafında pullarla örtülü bir karina bulunur. Erkeklerde, özellikle üreme zamanı bütün vücut tüberküllerle kaplanır. Solungaç dikenleri kısa ve sayıları 10 civarındadır (Geldiay ve Balık 2009).

Genellikle akarsuları tercih ederlerse de bazen göllerde de bulunabilirler. Hatta az tuzlu olan limanlara bile girdikleri söylenmektedir. Üreme zamanları hariç diğer yaşamları süresince soliter özellik gösterirler. Cyprinid'ler arasında başlıca yırtıcı cinsi olup, ergin halde iken ufak balıkları, kurbağaları ve ördek yavrularını yiyerek beslenirler. Bu cinsin genel yayılış alanı, Avrupa'nın büyük bir kısmı, Hazar Denizi ve Aral Gölü havzaları ile Dicle ve Fırat nehir sistemleridir (Geldiay ve Balık 2009).

1.2.3. *Leuciscus aspius* Linnaeus, 1758 (Akbalık)

İlk bulunuş yeri Avrupa'dır. İngilizcesi "Asp" olan bu balığın Türkçe'si "Akbalık" olup "Kurtbalığı" ve "Kocaağız" olarak da bilinmektedir. Önceleri *Aspius aspius* olarak tanımlanan bu balık son değerlendirmelerle *Leuciscus aspius* olarak değiştirilmiştir (Anonymous 2015, Ek 3). İnce uzun şekilli olan vücut yan taraflardan biraz yassılaşmıştır. Maksimal vücut yüksekliği, standart boyda 3,5-4,2 defa vardır. Baş uzunluğu aşağı yukarı vücut yüksekliğine eşittir. Ağız yukarıya doğru meyilli ve geniş

yarıklıdır. Ventral yüzgeçlerin arka tarafında pullarla örtülü belirgin bir karina görülür. Farinks dişleri iki sıralı ve 3.5-5.3 şeklindedir. Kuyruk yüzgeci derin girintili ve loplarının ucu sivridir. Dorsal ve anal yüzgeçlerin serbest kenarı hafif içeriye doğru kavislidir. Boyu en fazla 120 cm kadar olabilir. Renk sırtta gri-esmer, yan ve karın tarafta ise, gümüş beyazdır. Dorsal ve kaudal yüzgeçleri gri renkte ve uçları hafif siyah, diğer yüzgeçler ise portakal kırmızısı renktedir. Başlıca besinini genç yaşta iken çeşitli omurgasız hayvanlar ve özellikle kabuklular; yaşlanınca da çeşitli balıkların yavruları ile kurbağa ve ördek yavruları oluşturur. Genellikle hızlı akan akarsuların “*Barbus* zonu” denilen orta bölgelerinde yaşarlarsa da nadiren göllerde ve akarsuların denizlere döküldüğü alanlardaki acısularda görülebilirler. Üreme periyotları Nisan-Haziran ayları arasına rastlar. Cinsel olgunlaşma 4-5 yaşında gerçekleşir. Dişler yumurtalarını akarsuların zeminindeki taşlar ve çakıllar üzerine bırakır. Genellikle her bir dişi balık 500,000 kadar yumurta verebilir. Genel olarak Karadeniz ve Hazar Denizi havzaları ile Orta Avrupa’da yaygın olan bu tür Türkiye’de Trakya, Sakarya Havzası, Porsuk Çayı, Sapanca Gölü, Çıldır Gölü ve Kura nehirlerinden bilinmektedir. Eti lezzetli olduğu için özellikle yöre halkı tarafından gıda olarak tüketilmekte, bu yüzden ekonomik önem taşımaktadır (Geldiay ve Balık 2009).

Yukarıda anlatılanlardan hareketle yapılan çalışmamız ve amaçları şöyle sıralanabilir:

1. Araştırmada Poldasht (İran) sınırları içinde kalan Aras Nehri’nin iki farklı noktasından (Köprü ve Baraj) yakalanan *Leuciscus aspius* türü balıkların solungaç, karaciğer, böbrekleri kullanılmıştır.
2. Histopatolojik olarak bu üç organdaki hasarın kantitatif ölçümü yapılmıştır.
3. Patolojik gözlemlere dayanarak Aras Nehri’nin belirtilen bölgelerindeki kirlilik tespiti gerçekleştirilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Couillard *et al.* (1988), *Oncorhynchus mykiss* ile yaptıkları çalışmada kağıt endüstrisi atık sularının karaciğer, böbrek ve dalakta histopatolojik hasarlara yol açtığını tespit etmişlerdir.

Hargreaves and Küçük (2001), Mavi tilapia balığında amonyak toksisitesini araştırmışlar ve balıkların solungaç lamellerinde hiperplazi, anevrizma ve hemoraji; karaciğerlerinde dejenerasyon saptamışlardır. Aynı balığın böbrek dokularında ise histopatolojik bir bulguya rastlanmamıştır.

Darwish *et al.* (2002), potasyum permanganatın subletal dozlarına maruz bıraktıkları kedi balığının solungaçlarında hipertrofi, hiperplazi ve nekroz gibi patolojik bulgular gözlemlemişlerdir.

Fanta *et al.* (2003), Organofosfatlı metil paration pestisiti ile yaptıkları araştırmalarında subletal dozun su ve besin yoluyla kontaminasyon etkilerini tatlı su balığı *Corydoras paleatus* üzerinde denemişlerdir. Balığın kimyasala karşı olan tepkisini ölçmek için solungaç ve karaciğer dokularını histopatolojik yönden incelemişler ve solungaç lamellalarında epitel hiperplazi, ödem ve ayrılmaların meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Karaciğerde ise açık olmayan şişlik, safrada durgunluk, fokal nekroz, atrofi ve vakuolizasyon oluştuğunu belirlemişlerdir.

Gül vd (2004), Seyhan Baraj Gölü'nden yakaladıkları balıkların karaciğerlerinde iltihaplı hücre infiltrasyonu, dalgalı dejenerasyonlar, konjesyon ve mikro-makro kabarcıklı yağlı vakuolizasyonlar saptamışlardır.

Cengiz (2006), sazan balığının böbrek ve solungaçlarında Deltametrin'in histopatolojik etkilerini araştırdığı çalışmasında bir takım anormallikler tespit etmiştir. Böbreklerde renal tübüllerin epitellerinde dejenerasyon, büzüşme, glomerular kapillerde sulanma;

solungaçlarda ise nekroz, lamellar epitelyumda ödem, hiperplazi gibi çeşitli deformasyonlar gözlemlenmiştir.

Akgün vd (2007), Sakarya Nehri kollarından olan Çeltikçe Çayı'ndan yakaladıkları *Leuciscus cephalus* balıklarının karaciğer, kas ve solungaçlarında Zn, Cd, Pb ve Cu'nun birikim düzeylerini araştırmışlardır. Ağır metallerin dokulardaki birikim düzeyinin Zn, Cd ve Pb'nin karaciğer>kas>solungaç; Cu'nun ise kas>karaciğer>solungaç şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Katalay vd (2007), İzmir Körfezi'nin iki bölgesinden alınan *Gobius niger* (kaya balığı) örneklerinde balığın solungaç dokusundaki patolojik durumları ve bu balıkla beslenen sıçanlardaki olası toksik yansımayı araştırmışlardır. Çalışma sonunda balıkların solungaçlarında minimal düzeyde epitel ve lameller hasar gözlemlenmiştir. Bu balıklarla beslenen sıçanların gebe kalanlarında, gelişmelerinde, doğan yavruların gelişimlerinde, ergenliğinde ve üreme yeteneklerinde ise herhangi bir patoloji saptanmamıştır.

Ulutaş (2007), yoğun sanayileşmenin olduğu İzmir'deki Aliğa ve Foça Körfez'lerinde seçilen bölgelerden yakalanan kefallerin karaciğerlerinde 7-etoksiresorufin O-deetilaz (EROD) aktivitesi ve kas dokularında Pb, Cd, Cu, ve Cr metallerinin miktarları araştırılmıştır.

Atamanalp et al. (2008), çalışmalarında bakır sülfatın subletal dozlarının gökkuşığı alabalıklarının karaciğerlerinde hepatositlerde dejenerasyona, kupfer hücrelerinin sayısında artışa, vasküler ve sinozoidal dejenerasyona sebebiyet verdiğini tespit etmişlerdir.

Marangoz (2009), ağır metal kirliliğinin muhtemel etkilerini Tekirdağ İli sahillerinden yakalanan Mezgıt (*Merluccius merluccius*), Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) ve Lüfer (*Pomatomus saltatrix*)'de araştırmıştır. Çalışma sonucunda Karagöz İstavrit,

Mezgit ve Lüfer türü balıklarda bulunan ağır metal konsantrasyonları arasında istatistiki olarak herhangi bir fark gözlenmemiştir.

Van Dyk *et al.* (2009), Güney Afrika Cumhuriyeti'nin başkenti Pretoria yakınlarında bulunan ve düzensiz yapılaşma, kanalizasyon ve sanayi atıkları gibi nedenlerle kirlenen Marais ve Rietvlei barajlarından yakaladıkları *Clarias gariepinus* türü balıkların solungaçlarında histopatolojik araştırmışlar yapmışlardır. Sonuçta yaygın olarak telanjiektazi, solungaç epitelinde ayrılma, solungaç mukoza ve epitel hücrelerinde hiperplazi, primer ve sekonder lamellerde füzyon tespit edilmiştir.

Doğan (2011), meyve bahçelerinde sıklıkla kullanılan bir akarisit olan Fenpiroksimat'ın (FP) akut toksik etkilerini, balığın davranışı, karaciğer histolojisi ve biyokimyası üzerine olan olumsuz etkilerini ergin lepestes balıklarında (*Poecilia reticulata*) araştırmıştır. Uygulanan subletal FP dozlarının düşük konsantrasyonlarının balıkta düzensiz yüzme, denge kaybı ve uyuşukluk gibi anormalliklere; karaciğer histolojisinde ise kanlanma, piknotik çekirdek, sinuzoidal dilatasyon, melanomakrofajik birikimler ve endotel dejenerasyonu gibi çeşitli patolojik hasarlara yol açtığını belirlemiştir.

Vural (2011), azotlu gübrenin *Capoeta capoeta capoeta* (Guldensteadt 1772)'nin karaciğer, bağırsak, solungaç, böbrek histopatolojisi ve serum proteinleri üzerine etkilerini araştırmış ve sonuçta azotlu gübre uygulaması ile oluşturulan gruplardan elde edilen balıklarda yapılan histopatolojik incelemelerde doz artışıyla orantılı olarak dejenerasyon, nekroz ve yangısal hücre infiltrasyonları tespit edilmiştir.

Alıcı (2012), Türkiye'nin en büyük barajı olan Atatürk Baraj Gölü'nde seçtiği iki istasyondan (kirli -Sitalce bölgesi ve temiz-Samsat bölgesi) yakaladığı *Cyprinus carpio* türü balıkların kan dokusundaki bazı biyokimyasal parametreleri kullanarak baraj gölünün kirlilik durumunu belirlemeye çalışmış, neticede Sitalce bölgesinden örneklenen balıkların serumunda alanin aminotransferaz, aspartat aminotransferaz, alkalen fosfataz ve laktat dehidrojenaz enzim aktiviteleri ile kortizol, glukoz ve

potasyum düzeylerini yüksek; total protein, kolesterol, kalsiyum, sodyum ve klor düzeylerini düşük olarak bulmuştur.

Dane (2013), yapmış olduğu çalışmasında Karasu Nehri'nin üç farklı bölgesinden (Aşkale, Dumlu ve Serçeme) iki farklı balık türü, *Capoeta capoeta* ve *Leuciscus cephalus* üzerine su kirliliğinin etkilerini araştırmıştır. Balıkların solungaç, karaciğer ve böbreklerdeki histolojik değişiklikler değerlendirilmiş ve sonuçta Karasu Nehri'nin en çok kirlendiği Aşkale istasyonu balıklarının solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında artan bir patolojinin olduğunu tespit etmiştir.

Liebel *et al.* (2013), Brezilya'nın Guarapuava şehrinde bulunan iki farklı gölde yaşayan *Astyanax aff. fasciatus* ve *Oreochromis niloticus* türü balıkların üzerine su kirliliğinin etkilerin araştırdığı çalışmasında her iki göl balığında solungaç ve karaciğerlerinde çeşitli morfolojik anormallikler tespit etmişlerdir. Ayrıca balıkların solungaçlarında anörizm, hiperplazi, lamellar füzyon, neoplazi gibi ağır patolojik durumlar gözlemlenmiştir. Karaciğerde ise nekroz ve lökosit infiltrasyonu tespit edilen diğer patolojik bulgular olarak kayda geçmiştir.

Rakhi *et al.* (2013), Dhaka'da (Bangladeş) bulunan Buriganga, Turag ve Shitalakkhya nehirlerinde kirlenmiş alanlardan aldıkları su örneklerinin *Heteropneustes fossilis* balıkları üzerine olan etkilerini bulmak için histolojik bir araştırma yapmışlardır. 7 ile 10 günlük maruziyetin sonucunda balıkların deri kaslarında incelmeye, solungaçlarında lamellar kayıp, topaklanma, fungal granuloma, hiperplazi, hemoraji, karaciğerde hiperplazi, hemoraji, piknoz, vakuolizasyon, nekroz, çekirdek büyümesi ve yağlanma, böbreklerde glomerul ve tubuler dejenerasyon, vakuolizasyon, hemoraji ve piknoz, testislerde dağılmış spermiler ve belirgin intersisiyel boşluklar gibi patolojik anormallikler tespit edilmiştir.

