

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
2015-YL-047

**BÜYÜK MENDERES NEHRİ'NİN FARKLI
BÖLGELERİNDEN (KOÇARLI VE UMURLU)
YAKALANAN BALIKLAR ÜZERİNE (*Carassius gibelio*)
(*CYPRINIFORMES, CYPRINIDAE*) (BLOCH, 1782)
KİRLİLİĞİN ETKİSİ: HİSTOPATOLOJİK BİR
ÇALIŞMA**

Yasemin ADALI

Tez danışmanı:
Doç. Dr. Yücel BAŞIMOĞLU KOCA

AYDIN

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Yasemin ADALI tarafından hazırlanan “Büyük Menderes Nehri’nin Farklı Bölgelerinden (Koçarlı ve Umurlu) Yakalanan Balıklar Üzerine (*Carassius gibelio*) (Cypriniformes, Cryprinidae) (Bloch, 1782) Kirliliğin Etkisi: Histopatolojik Bir Çalışma” başlıklı tez, 13.08.2011 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan	:.....
Üye	:.....
Üye	:.....
Üye	:.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans Tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun Sayılı kararıyla tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Aydın ÜNAY
 Enstitü Müdürü

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

.../ .../2015

Yasemin ADALI

ÖZET

BÜYÜK MENDERES NEHRİ’NİN FARKLI BÖLGELERİNDEN (KOÇARLI VE UMURLU) YAKALANAN BALIKLAR ÜZERİNE (*Carassius gibelio*) (CYPRINIFORMES, CRYPRINIDAE) (BLOCH, 1782) KİRLİLİĞİN ETKİSİ: HİSTOPATOLOJİK BİR ÇALIŞMA

Yasemin ADALI

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yücel BAŞIMOĞLU
2015, 83 sayfa

İnsanlığın gelecekteki yaşam kalitesini belirleyecek en önemli faktörlerden biri olan çevre kirliliği kapsamındaki su kirliliği her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Su, atıklar için bir alıcı ve uzaklaştırıcı olarak kullanıldığından, ekosistemde hava ve toprağa kıyasla daha fazla kirlenmeye uğramaktadır. Su kirliliğine etki eden ana unsur sanayileşme, kentleşme, nüfus artışı, tarımsal mücadele ilaçları ve kimyasal gübrelerdir. İnsan sayısının artması ve sanayileşme ile birlikte Büyük Menderes Nehri ve yan kolları üzerindeki su kalitesi değerlerinde kirlilik yönünden artış olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada Büyük Menderes Nehri’ndeki kirliliğin balıklar üzerine etkilerinin histopatolojik yönden incelenmesi amaçlanmıştır.

Büyük Menderes Nehri’nin iki farklı bölgesinden (Koçarlı ve Umurlu) yakalanan balıklardan (*Carassius gibelio*) (her lokalite için n=10) alınan solungaç, kas, barsak ve karaciğer dokusu örnekleri histolojik preparasyon işlemlerinden (fiksasyon, dehidrasyon, bloklama, kesit alma, boyama) geçirildikten sonra elde edilen preparatlar ışık mikroskop düzeyinde değerlendirilmiştir. Ayrıca araştırma içerisinde sözü geçen bölgelerden yüzey suyu örnekleri alınmış ve su analizi yapılmıştır.

İnceleme ve değerlendirmeler sonucunda *C. gibelio*’nun solungaç, kas, barsak ve karaciğer dokularında dönüşümsüz histopatolojik değişimlerin olduğu belirlenmiştir. Yapılan su analizi sonuçları ise bulguları desteklemiştir. Pek çok nedene bağlı olarak ortaya çıkan su kirliliğinin çevreye, insan sağlığına ve ekonomiye olan etkileri göz önüne alındığında, alınacak önlemlerin belirlenmesine katkı sağlaması bakımından çalışmanın sonuçları büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Büyük Menderes Nehri, *Carassius gibelio*, histopatoloji, su kirliliği

ABSTRACT

EFFECT OF POLLUTION ON FISH (*Carassius gibelio*) (CYPRINIFORMES, CYPRINIDAE) (BLOCH, 1782) COLLECTED FROM DIFFERENT REGION OF BÜYÜK MENDERES RIVER (KOÇARLI AND UMURLU): A HISTOPATHOLOGICAL STUDY

Yasemin ADALI

M.Sc. Thesis, Department of Biology
Supervisor: Assist. Doç. Dr. Yücel KOCA
2015, 83 pages

Water pollution, within the context of environmental pollution, which will determine the quality of life of mankind in the future, is gaining more importance day by day. Since the water is used as an absorber and a repellent for waste products, it is exposed to more pollution in the ecosystem when compared to air and soil. The main factor affecting water pollution is: industrialization, urbanization, population growth, agricultural pesticides and chemical fertilizers. Along with the increase in the number of people and industrialization, it is also considered to be an increase in the values of water quality, in terms of pollution, along the Büyük Menderes River and its tributaries. In this study, it is aimed to investigate the effects of pollution in the Büyük Menderes River on fish in terms of histopathological aspects.

Gill, muscle, intestine and liver tissue samples, obtained from fishes (*Carassius gibelio*) (n=10, for each locality) caught from two different regions of the Büyük Menderes River (Koçarlı ve Umurlu), were subjected to histological preparation processes (fixation, dehydration, blocking, sectioning and staining) and the preparations obtained were evaluated in the light microscope level. Additionally, surface water samples were also collected from the localities mentioned in the study and thereafter water analysis was conducted.

As a result of examinations and evaluations, it was determined that irreversible histopathological changes were formed in *C. gibelio*'s gill, muscle, intestine and liver tissues. The results of water analysis, have also supported the findings. When water pollution, which occurs due to many reasons, and it's effects on environment, public health and economy is considered, the results of the study are of great importance for contributing to the identification of measures to be taken.

Keywords: Büyük Menderes River, *Carassius gibelio*, histopathology, water pollution

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimimde bilimsel anlamda her konuda yanımda olan ve tezimin her aşamasında bilgi ve deneyimleriyle beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç.Dr. Yücel BAŞIMOĞLU KOCA'ya minnetlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca her zaman yararlandığım görüşleriyle çalışmalarına ve hayatıma manevi yönden destek veren yakın arkadaşım İlknur EFE'ye teşekkür ederim.

Balık tür tayini sırasında bana yardımlarını ve vaktini esirgemeyen Prof. Dr. Hasan Musa SARI'ya teşekkür ederim.

Her evlâdın en çok istediği şey iyi bir anne ve babadır. Benim sahip olduğum ebeveynler iyi olmaktan da öte ve ben bunun için çok şanlıyım. Hayatımın her evresinde maddi ve manevi desteklerini, ilgilerini ve en önemlisi sevgileriyle hep arkamda olan, annem Emine ADALI'ya babam Levend ADALI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Tez materyallerimin temini sırasında bana yardımlarını ve dostluğunu esirgemeyen Erdi ERTİN'e en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Tez yazımım sırasında moral desteklerini esirgemeyen Ilgın IŞIKLI, Hasan ÇIRAK, Nilay AKSOY, Pınar SÜER, Altuğ Mümin ZANUR, Ahmet ÜNLÜ, Dicle KARABİBER, Mümin ŞENGÖZ, Necati TURUNÇ, Ali TURUNÇ, Özlem ÖZEK ve Ahmet İlhan ÖZEK'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez çalışmamı FEF 14017 no'lu proje ile destekleyen Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Birimi'ne teşekkür ederim.
























Yasemin ADALI

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
BİLİMSEL ETİK BİDİRİM SAYFASI	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	ix
ÖNSÖZ	xi
SİMGELER DİZİNİ.....	xv
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xxi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxviii
1. GİRİŞ	1
1.1. Su Kirliliği.....	2
1.1.1. Atık Suların Sınıflandırılması	3
1.1.2. Ağır Metaller.....	3
1.1.3. Sudaki Ağır Metallerin Canlılar Üzerindeki Etkileri	4
1.2. Su Analizi.....	7
1.3. Büyük Menderes Nehri ve Kirliliği.....	10
1.4. Su Kirliliğinin Balıklar Üzerindeki Etkileri	11
1.5. Su Kirliliğinin Etkilerini Belirlemek İçin Yapılan Testler.....	11
1.6. Biyoindikatör Organizmalar ve Biyolojik İzleme	12
1.7. İncelenen Balık Türünün Genel Özellikleri	13
1.8. Çalışılan Balık Dokularının Genel Histolojisi	15
2. KAYNAK ÖZETLERİ	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
4. BULGULAR	24
4.1. Su Örneklerinin Analiz Sonuçları	24

4.2. Histolojik bulgular.....	25
4.2.1. Solungaç	25
4.2.1.1. Kontrol grubu	25
4.2.1.2. Deney grubu (Umurlu ve Koçarlı).....	27
4.2.2. Barsak	35
4.2.2.1. Kontrol grubu	35
4.2.2.2. Deney grubu (Umurlu ve Koçarlı).....	38
4.2.3. Kas.....	44
4.2.3.1. Kontrol grubu	44
4.2.3.2. Deney grubu (Umurlu ve Koçarlı).....	46
4.2.4. Karaciğer	52
4.2.4.1. Kontrol grubu	52
4.2.4.2. Deney grubu (Umurlu ve Koçarlı).....	55
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	64
KAYNAKLAR.....	73
ÖZGEÇMİŞ.....	83

SİMGELER DİZİNİ

	Lamellerde şekil bozukluğu
	Anevrizma
	Kopma bölgeleri
	Lamellerde kısalma
	Ödem
	Epitelyal ayrılma
	Epitelyal hiperplazi
	Nekrotik epitel hücreleri
	Eozinofilik hücreler
	Bazal laminada bozulma
	Artan eozinofili
	Vakuolizasyon
	İntermyofibriler bağ dokusu
	Myosit nükleusu
	Artofi
	Myositlerde artan eozinofili
	Nekrotik myositler
	Glikojen depolayamayan myositler
	Glikojen depolayabilen myositler
	Glikojen depolayabilen hepatositler
	Glikojen içeren hepatositler
	Damarlarda bozunma
	Eozinofilik lökositler

KISALTMALAR DİZİNİ

As	Arsenik
a	Asidofilik myositler
N	Azot
Cu	Bakır
Bd	Bağ doku
bd	Barsak duvarı
BL	Bazal lamina
Hg	Cıva
Zn	Çinko
Fe	Demir
D	Dermis
DSİ	Devlet Su İşleri
E	Epitel
ED	Epidermis
F	Füzyon
g	Gram
Ag	Gümüş
Cr ⁶	Heksavalent Kromyum
H-E	Hematoksilen Eosin
Hd	Hepatoselüler dejenerasyon
H	Hepatosit
X	Hepatositlerde boyanma farklı
h	Hemoraji
HCl	Hidroklorik Asit
Sn	Kalay

KN	Kanama
Kt	Kas tabakası
Cd	Kadmiyum
Kh	Klorid hücre
KB	Kırkırdak bozunması
kg	Kilogram
Co	Kobalt
Kg	Kongesyon
KL	Kollajen lif demeti
Cr	Krom
Dh	Destek hücreleri
Pb	Kurşun
L	Litre
Lü	Lümen
Lk	Longitudinal kas tabakası
Mn	Mangan
m ³	Metreküp
µg	Mikrogram
mg	Miligram
ml	Mililitre
µ	Mikron
MN	Mikronükleus
M	Mukus hücrelerinde artış
Mf	Myofibril
Ms	Myoseptum
n	Nekroz

Ni	Nikel
O	Oksijen
Pk	Pankreatik kanal
PAS	Periyodik Asit ve Schiff
Pg	Perivasküler alanda genişleme
Ph	Piknotik nükleuslu hepatosit
pH	Power of Hydrogen
Pa	Portal alan
PL	Primer lamel
S	Tunika serosa
Ts	Tunika submukoza
Tm	Tunika muskularis
°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
cm ³	Santimetre küp
SL	Sekonder lamel
Sk	Sirküler kas tabakası
s	Sinuzoid
KJ	Sinuzoidal kongesyon
NaNO ₂	Sodyum nitrat
Sy	Solungaç yayı
Vc	Vena centralis
V	Villus
vb	ve benzeri
vd	ve diğerleri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. <i>Carassius gibelio</i> 'nun morfolojik görünümü.....	13
Şekil 3.1. Büyük Menderes Nehri Aydın Bölgesi	21
Şekil 3.2. Kontrol grubuna ait balıkların (<i>C. gibelio</i>) bulunduğu akvaryum	22
Şekil 3.3. Büyük Menderes Nehri, Umurlu Köprüsü-Aydın.....	23
Şekil 3.4. Büyük Menderes Nehri, Koçarlı Köprüsü-Aydın	23
Şekil 4.1. Kontrol grubu <i>C. gibelio</i> solungaç dokusunun genel yapısı. Primer lamel, sekonder lamel. H-E, 20X.	26
Şekil 4.2. Kontrol grubu solungaç dokusu genel görünümü. Sekonder lamel, solungaç epitel, destek hücreleri, klorid hücre. H-E, 40X	26
Şekil 4.3. Kontrol grubuna ait solungaç dokusu kesiti. Solungaç yayı, primer lamel bağ dokusu. Gomori trikrom, 20X	27
Şekil 4.4. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların solungaçlarındaki sekonder lamellerde şekil bozukluğu. H-E, 20X	28
Şekil 4.5. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların solungaçlarındaki sekonder lamellerin şekillerinde bozulma, anevrizma, anevrizmada doku yırtılması sonucu oluşan kanama. H-E, 40X	28
Şekil 4.6. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların primer lamellerinde kopma bölgeleri ve santral venöz damarlarında kongesyon, solungaçlarında sekonder lamellerde kısalma. H-E, 10X.....	29
Şekil 4.7. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusundaki primer lamellerde incelme/kopma bölgeleri. PAS, 10X	29
Şekil 4.8. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların primer lamellerde kopma bölgeleri, santral venöz damarlarında ödem, sekonder lamellerde kısalma. PAS, 40X.....	30
Şekil 4.9. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusundaki primer lamellerinde ödem, sekonder lamellerde ileri düzeyde füzyon. H-E, 40X.	30

- Şekil 4.10. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusundaki primer lamellerin taban (dip) kısımlarında ödem ve bu bölgedeki sekonder lamellerde ödeme bağlı epitelyal ayrılma. H-E, 40 31
- Şekil 4.11. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusunda primer lamellerin uç bölgesine yakın sekonder lamellerde ödeme bağlı ayrılma, anevrizma. H-E, 40X 31
- Şekil 4.12. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusundaki sekonder lamel solunum epitelinde, subepitelyal ödeme bağlı ayrılma anevrizma ve kongesyon. Gomori trikrom, 40X 32
- Şekil 4.13. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusundaki sekonder lamellerde subepitelyal ödeme bağlı ayrılma, bağ dokusu. Gomori trikrom, 20X 32
- Şekil 4.14. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların solungaçlarındaki sekonder lamel epitelinde ödeme bağlı ayrılma. Gomori trikrom, 40X 33
- Şekil 4.15. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusunun primer lamel kırıkdağında bozulma ve bu bölgedeki sekonder lamellerde kısmi füzyon görülmektedir. Anevrizma (telenjiektazi). H-E, 20X 33
- Şekil 4.16. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusundaki sekonder lamellerde ileri düzeyde füzyon, mukus hücrelerinde artış gözlenmektedir. PAS, 20X 34
- Şekil 4.17. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusundaki sekonder lamellerde, mukus hücre sayısında artış görülmektedir. PAS, 10X 34
- Şekil 4.18. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusunda primer lamel uç kısımlarında mukus hücrelerinde artış gözlenmektedir. PAS, 40X 35
- Şekil 4.19. Kontrol grubu *C. gibelio* barsak dokusunun genel görünümü. Barsak duvarı, lümen. H-E, 10X 36
- Şekil 4.20. Kontrol grubuna ait barsak dokusu kesiti. Villus, epitel, bazal lamina, tunika submukoza, tunika muskularis. H-E, 20X 36
- Şekil 4.21. Kontrol grubu *C. gibelio* barsak dokusunda villusların görünümü. Prizmatik Epitel, bazal lamina, bağ dokusu. H-E, 40X 37

- Şekil 4.22. Kontrol grubu *C. gibelio* barsak dokusu. Villus, epitel, bazal lamina, tunika submukoza, kollajen lif demetleri (stratum compactum), sirküler kas tabakası, longitudinal kas tabakası, tunika serosa. Gomori trikrom, 20X.....37
- Şekil 4.23. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların barsak dokusunda epitelyal hiperplazi, submukoza ve epitelde lenfosit infiltrasyonu. H-E, 20X.....38
- Şekil 4.24. Umurlu bölgesine ait balıkların barsak dokusu submukoza ve kas tabakasında ileri düzeyde ödem izlenmektedir. H-E, 40X.....39
- Şekil 4.25. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların barsak dokusundaki villusların uç bölgelerinde nekrotik epitel hücreleri, lamina propria/submukozada, kas tabakasında ileri düzeyde ödem. H-E, 20X39
- Şekil 4.26. Koçarlı bölgesine ait balıkların barsak epitel bazal laminasında bozulma submukozasında ileri düzeyde ödem ve bu tabakada artan eozinofilik hücreler. Gomori trikrom, 40X40
- Şekil 4.27. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların barsak dokusunun kas tabakası lif yapısında ödeme bağlı bozulma, kollajen lif bandında artan eozinofili. Gomori trikrom, 40X40
- Şekil 4.28. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların barsak dokusuna ait kesitlerde, epitel hücre vakuolizasyonu, bazal laminasında bozulma, nekrotik ve hiperplazik epitel hücreleri gözlenmektedir. Gomori trikrom, 20X.....41
- Şekil 4.29. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların barsak dokusundaki kas tabakasında boyanma farklılıkları, submukozada artan kollajen lifler ve nekrotik epitel hücreleri izlenmektedir. PAS, 40X41
- Şekil 4.30. Koçarlı bölgesi balıklarının barsak dokusunda nekrotik epitel hücreleri ve lamina propria /submukoza tabakasında artan eozinofilik hücreler. PAS, 40X.....42
- Şekil 4.31. Umurlu bölgesine ait balıkların barsak dokusu ileri düzeyde epitelyal hiperplazi, submukoza tabakasında ödem, kas tabakasında artan eozinofili. Epitel tabakası içerisine yoğun lenfosit infiltrasyonu H-E, 20X.....42