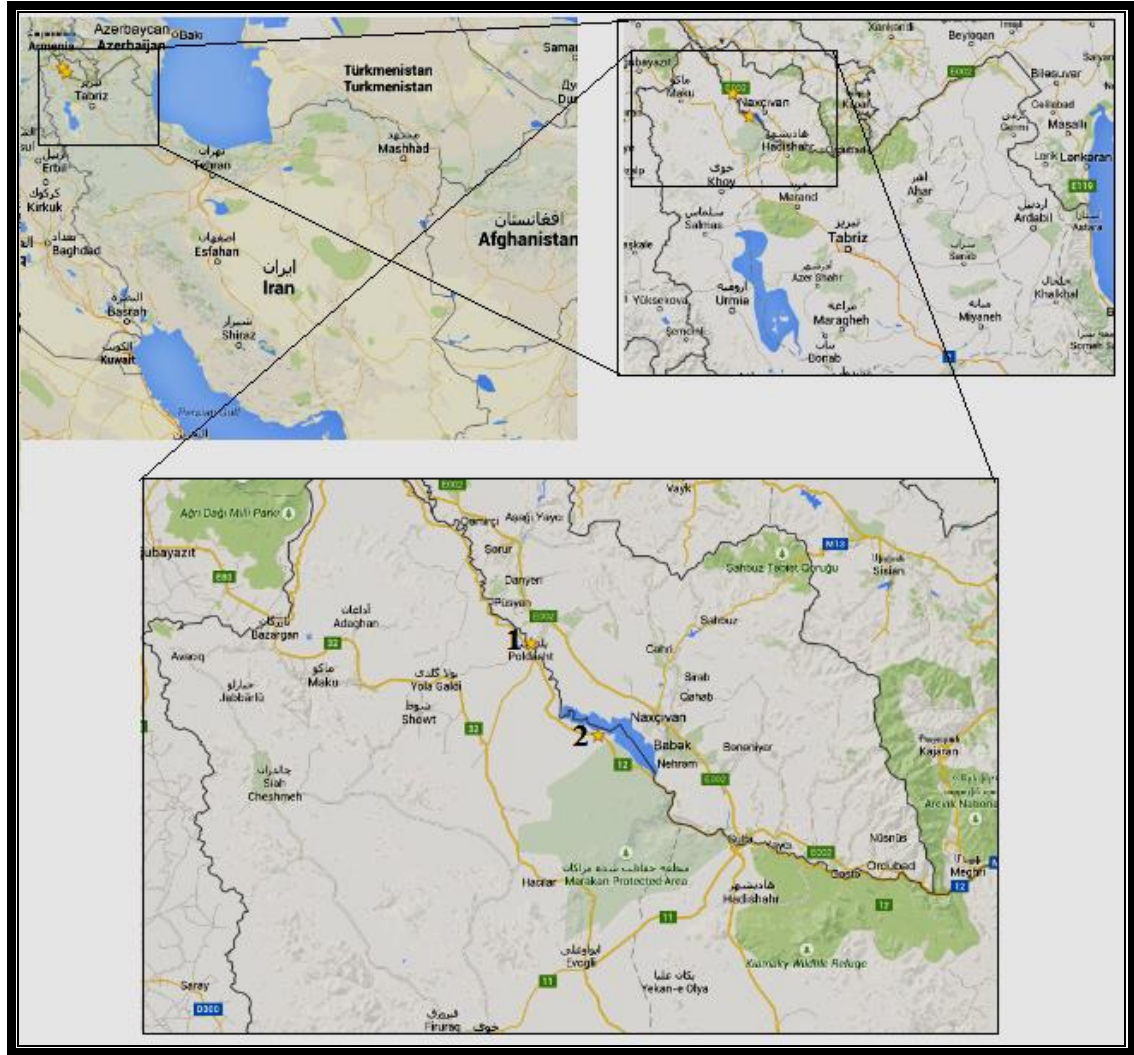
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Çalışma Bölgesi ve İstasyonlar

Aras Nehri Bingöl Dağları'nın Erzurum il sınırları içinde kalan kuzey yamaçlarından doğar. Tekman Yaylası'nın bütün sularını toplayan ırmak, Sakaltutan Dağları'nın doğusundaki havza içerisinde kuzey yönünde akar. Sakaltutan Dağları ile Topçu Dağı arasında kalan, derin ve sarp Mescitli Boğazı'nı geçtikten sonra Pasinler Ovası'na iner. Burada Yukarı Pasin Havzası'nın sularını toplayarak gelen Hasankale (Pasinler) Çayı'nı alır ve kuzeydoğu yönünde akarak il sınırları dışına çıkar. Erzurum-Kars platosunun güneyindeki çöküntü alanlarında akarak Ermenistan sınırına ulaşır. Türkiye-Azerbaycan, Türkiye-Ermenistan ve Azerbaycan-İran sınırının bir bölümü oluşturduktan sonra Azerbaycan'da Kura Nehri'ne karışan Aras Nehri 1072 km uzunluğunda, 102 bin km² havza alanına sahip olup Kafkaslar'ın en büyük nehirlerinden biridir ve Hazar Denizi'ne dökülür (Nasrabadi *et al.* 2009). Nehrin 548 km'si Türkiye sınırları içerisinde. Nehre kuzeyden (sağdan) dökülen ana kollar şunlardır: Zengmar, Sariso, Kotur, Hacılar, Kelibar, Ilgena, Dare ve Balha. Türkiye'de Gareso nehri Arasa soldan, Ermenistan'daki Akuriyan, Metsamor, Hrazdan, Azat, Vedi, Arpa, Vorotan, Vogci and Megri ise sağdan dökülmektedir. Haçın, Okçi, Kuri ve Kandlan nehirleri Aras'ın Azerbaycan'daki kuzey kollarıdır. Nehrin su kalitesi ise tarımsal, endüstriyel ve evsel atıkların artmasıyla beraber her geçen gün bozulmaktadır. Özellikle İran, Azerbaycan ve Ermenistan ülke sınırları içinde bulunan Aras Nehri havzasındaki hızlı büyüyen endüstriyel ve tarımsal aktiviteler nehir ekosistemini olumsuz etkilemektedir (Nasehi *et al.* 2013).

Poldasht, İran'ın Batı Azerbaycan Eyaleti'nde bir şehirdir. Eyaletin aynı isimli Poldasht Şehristanı'nın yönetim merkezi olan şehrin 2006 yılı resmi nüfusu 8.584 kişi ve 2.205 hanedir (Anonim 2015). Şehir, eyaletin kuzey ucunda, Nahçıvan sınırında ve Aras Nehri'nin batı yakasında bulunmaktadır. Aras Nehri üzerine bu şehirde bir de baraj bulunmaktadır. Araştırmanın arazi kısmının yapıldığı yer burasıdır. Nehrin 32 km uzunluğundaki kısmı buradan geçmektedir. Araştırmamızda kirlilik durumu göz önüne

alınarak 2 istasyon seçilmiştir. Barajın öncesinde ve şehrin hemen girişinde Köprü olarak adlandırılan bölge ve buradan 32 km uzakta olan Baraj bölgesinden 2014 haziran ayında balık numuneleri toplanmıştır. Örneklemelerin yapıldığı istasyonlar (Şekil 3.1):



Şekil 3.1. Aras Nehri ve örneklemeye yapılan istasyonlar (1-Köprü ve 2-Baraj)

İstasyonların koordinat bilgileri ise şöyledir. 1 numaralı Köprü istasyonu Poldasht'e uzaklığı 2.9 km olup koordinatları $39^{\circ} 21' 42.7''K$, $45^{\circ} 04' 14.3''D$ şeklindedir (Şekil 3.2). 2 numaralı Baraj istasyonu Poldasht'e uzaklığı 30.7 km olup koordinatları $39^{\circ} 10' 40.4''K$, $45^{\circ} 14' 38.2''D$ şeklindedir (Şekil 3.3). Rakım her iki istasyonda da yaklaşık olarak 700 m. civarındadır.



Şekil 3.2. Köprü bölgesi, örneklemenin yapıldığı alan



Şekil 3.3. Baraj bölgesi, örneklemenin yapıldığı alan

3.2. Örneklemesi Yapılan Balık Türü

Çalışmada Aras Nehri'nin doğal faunasında bol miktarda bulunan balıklardan *Leuciscus aspius* türü kullanılmıştır (Şekil 3.4). Örnekler 2014 yılı Haziran ayı içinde alınmıştır. Bunun için gerekli olan izinler çalışma başlamadan önce ilgili yerlere müracaat edilerek alınmıştır (Ek 1 ve Ek 2). Balıklarda cinsiyet ayrımı yapılmamıştır. Balıkların tür teşhisi Doç. Dr. Turgay ŞİŞMAN tarafından yapılmıştır.



Şekil 3.4. Arazideki ölçümü yapılmış *Leuciscus aspius* (Akbalık)

Her istasyondan eşit sayıda (14 adet) yakalanan balıklar histopatolojik çalışma aşamasına geçmeden ağırlıkları ve boyları belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. İstasyonlardan yakalanan balıkların ağırlıkları ve boy uzunlukları (Ort±S.H.)

İstasyon	Ağırlık (gr)	Boy (cm)
Köprü	1118.25±86.90	48.97±12.17
Baraj	1018.50±93.06	46.15±13,90

3.3. Çalışmada Kullanılan Kimyasallar

Balıklardan alınan doku parçalarının boyanmasında Buffer Solüsyonu (CAS No: 1.09461.1000) ve Etanol (CAS No: 1.00983.2500); solungaç ve karaciğer dokuları için Asetik asit (CAS No: 64-19-7, %20) ve Etanol kullanılmıştır. Adı geçen kimyasallar Sigma® ve Merck® firmalarından temin edilmiştir. Çalışmada hematoksilen (H3136-100 g), eozin (E4382-100g), Alüminyum potasyum sülfat (şap), glasiyal asetik asit Riedel-de Haent® firmasından; etanol, hidroklorik asit (HCl), entellan, formaldehit, ksilol, parafin, civa oksit Merck® firmasından temin edilerek kullanılmıştır.

3.4. Kullanılan Aletler ve Cihazlar

Araştırmalar esnasında kullanılan aletler ve cihazlarla ilgili bilgiler Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırmalar esnasında kullanılan aletler ve cihazlar

Aletler ve Cihazlar	Temin Edildikleri Firmalar
Saf su cihazı	Easypure RF compact ultarpure ws, USA
Etüv	Heraeus FB 420, Germany
Hassas terazi	Sartorius AG, Germany
Mikroskop	Prior T-100 mA, England
Otomatik pipet	Finpipette Labsystems, Finland
Mikrotom	Leica EG 1160
Parafin blok dökücü	Leica RM 2265
Dijital kamera destekli mikroskop	Nikon SMZ 1000

3.5. Histopatolojik Yöntem

Çalışmada, sucul ekosistemde kirlilik düzeyini hassas bir şekilde gösteren histopatolojik yöntem tercih edilmiştir (Arellano *et al.* 1999; Camargo and Martinez 2007). Arazi çalışmalarında, kirleticilere maruz kalan balıkların sağlığını değerlendirmede

biyobelirteç olarak histopatolojik yöntemler uzun zamandan beri yaygın olarak kullanılmaktadır (Schwaiger *et al.* 1997; Teh *et al.* 1997). Çevresel kirliliği izlemede histopatolojik biyobelirteç kullanmanın en önemli avantajlarından biri solunum, salgılama, birikim, ksenobiyotiklerin balıkta biyotransformasyonu gibi hayati fonksiyonlardan sorumlu solungaç, böbrek, karaciğer gibi spesifik hedef organları araştırmaya uygun olmasıdır (Hinton and Lauren 1993; Gernhofer *et al.* 2001; Parikh *et al.* 2010).

Çalışmada lokalitelerden alınan balıkların yakalandığı yerde eterle muamele edilerek hareketsiz kalmaları sağlanmıştır. Daha sonra solungaçların altından anüse kadar karın yarılarak iç organlar dışarı alınarak diseksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Solungaç, karaciğer ve böbrekler ayrılarak Bouin solüsyonuna alınarak 48 saat fikse edilmiş ve laboratuara getirilmiştir. Fiksasyondan sonra da 12 saat Buffer tamponunda bekletilmiştir. Dehidrasyon ve şeffaflaştırmayı takiben organlar parafine gömülmüştür. Mikrotomda 5 µm kalınlığında kesitler alınmıştır (Şekil 3.5). Kesitler Hematoksilen&Eosin ile boyanmış daha sonra ışık mikroskopunda incelenerek fotoğraflar çekilmiştir.



Şekil 3.5. Laboratuvarda kullanılan mikrotom cihazı

Parafine gömme

1. Parçalar 24-48 saat fiksatiflerde bekletildi.
2. 12 saat Buffer tamponda tutuldu.
3. Dokular çeşme suyu altında 4 saat boyunca yıkandı.
4. Dehidrasyon işlemi için 4 saat %70'lik alkolde
5. 1 gece %80'lik alkolde
6. 1 saat %96'lık alkol I'de
7. 1 saat %96'lık alkol II'de
8. 1 saat %96'lık alkol III'de
9. 1 saat %96'lık alkol IV'de bekletildi.
10. Şeffaflaştırma işlemi için 15 dakika ksilol I'de
11. 15 dakika ksilol II'de
12. 15 dakika ksilol III'de bekletildi.
13. Daha sonra 58°C'lik etüvde erimiş parafin I içerisine alınan parçalar 1 saat
14. Parafin II'de 1 saat
15. Parafin III'de 1 saat bekletildi.
16. Daha sonra etüvden çıkarılan parçalar parafine gömülerek bloklandı.

Hematoksilen & Eosin boyama (Hematoksilen'in Hazırlanışı)

Hematoksilen, kristal : 5 gr

Etil alkol : 50 ml

Potasyum amonyum sülfat (şap): 100 gr

Distile su : 1000 cc

Civa oksit : 2.5 gr

Asetik asit : 50 cc

5 gr hematoksilen 50 ml etil alkolde çözülmüştür. Daha sonra 100 gr potasyum amonyum sülfata (şap) 1 lt distile su ilave edilerek saç ayak üzerinde kaynatılmıştır. Diğer taraftan da hematoksilen manyetik ısıtıcıda en son sıcaklık derecesinde

kaynatılmıştır. Üzerine kaynamış olan potasyum amonyun sülfat çözeltisi yavaş yavaş sızdırma şeklinde ilave edilerek manyetik ısıtıcıda karıştırılarak kaynatılmaya devam edilmiştir. Daha sonra 2.5 gr civa oksit ilave edilmiştir. Civa oksit katıldıktan sonra tortu tabakası oluşmuştur. Bu tabaka yok oluncaya kadar kaynatma işlemine devam edilmiştir. Süzgeç kağıdı ile boyanın rengi kontrol edilip, koyu mor bir renk alıncaya kadar işlem sürdürülmüştür. Renk oluşuktan sonra kaynatma işlemine son verilmiş ve soğuk su içerisinde boyanın soğuması beklenildikten sonra üzerine 50 cc asetik asit ilave edilip karıştırılmıştır. Bu işlem tamamlandıktan sonra sargı bezi ile boya süzölmüştür.

Hematoksilen & Eosin boyama (Asit Alkol'ün Hazırlanışı)

Etil alkol : 300 cc

HCl : 10 cc

Distile su : 700 cc

Hematoksilen & Eosin boyama (Eozin'in Hazırlanışı)

Eozin : 4-5 gr

Distile su : 50 cc

Asetik asit : 4-5 cc

Etil alkol : 500 cc

Eozin suda çözülmüş ve karıştırıcıya yerleştirildikten sonra üzerine 500 cc etil alkol ilave edilmiştir. Karıştırmaya 10-15 dk tortu oluşmayıncaya kadar devam edilmiş, bu işlem bittikten sonra 4-5 cc asetik asit ilave edilmiştir.

Hematoksilen & Eosin boyama (Boyama Tekniği)

1. Ksilol I'de 15 dk

2. Ksilol II'de 15 dk
3. Ksilol III'de 15 dk bekletilmiştir.
4. Daha sonra %70'lik alkolde 10 dk
5. %80'lik alkolde 10 dk
6. %96'lik alkolde 10 dk bekletilmiştir.
7. Çeşme suyunda 15 dk yıkanmıştır.
8. Hematoksilen'de 30 dk bekletilmiştir.
9. Preparatlar üç defa Asit alkole batırılıp çıkarılmıştır.
10. Eozin'de 1 dk bekletilmiştir.
11. Saf suda 1 dk bekletilmiştir.
12. %96'lik alkolde 10 dk
13. %80'lik alkolde 10 dk
14. %70'lik alkolde 10 dk bekletilmiştir.
15. Ksilol I'de 15 dk
16. Ksilol II'de 15 dk
17. Ksilol III'de 15 dk bekletilmiştir.
18. İşlemler tamamlandıktan sonra preparatlar entellan ile kapatılmıştır.

Hematoksilen & Eozin rutin bir boyama işlemidir. Sonuç olarak hücrelerin çekirdekleri mavi-siyah, diğer kısımlar ise eozin (pembe) boyanacaktır (Bancroft and Stevens 1982). Şekil 3.6'da Hematoksilen & Eosin boyama seti gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Hematoksilen & Eosin boyama seti

3.6. Mikroskopik Analiz

Her organdaki histolojik lezyon varlığı Doku Değişim Derecesi (DTC = Degree of Tissue Change) yardımıyla kantitatif olarak belirlenmiştir. DTC, lezyonların görülme sıklığı esasına dayanan gözlem parametresidir. DTC hesaplanması için her organdaki anormallikler hasarın evresine göre sınıflandırılmıştır. Bu evreler şunlardır:

- I. Evre: Dokunun normal fonksiyon gösteren durumu.
- II. Evre: Dokunun normal fonksiyonunun orta şiddette bozulması durumu.
- III. Evre: Dokuda geriye dönüşümsüz ortaya çıkan kuvvetli hasar durumu.

Her balık için aşağıdaki formül kullanılarak DTC değeri belirlenmiştir.

$$DTC = (1 \times EI) + (10 \times EII) + (100 \times EIII).$$

EI, EII ve EIII sırayla evrelerde görülen anormalliklerin toplam sayısını göstermektedir.

Her balık için DTC değeri belirlendikten sonra her istasyon için ortalama endeks hesaplanmıştır. Bu endeks şu verilere göre yorumlanmıştır. DTC'nin 0-10 arasında çıkması organın fonksiyonlarının normal çalıştığının göstergesi olarak kabul edilir. 11-20 arasında çıkması organda hafif bir hasarın, 21-50 organda orta dereceli hasarın, 51-100 arası ise organda kuvvetli lezyonların olduğunu gösterir. 100'ün üzerindeki DTC değeri ise organda geriye dönüşümsüz hasarın varlığına işaret etmektedir (Poleksic and Mitrovic-Tutundzic 1994).

3.7. İstatistik

Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi SPSS 20.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Her istasyon için elde edilen ortalama DTC değerlerinin karşılaştırılmasında LSD testleri kullanılmıştır. Aradaki fark $p < 0.05$ seviyesinde anlam yönünden değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Histopatoloji

Köprü ve baraj bölgelerinden yakalanan *Leuciscus aspius* balıklarının solungaç, karaciğer ve böbrek dokularındaki histolojik lezyonlar Çizelge 4.1’de verilmiştir. Mukayese yapılırken lokaliteler baz alınmıştır. Her iki bölge balıklarında da histopatolojik anormalliklere rastlanmıştır. Anormallik frekansının Köprü istasyonu balıklarında düşük seviyede olduğu, Baraj bölgesi balıklarında ise orta, hatta bazı dokularda çok yüksek seviyeye kadar çıktığı görülmüştür.

Çizelge 4.1. Köprü ve Baraj lokalitelerinden yakalanan *Leuciscus aspius* balıklarının solungaç, karaciğer ve böbreklerinde tespit edilen histolojik anormallikler (Dokudaki hasar DTC evrelerine göre frekans olarak verilmiştir)

Organ	Lezyon	DTC evresi	Köprü	Baraj
Solungaç	Lamellerde hipertrofi	I	++	+++
	Filamenter dilatasyon	I	+	++
	Lamel epitelinde ayrılma	I	++	+++
	Lamellerde dejenerasyon	I	+	+++
Karaciğer	Melanomakrofajlarda birikme	I	++	+++
	Homojen olmayan parankima	I	+	+++
	Hepatopankreasta proliferasyon	I	0+	++
	Merkezi vende konjesyon	I	+	++
	Merkezi ven epitel dejenerasyonu	II	+	++
	Sinuzoidal dilatasyon	I	+	+++
Böbrek	Renal dejenerasyon	II	0+	+
	Melanomakrofaj artışı	I	+	+
	Vakuolizasyon	II	+	++
	Konjesyon	II	0	+

*0: anormallik yok, 0+: anormallik çok nadir, +: anormallik frekansı düşük, ++: anormallik frekansı orta derecede, +++: anormallik frekansı çok yüksek. Evreler verilirken Abdel-Moneim *et al.* (2012)’den yararlanılmıştır.

4.2. Solungaçlarda Durum

Köprü lokalitesinden yakalanan balıklardan hazırlanan solungaç preparatlarından herhangi bir lezyon tespit edilemeyenlerde filamentlerin ve lamellerin düzgün, solungaç epitel hücrelerinin normal görünümlü ve dizilimli olduğu görölmüştür (Şekil 4.1).



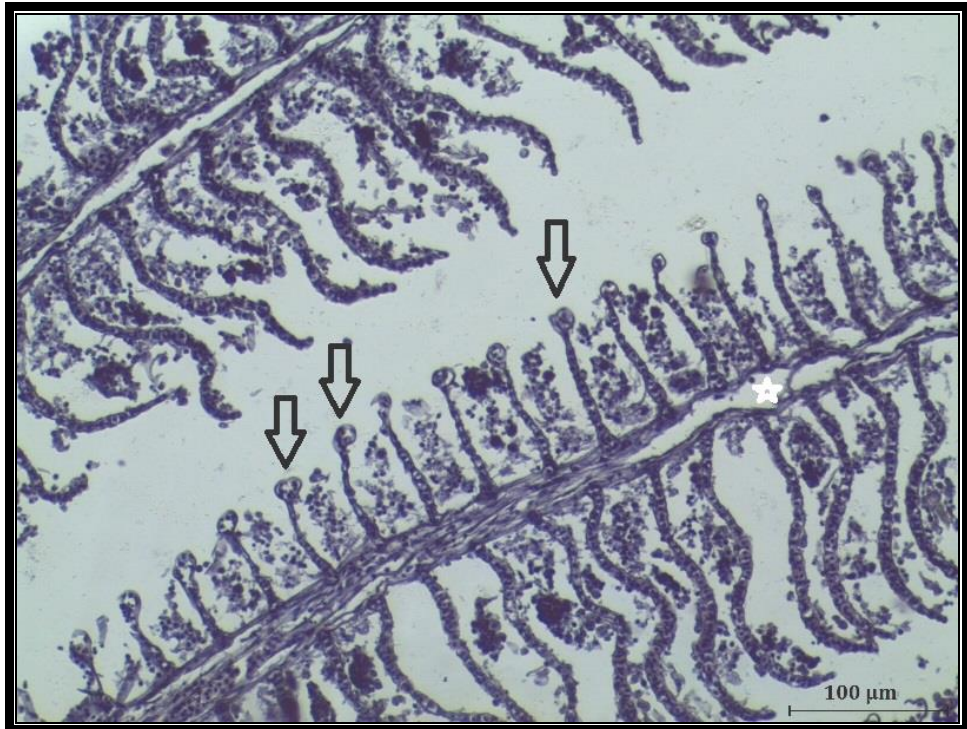
Şekil 4.1. Köprü istasyonu *Leuciscus aspius*'unun normal solungaç histolojisi

*Normal görünümlü filamentler (F) ve lameller (L) (H&E)

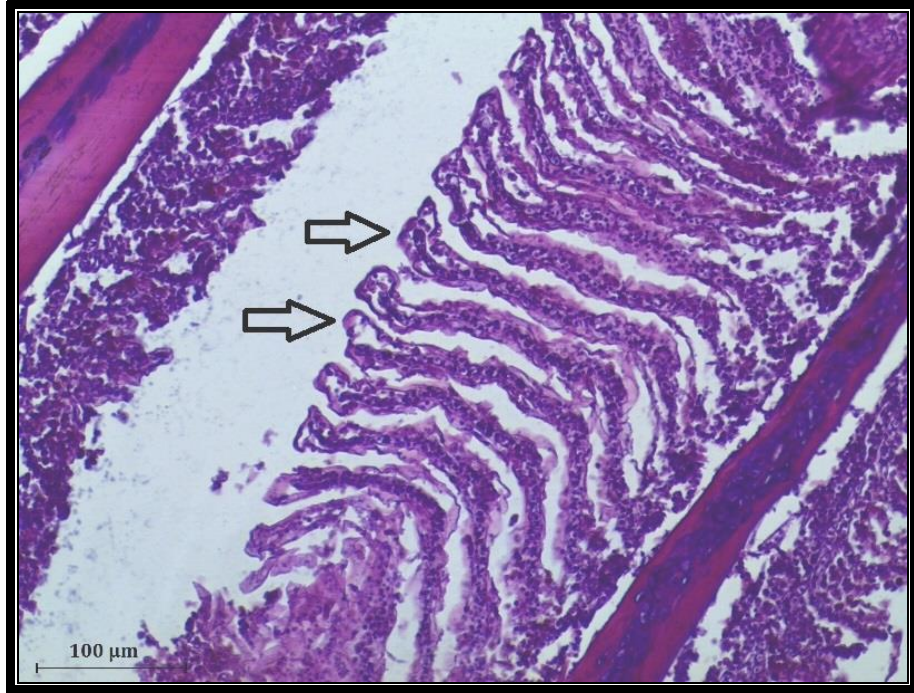
Hem Köprü hem de Baraj bölgesi, ama daha çok Baraj balıklarının solungaçlarında histopatolojik anormalliklerin arttığı bulunmuştur. Bu anormallikler; lamellerde hipertrofi (Şekil 4.2, Şekil 4.3), filamenter dilatasyon (Şekil 4.3), lamel epitelinde ayrılma (lifting) (Şekil 4.4) ve lamellerde dejenerasyon (Şekil 4.5) olarak belirlenmiştir.



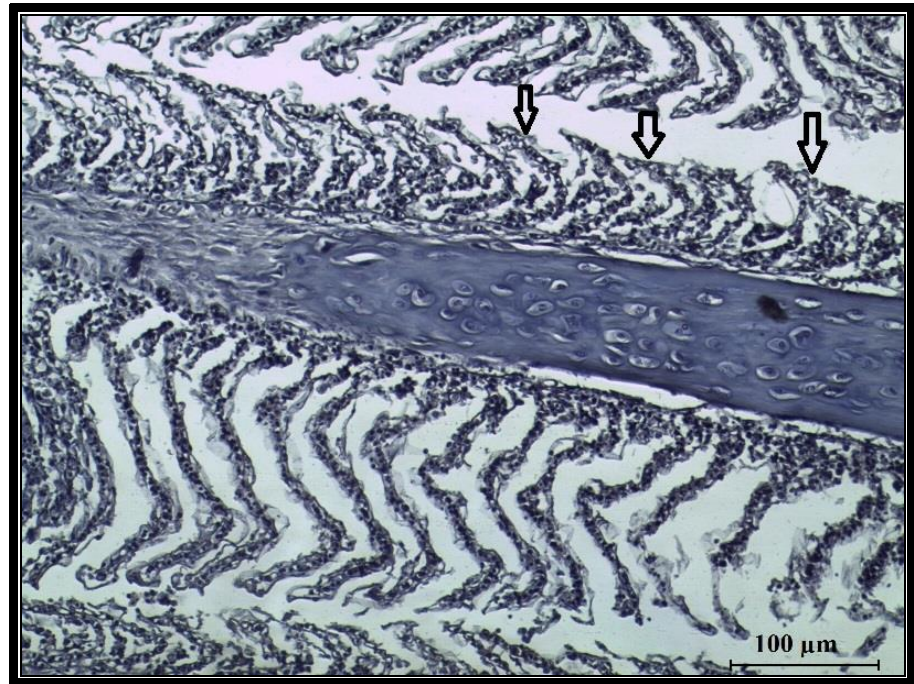
Şekil 4.2. Köprü istasyonundan yakalanan *Leuciscus aspius*'ta solungaç lamellerinde hipertrofi (oklar) (H&E)



Şekil 4.3. Baraj istasyonundan yakalanan *Leuciscus aspius*'ta solungaç lamellerinde hipertrofi (oklar) ve filamenter dilatasyon (yıldız) (H&E)



Şekil 4.4. Baraj istasyonundan yakalanan *Leuciscus aspius*'ta solungaç lamellerinde epiteliyal ayrılmalar (lifting) (oklar) (H&E)



Şekil 4.5. Baraj istasyonundan yakalanan *Leuciscus aspius*'ta solungaç lamellerinde dejenerasyonlar (oklar) (H&E)

Solungacın normal fonksiyonunun göstergesi olarak hesaplanan DTC değerleri ise Baraj için 45.40 ± 3.80 ve Köprü için 19.76 ± 3.59 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2). Bu sonuçlara göre Köprü bölgesi balıklarının solungaçlarında hafif dereceli bir hasarın olduğu, Baraj bölgesi balıklarının solungaçlarında ise orta şiddette patolojik hasarın olduğu tespit edilmiştir.

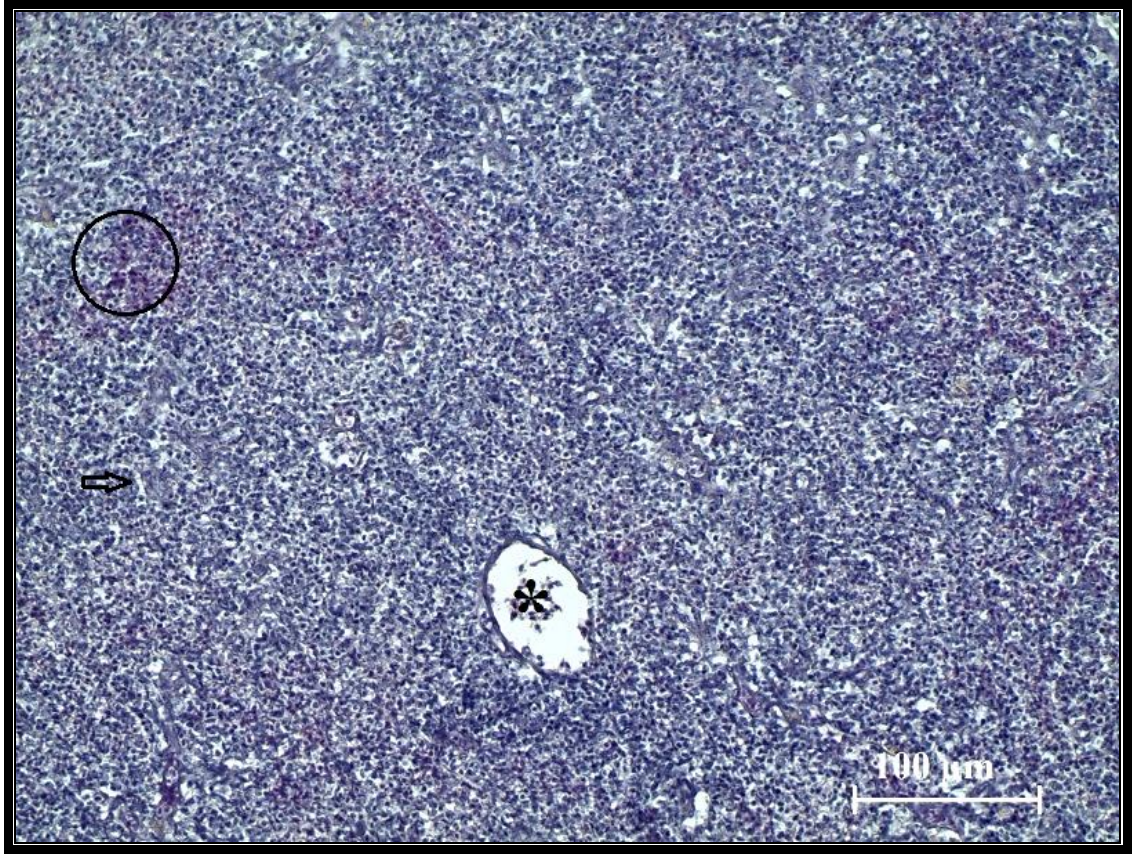
Çizelge 4.2. *Leuciscus aspius*'un solungaç histolojisi için hesaplanan DTC değerleri