- Şekil 4.32. Barsak dokusu (Koçarlı) kas tabakası liflerinde ve submukozada ödeme bağlı çözünme, villus uçlarındaki nekrotik epitel hücrelerinin bazal laminasında kalınlaşma ve bozulma gözlenmiştir. H-E, 20X..... 43
- Şekil 4.33. Koçarlı bölgesi balıklarının barsak dokusundaki villus uçlarında epitelyal hiperplazi, epitel hücre bazal laminasında kalınlaşma ve bozulma dikkat çekmektedir. H-E, 20X..... 43
- Şekil 4.34. Kontrol grubu *C. gibelio* kas dokusunun genel görünümü. Myofibril, intermyofibriler bağ dokusu, myotomlar arası bağ dokusu (myoseptum). Gomori trikrom, 20X..... 44
- Şekil 4.35. Kontrol grubu kas dokusu kesiti. Myosit nükleusu intermyofibriler bağ dokusu, Myofibril. H-E, 40X..... 45
- Şekil 4.36. Kontrol grubuna ait kas dokusu myofibrilerin görünümü. İntermyofibriler bağ dokusu. PAS 40X..... 45
- Şekil 4.37. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusundaki myofibrillerde ve dermiste ödem atrofik ve asidofilik myositler. Dermis, epidermis. H-E, 10X..... 46
- Şekil 4.38. Umurlu bölgesine ait balıkların kas dokusu myofibrillerinde ileri düzeyde ödem ve myositlerde atrofi. H-E, 20X 47
- Şekil 4.39. *C. gibelio* (Umurlu) kas dokusu myofibrillerinde ileri düzeyde ödem dikkat çekmektedir. Aynı bölgede nekrotik myositler ve myositlerde artan eozinofili görülmektedir. H-E, 40X..... 47
- Şekil 4.40. Koçarlı bölgesi balıklarının kas liflerinde ileri düzeyde atrofi ve ödem görülmektedir. Nekrotik kas fibrilleri gözlenmiştir. H-E, 40X 48
- Şekil 4.41. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların myotomlar arasındaki bağ dokuda ileri düzeyde ödem ve nekrotik kas liflerinde boyanma da değişimi izlenmektedir. Bağ doku. Gomori trikrom, 40X..... 48
- Şekil 4.42. Umurlu bölgesi balıklarına ait myotomlar arasındaki bağ dokusunda çözünmeler ve boyanma farklılığı gösteren nekrotik kas fibrilleri görülmektedir. Myofibrillerde atrofi. Gomori trikrom, 20X 49
- Şekil 4.43. Koçarlı bölgesine ait balıklarının myofibrillerinde nekroz, myofibriller arası ödem H-E, 40X 49

- Şekil 4.44. Koçarlı bölgesi balıkların kas dokusunda glikojen depolayamayan ve kısmen glikojen depolayabilen myositler izlenmektedir. nekrotik myofibrilleri. PAS, 40X50
- Şekil 4.45. Umurlu bölgesinden yakalanan *C. gibelio* myositlerinde ileri düzeyde vakuolizasyon, bağ dokusu. Gomori trikrom, 20X50
- Şekil 4.46. Umurlu bölgesi balıklarına ait kas dokusunda glikojen depolayamayan myositler gözlenmektedir. PAS, 10X.....51
- Şekil 4.47. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusunda glikojen depolayamayan myositler ve kısmen glikojen depolayan myositler. PAS, 10X.....51
- Şekil 4.48. Kontrol grubu *C. gibelio* karaciğer kesitinde klasik lobül merkezinde vena centralis, etrafındaki hepatosit kordonları ve aralarında yer alan sinuzoidler izlenmektedir. H-E, 20X.....52
- Şekil 4.49. Kontrol grubu *C. gibelio* karaciğer dokusunda portal alan ve çevresindeki hepatositler görülmektedir. H-E, 40X.....53
- Şekil 4.50. Kontrol grubu *C. gibelio* karaciğer dokusunun genel görünümü. Portal alan, hepatosit, sinuzoid. Gomori trikrom, 40X.....53
- Şekil 4.51. Kontrol grubu *C. gibelio* karaciğer dokusunda klasik lobül görülmektedir. Hepatosit, sinuzoid vena centralis duvarını oluşturan bağ dokusu lifleri. Gomori trikrom, 40X54
- Şekil 4.52. Kontrol grubu *C. gibelio* karaciğer dokusunda yoğun glikojen depolamış hepatositler, vena centralis. PAS, 20X.....54
- Şekil 4.53. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusunda nekroz ve hemoraji izlenmektedir. H-E, 40X55
- Şekil 4.54. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer parankimasında nekrotik alanlar, eozinofilik lökositler ve hepatopankreatik alanda ödeme bağlı genişleme. H-E, 40X56
- Şekil 4.55. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusundaki perivasküler alanda genişleme ve birikmiş eozinofil lökositler, nekrotik hepatic doku ve sinuzoidal kongesyon görülmektedir. H-E, 20X.....56
- Şekil 4.56. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusunda parankimal nekroz ve sinuzoidal kongesyon izlenmektedir. H-E, 20X57

- Şekil 4.57. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusunda piknotik nükleuslu hepatositler ve vakuolar dejenerasyon görülmekte, bu hepatositlerin glikojen depolayamadıkları, nekroza gittikleri gözlenmektedir PAS, 40X 57
- Şekil 4.58. Umurlu bölgesine ait balıkların karaciğer dokusunda hepatoselüler dejenerasyon ve hepatopankreatik bölgede ödem. Gomori trikrom 40X . 58
- Şekil 4.59. Umurlu bölgesinden yakalanan *C. gibelio* karaciğer dokusu damarlarında ödem ve sinuzoidlerde artan eozinofilik lökositler görülmektedir. Gomori trikrom, 20X 58
- Şekil 4.60. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusundaki damarlarda bozulma ve perivasküler alanda ödeme bağlı genişleme gözlenmektedir. H-E, 20X..... 59
- Şekil 4.61. Koçarlı bölgesine ait balıkların karaciğer dokusunda portal alanda, vena centralisde ödem ve ödeme bağlı perivasküler genişlemeler. H-E, 10X 59
- Şekil 4.62. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusundaki perivasküler alanda ödeme bağlı genişleme. Gomori trikrom, 20X 60
- Şekil 4.63. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların vakuolar dejenerasyonlu hepatositlerinde glikojenin depolanmadığı gözlenmektedir. Glikojen içeren hepatositler. PAS, 20X..... 60
- Şekil 4.64. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusunda piknotik nükleuslu ve vakuolar dejenerasyonlu çoğu hepatositin glikojen içermediği görülmektedir. PAS, 40X 61
- Şekil 4.65. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusu sinuzoidlerinde çok sayıda eozinofil lökosit izlenmektedir. Gomori trikrom, 10X 61
- Şekil 4.66. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusunda kongesyon. H-E, 10X 62
- Şekil 4.67. Umurlu bölgesi balıklarına ait karaciğer dokusunun hepatopankreatik bölgesinde hemoraji görülmektedir. H-E, 10X..... 62

Şekil 4.68. Umurlu bölgesi yakalanan balıkların karaciğer dokusunda yapısı bozulmuş pankreatik kanal çevresindeki hepatositlerde boyanma farklılığı gözlenmektedir. PAS, 10X.....63

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Temel endüstrilerden atılan metal türleri (Kahvecioğlu vd., 2001)	4
Çizelge 1.2. Çevre ve Orman Bakanlığının Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre Kıta içi Su Kaynaklarının Kalite Kriterleri	7
Çizelge 3.1. Yapılan su analizinde değerlendirilen parametreler	23
Çizelge 4.1. Umurlu ve Koçarlı bölgesi su analizi sonuçları	24

1. GİRİŞ

Çevre kirliliği, zarar derecesi bakımından belki bütün dünyada en önde gelen temel ekolojik sorunlardan biridir. Bu sorunun ortaya çıkıp büyümesinde en büyük etken, son 40-50 yıl içinde yaşadığımız hızlı teknolojik gelişim ve buna bağlı değişen ekonomik gelişimdir. Birbirlerine bağlı bu iki süreç, insan gereksinimlerini çığ gibi arttırmıştır. Bütün bu gelişmeler insanları doğal kaynaklardan aşırı derecede yararlanmaya doğru itmiştir. Hızlı nüfus artışı da buna eklenince sanayi ürünlerinin, teknik araçların, sosyal donanımların miktar ve çeşitleriyle, insanların aşırı tüketim arzu ve istekleri akıl almaz boyutlara ulaşmıştır (Çepel, 2008).

Bütün canlıların sağlığını olumsuz yönde etkileyen, cansız çevre varlıkları üzerinde maddi zararlar meydana getiren ve onların niteliklerini bozan yabancı maddelerin hava, su ve toprağa yoğun bir şekilde karışması çevre kirlenmesine neden olur. Kirlilik şekilleri hava, su, toprak, gürültü ve radyoaktif kirlilik olmak üzere 5 ana grupta toplanır. (Çepel, 2008).

Hava kirliliği atmosferde toz, gaz, duman, koku, su buharı şeklinde bulunabilecek olan kirleticilerin insan ve diğer canlılar ile eşyaya zarar verici miktara yükselmesi olarak tanımlanabilir. Bunun yanı sıra, çeşitli kimyasal süreçlerle ortaya çıkan gaz ya da parçacık halindeki maddelerin özellikle yakıt artıklarının da yoğun miktarlara erişmesi sonucu canlıların sağlığını ve hayatını tehlikeye sokan hava durumunu da bu tanıma dahil edilebilir (Başar vd., 2005).

Hava kirliliğinin derecesi, kirletici kaynakların çokluğu, bunlardan çıkacak zararlı maddelerin çeşidi, miktarı ve etki süresine göre değişiklik gösterir. Hava kirleticiler içinde, zarar derecesi, miktarı ve yayılış alanının genişliği bakımından kükürt oksit başta gelmektedir. Bu nedenle, kükürt oksidin havadaki miktarı, hava kirliliği veya zarar derecesi için, genellikle bir ölçü (sınır değer) olarak alınmaktadır. Zarar derecesi bakımından ikinci sırada azot oksitler, üçüncü sırada ise ozon gelmektedir. Hava kirliliği insan, hayvan ve bitkilerin yaşam ve sağlığını olumsuz yönde etkilemekte, yoğunluk ve etkileme süresine göre, toplu ölümlere kadar akut etkileri bulunmaktadır (Çepel, 2008).

Toprak kirliliği ise; insan etkinlikleri sonucu oluşan çeşitli bileşiklerin toprağa bulaşması, toprakta yaşayan canlıların ve yetişen bitkilerle beslenen canlılara

toksik etkide bulunması, toprağa eklenen kimyasal materyalin toprağın özümleme kapasitesinin üzerine çıkması ve toprağın verim kapasitesinin düşmesi şeklinde tanımlanabilir (Anonim 1). Toprağın kirlenmesine neden olan süreçler ve kaynaklar birbirinden farklı iki grupta toplanabilir. Bunlardan biri toprak dışındaki ekosistemlerde meydana gelen çevre kirlenmesinden kaynaklanan kirleticiler, diğeri ise insanlar tarafından toprağın içine ve üstüne getirilen zararlı maddelerdir. (Çepel, 2008).

20. yüzyılın başında gelişmeye başlayan endüstrileşme sonucu sanayi makinalarının sesleri, gücün ilerlemenin ve daha iyi bir yaşamın sembolleri olarak kabul edilirken, günümüzde gelişimin olumsuz faktörleri olarak tanınmaktadır. Bu olumsuz faktörlerin en önemlilerinden birisi de gürültüdür. Gürültü, teknolojik gelişmelerin yol açtığı atıkların en önemlisidir. Çünkü hemen hemen her tür üretim ya da etkinlikte, söz konusu üretim ve etkinliğe özgü atıkların yanı sıra gürültü de bulunmaktadır. Doğal olarak bu durum gürültünün günümüzde en yoğun çevre kirliliği etkeni durumuna düşmesine yol açmıştır (Uslu ve Yücel, 1997).

Radyoaktif kirlenme tanımı ise sürekli olarak kendiliğinden elektron yayan ve radyoaktif olarak nitelenen bazı maddelerle, bütün varlıkların atomlarında denge halinde bulunan elektron-proton sisteminin bozulmasıdır. Radyoaktif kirlenmenin en etkin kaynakları nükleer enerji santralleri, bu santrallerde meydana gelen radyoaktif atıklar, nükleer denemeler ve nükleer silah üreten tesisler olduğu bilinmektedir (Çepel, 2008).

Konutlar, endüstri kuruluşları, tarımsal sanayi atık suları, nükleer santrallerden çıkan sıcak sular ve toprak erozyonunun etkili olduğu alanlar su kirlenmesini sağlayan süreç ve kaynaklardır. Dolayısıyla su kirliliği, insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan, kullanımı kısıtlayan ya da tamamen engelleyen, ekolojik dengeyi bozan nitelikte değişimleridir (Çepel, 2008).

1.1. Su Kirliliği

İnsan vücut ağırlığının %58'ini oluşturan su, yaşam için vazgeçilmez bir maddedir. İçme ve zorunlu temizlik gereksinimlerimizde kullandığımız suyun kirlenmesi sağlığımızı olumsuz yönde etkileyeceğinden, hem kendi hem de gelecek nesillerimizin sağlığı açısından oldukça önemlidir (Dökmeci, 2005).

Suyun kirlenmesi suya kanalizasyon suyunun, endüstriyel ve tarımsal faaliyetler sonucu oluşan atıklar ile diğer zararlı ve istenmeyen maddelerin karışmasıyla meydana gelir. Suyun kirlenmesindeki en önemli etken, suyun çözücü özelliğidir. Su çoğu iyonik maddeleri, şeker, üre, alkol gibi organik maddeleri çok çözerken yağları, hidrokarbonları ve bazı tuzları çözemez. Su çevrimi sırasında da suyun özelliği olumlu veya olumsuz olarak değişir (Soylak ve Doğan, 2000).

Suların kirlenmesinde tarım önemli bir rol oynamaktadır. Makineleşmenin gelişmesi, gübre ve pestisit kullanımlarının büyük ölçüde artması, sularda önüne geçilmez bir kirlenmeye sebep olmaktadır. Endüstriyel ve motorlu taşıt atıkları da önemli su kirletici faktörlerdir. Nükleer santraller çalışırken gerekli önlemler alınmamış ise çevre kirlenmesine ve sulara radyoaktif kalıntıların bulaşmasına yol açabilmektedir. Petrol tankerlerinin kirli atıklarını boşaltmaları ve meydana gelen deniz kazaları sonucu da denizlerde önemli kirlenmeler oluşturmaktadır (Dökmeci, 2005). Su kirliliğine sebep olan madde veya maddelerin sınıflandırılması kirliliğin sebebini anlamamıza ve çözüm üretmemize yardımcı olur.

1.1.1. Atık Suların Sınıflandırılması

Atık suları en genel anlamda iki ana grupta incelemek mümkündür:

Evsel atık sular; evde yaptığımız bulaşık, çamaşır yıkama, tuvalet, duş ve banyo gibi birçok faaliyetler sonucu atılan sulardır. Okul, kışla ve hastane atık suları da bu grup altında toplanırlar. Bu sular genellikle herhangi bir arıtma işlemine tabi tutulmadan şehirlerin kanalizasyon sistemlerine verilir. Kanalizasyon olmayan akarsu, göl ve deniz kenarı evler için arıtma tesisi bulunması zorunludur.

Endüstri atık suları; tekdüze bir sanayi atık suyundan söz edilemez. Her bir sanayi türüne göre atık suyun kirlilik durumu ve içeriği yönünden değişiklik gösterir. Bir demir çelik işletmesiyle, tekstil, mobilya, kağıt, bakır sanayilerinin atık suları farklı olur. Maden işletmeciliğinde de metaller zenginleştirilir ve arıtılır (Soylak ve Doğan, 2000). Bütün bu endüstriyel faaliyetler sonucunda ortaya çıkan ağır metal atıkları ise canlı sağlığını olumsuz yönde etkiler.

1.1.2. Ağır Metaller

Fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm^3 'ten daha yüksek olan metaller, ağır metal olarak tanımlanırlar. Bu grup kurşun, kadmiyum, krom, kobalt, bakır, nikel,

cıva ve çinko olmak üzere 60'dan fazla metali içerir. Ağır metaller, su kaynaklarına, endüstriyel atıklar veya asit yağmurlarının toprağı ve dolayısı ile bileşimde bulunan ağır metalleri çözmesi ve çözünen ağır metallerin ırmak, göl ve yeraltı sularına ulaşmasıyla geçerler (Kahvecioğlu vd., 2001).

Ağır metallerin çevreye yayınımda etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler çimento üretimi, demir çelik sanayi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir. Çizelge 1'de temel endüstrilerden atılan metal türleri genel olarak gösterilmiştir (Kahvecioğlu vd., 2001). Ağır metaller endüstriyel atık suların içme sularına karışması yoluyla hayvan ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sebep olurlar.

Çizelge 1.1. Temel endüstrilerden atılan metal türleri (Kahvecioğlu vd., 2001).

Endüstri	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn	Pb
Kağıt endüstrisi	-	+	+	+	+	-
Petrokimya	+	+	-	-	+	+
Klor-alkali Üretimi	+	+	-	-	+	+
Gübre Sanayi	+	+	+	+	+	+
Demir-Çelik San	+	+	+	+	+	+
Enerji Üretimi (Termik)	+	+	+	+	+	+

1.1.3. Sudaki Ağır Metallerin Canlılar Üzerindeki Etkileri

Bir ağır metalin tehlikeli olup olmadığı, değerlendirilen organizmayla ilgilidir. Örneğin nikel bitkiler açısından toksik etki gösterirken, hayvanlarda iz elementi olarak bulunması gerekir. Bazı sistemlerde ise ağır metallerin etki mekanizması konsantrasyona bağlı olarak değişir. Bu tür organizmalarda metallerin konsantrasyonu dikkate alınmalıdır. Vücut sıvısındaki konsantrasyona bağlı olarak ağır metallerin etkileri, ağır metal konsantrasyon sınırını aştıkları zaman toksik olarak etki gösterirler. Bazı durumlarda ise ağır metaller canlı bünyelerde sadece konsantrasyonlarına bağlı olarak etki göstermezler. Etkileri canlı türüne ve metal iyonunun çözünürlük değeri, kimyasal yapısı, redoks ve kompleks oluşturma yeteneği, vücuda alınış şekline, çevrede bulunma sıklığına, lokal ph değeri gibi özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle düzenli olarak tüketilen içme sularının ve yiyeceklerin içerebileceği maksimum konsantrasyon sınır değerleri belirlenmiştir

ve yasal kuruluşlar tarafından düzenli olarak kontrol edilmesi zorunlu kılınmıştır (Kahvecioğlu vd., 2001).

Ağır metallerden biri olan kadmiyum konsantrasyonun, 1 mg/m³ limitini aşması durumunda solunumdaki akut etkileri gözlemek mümkündür. Kadmiyumun vücuttan atılımının az olması ve birikim yapması nedeni ile sağlık üzerine olumsuz etkileri zaman artışına bağlı olarak gözlenir. Böbrekler, uzun süreli maruziyetten en fazla etkilenen organlardır. Yapılan araştırmalarda; böbrekte biriken kadmiyum konsantrasyonunun (yaş ağırlık üzerinden) 200 mg/kg'a ulaşması durumunda, böbrek fonksiyonlarında bozulma olduğu tespit edilmiştir (İlhan vd., 2006).