Lokelite*	DTC değeri
Köprü	19.76 ± 3.59^b
Baraj	45.40 ± 3.80^a

*Değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunulmuştur (n=14). Aynı sütundaki farklı harfler $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

4.3. Karaciğerde durum

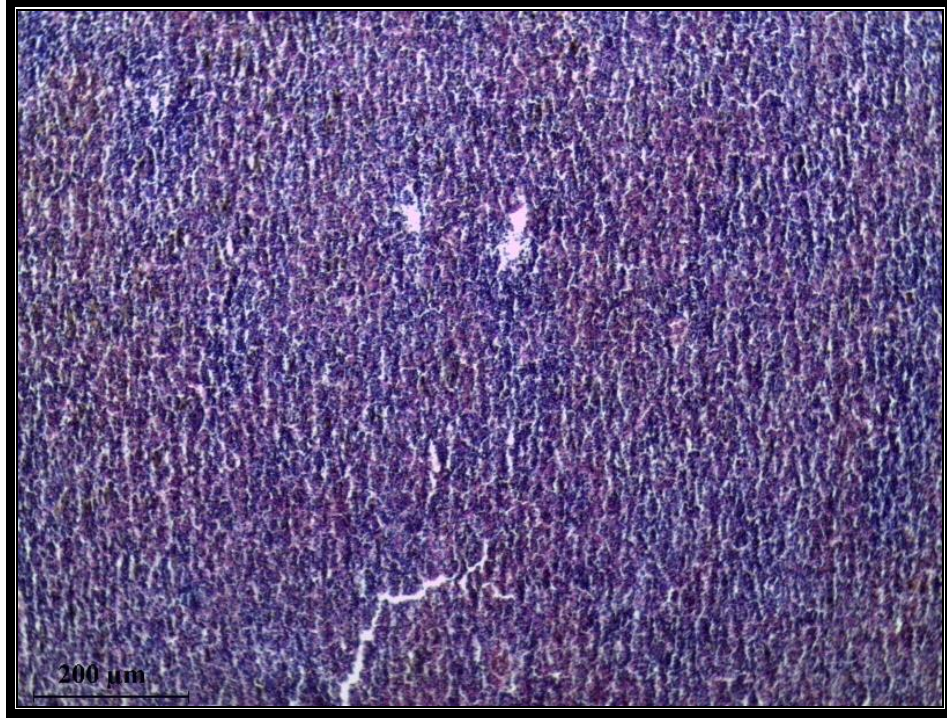
Köprü bölgesi balıklarından hazırlanan karaciğer preparatlarında herhangi bir patoloji olmayanlarında hepatositlerin çokgen şekilli, bazılarının çift çekirdekli ve birbirlerinden sinuzoidlerle belirgin şekilde ayrılmış oldukları gözlenmiştir. Kan damarları ve hepatopankreas net bir şekilde ayırt edilmiş, toplayıcı kanallar etrafındaki sinuzoidlerin belirgin olmadığı saptanmıştır. Hepatosit sitoplâzmaları granüler yapıda olup çekirdekler koyu renkli ve çoğunda merkezi yerleşimli olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.6).



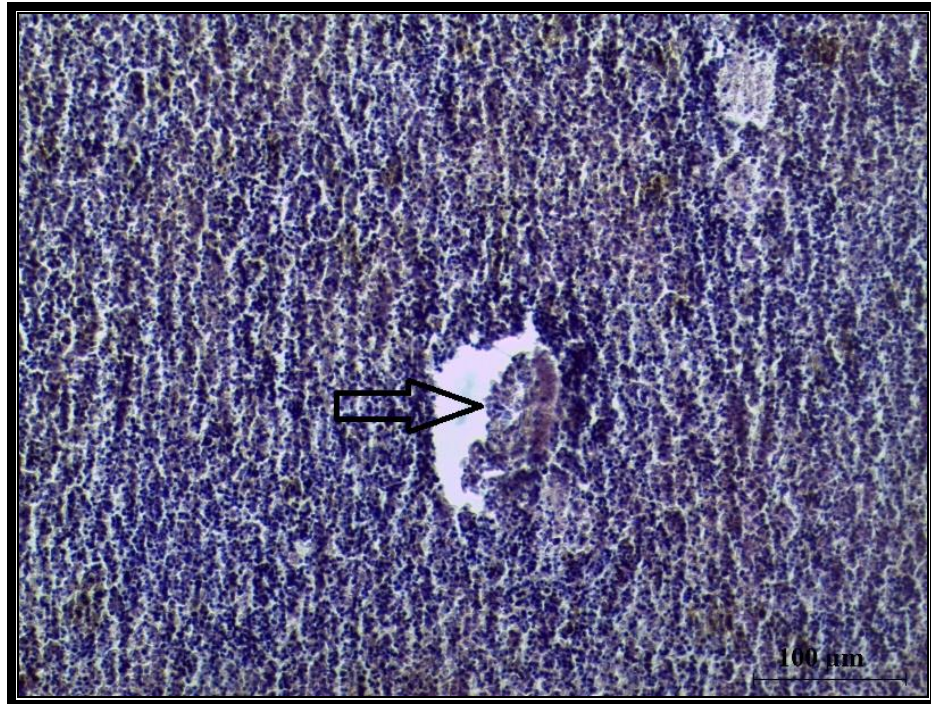
Şekil 4.6. Köprü istasyonu *Leuciscus aspius*'unun normal karaciğer histolojisi.

Transversal düzende sinuzoidler (kısa siyah ok), merkezi kanal (*) ve melanomakrofajik bölge (çember içi alan) (H&E)

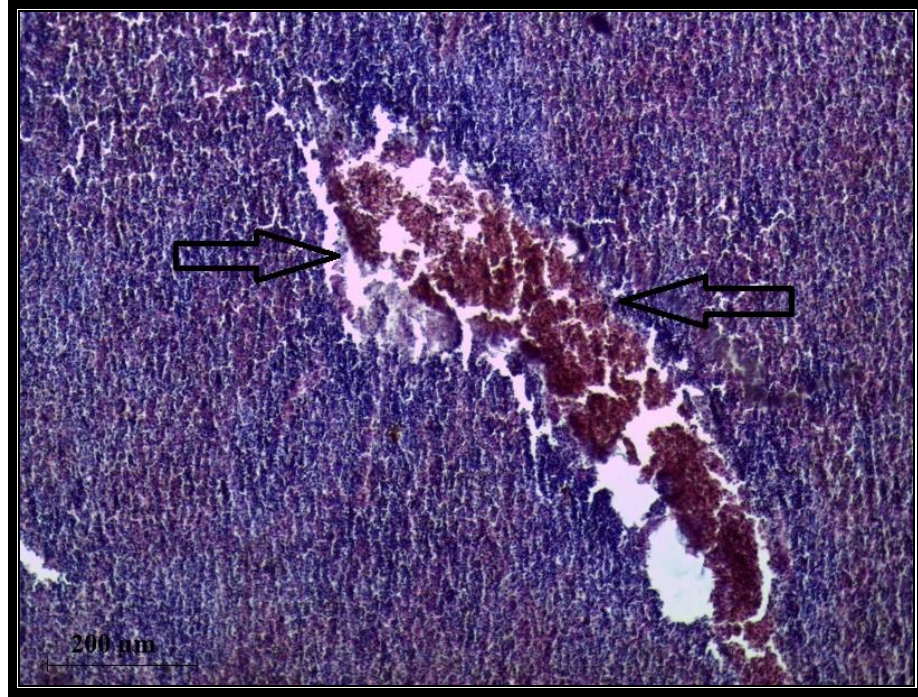
Ancak hem Köprü hem de Baraj istasyonu balıklarının karaciğerlerinde histopatolojik anormalliklerde, özellikle Baraj bölgesinde önemli bir artışın olduğu belirlenmiştir. Baraj ve Köprü bölgesinden yakalanan balıkların karaciğerlerinde homojen olmayan karaciğer parankiması (Şekil 4.7), hepatik pankreasta proliferasyon (Şekil 4.8), merkezi vende konjesyon (Şekil 4.9), merkezi ven epitel dejenerasyonu (Şekil 4.10), melanomakrofajik bölgelerde artış (Şekil 4.11) ve sinuzoidal dilatasyonlar (Şekil 4.12) gibi histopatolojik bulgular elde edilmiştir.



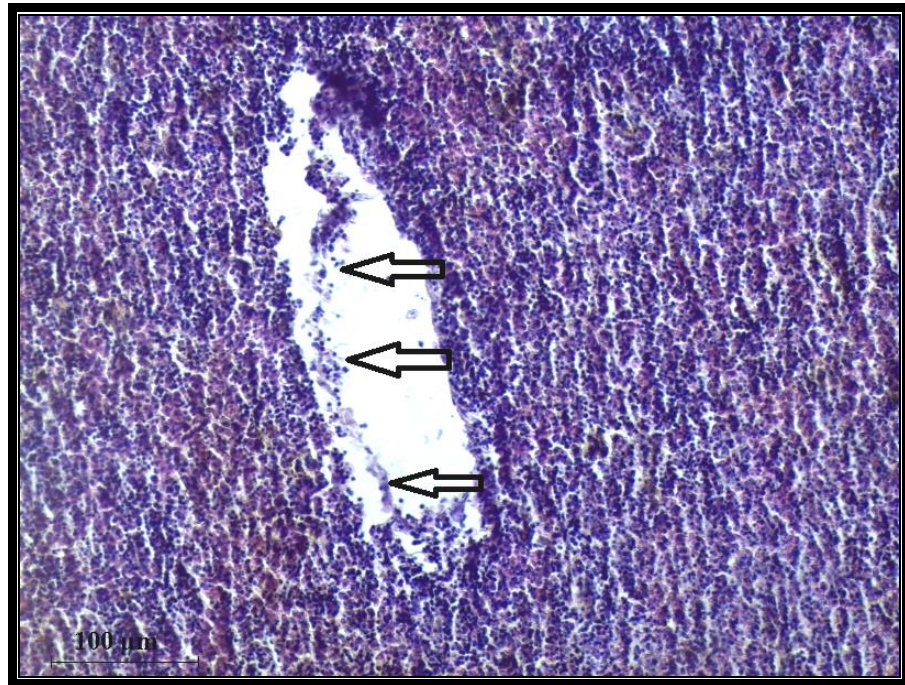
Şekil 4.7. Köprü istasyonundan yakalanan *Leuciscus aspius*'da homojen olmayan karaciğer parankiması görüntüsü (H&E)



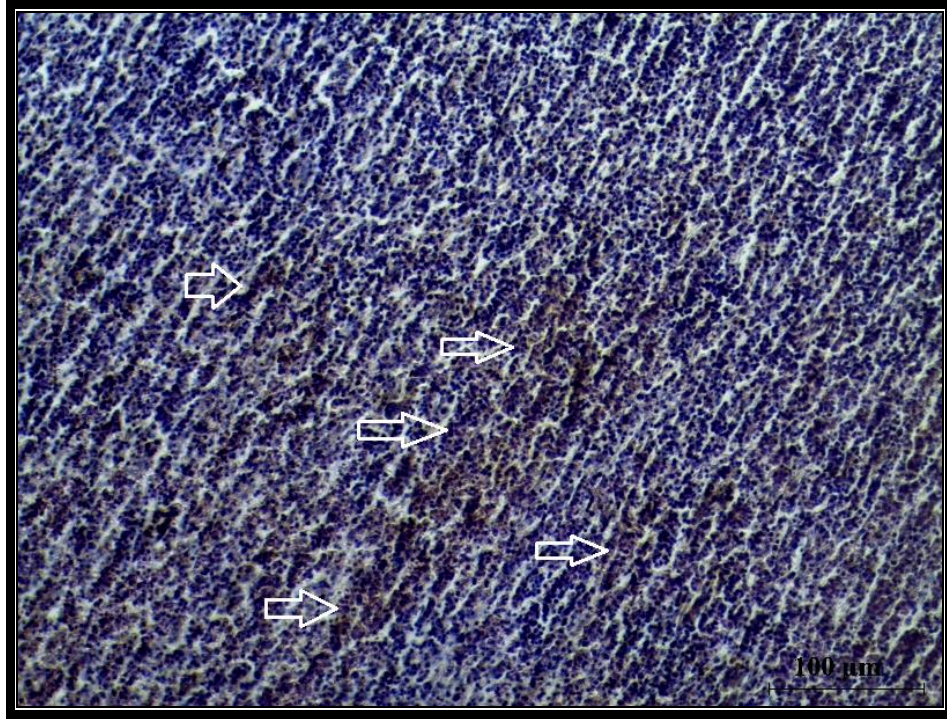
Şekil 4.8. Köprü istasyonundan yakalanan *Leuciscus aspius*'da hepatik pankreasta proliferasyon (ok) (H&E)



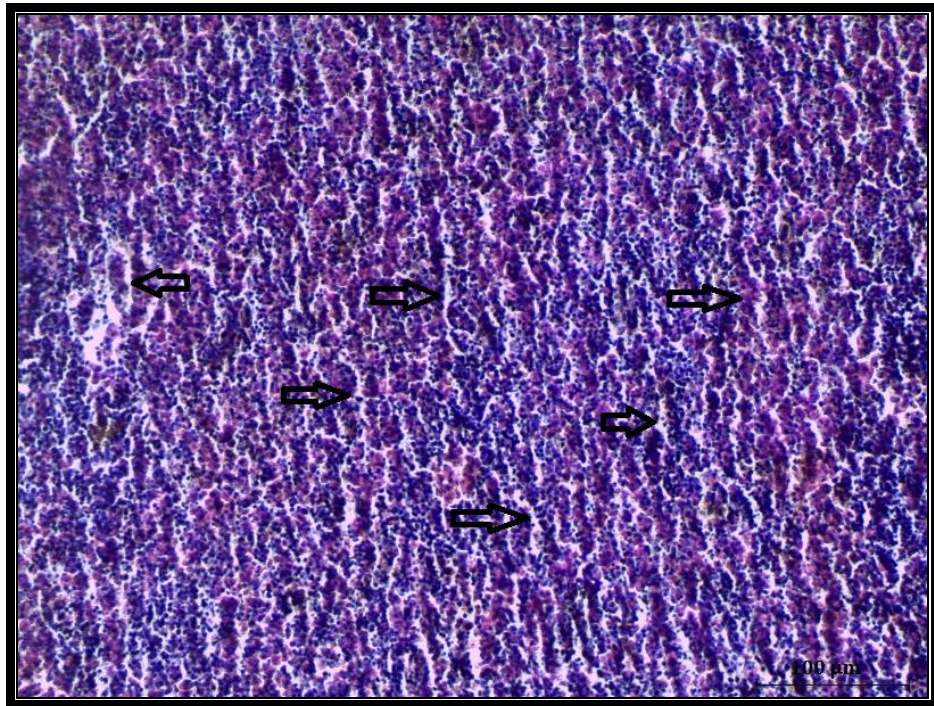
Şekil 4.9. Baraj istasyonundan yakalanan *Leuciscus aspius*'da merkezi vende konjesyon (oklar) (H&E)



Şekil 4.10. Baraj istasyonundan yakalanan *Leuciscus aspius*'da merkezi ven epitelinde dejenerasyon (oklar) (H&E).