Kurşun ise insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metal olma özelliğini taşımaktadır. Çevre kirliliğine neden olan kurşunun büyük bölümü motorlu araçlarda kullanılan benzinin yanması sonucu ortaya çıkan tetra etil kurşundan kaynaklanmaktadır (Vural, 1993). Kandaki kurşun konsantrasyonunun 0.2 µg/ml limitini aşması durumunda olumsuz sağlık etkileri gözlenir. Kan kurşun konsantrasyonu; 1.2 µg/ml limitinin aşılmasıyla birlikte yetişkinlerde geri dönüşü mümkün olmayan beyin hasarlarının meydana geldiği gözlenmiştir (İlhan vd., 2006). Kurşun bir nevi nörotoksin olup anormal beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarına sebep olmaktadır (Kahvecioğlu vd., 2001). Önlem alınmayan kurşun zehirlenmelerinde felçler, körlük, hafıza kaybı, mental gecikme, kısırlık ve karaciğer yetmezliği hatta koma ve ölüm söz konusu olmaktadır (Dündar ve Aslan, 2005).

Ağır metaller içerisinde olan cıva çevrede doğal olarak bulunan bir elementtir. Cıva gıdalarda doğal olarak bulunmaz. İnsanlar tarafından tüketilen balık gibi gıdalar yoluyla besin zinciri içerisinde kendilerine yer bulur ve yayılabilirler. Balıktaki cıva konsantrasyonu, içinde yaşadığı suda bulunan cıva konsantrasyonundan daha fazladır (Vural, 1993). Japonya'da Minomata şehrinde PVC üretimi esnasında oluşan atıklardan dolayı, orada bulunan halkta ve o bölgede yaşayan canlılarda çeşitli hastalıklar ortaya çıkmıştır. Bu hastalığın ilk belirtileri kasların zayıflaması şeklinde olup, hastalığın zamanla ilerlemesi sonucunda felç vakaları ortaya çıkmış daha sonra ise ölümlerle neticelenen vakalara rastlanılmıştır. PVC üretimi yapan fabrikalardan atılan kimyasal atıklar, önce çöktürme havuzlarında bekletilmekte ve oradan da bir kanal vasıtasıyla Minomata Bay Nehrine verilmektedir. Bu çok zehirli cıva ve cıva bileşiklerinin insanlara geçmesi ve ölüme götürebilecek kadar boyutlara erişmesinin sebebinin, bölge

halkının su ürünlerini (özellikle balıklar) gıda olarak tüketmesinden kaynaklandığı yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir. Minomata'da meydana gelen ve birçok kişinin hastalanmasına hatta 100'den fazla kişinin ölmesine sebep olan bu olay, cıva ve cıva bileşiklerinin (ağır metallerin) insan sağlığını ne derecede tehdit ettiğini ortaya koymaktadır (Pehlivan vd., 1993).

Diğer bir ağır metal olan kromun ülkemizde; Elazığ, Muğla, Bursa, Eskişehir, Erzurum, Erzincan ve Antakya'da zengin yatakları bulunmaktadır. Krom eksikliği, kurşun toksisitesini artırırken, vücutta aşırı miktarda biriken Cr^{6} farklı kanser tiplerinin oluşumuna sebep olmaktadır. Düşük seviyede kroma maruz kalındığında, böbrek ve karaciğerde hasar oluşabilmektedir. Kan dolaşımı ve sinir dokularını da tahrip eden krom, sulu ortamlarda birikir. Yüksek dozda kroma maruz kalan sulara yaşayan balıkları yemek tehlikeli sonuçlara neden olmaktadır (Kahvecioğlu vd., 2001; Yaşar, 2009). Cr^{6} tuzları, karsinojenik özellik gösterdiği için içme sularının krom kirliliğinden korunması gerekmektedir. Krom tuzları, endüstriyel işlemlerde özellikle metalik kaplamalarda, boyalarda, patlayıcı madde, kağıt ve seramik endüstrisinde, tekstil boyalarında ve fotoğrafçılıkta kullanılmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Almanlar, 1936 yılında krom tozuna maruz kalan işçilerde akciğer kanserinin oluştuğunu kesin olarak tespit etmişlerdir (Boşgelmez vd., 2000).

Bir başka ağır metal olarak bilinen nitrat ya da nitrit tüketiminin insan ve hayvanlar açısından tehlike oluşturduğu ve ölüme yol açtığı bilinmektedir. Nitrat, çok yüksek dozlarda toksik bir etki meydana getirirken nitrit çok düşük dozlarda bile toksik olmaktadır. İkincil aminler, $NaNO_2$ ve HCl tepkimeye girdiğinde $N-N=O$ grubunu içeren N-nitrozaminler sentezlenir. N-nitrozaminlerin çoğu kansorejendir. Ayrıca, nitritler damar genişletici bir etkiye sahip olduğu için tansiyon değişikliğine de yol açtığı gözlenmiştir (Boşgelmez vd., 1997).

1.2. Su Analizi

Yüzeysel sularla ilgili kalite standartları; Çevre ve Orman Bakanlığının Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin 7. maddesinde yer almaktadır. Kıta içi yüzeysel suların kalitelerine göre yapılan sınıflama aşağıda verilmiştir:

Sınıf I: Yüksek kaliteli su

Sınıf II: Az kirlenmiş su

Sınıf III: Kirli su

Sınıf IV: Çok kirlenmiş su

Çizelge 1.2'de sınıflandırma için geçerli su kalite parametreleri ve bunlara ait sınır değerleri Sınıf I, II, III ve IV için ayrı ayrı verilmiştir. Bir su kaynağının bu sınıflardan herhangi birine dahil edilebilmesi için bütün parametre değerleri, o sınıf için verilen parametre değerleriyle uyum halinde bulunmalıdır (Anonim 5).

Çizelge 1.2. Çevre ve Orman Bakanlığının Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre Kıta içi su kaynaklarının kalite kriterleri

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal parametreler				
Ph	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
Çözülmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	< 3
Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70	40	< 40
Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400 ^b	> 400
Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁼ /L)	200	200	400	> 400
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0.2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
Toplam çözülmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	> 250

Çizelge 1.2. Çevre ve Orman Bakanlığının Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre Kıta içi su kaynaklarının kalite kriterleri

B) Organik parametreler				
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20
Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	> 0.5
Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri				
Cıva ($\mu\text{g Hg/L}$)	0.1	0.5	2	> 2
Kadmiyum ($\mu\text{g Cd/L}$)	3	5	10	> 10
Kurşun ($\mu\text{g Pb/L}$)	10	20	50	> 50
Arsenik ($\mu\text{g As/L}$)	20	50	100	> 100
Bakır ($\mu\text{g Cu/L}$)	20	50	200	> 200
Krom (toplam) ($\mu\text{g Cr/L}$)	20	50	200	> 200
Krom ($\mu\text{g Cr}^{+6}\text{/L}$)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
Kobalt ($\mu\text{g Co/L}$)	10	20	200	> 200
Nikel ($\mu\text{g Ni/L}$)	20	50	200	> 200
Çinko ($\mu\text{g Zn/L}$)	200	500	2000	> 2000
Siyanür (toplam) ($\mu\text{g CN/L}$)	10	50	100	> 100
Florür ($\mu\text{g F}^{-}\text{/L}$)	1000	1500	2000	> 2000
Serbest klor ($\mu\text{g Cl}_2\text{/L}$)	10	10	50	> 50
Sülfür ($\mu\text{g S}^{-}\text{/L}$)	2	2	10	> 10
Demir ($\mu\text{g Fe/L}$)	300	1000	5000	> 5000
Mangan ($\mu\text{g Mn/L}$)	100	500	3000	> 3000
Bor ($\mu\text{g B/L}$)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	> 1000
Selenyum ($\mu\text{g Se/L}$)	10	10	20	> 20
Baryum ($\mu\text{g Ba/L}$)	1000	2000	2000	> 2000
Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1
D) Bakteriyolojik parametreler				
Fekal koliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	>100000

Yukarıda belirtilen kalite sınıflarına karşılık gelen suların, aşağıdaki su ihtiyaçları için uygun olduğu kabul edilmektedir:

Sınıf I - Yüksek kaliteli su

- a) Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini
- b) Rekreatif amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dâhil)
- c) Alabalık üretimi
- d) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı

Sınıf II - Az kirlenmiş su

- a) İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini
- b) Rekreatif amaçlar
- c) Alabalık dışında balık üretimi
- d) Teknik Usuller Tebliği'nde verilecek olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak

Sınıf III - Kirlenmiş su

Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir.

Sınıf IV - Çok kirlenmiş su

Yukarıda I, II ve III sınıfları için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzeysel suları ifade eder.

Madde 8 - Su kaynağından alınan numuneler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre Tablo 4.1 'de görülen her parametre grubu için (I,II,III,IV) ayrı ayrı kalite sınıfı tespit edilir. Ayrıca o grup içindeki her bir parametreye göre belirlenir. Bir gruba ait en düşük kalite sınıfı o grubun sınıfını belirler (Anonim 5).

1.3. Büyük Menderes Nehri ve Kirliliği

Yurdumuzun batı kıyıları önünden geniş bir şekilde başlayıp iç kısımlara doğru derinlemesine sokulan Ege Bölgesinde yer alan Büyük Menderes Nehri 570 kilometre uzunluğuna sahiptir (Özdemir, 2009). Büyük Menderes Nehri ve yan dereleri havzanın temel su gücünü oluşturmaktadır. Akarsu, Afyon (Dinar) yakınlarından doğmakta ve Ortadağ, Çubuk, Babadağ, Cevizli, Beşparmak dağlarını içeren geniş bir havzayı sulayarak, Söke Ovası'nda denize dökülmektedir. Büyük Menderes Nehri Ege Bölgesi'nin en büyük akarsuyudur. Başlıca kolları, Banaz Çayı, Çürüksu Çayı, Dandalaz Çayı, Çine Çayı ve Akçay'dır (Kaçan, 2006).

Havza içerisinde Aydın, Denizli, Uşak il merkezleri ile Söke, Nazilli, Çine, Yatağan, Tavas, Banaz, Eşme, Buldan, Dinar, Sandıklı ve Çal gibi ilçe merkezleri bulunmaktadır. Türkiye'nin tarım potansiyeli bakımından önde gelen bölgelerinden biri olan Büyük Menderes Havza'sında, tarıma dayalı ekonominin yanı sıra, kentsel yerleşimlere paralel olarak endüstriyel tesislerden biri olan tekstil sanayisi de ön plandadır (Kaçan, 2006).

Büyük Menderes Nehri, aşırı miktarda açılan sanayi kuruluşları, altyapısız büyüyen ilçe ve beldelerden bırakılan atık sular nedeniyle yıldan yıla kirliliği artmış ve katı atıklardan dolayı da gözle görülür bir biçimde kirletilmiştir (Keser, 2008; Anonim 2).

Büyük Menderes Nehri, yerleşim yerlerinden kaynaklanan evsel atık suları, sanayi kuruluşlarında oluşan endüstriyel atıklar ve yanlış gübre-pestisit kullanımı gibi birçok sebepler yüzünden kirletilmektedir. Havzaya kuş bakışı bakıldığında, arazi kullanım tasarımlarının yetersizliği, üreticinin çok ürün beklentisi sonucu toprağı ve biyolojik çeşitliliği kimyasallarla yok edişi, nüfus artışları ile yaşam dengelerinin bozulduğu görülmüştür. Denizli, Uşak ve Aydın illerinde, Büyük Menderes Nehrine atık sularını arıtmadan bırakan 20 tür endüstri kuruluşu mevcuttur. Bunlardan yalnızca altısında kanalizasyon şebekesi bulunmaktadır. Aşağı havzalarda ise kirlilik daha da yoğunlaşmakta ve nehir ekosistemi yok olmak üzeredir. Bu kirliliklerden en önemlilerinden biri de ağır metal kirlilikleridir. Bu kirliliklerin en büyük kaynağı ise Denizli ilindeki tekstil fabrikaları, Aydın ilinin sanayi atıkları ve Uşak ilindeki deri sanayilerinin atık

sularıdır. Evsel ve sanayi atıklarıyla kirlenen Büyük Menderes Nehri, insan sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaşmıştır (Keser, 2008; Anonim 2).

Yapılan bu tez çalışmasında Aydın şehrine yakın olan Büyük Menderes Nehrinin Koçarlı ve Umurlu köprüsü istasyonları seçilmiş, balık ve yüzey suyu bu bölgelerden edinilmiştir.

1.4. Su Kirliliğinin Balıklar Üzerindeki Etkileri

Atık materyaller olarak bilinen maddeler arasında ağır metaller uzun süreli temas sonucu problemler yaratırlar. Bu maddeler hem organizmalarda hem de ekosistemde uzun süreyle kalabilirler. Deniz suyunda bulunan bazı ağır metallerin toksisite sırası Hg>Cd>Ag>Ni>Pb>As>Cr>Sn>Zn şeklindedir. Organik maddeye bağlı olan metaller biyolojik aktiviteler sırasında kullanılabilir ve oksit koşullar altında organik maddenin bozunması ile çözülmüş olarak tekrar serbest hale geçebilirler (Kayhan, 2006). Ağır metaller deniz ortamında eser halinde bulunmalarına karşılık, organizmalardaki doğal düzeyleri ve birikimleri farklı olmaktadır (Yarsan vd., 2000). Su canlılarındaki ağır metal birikim düzeyi yaş, habitat ve beslenme davranışına bağlıdır (Kayhan, 2006).

Sucul ortamdaki ağır metallerin balıklar tarafından bünyelerine alınması en fazla solungaçlar, vücut yüzeyi ve sindirim sistemi ile beraber olmaktadır. Bunun nedeni ağır metal içeren solunum suyunun en geniş yüzey alanına sahip olan solungaç lamelleri ile etkileşmesidir. Değişik yollardan canlı bünyesine alınan ağır metaller her organ ve dokuda farklı düzeyde birikirler. Canlı bünyesine çeşitli metabolik yollarla katıldıktan sonra vücut dışına atılabilen metallere, fizyolojik öneme sahip olanları depolanır. Eğer bunlar toksik metallere biri ise, depolandıktan sonra enzimlerin yapısını da bozabilmektedir (Yazkan vd., 2004; Kayhan, 2009).

1.5. Su Kirliliğinin Etkilerini Belirlemek İçin Yapılan Testler

Su ortamındaki kirlilikleri belirlemede genellikle suyun kimyasal analizleri kullanılmaktadır. Ancak bu ölçümler tek başına yeterli olmayıp tamamlayıcı diğer analizlerin de yapılması gerekmektedir (Wang ve Fisher, 1999). Su ortamları tek başına su kütlelerinden ibaret olmayıp, bünyesinde birçok hayvan ve bitki kökenli yüzen veya dipteki sediment tabakasında yaşayan organizma grupları ihtiva

etmektedir. Kirleticiler sadece suda çözünmekle kalmayıp, ortam şartlarına göre organizmaya geçmekte, besin zincirinde birikmekte veya dibe çökmektedirler. Dolayısıyla bir kirleticisi sadece suya değil, aynı zamanda o su ortamında bulunan tüm canlıların yapısına geçebilmektedir. Bu nedenle sucül ortamlarda ağır metaller gibi kirleticiler sadece suda değil sediment ve canlı organizmalarda da bakılması gerekmektedir (Rainbow ve Phillips, 1993).

1.6. Biyoindikatör Organizmalar ve Biyolojik İzleme

Belli bir habitatta metallerin biyolojik olarak birikimlerinde “biyomonitör”, biyoindikatör” gibi terimler tercih edilir. Biyomonitör organizmanın solunum hızı, büyümedeki değişiklikler gibi biyolojik, kimyasal, fiziksel ya da davranışsal değişkenlikler ile ekolojik değişkenliğin derecesini gösterirken; biyoindikatörler bir türdeki ekolojik etkinin yalnızca yokluğunu ya da var olduğunu tanımlamak için kullanılırlar (Rainbow, 1995).

Biyomonitörler, sularda mevcut metal seviyelerinin zamana dayalı ölçümünü sağlayan, bölgenin sadece ölçülen zamanda değil daha öncesindeki kirlilik durumunu da yansıtan rüzgar, dalga, akıntı hareketleri gibi fiziksel etmenlerden etkilenmeyen, metali sürekli depolayan ve bu sayede eser metalleri yüksek konsantrasyonlarda bünyesinde biriktiren organizmalardır. Bu özellikleri de ağır metalin organizmadaki ölçülebilirliğini nispeten kolaylaştırır. Biyomonitörler su ortamında aynı yerde kalmalı (yerleşik, sabit konumda olmalı), yaşadıkları ortamda bol miktarda bulunmalı, tanımlanması kolay olmalı, analiz için yeterince büyük olmalı, fazlasıyla doku sağlamalı, uzun ömürlü, yer değişimine ya da laboratuvar çalışmalarına dayanıklı, ortamdaki fiziko-kimyasal değişimlere dayanıklı (tuzluluk, sıcaklık, pH vs), geniş tuzluluk, pH, sıcaklık aralığında çalışılabilir, en önemlisi de, metali net olarak biriktirebilmelidir. Bunlara ilave olarak canlı farklı bir metalin biyolojik kullanılabilirliğine maruz kaldığında yeni metal vücut dokularındaki önceden birikmiş metal elementinin toplam konsantrasyonunu değiştirmemelidir. Laboratuvarda yapılacak metal kinetik çalışmalarına karşı dirençli ve yıl boyunca örnekleme elverişli olmalı, vücudunu herhangi bir forma ya da şekle değiştirmemeli, yüksek miktardaki kirleticileri tolere edebilmelidir (Rainbow, 1995; Taylan, 2007). Biyomonitör organizma çevre kirleticileri için erken belirleyici indikatör organizmalardır. Hasar önceden doğrudan ölçülebilir, diğer yöntemlerde olduğu gibi tahmin gerektirmez ve kirleticiler biyolojik olarak incelenebilir. Bu tip organizmalarla deneyler daha

basit ve hızlı, maliyet ise oldukça azdır (Özkoç, 1999). Biyomonitör seçiminde canlının biyolojisi, beslenme şekli, solunum şekli, solunum ürünü, yaşam şekli, üreme sezonu, yaşam süresi, popülasyon yaşı, yetişkinliğe ulaşma süresi ve metal birikim kinetiği incelenir (Rainbow ve Phillips, 1993).

Bütün bu sebeplerden dolayı çalışmamızda kirliliği belirlemek amacıyla su analizi ile birlikte, kolay yakalanan ve bulunduğu ortama dayanıklı bir yaşam sürdüren *Carassius gibelio* (Şekil 1.1) adlı sazan türü kullanılmıştır.

1.7. İncelenen Balık Türünün Genel Özellikleri

Carassius gibelio (Bloch, 1782)'nin Sistematik Yeri ve Morfolojik Özellikleri

Phylum	:	Chordata
Subphylum	:	Vertebrata
Subclassis	:	Pisces
Classis	:	Osteichthyes
Ordo	:	Cypriniformes
Familia	:	Cyprinidae



Şekil 1.1. *Carassius gibelio*'nin morfolojik görünümü.

Kökene Asya-Sibirya olan *C. gibelio* Avrupa'nın her tarafına geniş bir şekilde yayılmış istilacı bir tür olarak bilinir (Anonim 3) (Şekil 1.1). Bu türün, Büyükçekmece Baraj Gölü'nde ve Gala Gölü'nde bulunması Türkiye sınırlarında bulunduğu ilk kanıtlardır (Kırankaya ve Ekmekçi, 2008; İlhan vd., 2005). Ülkemizin Trakya ve Kuzeydoğu Anadolu kesimlerinde doğal yayılış gösteren bu

tür, günümüzde balıklandırma amacıyla birçok göl, gölet ve barajlarımıza sonradan aşılarmıştır (Geldiay, 2007; İlhan vd., 2005).

Vücudu ovalimsi yapıda ve yanlardan biraz yassılaştırmış olup, iri sikloid pullarla örtülüdür. Sırt profili başın gerisinden itibaren yavaşça yükselmekte, ağız küçük ve terminal konumludur (Geldiay, 2007). Dorsal ve anal yüzgeçlerin sonuncu basit ışınının arka kenarı testere dişli olması nedeniyle *Cyprinus carpio*'ya benzerlik göstermektedir. Ancak ağızda bıyık olmaması, farinks dişlerinin tek sıralı olmasıyla, sazandan kolayca ayırt edilirler (Yazıcıoğlu vd., 2013).

Morfolojik ve biyoeolojik özellikleri bakımından *Carassius carassius* türüne çok benzerdir. İnsan besini olarak değerlendirilmelerine rağmen çok kılçıklı oldukları için fazla tercih edilmezler. Bu nedenle besin olarak kullanılmaktan ziyade havuz ve akvaryumlarda süs balığı şeklinde değerlendirilirler (Geldiay, 2007; İlhan vd., 2005).

Yabani populasyonlar, vejetasyonca zengin ötrof göllerde doğal olarak yayılış gösterirler. Seleksiyonla ıslah edilmiş formlar sarı, kırmızı, pembe ve çeşitli renklerin karışımı olan alacalı görünümde olmalarına rağmen, doğal sulara aşılandıklarında zamanla bu süslü renklerini kaybederler (Geldiay, 2007).

Cinsel olgunlaşma, 2-4 yaşlarında gerçekleşir. Bir dişi balık üreme süresince (ilkbahar-yaz periyodunda nisan-temmuz ayları arasında) 160.000-380.000 arasında yumurta verebilir (Kırankaya ve Ekmekçi., 2008). Bu tür, cinsel olgunlaşma yaşına kadar çok hızlı büyüyen ve hayatta kalma şansı çok yüksek olan bir özellik taşıdığından, aşılandığı yeni ortamlarda süratle gelişerek ekosistemin baskın bir popülasyonu durumuna geçebilirler. Bunun nedeni; tür bireylerinin planktonik besinler, bentik omurgasızlar, bitkisel materyaller ve bozunmuş doku artığı gibi besinlerle beslenen omnivor karakterde geniş bir besin tercihinine sahip olmasıdır. Aynı zamanda her türlü ortam faktörlerinin değişimlerine karşı büyük bir dayanıklılık gösterdiğinden, diğer türlerle rekabet etme şansı oldukça yüksektir (Geldiay, 2007; Kırankaya ve Ekmekçi, 2008).

Popülasyondaki dişi/erkek oranı bazı bölgelerde hemen hemen eşit gibi görülse de, bazı ekosistemlerde popülasyondaki bireylerin büyük çoğunluğu dişilerden oluşmaktadır. Bu dişilerin yumurtaları genetik bakımdan yakınlık gösteren bazı Cyprinidae türlerinin (*Carassius carassius*, *Cyprinus carpio* vb.) erkeklerinden

sağlanan spermlemlerle, ginogenesis adı verilen nadir bir üreme şekliyle, döllenerek yeni bireyler oluşturabilir. Ancak, bu şekildeki bir üremeye meydana gelen bireylerin tamamı dişi fertlerden oluşmaktadır. Toplam vücut uzunlukları genelde 15–20cm arasında olmakla beraber bazen doğadaki popülasyonlarda 40-45cm boya ve 3000g ağırlığa ulaşan bireyelerine de rastlanmıştır (Geldiay, 2007; Anonim 3).

1.8. Çalışılan Balık Dokularının Genel Histolojisi

Balıklarda solunum, özel şekilde gelişmiş bir organ olan solungaçlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Kemikli balıklarda her bir tarafta dört adet solungaç yayı bulunmaktadır. Solungaç boşluğuna yerleşmiş bulunan solungaçlar genellikle operkulum denilen bir örtü ile korunmaktadır. Bir solungaç yayının konkav tarafında büyüklük ve sayıları türlerine göre değişen solungaç dikenleri (bronchiospin), diğer tarafta ise kılcal kan damarları ile donatılmış olan solungaç lamelleri bulunur (Çelikkale 1991). Bu lameller solungaç yaylarına bağlanan primer lameller ve solunum yüzeyini artıran filamentöz yapıdaki sekonder lamellerdir (Sonia vd., 2007). Sekonder lameller bir iki sıralı, basit yassı solunum epiteliyle döşelidirler. Epitelin arasında iri ve yuvarlak nükleuslarıyla mukus hücreleri, daha iç kısımlarda destekleyici hücreler bulunur. İyon değişimi yaptıkları için mitokondriye zengin olan klorid hücreleri, büyüklükleri ve açık renkli olmaları ile diğer hücrelerden kolayca ayırt edilebilirler (İşisağ vd., 2010).

Balıkların çoğunda sindirim kanalı bölümleri (mide, pilorik çekum ve barsaklar) içten dışa doğru mukoza, submukoza, muskularis ve adventisya olarak dört tabakadan oluşmuştur. Bu tabakalar gastrointestinal kanal boyunca farklı kalınlıklarda bulunabilir. Barsak mukoza epiteli tek katlı prizmatik hücreler ile goblet hücrelerinden oluşur. Mukoza; bazal lamina üzerine yerleşmiş yüzey epiteli, altında epiteli destekleyen bağdokusu (lamina propria) ve ince bir kas tabakası (muskularis mukoza) içerir. Submukoza elastik lifleri, kan damarları ve sinirleri içeren gevşek bağ dokusu yapısındadır. Muskuler tabaka içte sirküler, dışta longitudinal düzenlenmiş düz kas liflerinden oluşmuştur. Kas tabakasının dışında adventisya (gevşek bağ dokusu) yada periton ile kaplı seroza tabakası yer alır (Sonia vd., 2007).

Balıklarda kas sistemi, omur sayısına eşit sayıda olan myomerlerden oluşmuştur. Myomerlerin kalınlığı myofibrillerin uzunluğu belirler. Myomerler, bağ dokusu

yapısındaki myoseptum tarafından bölümlere ayrılmıştır. Kas kütesinin bütünü epimisyum adı verilen bağ dokudan oluşmuş bir kılıfla sarılıdır. Epimisyumun bağ dokusu kasın derinlerine girerek fasikülleri kuşatan perimisyum denilen kılıfı oluşturur. Perimisyumun ince uzantıları da her kas lifini saran endomisyumu oluşturur. Bağ dokusu bir kılıftan diğerine devamlı olup kollajen, elastik ve retikulum liflerce zengin ve fibroblast, makrofaj, yağ hücresi gibi değişik bağ dokusu hücrelerini içeren gevşek bir yapıya sahiptir (Parson ve Young, 1989). Çizgili kas lifinin sarkoplazmasının içerisinde organeller dışında homojen ve az yoğun matriks bulunur. Matriks myogloblin gibi protein yapısında pigmentler, glikojen, lipid damlacıkları ve bir miktar da enzim içerir. Sarkoplazma içerisindeki organellerin başlıcaları ise sarkolemmaya yakın yerleşimli olan çok sayıda çekirdek, fazla sayıda mitokondri, çekirdeğe yakın sayıda Golgi kompleksi, sarkoplazmik retikulum ve myofibrillerdir. Uzun oval biçimli çekirdekler bir kas lifinde birkaç yüz tanedir ve lifin uzun eksenine paralel olarak sarkolemmanın altında bulunurlar. Çekirdekler lif boyunca oldukça düzenli aralıklar ile dizilim halindedirler (Pearson ve Young, 1989).

Balık karaciğeri diğer omurgalılarda olduğu gibi hem anabolizma hem de katabolizmada görev alır. Tipik bir karaciğer hücresi, poligonal bir hücre gövdesi içerisinde genellikle bir nükleolus içeren belirgin, yuvarlak bir veya iki nükleustan oluşur. Kemikli balıklarda yüksek omurgalılardan farklı olarak, merkezi ven içeren lobüler yapı görülmez. Hepatik arter ile portal ven karaciğere girer ve portal ven birçok kola ayrılarak sinuzoidleri meydana getirir (Sonia vd., 2007). Sinuzoidlerin aralarında, parankima oluşturan hepatik hücreler, hücre kordonları teşkil edecek şekilde yerleşmişlerdir. Parankima hücreleri poligonal hücreler olup yuvarlak çekirdekleri ve çekirdekçikleri vardır. Karaciğer hücrelerinden salgılanan safra hücrelerin arasındaki ince kanalcıklarla toplanarak daha büyük kanallara taşınırlar ve bu kanallar safra kanalına açılmaktadır. Safra kanalları ile safra ana kanalının bağlandığı bölgede hepatik arteriolde bulunur. Karaciğer sinuzoidleri endotel hücreler ile kaplanmıştır. Makrofajlar sinuzoidlere bitişik veya hepatositlerin aralarında bulunur. Bazı kemikli balıklarda karaciğer basit ve kompakt bir organ olarak bulunurken bazı balıklarda ise pankreatik dokunun birleştiği yapı "hepatopankreas" olarak adlandırılmaktadır (Demir, 1992).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Günümüzde kirliliği ve kirliliğe sebep olan maddeleri bulmada ve o maddelerin canlı organizmalarda yaptıkları etkileri tespit etmek için birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalar sayesinde gün içerisinde atmosferden, sudan ve tükettiğimiz besinlerden vücudumuza giren birçok maddeyi gerekli ortamları sağlayarak nasıl bir etki yarattıklarını tespit edebilir ya da direkt ortamından elde edilerek orada yaşayan organizmalara nasıl bir etki bıraktıklarını gözlemleyebiliriz. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda özet olarak verilmiştir.

Ekolojik ve histopatolojik bir çalışmaya örnek olarak Bremerheaven'da (Almanya) atölyelerin fazla olduğu bilinen 6 istasyondan *Limanda limanda* adlı balık türü yakalanmış ve kirliliğin etkisi incelenmiştir. İnceleme sonucunda bakteriyel ya da fungal bir enfeksiyon gözlenmezken, barsaklarda parazitik ajanlar, karaciğerde büyük derecede hepatoselüler sitoplazmik vakuolizasyon, hepatoselüler nekroz ve fazla miktarda yağlanma tespit edilmiştir. Ksenobiotiklerin balıklarda organ sistemlerini etkilediği bu çalışma ile ortaya konmuştur (Simpson ve Hutchinson, 1992).

İran'ın kuzeyi olan her yıl 150 kuş türüne ev sahipliği yapan Anzali sulak alanları, evsel ve endüstriyel atıklar sebebiyle canlılar için potansiyel toksik kaynağı olmuştur. Kirliliğin etkisini belirlemek amacıyla balıklar (*Carassius gibelio*) balıkçılar tarafından Anzali sulak alanlarından yakalanmış kas, solungaç, karaciğer, böbrek ve barsakları çıkartılarak ağır metal konsantrasyonlarına bakılmıştır. Yapılan biyokimyasal işlemler sonucunda ağır metal oranları çinko >bakır >kurşun >krom şeklinde tespit edilmiştir. Bu ağır metallerin organlardaki bulunma oranı ise karaciğer >böbrek >solungaç >barsak >kas şeklinde olduğu belirlenmiştir. Balıklarda ciddi boyutlarda ağır metal birikimi olduğu ve Anzali sulak alanlarının korumaya alınması gerektiği ifade edilmiştir (Ebrahimpour vd., 2011).

Yapılan araştırmaların bir diğesinde Nil Nehrine dökülen El-Rahawy atık su kanalına yakın olan iki farklı bölgeden, *Clarias gariepinus* türü balıklar yakalanmış ve kirliliği histopatolojik etkisi incelenmiştir. Balıkların solungaçlarında; açılma (dilasyon) ve kan toplanması (kongesyon), primer lamellerin damarlarında kanlanma, epitelyal hücrelerde hiperplazi ve sekonder lamellerde füzyon, intraselüler vakuolizasyon ve birçok solungaç filamentleri

dökülme gözlenmiştir. Karaciğerde; vakuolar dejenerasyon, piknotik nükleus, nekrozis, lökosit infiltrasyonu ve hiyalin dejenerasyonu gözlenmiştir. Merkezi ven de genişleme ve bununla birlikte tıkanıklık gözlenmiştir. Sonuçlar düşük kalitedeki suyun ağır metal konsantrasyonlarının yüksek düzeyde olduğu ve Nil Nehrini kirlettiği tespit edilmiştir (Authman vd., 2013).

Büyük Menderes Nehri yakınlarında kirlilik tespiti için yapılan bir çalışmada, Çine çayında geçekleşmiştir. Çine çayı, Büyük Menderes Nehrine dökülen, tarım ve endüstri açısından önemli bir özelliğe sahip olmakla beraber günden güne kirlendiği düşünülmüştür. Koca vd. (2005) çalışmalarında Çine çayından yakalanan *Lepomis gibbosus* türü balıkları kullanarak solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki histopatolojik değişiklikleri incelemişlerdir. Koca vd. (2008) yaptıkları benzer bir diğer çalışmada ise aynı bölgedeki *Chondrostoma nasus* ve *Barbus capito pectoralis* türlerinin solungaç ve karaciğer dokularını incelemişlerdir. Her iki çalışmada solungaçlarda; primer ve sekonder lamellerde kısıalma ve sekonder lamellerde balonlaşma, hücrel proliferasyon, sekonder lamellerde füzyon, sekonder lamel epitelinde ayrılma gözlenmiştir, Karaciğerde; parankimal hücrelerde şişme, eozinofilik stoplazma, kaslarda ise hücrel çözünme, bölgesel nekroz, intermyofibrillerde azalma gözlenmiştir. Su analizleri ile histolojik bulgular karşılaştırıldığında Çine çayında yaşayan balıkların negatif etkilendiği ortaya konmuştur.

Bir diğer çalışma, Gölarmara (Manisa) gölündeki kirliliğin *Cyprinus carpio* türü balıklara etkisidir. Bu araştırmada dört farklı istasyondan yakalanan balıkların solungaç, karaciğer ve kas dokuları histopatolojik yönden incelenmiştir. Solungaçlarda; sekonder lamellerde kısıalma, sekonder lamel epitelinde ayrılma, klavate lamel oluşumu, nekroz, sekonder lamel epitelinde dökülme, hiperplazi, kapiler dejenerasyon, primer lamellerde mukus hücrelerinde sayıca artış gözlenmiştir. Karaciğerde; sinuzoidlerde genişleme, hepatositlerde vakuolizasyon ve glikojen seviyesinde azalma gözlenmiştir. Kas dokusunda ise intermyofibriller ağda düzensizlik, nekroz, hücrel çözünme ve endomisyum tabakasında bozulma tespit edilmiştir. Sudaki ağır metal oranı $Fe > Pb > Mn > Co > Zn > Ni > Cr > Cu > Cd$ şeklinde saptanmıştır. Ağır metallerin balık dokularında birikim oranının ise karaciğer > solungaç > kas şeklinde olduğu belirlenmiştir (Gurcu vd., 2010).

Gediz Nehri, birçok tarım bölgesinin sulanması için önemli bir sulak alandır. Yıldız vd. (2010) Nehirdeki kirliliğin balıklar üzerindeki etkisini araştırmak için

Anguila anguila türü balıkları yakalayıp solungaç karaciğer ve kas dokularını incelemiştir. Solungaçlarda; primer ve sekonder lamellerde kılma, sekonder lamellerde füzyon, hücrel proliferasyon, klavate lamel oluşumu, nekroz, karaciğerde; sinuzoidlerde genişleme, dejenere hepatositler, glikojen birikiminde azalma ve vakuolizasyon gözlemiştir. Kasta ise; nekroz, hücrel çözümler ve kas fibrillerinde azalma tespit edilmiştir. Su analizi yapıldığında ağır metal oranlarının Fe >Pb >Mn >Co >Zn >Ni >Cr >Cu >Cd şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Bir başka çalışma ise sucul ekosistemler için büyük problem olan atık suların balıkların solungaçları üzerine yaptığı histopatolojik etkilerinin araştırılmasını amaçlamıştır. Araştırma için Vila Real (Portekiz) atık su kanalından alınan sular ve *Oreochromis niloticus* türü balıklar kullanılmıştır. Solungaçlarda; ödem, lamellar füzyon, hücrel proliferasyon, lezyon, epitelyal hücrelerde hiperplazi araştırmacıların tespit ettiği bulgular arasındadır (Fontainhas-Fenandes vd., 2008).

Güney Afrika'nın başkenti Pretoria'da birçok endüstriyel ve evsel atığın şehrin yakınlarındaki Marais ve Rietvlei barajlarını kirlettiği düşünülmüştür. Barajlardaki kirliliğin *Clarias gariepinus* solungaçlarında; telanjiektazi, epitelde ayrılma, mukoza ve epitel hücrelerinde hiperplazi, primer ve sekonder lamellerde füzyona neden olduğu belirlenmiştir. Marais barajındaki balıklardaki histolojik bulgular Rietvlei barajı ile karşılaştırıldığında Marais barajındaki balıkların daha yüksek oranda patolojik bulguya sahip olduğu tespit edilmiştir (Van Dyk vd., 2009).

El-sherif ve El-feky (2008), *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia) türü balıkları dört farklı amonyak konsantrasyonlarında (0.01 mg/L, 0.05 mg/L, 0.1 mg/L, 0.15 mg/L) 75 gün boyunca muamele ederek balıklardaki histopatolojik değişiklikleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Benzer bir çalışmada ise Peyghan ve Takamy (2002) *Cyprinus carpio* (pullu sazan) adlı balık türünü amonyağın artan doza bağlı etkisini saptamak için farklı dozlarda (60 mg/L, 90 mg/L, 120 mg/L, 130 mg/L 150 mg/L) akvaryumlara eklemiş ve 24 saat muamele etmişlerdir. Her iki çalışma da solungaçlarda; hiperplazi, epitelyal hücre çeperinde dejenerasyon, proliferasyon sekonder lamellerde dökümler ve telanjiektazi görülmüştür. Karaciğerde ise hiperemi, dejenerasyon ve bazı nekrotik alanlar gözlemiştir. Dört hafta süre ile 25mg/L dozda amonyağa maruz kalan *Salmo gairdneri* yavrularının gelişmekte olan solungaç dokusunda önemli ölçüde hücre proliferasyonu saptanmıştır (Lang vd., 1987).