Şekil 4.11. Baraj istasyonundan yakalanan *Leuciscus aspius*'da melanomakrofajik bölgelerin artışı (beyaz oklar) (H&E)



Şekil 4.12. Baraj istasyonundan yakalanan *Leuciscus aspius*'da karaciğer parankimasında sinuzoidal dilatasyonlar (oklar) (H&E)

Karaciğerin normal fonksiyonunun göstergesi olarak hesaplanan DTC değerleri ise Baraj için 75.48 ± 19.09 ve Köprü için 49.25 ± 15.81 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu sonuçlara göre Köprü istasyonu balıklarının karaciğerinde orta dereceli bir hasarın olduğu, Baraj bölgesi balıklarının karaciğerinde ise kuvvetli patolojik hasarın olduğu tespit edilmiştir.

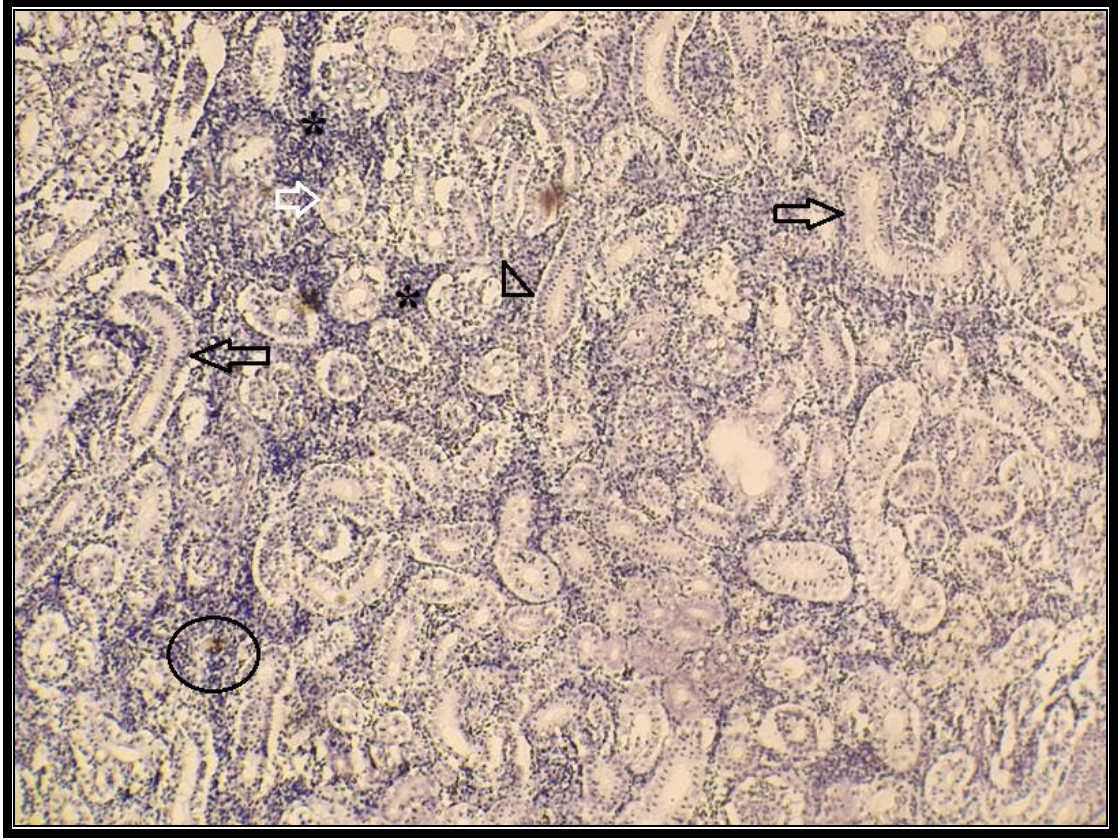
Çizelge 4.3. *Leuciscus aspius*'un karaciğer histolojisi için hesaplanan DTC değerleri

Lokalite*	DTC değeri
Köprü	49.25 ± 15.81^b
Baraj	75.48 ± 19.09^a

*Değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunulmuştur (n=14). Aynı sütundaki farklı harfler $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

4.4. Böbrekte Durum

Köprü bölgesi balıklarından hazırlanan böbrek preparatlarında herhangi bir patoloji göstermeyenlerde renal parankimanın normal görünümlü olduğu, bowman kapsülünün, proksimal ve distal tubullerin yerleşiminin ve lümenlerinin düzenli olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Köprü istasyonu *Leuciscus aspius*'unun normal böbrek histolojisi.

Bowman kapsülü-glomerulus (ok başı), proksimal böbrek tübülleri (beyaz ok), distal tubuller (siyah oklar), tubuller etrafında normal hematopoitik parankima (yıldız), melanomakrofajlar (daire içindeki alan) (H&E)

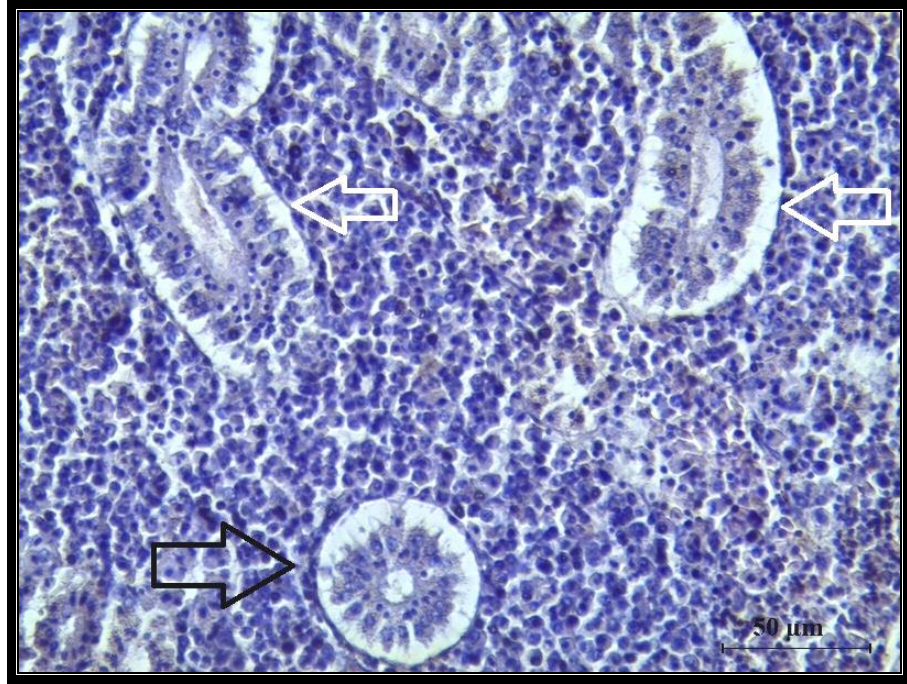
Ancak Köprü ve özellikle Baraj balıklarının böbreklerinde histopatolojik anormalliklerde artış görülmüştür. Özellikle Baraj'dan yakalanan balıkların böbreklerinde tubullerde dejenerasyon (Şekil 4.14), melanomakrofajların artışı (Şekil 4.15), proksimal ve distal tubul epitel hücrelerinde vakuolizasyon (Şekil 4.16) ve renal parankimada konjesyon (Şekil 4.17) gibi çeşitli patolojik bulgular elde edilmiştir.



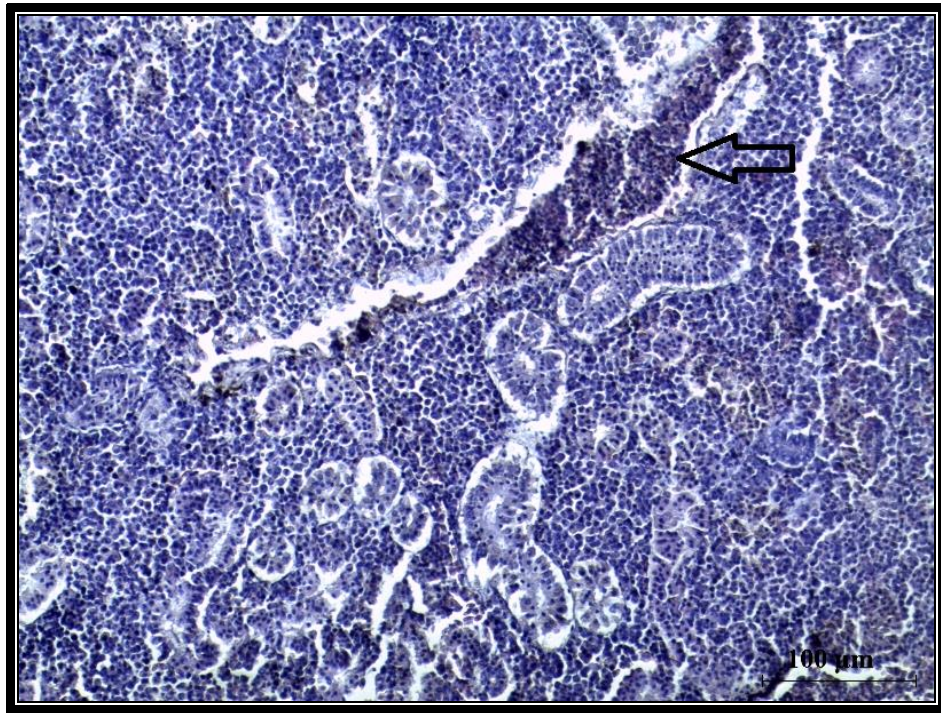
Şekil 4.14. Baraj istasyonu *Leuciscus aspius*'unun böbrek dokusunda proksimal ve distal tubul dejenerasyonu (siyah oklar) (H&E)



Şekil 4.15. Köprü istasyonu *Leuciscus aspius*'unun böbrek dokusunda melanomakrofajik bölgelerin artışı (çember içindeki alanlar) (H&E)



Şekil 4.16. Baraj istasyonu *Leuciscus aspius*'unun böbrek dokusunda proksimal (siyah ok) ve distal tubul epitel hücrelerinde (beyaz oklar) vakuolizasyon (H&E)



Şekil 4.17. Baraj istasyonu *Leuciscus aspius*'unun böbrek renal parankimasında konjesyon (ok), (H&E)

Böbreğin normal fonksiyonunun göstergesi olarak hesaplanan DTC değerleri ise Baraj için 24.24 ± 4.12 ve Köprü için 3.52 ± 0.88 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bu sonuçlara göre Köprü balıklarının böbreklerinin normal çalıştığı, Baraj bölgesi balıklarının böbreklerinde orta dereceli bir hasarın olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. *Leuciscus aspius*'un böbrek histolojisi için hesaplanan DTC değerleri

Lokalise*	DTC değeri
Köprü	3.52 ± 0.88^b
Baraj	24.24 ± 4.12^a

*Değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunulmuştur (n=14). Aynı sütundaki farklı harfler $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

Tüm bu bulgulardan elde edilen sonuçlar şöyle özetlenebilir:

- 1- Histopatolojik bulgulardan hareketle kirlilik yönünden Baraj bölgesinin kirli, Köprü bölgesinin ise daha az kirli olabileceği kanaatine varılmıştır.
- 2- Baraj bölgesinde yaşayan balık türünde solungaç ve böbreklerden ziyade karaciğerde hasar oranı daha fazla tespit edilmiştir. Hasar oranı en az olan organın böbrekler olduğu bulunmuştur.
- 3- Kirlilikten yakalanan balıkların neredeyse aynı oranda etkilendiği tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Ekosistemde canlılar birbirlerinden bağımsız olmadıkları için hızla artan su kirliliğinin olumsuz etkileri yalnızca sucul ekosistemdeki canlı türleri üzerinde değil aynı zamanda besin olarak balıkların tüketilmesiyle besin zinciri uzantısıyla insanlarda letal olabilecek hasara yol açabilir. Evsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetler sonucu kirlenen su kaynaklarımızdan elde edilen su ürünlerinin insan sağlığı yönünden sebep olabileceği sakıncaların değerlendirilebilmesi için suların içerikleriyle beraber biyoisaretçi olarak balıkların gözlemlenmesi oldukça önemlidir.

Sucul ortamlarda oluşan kirlilik, bazı noktalarda tehlikeli boyutlara ulaşip su ekosisteminin kendi kendini temizleme kapasitesini değiştirmektedir. Bu nedenle su ortamlarındaki kirliliğin belirlenmesi için sucul organizmalardan yararlanılmaktadır. Buradan hareketle çalışmamızda İran'ın Poldasht ili içindeki yerleşim merkezlerinden geçerek suyunu Hazar Denizi'ne ulaştıran Aras Nehri'ndeki kirliliğin nehrin doğal faunasında yer alan *Leuciscus aspius* üzerine olan histopatolojik etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Aras Nehri İran'ın kuzeyindeki en uzun nehir olup toplam uzunluğu 1,072 kilometredir. İran, Azerbaycan ve Ermenistan arasındaki sınır hattında bulunan nehir Hazar Denizi'nde son bulmaktadır. Bingöl Dağları'ndan çıkan nehrin etrafındaki 100,220 km²'lik alandan birçok yan kol beslemektedir. Aras Nehri üzerinde İran'da iki baraj inşa edilmiştir (Aras Barajı ve Mogan Barajı). Onlarca şehir ve köyden geçen nehir sayısız endüstriyel kuruluşun da atıklarını maalesef taşıma durumundadır (Nasrabadi *et al.* 2009). Nehir suyu bu nedenle potansiyel olarak tehdit altındadır. Aras Havzası'nın İran, Azerbaycan ve Ermenistan kısımlarında kalan alanlarındaki hızla büyüyen tarımsal ve endüstriyel aktiviteler de özellikle son yıllarda nehir ekosistemini olumsuz etkilemektedir (Nasehi *et al.* 2013).

Yaptığımız çalışmada Aras Nehri'nin İran sınırları içinde kalan bölümünden belirlenen iki istasyondan (Köprü ve Baraj) yakalanan *Leuciscus aspius* balıklarında su kirliliğinin etkileri histolojik yöntemlerle belirlenmiştir. Bu amaçla balıkların solungaç, karaciğer ve böbrek dokularından histolojik preparatlar hazırlanmış ve bu preparatlarda yapılan inceleme neticesinde çeşitli patolojik anormallikler tespit edilmiştir. Solungaç filamentlerinde dilatasyon, lamellerde dejenerasyon, hipertrofi ve lamel epitelinde ayrılma gibi anormallikler gözlenmiştir. Karaciğerde melanomakrofajlarda birikme, homojen olmayan parankima, hepatopankreasta proliferasyon, merkezi vende konjesyon, merkezi vende dejenerasyon ve sinuzoidal dilatasyon gibi yaygın patolojik durumlar tespit edilmiştir. Böbrekte ise gözlenen değişiklikler renal tubullerde dejenerasyon, melanomakrofajlarda artış, tubullerde vakuolizasyon ve renal parankimada konjesyon olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda her iki bölge balıklarında da patolojiler tespit edilmesine rağmen Baraj İstasyonu'ndaki balıklarda tespit edilen patolojinin Köprü İstasyonu'na göre daha fazla olduğu bulunmuştur. Literatürde Aras Nehri'ndeki balıklarla ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak su ve sediment analizi ile ilgili olarak yapılmış olan birkaç çalışma bu nehrin kirlenmiş olabileceği konusunda bize ışık tutmaktadır.

Aras Nehri'nin içinden geçtiği İran'ın Mazandaran Şehri'nde belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerinde bazı ağır metallerin normalden fazla olduğu Nasrabadi *et al.* (2010) tarafından tespit edilmiştir. Antropojenik aktivitelerle birlikte Cd, S, Sr ve Pb konsantrasyonları artmış ve bu artışla beraber nehrin kirlenebileceği vurgulanmıştır. Başka bir çalışmada ise Mogan Barajı'na yakın Arbadil Şehri'nden belirlenen 5 farklı istasyondan Aras Nehri yüzey suyu ve sediment örnekleri alınmış ve ağır metal yönünden (Cu, Fe, Pb, Ni, Cd, Hg) analiz edilmiştir. Ni, Pb ve Fe elementlerinin kabul edilebilir sınır değerleri aştığı bulunmuştur. Kirlilik kaynağı olarak da nehrin etrafındaki fabrikalar ve evsel atıklar gösterilmiştir (Nasehi *et al.* 2013). Bu çalışmalar da göstermektedir ki Aras Nehri, etrafındaki bir takım faaliyetler neticesinde kirlenmektedir. Yaptığımız araştırmaya nehirde yaşayan balıkların bu kirlilikten etkilenmiş olabileceğini göstermektedir.

Aras Nehri'ndeki tarımsal ve endüstriyel kaynaklı sucul kirlenmenin doğal fauna ve florayı olumsuz yönde etkilediği yaptığımız bu çalışma ile gösterilmiştir. İran'da yapılmış olan tek çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir. Salamat *et al.* (2012) Pers Körfezi'ne dökülen Musa Çayı ve kollarında yaşayan *Acanthopagrus latus* (sarı yüzgeçli çipura)'un solungaçları üzerine bir araştırma yapmıştır. Belirlenen 5 farklı bölgeden yakalanan balıkların solungaçlarında lamellar hücrelerde hiperplazi, anörizm, lamellar füzyon ve epiteliyal ayrılmalar (lifting) gibi patolojik anormallikler tespit edilmiştir. Çalışmamızda tespit ettiğimiz patolojik anormalliklerin çoğu bu çalışma ile birebir örtüşmektedir. Yine aynı çalışmada solungaçlar için tespit edilen DTC değeri 13.33 ile 346.34 arasında değişmekle birlikte bizim tespit ettiğimiz DTC (19.76 ile 45.40) değerleri ile benzerlik göstermektedir.

Ülkemizde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Dane and Şişman (2014), yapmış oldukları çalışmada Erzurum Karasu Nehri'nin üç farklı bölgesinde (Aşkale, Dumlu ve Serçeme) yaşayan *Capoeta capoeta* üzerine su kirliliğinin etkilerini araştırmıştır. Araştırma neticesinde balıkların solungaç filamentlerinde hipertrofi, hiperplazi, lamellar ayrılma (lifting), lamellerde kısılma, vazodilatasyon, lamellerde dejenerasyon, kanlanma, lamellerde füzyon ve anörizmler gözlenmiştir. Karaciğerde ise melanomakrofajik bölgelerde artış, homojen olmayan parankima, hepatopankreasta proliferasyon, sinozoidal dilatasyon, vakuolizasyon, hepatositlerde hipertrofi, merkezi vende konjesyon, nekroz ve hepatik granuloma patolojileri tespit edilmiştir. Histolojik lezyonlar karşılaştırıldığında karaciğerin daha çok etkilendiği bulunmuştur. Çalışmamızda tespit ettiğimiz solungaç ve karaciğer patolojilerinin çoğu bu çalışma ile birebir örtüşmektedir. Koca *et al.* (2008) yaptıkları çalışmada ise Büyük Menderes Nehri'ndeki *Barbus capito pectoralis* ve *Chondrostoma nasus* üzerine su kirliliğinin histopatolojik etkilerini araştırmış, sonuçta nehir yüzey suyunun balık solungaç epiteli ve karaciğerinde benzer patolojik bozukluklara yol açtığını bulmuşlardır. Kars Çayı'nda yapılan bir araştırmada çaydan yakalanan *Capoeta capoeta capoeta* (L.1758)'nın karaciğer, solungaç, bağırsak dokularında civa (II) klorüre maruz kalma süresine bağlı olarak dejenerasyon ve nekroz tespit edilmiştir (Erdoğan 2009). Manisa ili Gölarmara Gölü'nde su yüzeyinde, sedimentte ve *Cyprinus carpio* türünün solungaç, karaciğer, kas

dokularında Zn, Pb, Fe, Co, Mn, Cr, Ni, Cu, Cd ağır metallerinin konsantrasyonları ve histopatolojik değişimler tespit edilmiştir (Gürcü *et al.* 2010).

Su kirliliğinin balıkların böbreklerini de etkilediği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Yukarı Sakarya Havzası'ndan alınan sazanların (*Cyprinus carpio*) nükleer piknoz, böbrek tübül epitel hücrelerinde hipertrofi ve absorpsiyon yüzeyinde tahribat gözlemlenmiştir (Barlas 1999). Erzurum Karasu Nehri balıklarında yapılan bir başka çalışmada ise *Capoeta capoeta* ve *Squalius cephalus* türü balıkların böbreklerinde su kirliliğine bağlı olarak Bowman kapsülü yarılmamasıyla oluşan glomerulopati, renal parankima ve tubullerde dejenerasyon, melanomakrofajlarda artış, vakuolizasyon, glomerular pleomorfizm ve konjesyon gibi histopatolojik durumlar tespit edilmiştir (Dane *et al.* 2013).

Dünya'da yapılan çok sayıda araştırma çeşitli kaynaklardan gelen atıklarla kirlenen su sistemlerinin ekosistem üzerine olumsuz etkilerini göstermektedir. Çeşitli ağır metallerin tespit edildiği Kızıl Deniz'in Cidde kıyısından toplanan *Naso hexacanthus* türünde ağır metal kirliliğinin histopatolojik etkilerinin araştırıldığı çalışmada karaciğerde hepatositlerde vakuolizasyon, hücresel şişlik, nükleusta bozulmalar, kan toplanması; solungaçlarda sekonder lamellerde düzensizlik, lamel epitelinde dejenerasyon gibi değişiklikler gözlemlenmiştir (Montaser *et al.* 2010). Brezilya'da Cachoeira Nehri'nde kirli ve temiz 5 noktadan alınan *Poecilia vivipara* türünde karaciğerde melanomakrofaj merkezinde sitoplazmada vakuolizasyon, anormal hepatositler, sitoplazmada eosinofil granülleri, hücresel ve nükleer hipertrofi, düzensiz çekirdek, lökosit infiltrasyonu, sitoplazmada ve çekirdekte dejenerasyon, piknotik ve vakuolleşmiş çekirdek, fokal nekroz ve tümör belirlenmiştir (Paulo *et al.* 2012). Van Dyk *et al.* (2009), kirliliğin *Clarias gariepinus* türü balıkların solungaçlarında epitelde ayrılma, telanjiektazi, mukoza ve epitel hücrelerinde hiperplazi, primer ve sekonder lamellerde füzyon, *Prochilodus lineatus* türünde ise solungaç epitelinde ayrılma, hiperplazi, hipertrofi, lamellar füzyon ve solungaçta anevrizma; Bowman kapsülünde küçülme, glomerulusta genişleme, tübüler lümende tıkanma (oklüzyon); hepatositlerde hipertrofi, sitoplazmik ve nükleer dejenerasyon, melanomakrofajlarda kümelenme,

safrada durgunluk, nekroz olarak gözlemlenmiştir (Camargo and Martinez 2007). Bir başka çalışmada ise güney Brezilya'da Guarapava Şehir yakınlarında olan Park ve Cedeteg göllerinden alınan su numunelerindeki kirlilik *Astyanax aff. fasciatus* ve *Oreochromis niloticus* türleri üzerinde araştırılmış, sonuçta solungaçlarda anörizmler, hiperplazi, lamellar füzyon ve neoplazi, karaciğerde nekroz ve lökosit infiltrasyonu tespit edilmiştir (Liebel *et al.* 2013). Araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlar tüm bu çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Metallerin toksik etkileri denizlere göre tatlı sularda daha fazla olmaktadır. Bu farklılığın su kimyası ve metallerin birikim yollarıyla ilişkili olduğu bildirilmiştir (Bianchini *et al.* 2004). Balıklarda metallerin toksik etkileri ilk önce solungaçlarda ortaya çıkar. Bu durum, solungaçların oldukça geniş bir yüzey alanına sahip olması, su ortamıyla doğrudan doğruya temas halinde olması ve su ile kan arasındaki difüzyon aralığının kısa olması ile açıklanabilir (Kuşatan ve Cicik 2004). Solungaçların asıl görevi gaz alış veriş, asit baz dengesi, iyon taşınması ve azotlu atıkların atılmasıdır. Su kaynaklı metal alımında solungaçlarda aktif iyon alımı bozulduğu için iyonik homeostazi zarar görmektedir. Bu hasar, tüm vücut kompozisyonuna yansımaktadır (Ricard *et al.* 1998). Balık derisinde bulunan mukus metale karşı ilk savunma mekanizması olarak işlev görmektedir (Olsvik *et al.* 2001). Ağır metaller mukus salgısını da etkileyerek de balıkta patolojik bozukluklara neden olabilmektedir. Uzun süreli metal etkisinde ise karaciğer ve böbrek zarar gören organlardır (Spry and Wiener 1991). Karaciğer metabolik faaliyetlerin ve detoksifikasyon süreçlerinin temel organı olup toksik maddelere maruziyetten en çok etkilenen organlardan biridir. Birçok toksik madde karaciğerde daha az etkili maddelere dönüştürülür ve safra kesesi vasıtasıyla dışarı atılır. Bazı toksik maddeler ise depolanır ve bazen daha etkili kimyasallar haline gelebilir (Buhler and Williams 1988). Ağır metaller patolojik etkilerini karaciğer enzimlerini inaktive ederek gösterebilirler (Beaumont *et al.* 2000). Kısacası metaller, balıklarda fizyolojik, histolojik ve biyokimyasal mekanizmaların bütünlüğünü bozup hasarlara neden olmaktadır (Hogstrand *et al.* 1999).

Sonuç olarak Aras Nehri'ne deşarj edilen tarımsal, evsel ve sanayi atık sularının ciddi kirlilik kaynağı olduğu tahmin edilmektedir. Bu çalışmamızda kirliliğin sucul ekosistemdeki canlı gruplarını etkilediğı net bir şekilde görölmektedir. Seçtiğimiz istasyonlardan Köprü ve Baraj lokalitelerindeki histopatolojik analizlere dayanarak bu iki bölgedeki nehir suyunun kirlendiğini söyleyebiliriz. Nehre doğrudan deşarjlar kirliliğin en önemli nedenleri arasındadır ve karasal kaynaklı besin girdilerine bağı olarak sular ötrofikasyon tehdidi altındadır. Herhangi bir önlem alınmadığı takdirde yakın gelecekte nüfus yoğunluğu kadar tarımsal ve endüstriyel gelişmelere bağı olarak bu nehirdeki kirliliğin daha fazla artabileceğı öngörülmektedir.

Balıklar sucul ekosistemlerdeki besin zincirinin önemli bir halkasını oluştururlar ve yaşamlarını evsel, endüstriyel ve tarımsal kökenli kirleticilerle kirlenen habitatlarındaki toksik maddeler, önemli ölçüde tehdit edebilmektedir. Su kirliliğinin balıklarda sebep olduğı değişimleri belirlemek, balık popülasyonlarının yanı sıra bunları tüketen insanların ve tüm ekosistemin geleceğı açısından önemlidir. Su ekosistemindeki ciddi bir bozulma birbirlerine besin zinciriyle sıkı sıkıya bağı olan zincirin diğerk halkasındaki tüm canlıların sonu demektir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Moneim, A.M., Al-Kahtani M.A., Elmenshawy O.M., 2012. Histopathological biomarkers in gills and liver of *Oreochromis niloticus* from polluted wetland environments, Saudi Arabia. *Chemosphere*, 88, 1028-1035.
- Akgün, M., Gül A., Yılmaz M., 2007. Sakarya Nehri Çeltikçe Çayı'nda Yaşayan *Leuciscus cephalus* L., 1758 Dokularında Ağır Metal Birikimi. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27 (2), 179-189.
- Aksungur, N. ve Firidin Ş., 2008. Su Kaynaklarının Kullanımı ve Sürdürülebilirlik. *Sumae Yunus Araştırma Bülteni*, 8 (2), 9-11.
- Alıcı, M.F., 2012. Atatürk Baraj Gölü'nde Adıyaman Şehir Atıksularının Oluşturduğu Kirliliğin *Cyprinus carpio*'daki Bazı Biyokimyasal Parametrelerin Kullanılarak Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman, Türkiye.
- Allen, S.J., Gan Q., Matthews R., Johnson P.A., 2005. Kinetic modeling of the adsorption of basic dyes by kudzu. *Journal of Colloid and Interface Science*, 286, 101-109.
- Anonim 2014. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Durum Raporu, <http://www.cevreonline.com/cevrekr/tarimsal%20kirlilik.htm> (10.11.2014).
- Anonymous, 2015. Fishbase, <http://www.fishbase.org/summary/Leuciscus-aspius.html> (31.05.2015).
- Anonim 2015. Wikipedia, http://tr.wikipedia.org/wiki/Aras_Nehri (31.05.2015).
- Arellano, J.M., Storch V., Sarasquete C., 1999. Histological Changes and Copper Accumulation in Liver and Gills of the Senegales Sole, *Solea senegalensis*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 44, 62-72.
- Atalay, M. A., 2005. *Pseudophoxinus* (Pisces, Cyprinidae) genusunun Anadolu'da yayılışı ve taksonomik özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 136s.
- Atamanalp M., Sisman T., Geyikoglu F., Topal A., 2008. The Histopathological effects of copper sulphate on rainbow trout liver. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 3(5), 291-297.
- Atamanalp, M., Uçar A., Alak G., 2012. Balıkların Bağışıklık Sistemi Üzerine Çevresel Toksikantların Etkileri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6 (1), 124-127.
- Bancroft, J.D. and Stevens A., 1982. Theory and practice of histological techniques. Churchill livingstone, 662 p, Edinburg.
- Barlas, N., 1999. Yukarı Sakarya Havzasında Yaşayan Sazan Balıklarının (*Cyprinus carpio* L., 1758) Solungaç, Karaciğer ve Böbrek Dokularının Histopatolojik Olarak İncelenmesi. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 23 (2), 277-284.
- Basha, P.S. and Rani A.U., 2003. Cadmium-Induced Antioxidant Defense Mechanism in Freshwater Teleost *Oreochromis mossambicus* (Tilapia). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 56, 218-221.
- Bat,L., Gündoğdu,A. ve Öztürk,M., 1999. Ağır metaller. Süleyman Demirel Üniversitesi Egirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6, 166-175 s.