Farklı dozları ki (0.438, 1.315, 2.190 mg/L) potasyum permanganat'ın bir kedi balığı türü olan *Ictalurus punctatus*'un solungaç dokusunda hiperplazi, epitelyal hipertrofi, nekroz, lameller füzyon ve lökosit infiltrasyonuna neden olduğu tespit edilmiştir (Darwish vd., 2002).

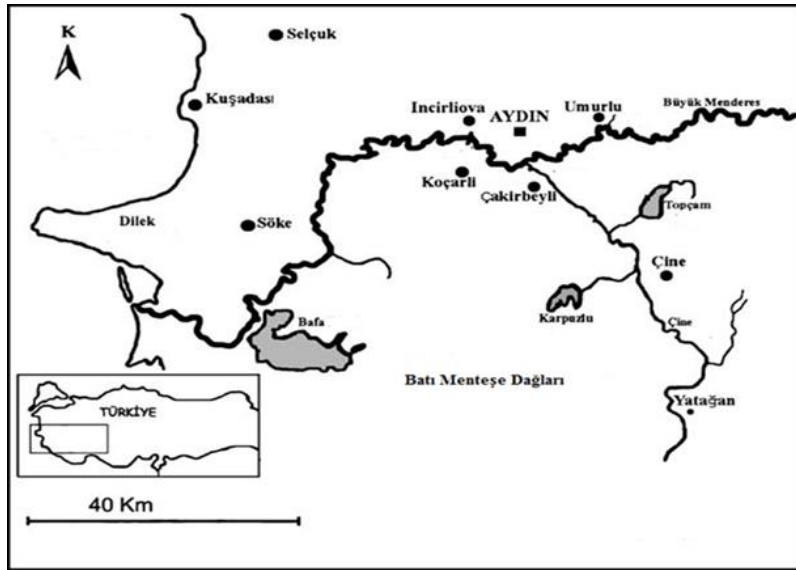
Tarım da intektisit olarak kullanılan deltamethrinin (0.029 mg/L, 0.041 mg/L doz, 24, 48, 72, 96 saat) *Cyprinus carpio*'nun böbrek dokusunda tübül epitellerinde dejenerasyon, büzülme, glomerular kapillerde vakuolizasyon, solungaçlarda ise nekroz, lamellar epitelde ödem ve hiperplazi oluşturduğu görülmüştür (Cengiz, 2006).

Cengiz ve Ünlü (2002) yaptıkları bir çalışmada pamuk, şeker kamışı ve sebzelerin üretiminde pestisit olarak kullanılan endosulfanın (0.5 µg/L, 0.75 µg/L doz), sivrisinek balığı olarak bilinen *Gambusia affinis* üzerine etkisini incelemişlerdir. 30 günün sonunda endosulfana maruz kalan balıkların solungaçlarında epitelyal nekroz, solungaç epitelinde kopmalar, epitelyal hücrelerde hipertrofi, ödem, primer lamellerde hemoraji (kanama), sekonder lamellerde füzyon ve anevrizma gözlenmişlerdir.

Bir başka araştırmada Ukrayna'da kirli olduğu düşünülen Dnieper (Kiev) ve Desna nehirlerinden alınan suya 96 saat süreyle maruz bırakılan *Carassius gibelio*'da yapılan kısa süreli genotoksisite testi (mikronükleus (MN) sayımı) sonucu subletal etkinin düşük olduğu saptanmıştır. Bunun yanında yapılan su analizi ile birlikte karıştırıldığında balıklarda tespit edilen MN sayısının kirlilik ile pozitif korelasyonda olduğu gözlenmiştir (Tsangaris vd., 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan balıklar (*Carasius gibelio*) iki ayrı istasyondan (Koçarlı köprüsü ve Umurlu bölgesi) (Şekil 3.1) yakalandıktan sonra (10'ar adet) içlerinde ait oldukları lokalitenin nehir suyu bulunan tanklarla aynı gün Adnan Menderes Üniversitesi Biyoloji Bölümü Histoloji-Embriyoloji Laboratuvarına getirilmiştir. Çalışma ADÜ-Hayvan Deneyleri Etik Kurulu'ndan izin alındıktan sonra yapılmış (HADYEK Karar No: 2014/017) ve balıkların yakalanması, taşınması ve ötenazisine ilişkin hususlarda Hayvan Etik Kurul'u uygulamalarına özen gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Büyük Menderes Nehri Aydın Bölgesi

Kontrol grubu olarak kullanılan balıklar (10 adet) daha önceden içlerine temiz su doldurulmuş ve suyu iyice havalandırılmış olan akvaryumlara konulmuş, yaklaşık 30 gün bekletilmiştir (Şekil 3.2). Bu süre içerisinde balıklar standart balık yemiyle beslenmişlerdir. Çalışmada 15-25 cm arası boyutlara sahip balıklar kullanılmıştır. Laboratuvar ortamında karanfil yağı ile uyuşturulan balıkların karın bölgeleri açılarak solungaç, barsak, kas ve karaciğerleri çıkartılmıştır.



Şekil 3.2. Kontrol grubuna ait balıkların (*C. gibelio*) bulunduğu akvaryum

Histopatolojik incelemeler için alınan doku örnekleri Saint Marie tespit solüsyonu ile +4 °C’de 24 saat tespit edildikten sonra dehidre edilmek için dereceli alkol serilerinden geçirilmiştir. Ksilol ile şeffaflaştırılarak ve sıvı parafinde 58 °C’lik etüvde bir gece bekletildikten sonra parafin bloklar elde etmek için kalıplara dökülmüştür. Histolojik incelemeler için tespit edilmiş ve parafine gömülmüş dokulardan rotary mikrotomla (Leica RM 2145) 5-7µ kalınlığında alınan kesitler Hematoksilen-Eosin (Mayer’s), Gomori trikrom, Periodik asit Schiff (PAS) ile boyandıktan sonra daimi preparat haline getirilmek için entellan ile kapatılmıştır (Bancroft ve Cook, 1994). Elde edilen preparatlar mikroskopta (Olympus BX51) incelenerek farklı büyütmelemlerde fotoğrafları (Olympus E-330 digital kamera) çekilmiş ve değerlendirilmiştir.

Büyük Menderes Nehri üzerinde yer alan Koçarlı köprüsü çevresi ve Umurlu bölgesi (Şekil 3.3-4) civarında belirlenen istasyonlardan prosedüre uygun olarak alınan su örnekleri ile dolu olan kaplar soğutucuya konarak aynı gün İzmir Halk Sağlığı Laboratuvarına götürülmüştür. Burada yapılan su analizlerinin sonuçları istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Su analizlerinin sonuçları su kirliliği kontrolü yönetmeliği içme suyu standartları ile karşılaştırılmıştır (Anonim 5). Değerlendirilen parametreler aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Çizelge 3.1).



Şekil 3.3. Büyük Menderes Nehri, Umurlu Köprüsü-Aydın



Şekil 3.4. Büyük Menderes Nehri, Koçarlı Köprüsü-Aydın

Çizelge 3.1. Yapılan su analizinde değerlendirilen parametreler

Analizler		
İletkenlik (20 °C)	Kurşun (Pb)	Aldrin
Çözülmüş oksijen	Mangan (Mn)	Diazinon
Alüminyum (Al)	Kalsiyum (Ca)	Dieldrin
Amonyum azotu (NH ₄ -N)	Potasyum (K)	Endrin
Amonyak Azotu (NH ₃ -N)	Kadmiyum (Cd)	Ethion
Bakır (Cu)	Krom (Cr)	Kobalt (Co)
Bor (B)	Molibden (Mo)	Lindan
Çinko (Zn)	Potasyum (K)	Malathion
Demir (Fe)	Sodyum (Na)	
Fosfat (PO ₄)	Nitrit Azotu (NO ₂ -N)	

4. BULGULAR

4.1. Su Örneklerinin Analiz Sonuçları

Çalışmada belirlenen lokalitelerden alınan su örneklerinin analiz sonuçları aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Umurlu ve Koçarlı bölgesi su analizi sonuçları

Analizler	Umurlu bölgesi analiz sonuçları	Koçarlı bölgesi analiz sonuçları	Birim	I. Sınıf su kalite standartları
Alüminyum (Al)	0.57*	0.241*	mg/L	0.2 mg/L (TSE)
Bakır (Cu)	<0.003	<0.003	mg/L	20 µg/L
Bor (B)	0.36	0.3	mg/L	1000 µg/L
Çinko (Zn)	<0.005	<0.005	mg/L	200 µg/L
Demir (Fe)	110	68	µg/L	300 µg/L
Fosfat (PO ₄)	0.97	0.73	mg/L	--
İletkenlik (20 °C)	1220	1176	µS/cm	--
Kadmiyum (Cd)	<2	<2	µg/L	3 µg/L
Kalsiyum (Ca)	98	81	mg/L	75 mg/L (TSE)
Kobalt (Co)	<2	<2	µg/L	10 µg/L
Krom (Cr)	<2	<2	µg/L	20 µg/L
Kurşun (Pb)	<2	<2	µg/L	0.05 mg/L
Mangan (Mn)	11	6	µg/L	100 µg/L
Molibden (Mo)	4	3	µg/L	--
Nikel (Ni)	4	4	µg/L	--
pH	8.9	8.7	PH birimi	6.5-8.5
Potasyum (K)	9	8	mg/L	--
Sodyum (Na)	96	87	mg/L	125 mg/L
Amonyak Azotu (NH ₃ -N)	0.24	0.94	mg/L	--
Çözülmüş oksijen	49.1	53.7	%	8 mg/L
Amonyum azotu (NH ₄ -N)	0.26	0.97	mg/L	0.2 mg/L
Nitrit Azotu (NO ₂ -N)	0.07*	0.05*	mg/L	0.50 mg/L
Diazinon	TE	TE	µg/L	--
Ethion	TE	TE	µg/L	--
Malathion	TE	TE	µg/L	--
Endrin	TE	TE	µg/L	--
Lindan	TE	TE	µg/L	--
Aldrin	TE	TE	µg/L	--
Diieldrin	TE	TE	µg/L	--

(TE: tespit edilmedi, *: 4. Sınıf su kalite standartına giren, --:TSE ve Çevre Orman Bakanlığına göre bir standart kriteri bulunmamaktadır)

Umurlu'dan alınan yüzey suyu alüminyum analiz sonuçları TSE standartlarına göre 0.2 mg/L en üst düzey olması gerekirken 0.57 mg/L olarak ölçülmüştür. Ayrıca nitrit azotunun 0.07 mg/L olması sebebiyle yine su kirliliği yönetmeliğine

göre 0.05 mg/L den büyük olan sular 4. sınıf su kalite standartlarına girmektedir (Anonim 5).

Koçarlı'dan alınan yüzey suyu alüminyum analiz sonuçları TSE standartlarına göre 0.2 mg/L geçmemesi gerekirken 0.241 mg/L olarak ölçülmüştür. Ayrıca nitrit azotunun 0.05 mg/L olması sebebiyle yine su kirliliği yönetmeliğine göre 0.05 mg/L nitrit azotuna sahip olan sular 3. sınıf su kalite standartlarına girmektedir (Anonim 5).

4.2. Histolojik bulgular

Çalışmada ayrıca rutin histolojik yöntemlerle hazırlanıp boyanan *Carassius gibelio* türü balıklara ait solungaç, kas, karaciğer ve barsak dokusu kesitleri histolojik açıdan incelenmiş, önemli olarak tespit edilen bulgular fotoğraflanmıştır. Yapılan ışık mikroskop düzeyinde incelemeler sonucunda, belirlenen lokalitelerden yakalanan balıklarda bazı histopatolojik değişiklikler tespit edilmiştir.

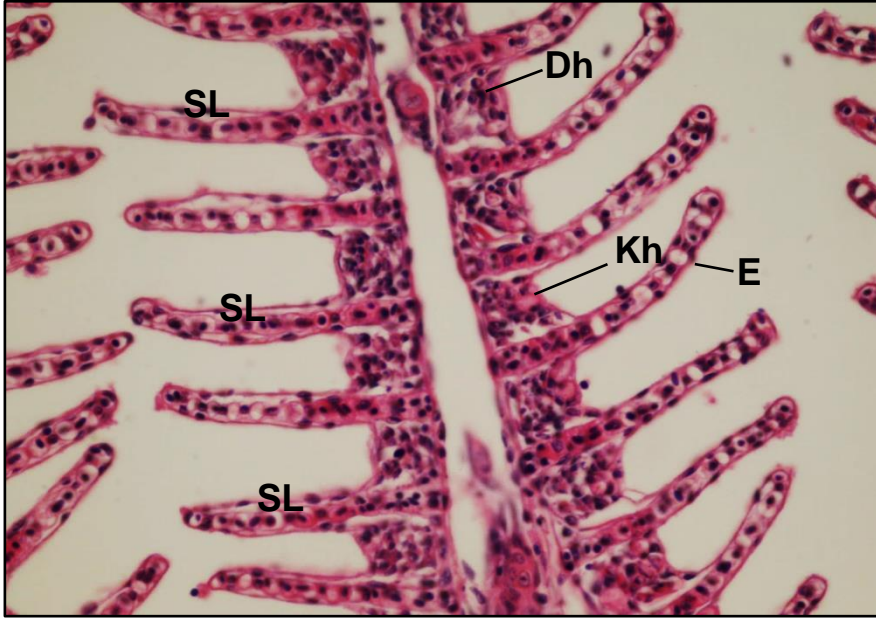
4.2.1. Solungaç

4.2.1.1. Kontrol grubu

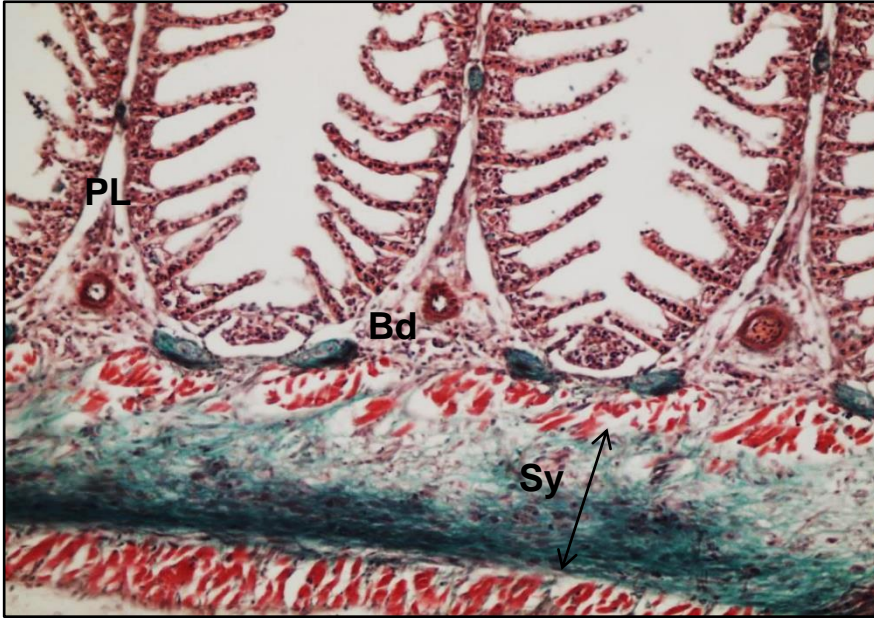
Yakalanan balıkların, 30 gün boyunca içlerinde temiz su dolu akvaryumlarda bekletildikten sonra histolojik yöntemlerle hazırlanan solungaç preparatlarında filamentlerin ve lamellerin düzgün, solungaç epitel hücrelerinin normal görünümlü ve dizilimli olduğu görülmüştür (Şekil 4.1,2). Kıkırdak ve bağ dokusu ile desteklenmiş olan solungaçlar yaylarına bağlanan primer lameller ekseninde, filamentöz yapıdaki sekonder lamellerden oluşmuştur (Şekil 4.3). Primer lamellerin ortasında merkezi vena sinuzoidi yer alır. Damar bakımından oldukça zengin olan solungaçların sekonder lamelleri bir iki sıralı örtü epiteli ve aralarında yer alan mukus hücreleriyle kaplıdır (Şekil 4.1,2). Lamellerin daha iç kısımlarında ise destekleyici hücreler (pilar hücreleri) ve açık renkli iri görünümlü klorid hücreler bulunur (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Kontrol grubu *C. gibelio* solungaç dokusunun genel yapısı. Primer lamel (PL), sekonder lamel (SL). H-E, 20X.



Şekil 4.2. Kontrol grubu solungaç dokusu genel görünümü. Sekonder lamel (SL), solungaç epiteli (E), destek hücreleri (Dh), klorid hücre (Kh). H-E, 40X



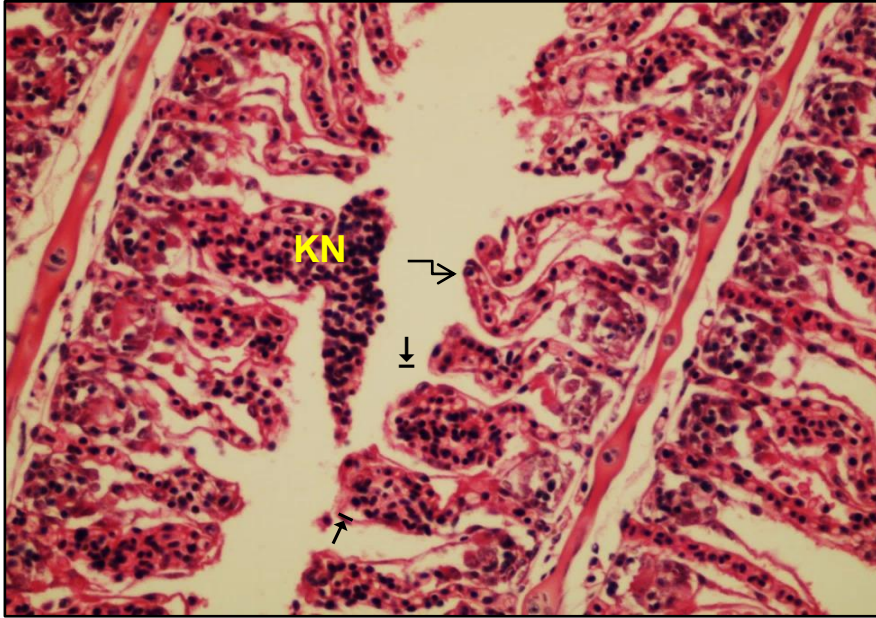
Şekil 4.3. Kontrol grubuna ait solungaç dokusu kesiti. Solungaç yayı (Sy), primer lamel (PL) bağ dokusu (Bd). Gomori trikrom, 20X

4.2.1.2. Deney grubu (Umurlu ve Koçarlı)

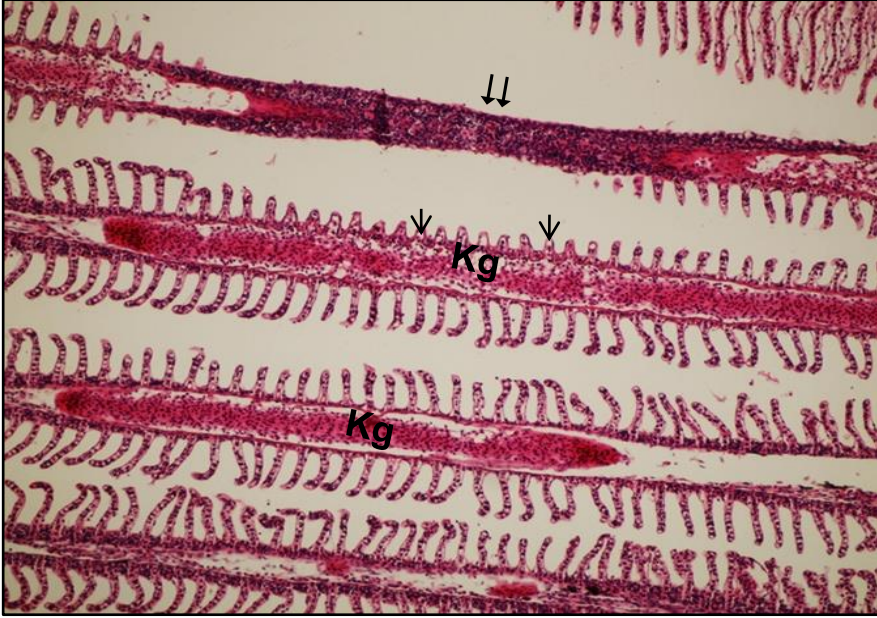
Her iki lokaliteden toplanan balıkların solungaç dokularında gözlenen lamel şekillerinde bozulma genel bir bulgudur (Şekil 4.4,5). Bazı primer lamellerde kopma noktaları belirgin şekilde izlenirken, özellikle bu bölgelerde sekonder lamellerin kısaldığı hatta koparak döküldüğü (bu bölgelerin sekonder lamellerin içermediği) dikkat çekmiştir (Şekil 4.6-8,12). Primer lamellerdeki merkezi vendeki genişleme çarpıcı biçimde artmıştır (Şekil 4.8,9). Sekonder lamellerde şekil bozukluğu (klavate lamel) ödem oluşumuna bağlı olarak epitellerinde ayrılma (Şekil 4.10-14), damarlarda balonlaşmalar (anevrizma) (Şekil 4.5,11,12,15) meydana geldiği gözlenmiştir. Destek hücrelerinin hipertrofi olmasından kaynaklanan, primer lamellerden başlayarak sekonder lamel uçlarına doğru ilerleyen, belirgin hiperplazi tespit edilmiştir (Şekil 4.16,17). Hiperplazi sonucu sekonder lamellerde kısmi ve ileri düzeyde füzyon oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 4.6,16). Özellikle primer lamel uçlarında, kısalan ve dökülen sekonder lamel bölgeleri ile ileri düzeyde füzyon gerçekleşen lamellerde mukus hücrelerinin sayıca artması dikkat çekicidir (Şekil 4.17,18).