- Beaumont, M.W., Butler P.J., Taylor E.W., 2000. Exposure of brown trout *Salmo trutta*, to a sublethal concentration of copper in soft acidic water, effects upon muscle metabolism and membrane potential. *Aquatic Toxicology*, 51, 259-272.
- Begüm, A., Amin M.N., Kaneco S., Ohta K., 2005. Selected elemental composition of the muscle tissue of three species of fish, *Tilapia nilotica*, *Cirrhina mrigala* and *Clarius batrachus*, from the freshwater Dhanmondi Lake in Bangladesh. *Food Chemistry*, 93, 439-443.
- Beğenirbeş, C.A.S., 2002. Porsuk Çayı (Kütahya Bölümü)'ndeki Tatlısu Midyesi (*Unio* sp.)'nde bazı ağır metallerin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Bianchini, A., Martins S.E.G., Barcarolli I.F., 2004. Mechanism of Acute Copper Toxicity in Euryhaline Crustaceans: Implications for the Biotic Ligand Model. *International Congress Series*, 1275, 189-194.
- Briolay, J., Galtier, N., Brito, R. M., Bouvet, Y., 1998. Molecular phylogeny of Cyprinidae inferred from cytochrome b DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 9: 100-108.
- Buckley, D.E., Smith, J.N and Winters, G.V., 1995. Accumulation of contaminant metals in marine sediments of *Halifax harbour, Nova Scotia*: environmental factors and historical trends. *Applied Geochemistry*, 10 (2), 175-195.
- Buhler, D.R. and Williams D.E., 1988. The role of biotransformation in the toxicity of chemicals. *Aquatic Toxicology*, 11 (1-2), 19-28.
- Camargo, M.M. and Martinez C.B., 2007. Histopathology of gills, kidney and liver of a Neotropical fish caged in an urban stream. *Neotropical Ichthyology*, 5, 327-336.
- Canpolat, Ö. ve Çalta M., 2001. Keban Baraj Gölü'nden Yakalanan *Acanthobrama marmid* (Heckel, 1843)'de bazı ağır metal düzeylerinin belirlenmesi. *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13 (2), 263-268.
- Cengiz, E.İ., 2006. Gill and kidney histopathology in the freshwater fish (*Cyprinus carpio*) after acute exposure deltamethrin. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 22 (2), 200-204.
- Chen, K.C., Wu J.Y., Huang C.C., Liang Y.M., Hwang S.C.J., 2003. Decolorization of azo dye using PVA-immobilized microorganisms. *Journal of Biotechnology*, 101, 241-252.
- Cheng, S., 2003. Heavy metal pollution in china: origin, Pattern and Control. *Environmental Science and Pollution Research*, 10 (3), 192-198.
- Cicik, B., 2003. Bakır-Çinko Etkileşiminin Sazan (*Cyprinus carpio* L.)'nın Karaciğer, Solungaç ve Kas Dokularındaki Metal Birikimi Üzerine Etkileri. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 12 (48), 32-36.
- Clearwater, S., 2002. Metals in the aquatic food web: bioavailability and toxicity to fish. Fact Sheet on Environmental Risk Assessment. Int. Council Mining Mrt., 6, 1-7.
- Couillard, C.M., Berman R.A., Panisset J.C., 1988. Histopathology of rainbow trout exposed to a bleached kraft pulp mill effluent. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 17, 319 -323.
- Çetinbaş, A., 2003. İzmit Körfezi'nde avlanan İstavrit (*Trachurus trachurus* L., 1758) balıklarının dokularında Cu ve Zn birikiminin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dane, H., 2013. Karasu Nehri'nde (Erzurum) yaşayan *Capoeta capoeta* ve *Leuciscus cephalus*'un solungaç, karaciğer ve böbrek dokularındaki histopatolojik

- değişiklikler. Yüksek Lisans tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. 94 syf.
- Dane, H., and Şişman, T., 2014. Histopathological Changes in Gill and Liver of *Capoeta capoeta* Living Karasu River, Erzurum”, Environmental Toxicology, 1-14, DOI: 10.1002/tox.21965.
- Dane, H., Şişman, T., Yazıcı, Z., Aydın, Ş., 2013. Histological Alterations in Kidney of Two Fresh Water Fish Species Living Karasu River, Erzurum, Turkey. Digital Proceeding Of THE ICOEST 2013, Cappadocia C.Ozdemir, S. Şahinkaya, E. Kalıpcı, M.K. Oden (editors) Nevşehir, Turkey, June 18 – 21, 2013.
- Darwish, A.M., Griffin B.R., Straus D.L. and Mitchell A.J., 2002. Histological and Hematological Evaluation of Potassium Permanganate Exposure in Channel Catfish. Mitchell Journal of Aquatic Animal Health, 14, 134-144.
- Demir, H., 2009. Sarısu Deresi ve Karadenize Birleşme Noktasında Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kirlilik Seviyesinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Demirsoy, A., 1993. Yaşamın Temel Kuralları, Omurgalılar / Anamniyota. Cilt-III/Kısım-I, Düzeltilmiş II. Baskı, Meteksan Matbaacılık, Ankara, 370-372.
- Doğan, N., 2011. Fenpiroksimat Akarisitinin Lepistes Balıkları (*Poecilia reticulata* Peters, 1859) Üzerine Akut Toksik Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Dutta, H.M., 1996. A composite approach for evaluation of the effects of pesticides on fish. In: Fish Morphology, (eds) J.S.D. Munshi & H.M. Dutta. Science Publishers Inc. USA. 249 p.
- Erdoğan, B., 2009. Kars Çayı’nda Yaşayan *Capoeta capoeta capoeta* (L.,1758) Bireylerinin Karaciğer, Solungaç, Bağırsak Dokuları Üzerine Civa (II) Klorürün Etkisinin Histopatolojik Yöntemlerle İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars, Türkiye.
- Fanta, E., Rios F.S.A., Romao S., Vianna A.C.C., Freiburger S., 2003. Histopathology of the *Corydoras paleatus* Contaminated with Sublethal Levels of Organophosphorus in Water and Food. Ecotoxicology and Environmental Safety, 54, 119-130.
- Farkas, A., Salánki, J. and Varanka, I., 2000. Heavy metal concentrations in fish of Lake Balaton. Lakes & Reservoirs: Research and Management, 5 (4), 271-279.
- Fernandes, C., Fernandes –F, A., Peixoto, F. and Salgado, A.M., 2007. Bioaccumulation of heavy metals in *Liza saliens* from the Esmoriz-Paramos coastol lagoon, Portugal. Ecotoxicology and Environmental Safety, 66 (3), 426-431.
- Gabryelak,T., Filipiak, A. and Brichon, G., 2000. Effects of zinc on lipids of erythrocytes from carp (*Cyprinus carpio* L.) acclimated to different temperatures. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology, 127 (3), 335-343.
- Geldiay, R. ve Balık, S., 2009. Türkiye Tatlısu Balıkları. Ege Üniversitesi Basımevi, VI. Baskı, İzmir.
- Gernhöfer, M., Pawet M., Schramm M., Müller E. and Triebkorn R., 2001. Ultrastructural biomarkers as tools to characterize the health status of fish in contaminated streams. Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery, 8, 241-260.

- Gidirişlioğlu, A., Çakır R., Tok H.H., Ekinci H., Yüksel O., 1998. Ergene Nehri ve Kollarının Evsel ve Endüstriyel Atıklarla Kirlenmesi ve Toprak Üzerine Etkileri. Köy Hizmetleri Kırklareli Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kırklareli, 308-321.
- Göktepe, S., 2010. Alüminyum Zehirlenmesinin *Capoeta capoeta capoeta* (Guldenstaedt 1772) 'nın Serum Proteinleri ve Solungaç Histopatolojisi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars, Türkiye.
- Gül, A., Yılmaz M., Selvi M., 2004. Civa-II-Klorür'ün Tatlısu Kefali *Leuciscus cephalus* (L., 1758) Üzerindeki Akut Toksik Etkilerinin Araştırılması. G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 17 (4), 53-58.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu Z., 1994. Su Kirliliği. Çevre Sağlığı Temel Kaynaklar Dizisi No:12, Birinci Baskı, Aydoğdu Ofset, Ankara.
- Gürcü, B., Yıldız Ş., Başimoğlu Koca Y., Koca S., 2010. Investigation of histopathological and Cytogenetic Effects of Heavy Metals Pollution on *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) in the Gölarmara Lake, Turkey. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9 (4), 798-808.
- Hargreaves, J.A. and Küçük S., 2001. The Effect of diel un-ionized ammonia fluctuation on juvenile hybrid striped bass, channel catfish and blue tilapia. Aquaculture, 195, 163-181.
- Hilmy, A.M., El-Domiaty N.A., Daabees A.Y., Abdel-Latife H.A., 1987. Toxicity in *Tilapia zilli* and *Clarias lazera* (Pisces) induced by zinc seasonaly. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology, 86 (2), 263-265.
- Hinton, D.E. and Laurén D.J., 1993. Liver structural alterations accompanying chronic toxicity in fishes: potential biomarkers of exposure. In: McCarthy, J.F. and L.R. Shugart (Eds.). Biomarkers of Environmental Contamination, Boca Raton, Lewis Publishers, 51-65 p.
- Hogstrand, C., Ferguson E.A., Galvez F., Shaw R., Webb N.A., Wood C.M., 1999. Physiology of Acute Silver Toxicity in the Starry Flounder (*Platichthys stellatus*) in Seawater. Journal of Comparative Physiology B, 169, 461-473.
- Kalay, M. ve Erdem, C., 1995. Bakırın *Tilapia nilotica* (L)'da karaciğer, böbrek, solungaç, kas, beyin ve kan dokularındaki birikimi ile bazı kan parametraleri üzerine etkileri. Tr. J. Of Zoology 19, 27-33.
- Kalay, M. ve Karataş S., 1999. Kadmiyumun *Tilapia nilotica*'da kas, beyin ve kemik (omurga kemiği) dokularındaki birikimi. Turkish Journal of Zoology, 23, 985-991.
- Kalebaşı, Y., 1994. Meriç Nehrinin Kimyasal Kirliliğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Karadede, H., 1997. Atatürk Baraj Gölü'nde su, sediment ve balık türlerinde ağır metal birikiminin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Kargın, F. ve Erdem C., 1992. Bakır-Çinko etkileşiminde *Tilapia nilotica*'nın karaciğer, solungaç ve kas dokularındaki metal birikimi. Doga-Tr. J. of Zoology, 16, 343-348.
- Karamete, T., 2008. Konya Katı Atık Depolama Sahası Sızıntı Sularının Toksisitesinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Katalay, S., Parlak H., Arslan Ö.Ç., 2005. Ege Denizinde Yaşayan Kaya Balıklarının (*Gobius niger* L., 1758) Karaciğer Dokusunda Bazı Ağır Metallerin Birikimi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 22 (3-4), 385-388.
- Katalay, S., Tuğlu İ., Minareci E., 2007. İzmir Körfezinde Yaşayan Kaya Balıklarında (*Gobius niger*) Solungaç Dokusunda Oluşabilecek Toksik Etkinin Işık Mikroskopik İncelenmesi. Ege Tıp Dergisi, 46 (2), 61-66.
- Koca, S., Koca Y.B., Yıldız Ş. and Gürcü B., 2008. Genotoxic and histopathological effects of water pollution on two fish species, *Barbus capito pectoralis* and *Chondrostoma nasus* in the Büyük Menderes River, Turkey. Biological Trace Element Research, 122 (3), 276-291.
- Kuşatan, Z. ve Cicik B., 2004. *Clarias lazera* (Valenciennes, 1840)'da kadmiyumun solungaç, karaciğer, böbrek, dalak ve kas dokularındaki birikimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 2 (12), 59-66.
- Liebel, S., Tomotake, M.E.M., Oliviera Ribeiro, C.A., 2013. Fish histopathology as biomarker to evaluate water quality. Ecotoxicology and Environmental Contamination, 8 (2), 9-15.
- Marangoz, İ., 2009. Tekirdağ İl'i Sahillerinde Avlanan Su Ürünlerin Ağır Metal İçeriklerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.
- Mercimek, H.A., 2007. *Trametes versicolor*'ın tekstil boyalarının gideriminde kullanım olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Montaser, M., Mahfouz M.E., El-Shazly S.A.M., Abdel-Rahman G.H., Bakry S., 2010. Toxicity of Heavy Metals on Fish at Jeddah Coast KSA: Metallothionein Expression as a Biomarker and Histopathological Study on Liver and Gills. World Journal of Fish and Marine Sciences, 2 (3), 174-185.
- Nasehi, F., Hassani, A.H., Monavvari, M., Karbassi, A.R., Khorasani, N., 2013. Evaluating the metallic pollution of riverine water and sediments: a case study of Aras River. Environmental Monitoring and Assessment, 185, 197-203.
- Nasrabadi, T., Nabi Bidhendi, G. R., Karbassi, A. R., Hoveidi, H., Nasrabadi, I., Pezeshk, H., Rashidinejad, F., 2009. Influence of Sungun copper mine on groundwater quality, NW Iran. Environmental Geology, 58, 693-700.
- Nasrabadi, T., Nabi Bidhendi, G. R., Karbassi, A. R., Mehrdadi, N. 2010. Evaluating the efficiency of sediment metal pollution indices in interpreting the pollution of Haraz River sediments, southern Caspian Sea basin. Environmental Monitoring and Assessment, 171(1-4), 395-410.
- Nielsen, E.S. and Andersen, S.W., 1970. Copper Ions as poison in the Sea and in Freshwater. Marine Biology, 6 (2), 93-97.
- Olsvik, P.A., Gundersen P., Andersen R.A., Zachariassen K.E., 2001. Metal Accumulation and Metallothionein in Two Populations of Brown Trout, *Salmo trutta*, Exposed to Different Natural Water Environments during a Run-off Episode. Comparative Biochemistry and Physiology, Toxicology and Pharmacology, 128 (2), 189-201.
- Özcan, A., 2010. Organik Kirlenici İçeren Atık Suların Elektro-Fenton Yöntemiyle Arıtılması Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