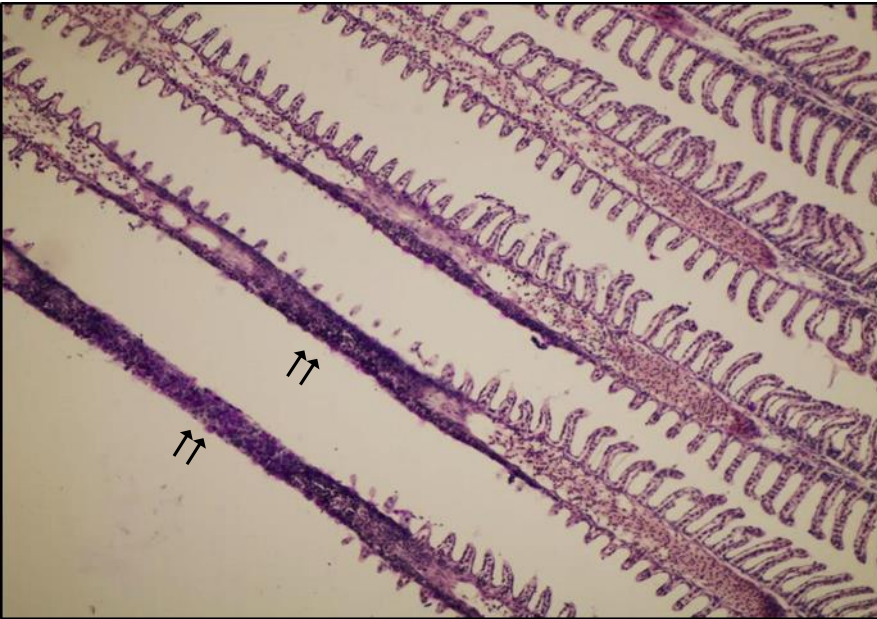
Şekil 4.4. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların solungaçlarındaki sekonder lamellerde şekil bozukluğu (↵). H-E, 20X



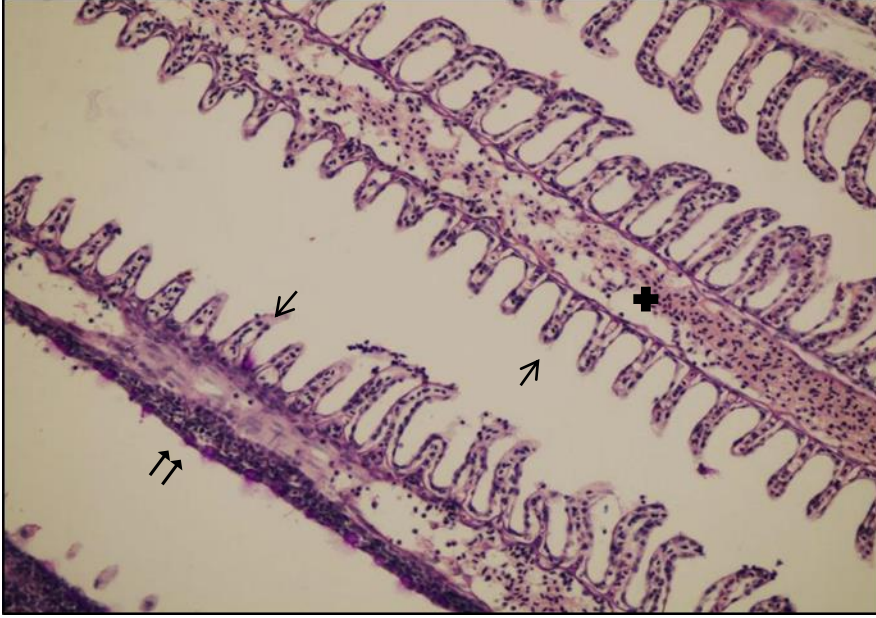
Şekil 4.5. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların solungaçlarındaki sekonder lamellerin şekillerinde bozulma (↵), anevrizma (↓), anevrizmada doku yırtılması sonucu oluşan kanama (KN). H-E, 40X



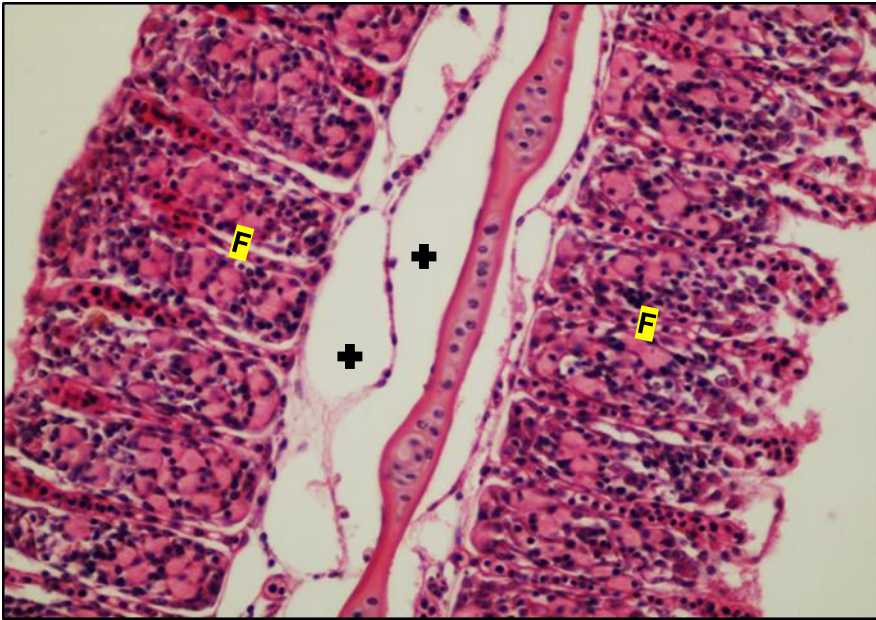
Şekil 4.6. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların primer lamellerinde kopma bölgeleri (↓↓) ve santral venöz damarlarında kongesyon (Kg), solungaçlarında sekonder lamellerde kısalma (↓). H-E, 10X



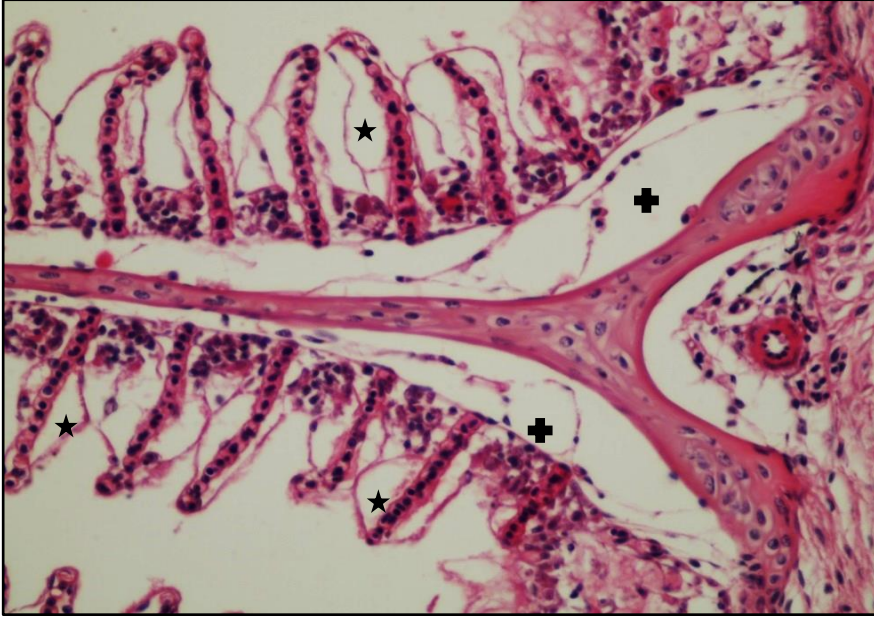
Şekil 4.7. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusundaki primer lamellerde incelme/kopma bölgeleri (↑↑). PAS, 10X



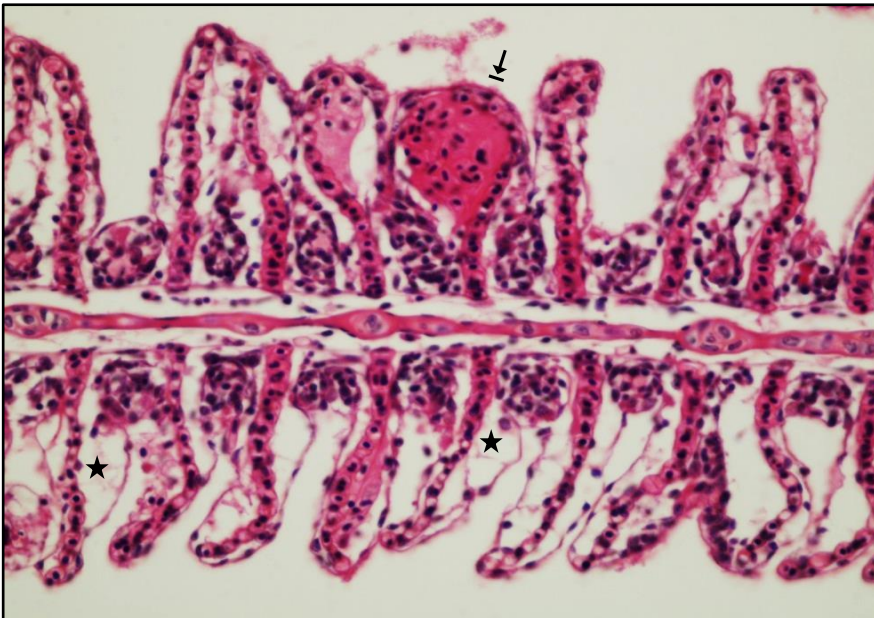
Şekil 4.8. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların primer lamellerde kopma bölgeleri (∇), santral venöz damarlarında ödem (+), sekonder lamellerde kısalma (⇓). PAS, 40X



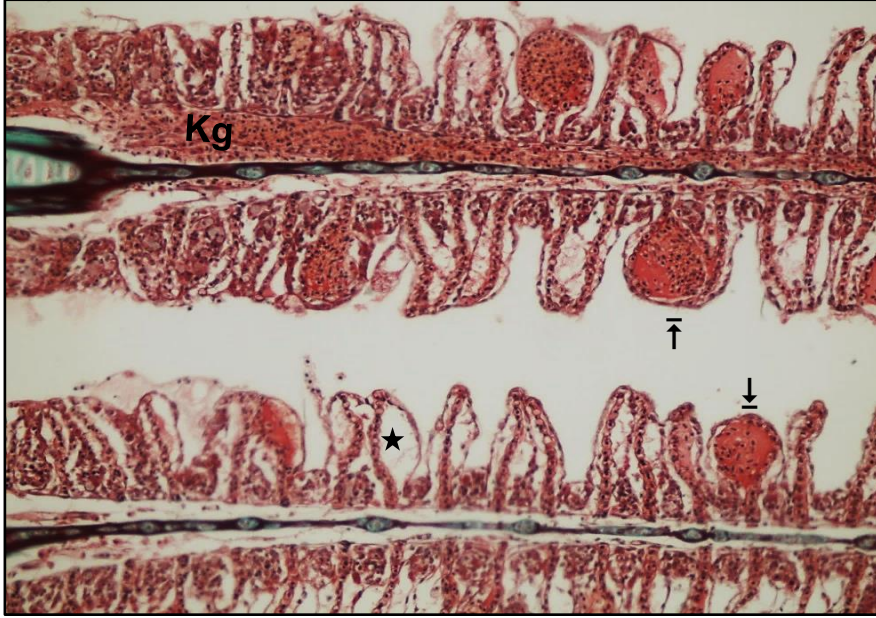
Şekil 4.9. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusundaki primer lamellerinde ödem (+), sekonder lamellerde ileri düzeyde füzyon (F). H-E, 40X



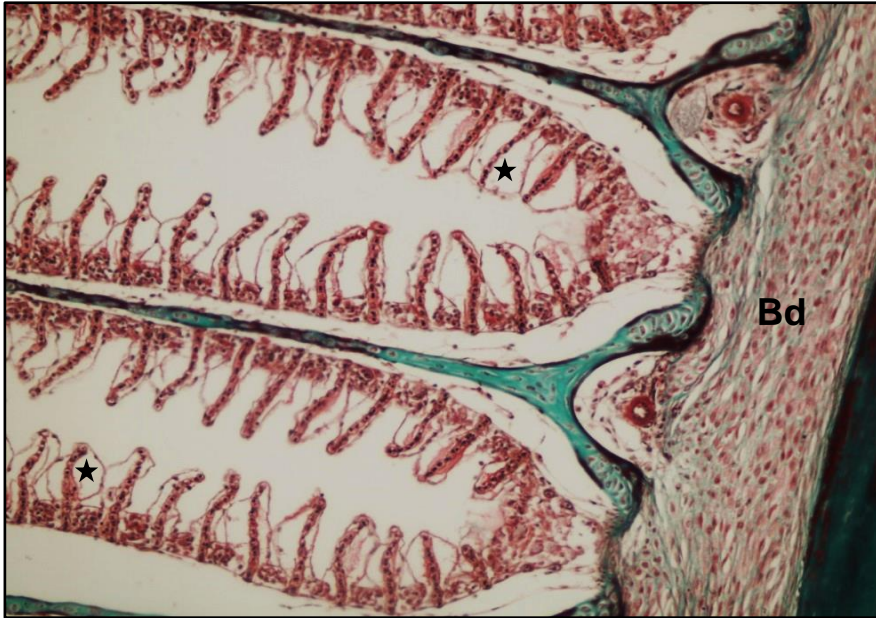
Şekil 4.10. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusundaki primer lamellerin taban (dip) kısımlarında ödem (+) ve bu bölgedeki sekonder lamellerde ödeme bağlı epitelyal ayrılma (*). H-E, 40X



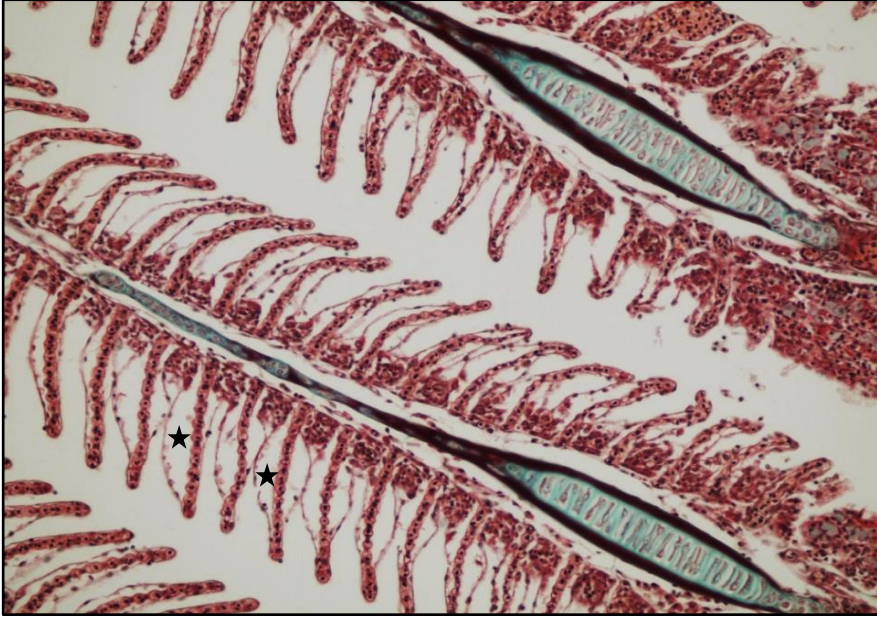
Şekil 4.11. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusunda primer lamellerin uç bölgesine yakın sekonder lamellerde ödeme bağlı ayrılma (*), anevrizma (↓). H-E, 40X



Şekil 4.12. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusundaki sekonder lamel solunum epitelinde, subepitelyal ödeme bağlı ayrılma (★), anevrizma (↓) ve kongesyon (Kg). Gomori trikrom, 40X