- Özdilek, H.G., 2002, Distribution and transport of Copper and Lead in the Blackstone River, Massachusest. Worcester Polytechnic Institute. PhD, USA, 242 p.
- Özdilek, H.G., Mathisen, P. and Pellegrino, D., 2007. Distribution of heavy metals in vegetation surrounding the Blackstone River, USA: Considerations regarding sediment contamination and long term metals transport in freshwater riverine ecosystems. *Journal of Environmental Biology*, 28 (2), 493-502.
- Özen, A.S. ve Korkmaz Ö., 2005. Yedigöller (Kütahya) Ekosisteminde Biyolojik Çeşitlilik ve Kirlilik Üzerine Bir Araştırma. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (9), 15-26.
- Öztürk, M., 2008. Deri Sanayinde Kromun Geri Kazanılması ve Üretimde Tekrar Kullanılması. Ankara. <http://www.mozturk.net/Upload//deri%20sana%5B1%5D.pdf> (25.07.11).
- Papagiannis, I., Kagalou, I., Leonardos, J., Petridis, D. and Kalfakakou, V., 2004. Copper and zinc in four freshwater fish species from lake Parnuotis (Greece). *Environment International*, 30, 357-362.
- Parikh, P.H., Rangrez A., Adhikari Bagchi R., Desai B.N., 2010. Effect of Dimethoate on Some Histoarchitecture of Freshwater Fish *Oreocromis mossambicus* (Peters, 1852). *The Bioscan*, 5 (1), 55-58.
- Parlak, H., Arslan Ö.Ç., Boyacıoğlu M., Karaaslan M.A., 2009. Ekotoksikoloji Ders Kitabı. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:79, 339 s, Bornova, İzmir.
- Paulo, D.V., Fontes F.M., Flores-Lopes F., 2012. Histopathological alterations observed in the liver of *Poecilia vivipara* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) as a tool for the environmental quality assessment of the Cachoeira River, BA. *Brazilian Journal of Biology*, 72 (1), 131-140.
- Poleksic, V. and Mitrovic-Tutundzic V., 1994. Fish gills as a monitor of sublethal and chronic effects of pollution. In: Muller, R., Lloyd, R. (Eds.), *Sublethal and Chronic Effects of Pollutants on Freshwater Fish*. Fishing News Books, Oxford, 339-352 p.
- Rakhi, S.F., Reza, A.H.M.M., Hossen, M.S., 2013. Alterations in histopathological features and brain acetylcholinesterase activity in stinging catfish *Heteropneustes fossilis* exposed to polluted river water. *International Aquatic Research*, 5, 7-25.
- Richard, A.C., Daniel C., Anderson P., Hontela A., 1998. Effects of Subchronic Exposure to Cadmium Chloride on Endocrine and Metabolic Functions in Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 34, 377-381.
- Salamat, N., Soleimani, Z., Safahieh, A., Savari, A., Ronagh, M.T., 2012. Using histopathological changes as a biomarker to tracecontamination loading of musa creeks (persian gulf). *Toxicologic Pathology*, 41, 913-920.
- Schwaiger, J., Wanke R., Adam S., Pawert M., Honnen W. and Triebskorn R., 1997. The use of histopathological indicators to evaluate contaminant-related stress in fish. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery*, 6, 75-86.
- Sönmez, A.Y., Hisar, O., Karataş, M., Arslan, G., ve Aras, M.S., 2008. Sular Bilgisi. Nobel Yayın Dağıtım A.Ş. Ankara.
- Spry, D.J. and Wiener J.G., 1991. Metal Bioavailability and Toxicity to Fish in Low-alkalinity Lakes a Critical Review. *Environmental Pollution*, 71, 243- 304.

- Süren, E., 2004. Çanakkale Boğazında toksik etki gösteren bazı ağır metallerin ICP-AES ve Elektroanalitik yöntemlerle tayini. Yüksek lisans tezi, Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Şanlı, Y., 1979. Türkiye'nin akdeniz sahillerinde avlanan, kıyılarımıza bağlı ekonomik bazı balık türleri ile karideslerde total civa ve organik civa bileşikleri rezidü düzeylerinin araştırılması. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 26 (3-4), 151-176.
- Şeker, E., Özmen, H. ve Aksoy, Ş., 1998. Elazığ Hazar Gölü'nden yakalanan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'da ağır metal birikimlerinin araştırılması. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10 (2), 13-20.
- Tan, A., 2006. Atık Sularda Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Teh, S.J., Adams S.M. and Hinton D.E., 1997. Histopathological biomarkers in feral freshwater fish populations exposed to different types of contaminant stress. Aquatic Toxicology, 37, 51-70.
- Tessier, A. and Cambell, P., 1988. Partitioning of trace metals in sediments. In: Kramer, J.R., Allen, H.E. (Eds), Metal Speciation: Theory, Analysis and application. Lewis Publishers, Chelsia, MI, USA, 183-199.
- Timoçin, Ç., 2008. İki Farklı Balık Çiftliğinden Örneklenen *Clarias gariepinus* ve *Cyprinus carpio*'nun Solungaç, Kas ve Karaciğer Dokularında Bakır, Çinko, Demir, Krom, Kurşun ve Kadmiyum Düzeyleri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.
- Toroğlu, E., Toroğlu S., Alaeddinoğlu F., 2006. Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği. Coğrafi Bilimler Dergisi, 4 (1), 93-103.
- Tort, L., Torres, P. and 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.
- Tosyalı, C., 2005. *Mytilus Galloprovincialis* (Lamarck, 1819) midyesinde pişirmenin çeşitli ağır metal düzeylerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Tulasi, S. J., Reddy, P.U. and Rao, J.V.R., 1992. Accumulation of Lead and Effects on Total Lipids and Lipid Derivatives in the Freshwater Fish *Anabas testudineus*. Ecotoxicology and Environmental Safety, 23 (1), 33-38.
- Tümen, F., Bildik M., Boybay M., Cici M. ve Solmaz B., 1992. Ergani Bakır İşletmesi katı atıklarının kirlilik potansiyeli. Doga Turkish Journal of Engineering and Enviromental Sciences, 16, 43- 53.
- Uçar, A. ve Atamanalp M., 2009. Balıklarda Toksikopatolojik Lezyonlar II. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40 (1), 95-101.
- Ulutaş, O.K., 2007. Aliğa Körfezindeki Deniz Kirliliğinin Bölge Kefal Balıklarında Kirliliğin Biyogöstergesi Olan Karaciğer Erod Enzim Aktivitesi ve Balıktaki Çeşitli Metal Düzeyleri İle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Uslu, G., 1993. Elazığ kenti evsel atık sularında bulunan azot bileşiklerinin mevsimsel değişiminin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

- Ünal, Ö.F., 2010. Yeşilırmak Nehri'nden Toplanan Balık ve Sediment Örneklerinde Eser Element Tayini. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, Türkiye.
- Van Der Oost, R., Beyer J. and Vermeulen N.P.E., 2003. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: A review. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 13, 57-149.
- Van Dyk, J.C., Marchand M.J., Pieterse G.M., Barnhoorn E.J., Bornman M.S., 2009. Histological changes in the gills of *Clarias gariepinus* (Teleostei: Clariidae) from a polluted South African urban aquatic system. *African Journal of Aquatic Science*, 34, (3), 283-291.
- Vostal, J., 1976. Transport and Transformation of Mercury in Nature and Possible Routes of Exposure. In *Mercury in the Environment*. Ed. Friberg, L. And Vostal, J., 15-27. CRC Pres, Ohio.
- Vural, S., 2011. Azotlu Gübrenin *Capoeta capoeta capoeta* (Guldensttead 1772)'nın Karaciğer, Bağırsak, Solungaç, Böbrek Histopatolojisi ve Serum Proteinleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Wegrzyn, G. and Czyz A., 2003. Detection of mutagenic Pollution of natural environment using microbiological assays. *Journal of Applied Microbiology*, 95, 1175-1181.
- Yaman, S., 2012. Çevre kirliliğinin tanımlanması. Gazi üniversitesi, <http://w3.gazi.edu.tr/web/alperal/cevre1.htm>, (20.11.2012).
- Yanık, T. ve Atamanalp M., 2001. Balık yetiştiriciliğinde su kirliliğine giriş. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, No:226, Erzurum.

EKLER

EK 1

FROM : Daftar VakhDrumieh FAX NO. : 00984433488488 16 Jun. 2015 9:55AM P1

شماره : ۳۲۲/ش
تاریخ : ۱۳۹۴/۳/۲۳
بسم الله الرحمن الرحيم

جمهوری اسلامی ایران

سازمان جهاد سازندگی استان آذربایجان غربی
مدیریت شیلات و آبزیان

بسم الله الرحمن الرحيم

جناب آقای ابراهیمی
ریاست محترم نمایندگی وزارت امور خارجه - اورمیه

با سلام ،
احتراما " عطف به نامه شماره ۹۴/۳/۶ تاریخ ۱۳۹۴/۵/۶ شماره ۹۴/۳/۶ باستحضار می رساند آقای
محسن عباس زاده دانشجوی ایرانی شاعل به تحصیل در دانشگاه آتنا ترک ارزروم در
تابستان سال ۱۳۹۳ به این مدیریت مراجعه نموده ضمن موافقت این مدیریت بانجام نمونه
پرداری در سد ارس ایشان به تعاونی صید و صیادی فعال در ارس جهت همکاری با ایشان
معرفی گردید . طبق مستندات ارائه شده توسط محسن عباس زاده ماهیان نمونه برداری
شده گونه Aspius aspius می باشد... ۹۴/۳/۲۳

محمد شیرویلو
مدیر شیلات و آبزیان

نمایندگی وزارت امور خارجه - دفتر اورمیه
تاریخ : ۱۳۹۴/۳/۲۳
شماره وارد : ۱۶۰۷۶

اقدام: فریور

آدرس : اورمیه ، خیابان والفجر ، روبروی صدا و سیما ، جنب اداره تامین اجتماعی مدیریت شیلات و آبزیان استان
۳۳۶۰۷۱۴ - ۳۳۷۸۴۵۸ - ۳۳۷۲۰۲۱ - ۳۳۱۱۰۷۱ - ۳۳۱۱۰۷۱ - ۳۳۱۱۰۷۱

EK 2

Sayı:Ş3220Tarih:13.06.2015

İRAN İSLAM CUMHURİYETİ
BATI AZERBAYCAN ZİRAAT KURULUŞU

Sayın İbrahimi, Oroumieh Dış İşleri Temsilciliği Başkanlığına;

1962/550/6935 sayılı 27.05.2015 tarihli yazınıza cevaben sayın Mohsen Abbaszadeh, Erzurum Atatürk Üniversitesi İran uyruklu öğrencilerinden 2014 yılı yaz döneminde bu müdürlüğe baş vuru yapmış ve müdürlüğün onayını alarak balık numuneleri almak için Aras Barajı Et Balık Kurumu'na yönlendirilmiştir. Adı geçen şahsın sunduğu belgelere göre balık numunelerinin **Aspius aspius** türlerinden oldukları belirlenmiştir. 13.06.2015

Mohammad Shirvelilu
Et Balık Kurumu Müdürü

Tarafımdan aslına uygun olarak Farsçadan Türkçeye tercüme edilmiştir.

5. noter Yeminli Mütercimi

Yrd. Doç Dr. Ahammed M. CUPANI

EK 3

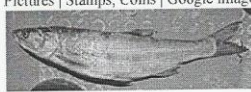
[About this page](#)
[Languages](#)
[User feedbacks](#)
[Citation](#)
[Uploads](#)
[Related species](#)


[Like](#) 1

Leuciscus aspius (Linnaeus, 1758)

Asp

[Upload your photos and videos](#)
[Pictures](#) | [Stamps](#) | [Coins](#) | [Google image](#)



Leuciscus aspius
Picture by Kaya, C.

Classification / Names
[Common names](#) | [Synonyms](#) | [Catalog of Fishes \(gen., sp.\)](#) | [ITIS](#) | [CoL](#) | [WoRMS](#) | [Cloffa](#)

Actinopterygii (ray-finned fishes) > Cypriniformes (Carps) > Cyprinidae (Minnows or carps) > Leuciscinae
 Etymology: *Leuciscus*: Greek, leykiskos = white mullet (Ref. 45335).

Environment / Climate / Range
[Ecology](#)

Freshwater; brackish; benthopelagic; potamodromous (Ref. 51243); depth range 10 - ? m (Ref. 30578).
 Temperate; 4°C - 20°C (Ref. 2059); 66°N - 35°N, 3°E - 72°E

Length at first maturity / Size / Weight / Age

Maturity: L_m ? range ? - ? cm
 Max length : 120 cm TL male/unsexed; (Ref. 35387); common length : 55.0 cm TL male/unsexed; (Ref. 30578);
 max. published weight: 9.0 kg (Ref. 556); max. reported age: 11 years (Ref. 40480)

Short description
[Morphology](#) | [Morphometrics](#)

Dorsal spines (total): 3; Dorsal soft rays (total): 7-9; Anal spines: 3; Anal soft rays: 12 - 15. The only species of *Aspius* in Europe which can be diagnosed from other species of Cyprinidae in Europe by the following characters: anal fin with 12-14½ branched rays; scales on lateral line 64-76; maxilla extending beyond front margin of eye; and sharp keel between pelvic-fin and anal-fin origins covered by scales (Ref. 59043). Long shape body, laterally compressed with a long sharp head. Green back with silver to blue tints. Lighter flanks. Silver white belly. Pectoral, pelvic and anal fins grey to brown. Scale formula: 11-14/64-76/5-6 (Ref. 40476).

Distribution
[Countries](#) | [FAO areas](#) | [Ecosystems](#) | [Occurrences](#) | [Point map](#) | [Introductions](#) | [Faunafr](#)

Europe and Asia: large rivers draining to North Sea (Weser, Elbe), Baltic Sea (southern tributaries, Norway east of Oslo, southern Sweden, Kokemäen drainage in southern Finland), Black Sea, Sea of Azov and Caspian Sea; Aegean Sea basin, from Maritza to Lake Volvi drainages. Absent in Black Sea basin south of Danube and Rioni (Georgia) drainages, but present in Turkey west of Ankara. Introduced in Rhine, Northern Dvina and Lake Balkhash (Asia) (Ref. 59043). Appendix III of the Bern Convention (protected fauna). The subspecies *Aspius aspius iblioides* was previously recognized by authors for the Aral Sea (Ref. 13403).

Biology
[Glossary](#) (e.g. epibenthic)

Occur in open water of large and medium-sized lowland rivers and large lakes (Ref. 59043). Adults inhabit lower reaches of rivers and estuaries (Ref. 30578). Prefer to stay near bridge pillars, near tributaries, under weirs, in deep currents and overgrown parts of river and in quiet bays of river bends (Ref. 9696). One of the rare cyprinids which is piscivore; also prey on small aquatic birds. Juveniles are gregarious predators while adults hunt in small groups or are solitary. Juveniles and adults feed mainly on fish, especially on *Alburnus alburnus* or *Osmerus eperlanus* (Ref. 59043). Migrate upstream in tributaries for spawning in April-June (Ref. 556, 30578). Spawn in fast-flowing water on gravel or submerged vegetation. Lake populations migrate to tributaries; semi-anadromous populations or individuals (Terek) forage mainly in estuaries and freshened parts of the sea, migrating to rivers only for spawning. Begins spawning migration in second half of October (Terek) and overwinters in the lower reaches of river. Hybridizes with *Leuciscus idus*. Threatened due to alteration of river morphology (Ref. 59043).

Life cycle and mating behavior
[Maturity](#) | [Reproduction](#) | [Spawning](#) | [Eggs](#) | [Fecundity](#) | [Larvae](#)

ÖZGEÇMİŞ

06.12.1988 yılında İran'ın Poldasht ilinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Poldasht ve Maku illerinde tamamladı. 2008 yılında Tebriz Üniversitesi Moleküler Biyoloji Biyokimya bölümünde lisans öğrenimine başladı ve 2012'de yılında bu bölümden mezun oldu. 2013'de Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı Genel Biyoloji alanında yüksek lisans programına başlayıp, eğitimini 2015'de tamamladı.