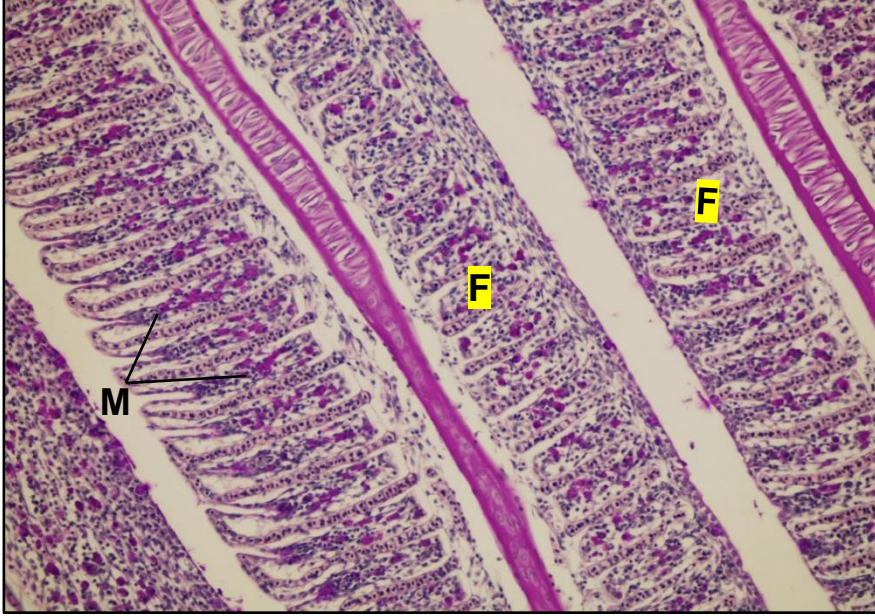
Şekil 4.13. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusundaki sekonder lamellerde subepitelyal ödeme bağlı ayrılma (★), bağ dokusu (Bd). Gomori trikrom, 20X



Şekil 4.14. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların solungaçlarındaki sekonder lamel epitelinde ödeme bağı ayrılma (★). Gomori trikrom, 40X



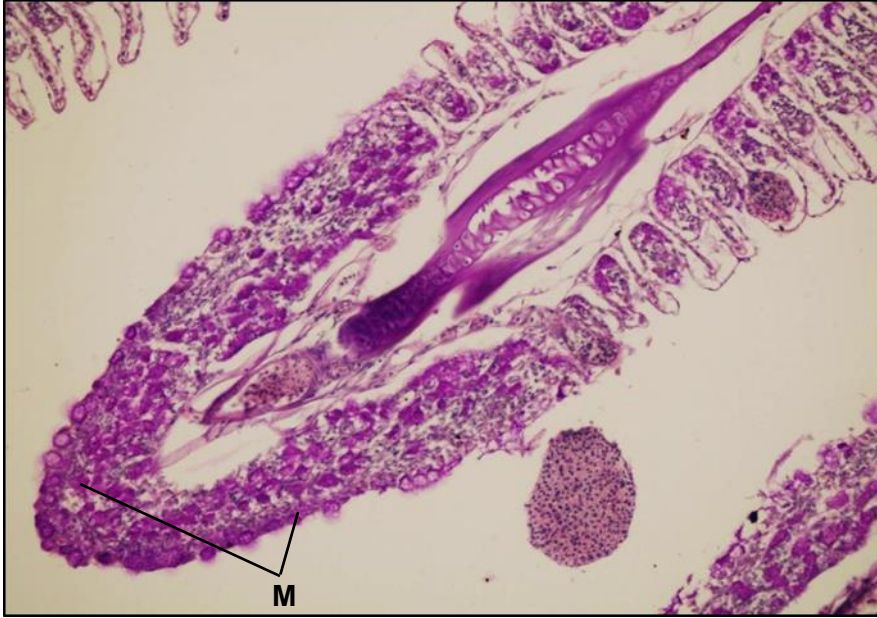
Şekil 4.15. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusunun primer lamel kırırdağında bozulma (KB) ve bu bölgedeki sekonder lamellerde kısmi füzyon (F) görülmektedir. Anevrizma (telenjektazi) (↓). H-E, 20X



Şekil 4.16. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusundaki sekonder lamellerde ileri düzeyde füzyon (F), mukus hücrelerinde artış (M) gözlenmektedir. PAS, 20X



Şekil 4.17. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusundaki sekonder lamellerde, mukus hücre (M) sayısında artış görülmektedir. PAS, 10X



Şekil 4.18. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların solungaç dokusunda primer lamel uç kısımlarında mukus hücrelerinde (M) artış gözlenmektedir. PAS, 40X

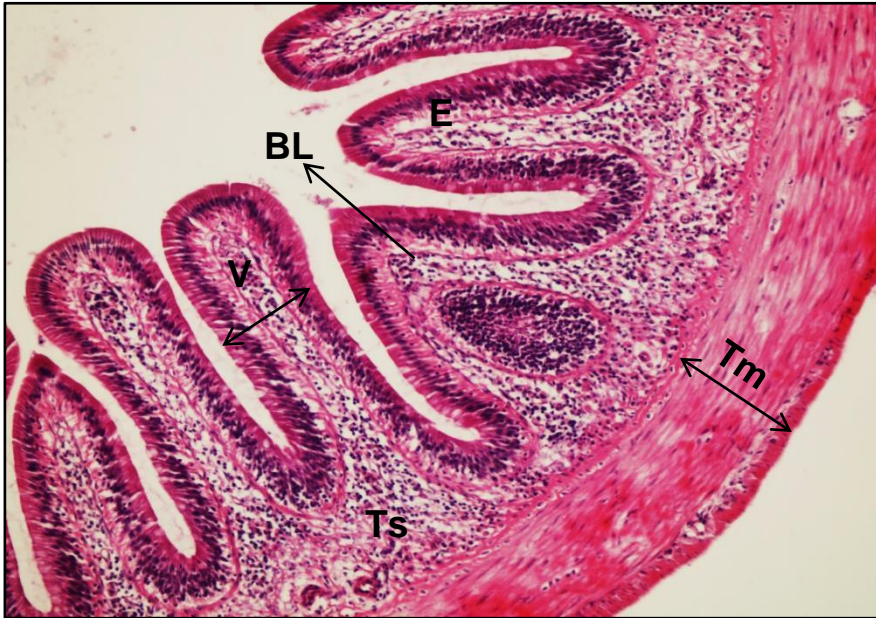
4.2.2. Barsak

4.2.2.1. Kontrol grubu

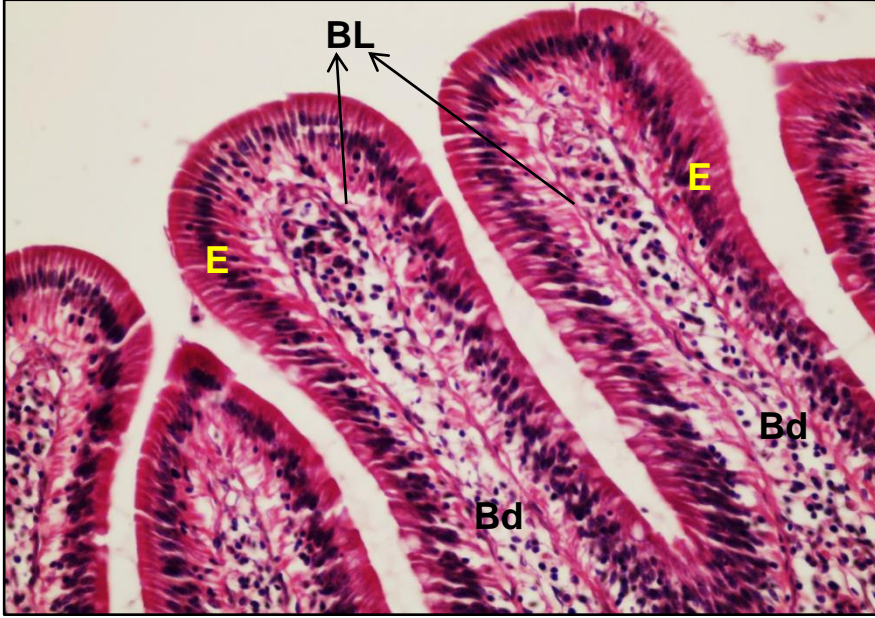
C. gibelio barsak dokusu, basit prizmatik epitel ile kaplı ve lümeneye doğru uzanan villuslar içermektedir (Şekil 4.19-21). Epitel altında kas tabakasına kadar uzanan, gevşek bağ dokusundan oluşmuş submukoza yer almaktadır (Şekil 4.20,22). Lamina propria ve submukoza tek bir tabaka şeklinde düzenlenmiş olup, muskularis mukoza bölümü bulunmamaktadır (Şekil 4.20). Submukoza ve kas tabakası sınırında yoğun kollajen lif demetlerinin varlığı (stratum compactum) dikkat çekmiştir (Şekil 4.22). Musküler tabaka; daha geniş olan içte sirküler, dışta ise longitudinal seyirli kas liflerinden oluşmuştur (Şekil 4.22). En dışta yassı epitel hücrelerini içeren seroza yer almaktadır (Şekil 4.22).



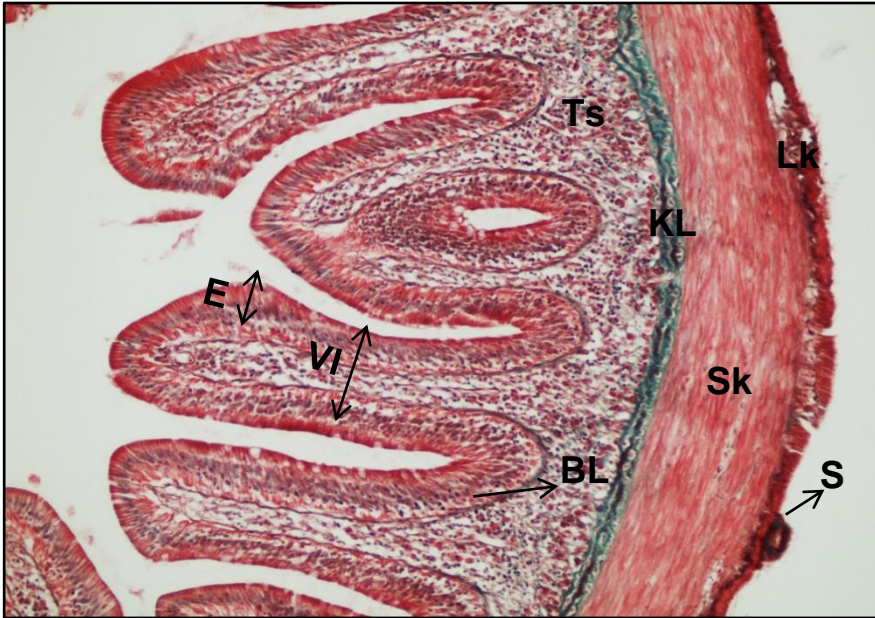
Şekil 4.19. Kontrol grubu *C. gibelio* barsak dokusunun genel görünümü. Barsak duvarı (bd), lümen (Lü). H-E, 10X



Şekil 4.20. Kontrol grubuna ait barsak dokusu kesiti. Villus (V), epitel (E), bazal lamina (BL), tunika submukoza (Ts), tunika muskularis (Tm). H-E, 20X



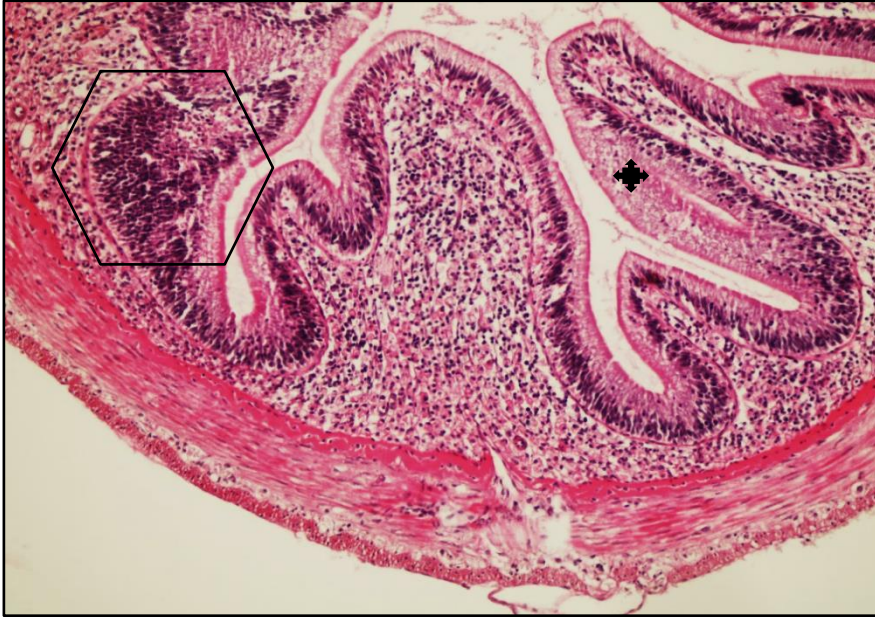
Şekil 4.21. Kontrol grubu *C. gibelio* barsak dokusunda villusların görünümü. Prizmatik Epitel (E), bazal lamina (BL), bağ dokusu (Bd). H-E, 40X



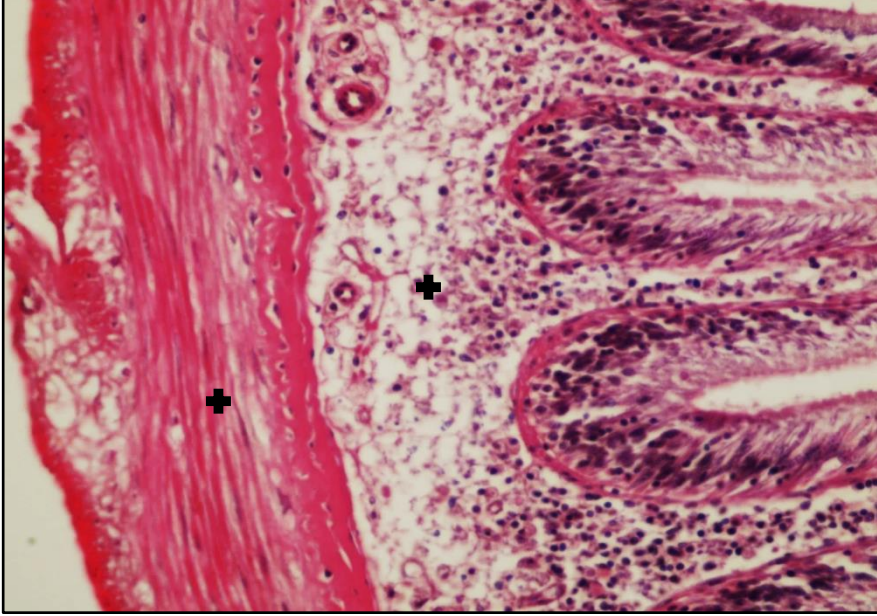
Şekil 4.22. Kontrol grubu *C. gibelio* barsak dokusu. Villus (VI), epitel (E), bazal lamina (BL), tunika submukoza (Ts), kollajen lif demetleri (stratum compactum) (KL), sirküler kas tabakası (Sk), longitudinal kas tabakası (Lk), tunika serosa (S). Gomori trikrom, 20X

4.2.2.2. Deneý grubu (Umurlu ve Koçarlı)

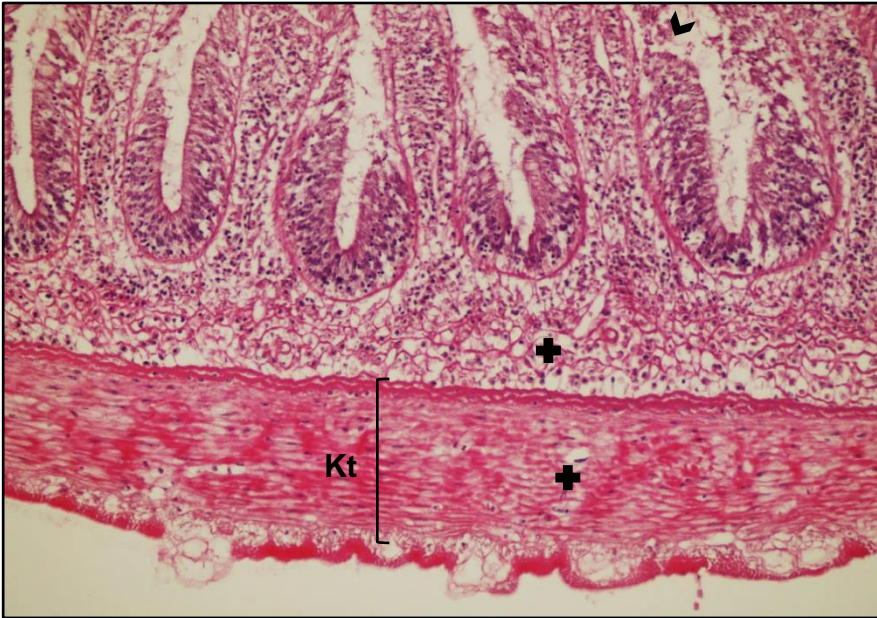
Yapılan incelemeler sonucunda her iki lokaliteden yakalanan *Carassius gibelio*'nun barsak dokularında önemli histopatolojik değişiklikler tespit edilmiştir. Balıkların barsak dokularında epitelyal ödem (Şekil 4.23-27,31) ve hiperplazik epitel hücrelerine her iki lokalitede sıklıkla rastlanmıştır (Şekil 4.25,27-29,30). Kas tabakası ve submukozada ödem sonucu epitel hücrelerde vakuolizasyon (Şekil 4.28,30) ve bazal laminada bozulma (Şekil 4.28) tespit edilmiştir. Bazı kesitlerde submukozada artan kollajen liflerden kaynaklanan boyanma farklılıkları (Şekil 4.29) ve yine bu bölgelerde artan eozinofili (Şekil 4.26,27,31) gözlenmiştir. Kas liflerinde çözünme ve hemoraji önemli bulgular arasındadır (Şekil 4.32). Barsak dokusundaki villus uçlarında epitelyal hiperplazi, lenfosit infiltrasyonu (Şekil 4.23) ve nekroz dikkat çekici bulgular arasında yer almaktadır (Şekil 4.32,33).



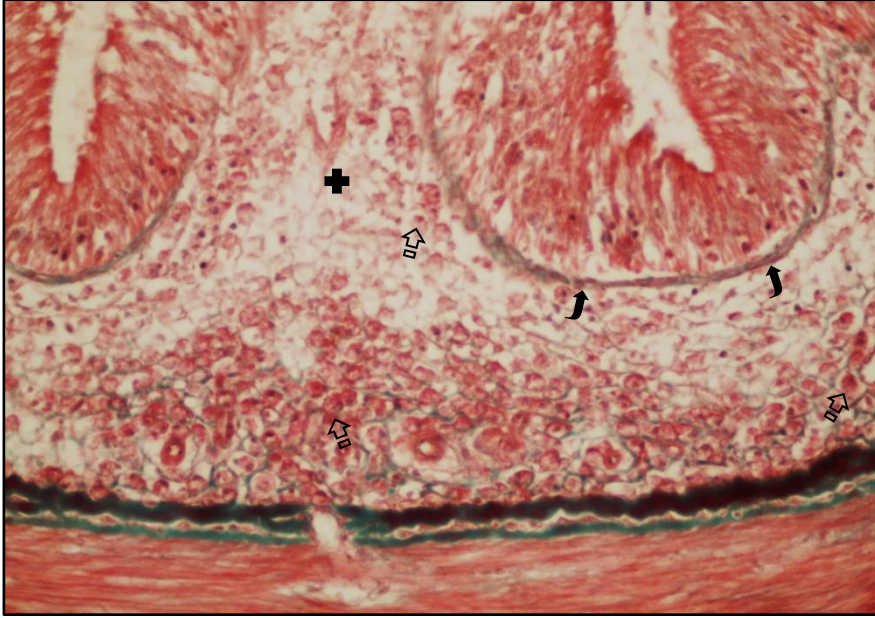
Şekil 4.23. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların barsak dokusunda epitelyal hiperplazi (◆), submukoza ve epitelde lenfosit infiltrasyonu (◻). H-E, 20X



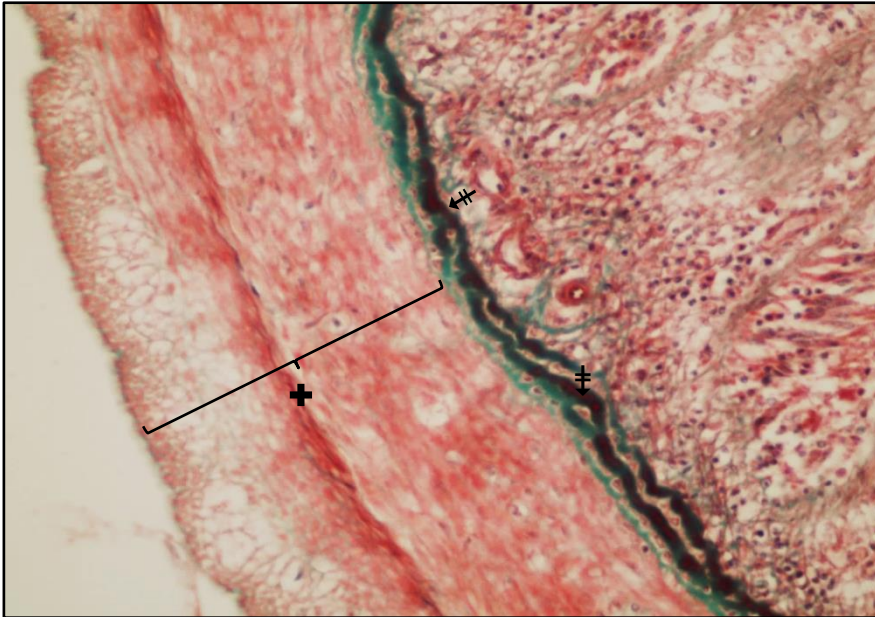
Şekil 4.24. Umurlu bölgesine ait balıkların barsak dokusu submukoza ve kas tabakasında ileri düzeyde ödem (+) izlenmektedir. H-E, 40X



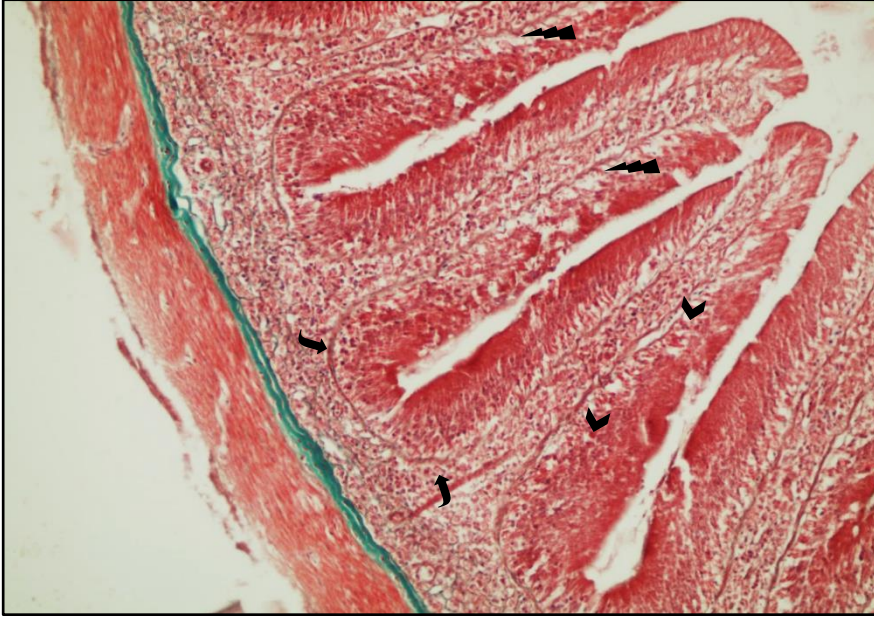
Şekil 4.25. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların barsak dokusundaki villusların uç bölgelerinde nekrotik epitel hücreleri (▼), lamina propria/submukozada, kas tabakasında (Kt) ileri düzeyde ödem (+). H-E, 20X



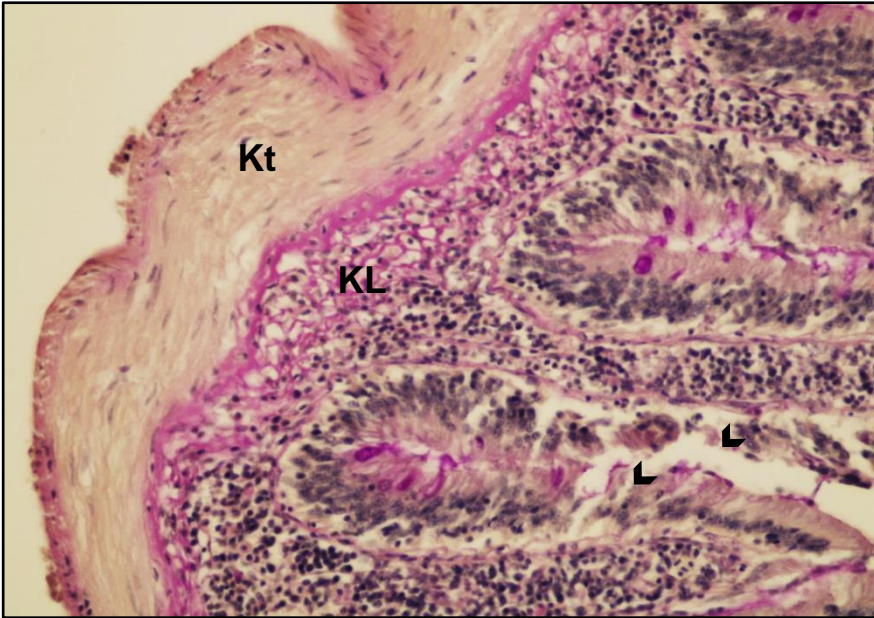
Şekil 4.26. Koçarlı bölgesine ait balıkların barsak epitel bazal laminasında bozulma (↓) submukozaında ileri düzeyde ödem (⊕) ve bu tabakada artan eozinofilik hücreler (⊞). Gomori trikrom, 40X



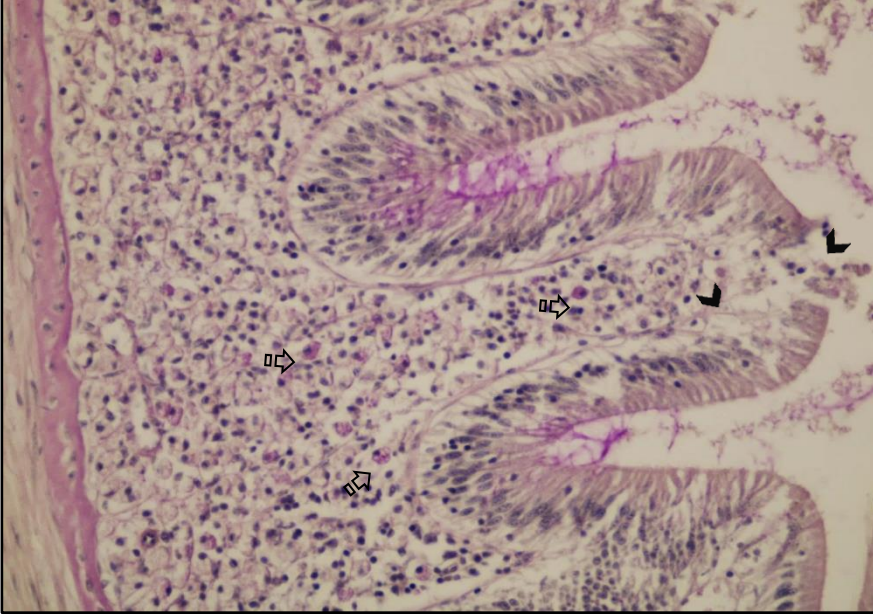
Şekil 4.27. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların barsak dokusunun kas tabakası lif yapısında ödeme bağlı bozulma (⊕), kollajen lif bandında artan eozinofili (⊞). Gomori trikrom, 40X



Şekil 4.28. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların barsak dokusuna ait kesitlerde, epitel hücre vakuolizasyonu (↖), bazal laminasında bozulma (↓), nekrotik ve hiperplazik epitel hücreleri (↘) gözlenmektedir. Gomori trikrom, 20X



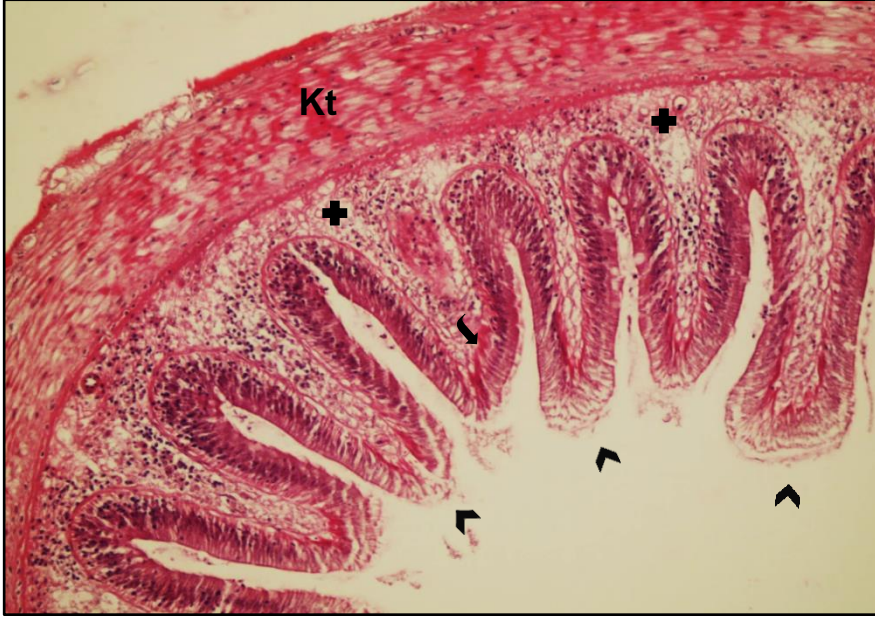
Şekil 4.29. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların barsak dokusundaki kas tabakasında boyanma farklılıkları (Kt), submukozada artan kollajen lifler (KL) ve nekrotik epitel hücreleri (↘) izlenmektedir. PAS, 40X



Şekil 4.30. Koçarlı bölgesi balıklarının barsak dokusunda nekrotik epitel hücreleri (▼) ve lamina propria /submukoza tabakasında artan eozinofilik hücreler (⬆). PAS, 40X



Şekil 4.31. Umurlu bölgesine ait balıkların barsak dokusu ileri düzeyde epitelyal hiperplazi (↔), submukoza tabakasında ödem (+) kas tabakasında artan eozinofili (⬆). Epitel tabakası içerisine yoğun lenfosit infiltrasyonu. H-E, 20X



Şekil 4.32. Barsak dokusu (Koçarlı) kas tabakası (Kt) liflerinde ve submukozada ödeme bağlı çözünme, villus uçlarındaki nekrotik epitel hücrelerinin (▼) bazal laminasında kalınlaşma ve bozulma (↯) gözlenmiştir. H-E, 20X

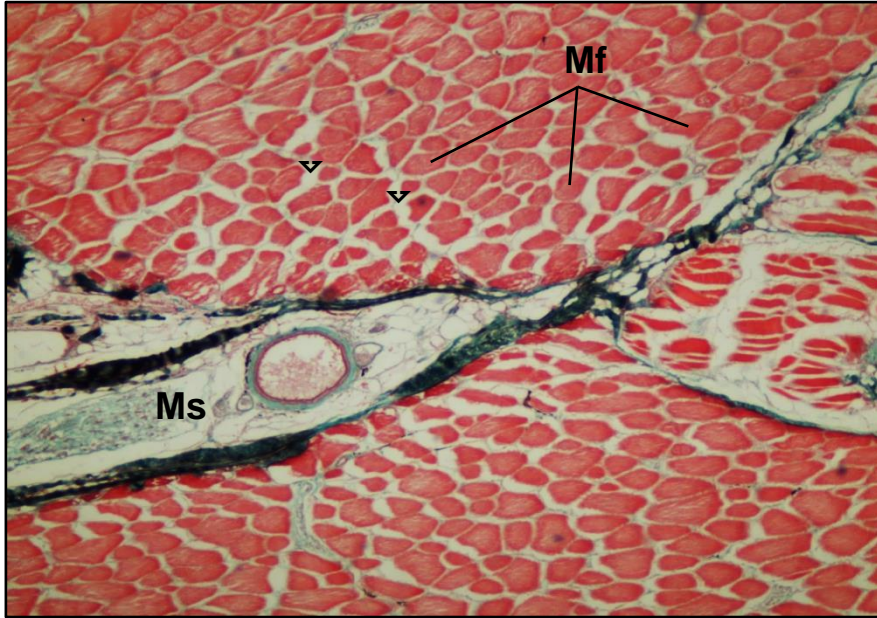


Şekil 4.33. Koçarlı bölgesi balıklarının barsak dokusundaki villus uçlarında epitelyal hiperplazi (◆), epitel hücre bazal laminasında kalınlaşma ve bozulma (↯) dikkat çekmektedir. H-E, 20X

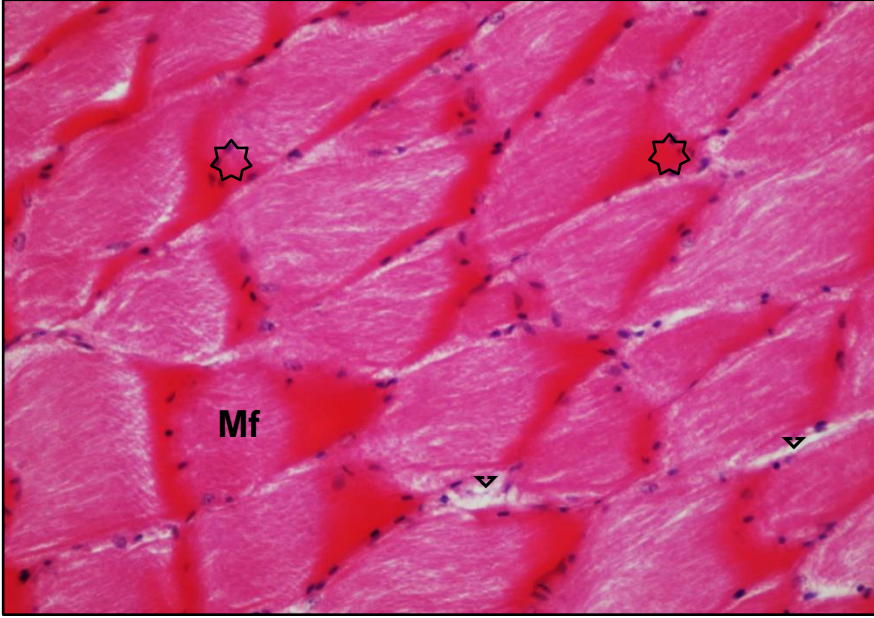
4.2.3. Kas

4.2.3.1. Kontrol grubu

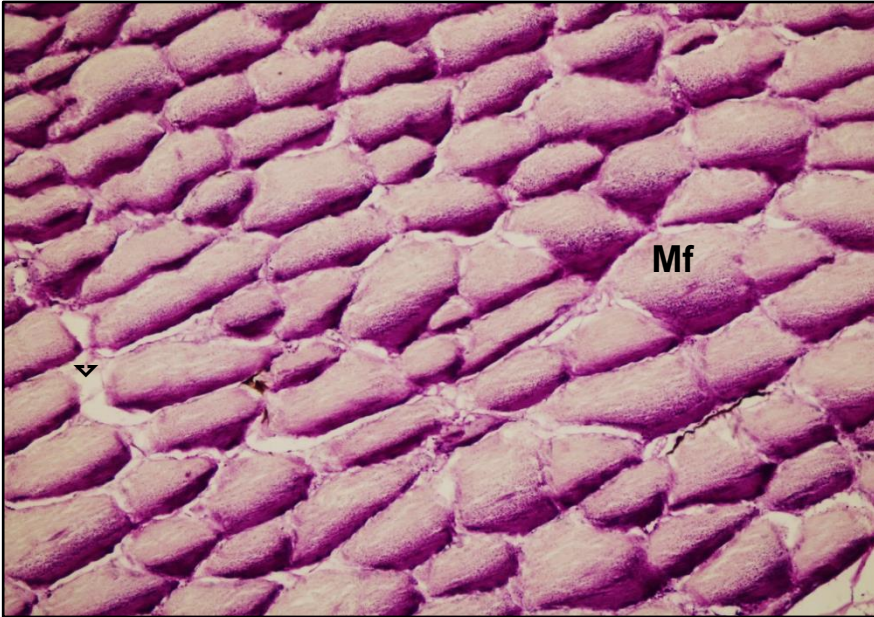
C. gibelio'nun kas dokusu her biri ayrı bir kas hücresi (myosit) olan ve bağ dokusu ile bir arada tutulan boyuna kas liflerinden oluşmuştur (Şekil 4.34,35). Vücut kasını oluşturan bu kas hücreleri sarkolemmanın hemen altında yer alan çok sayıda nükleusa sahiptir (Şekil 4.35). Herbir kas hücresi myoflamentlerden oluşan, ışık mikroskop düzeyinde de ayırt edilebilen, longitudinal myofibrilleri içermektedir (Şekil 4.34,35). Kas liflerinin bir araya gelmesiyle oluşan kas bandları arasında kan damarları, kollajen ve elastik lifleri içeren bağ dokusu (myoseptum), yer almaktadır (Şekil 4.34). PAS reaksiyonu uygulanan kesitlerde birçok myosit yoğun glikojen içermektedir (Şekil 4.36).



Şekil 4.34. Kontrol grubu *C. gibelio* kas dokusunun genel görünümü. Myofibril (Mf), intermyofibriler bağ dokusu (▼), myotomlar arası bağ dokusu (myoseptum) (Ms). Gomori trikrom, 20X



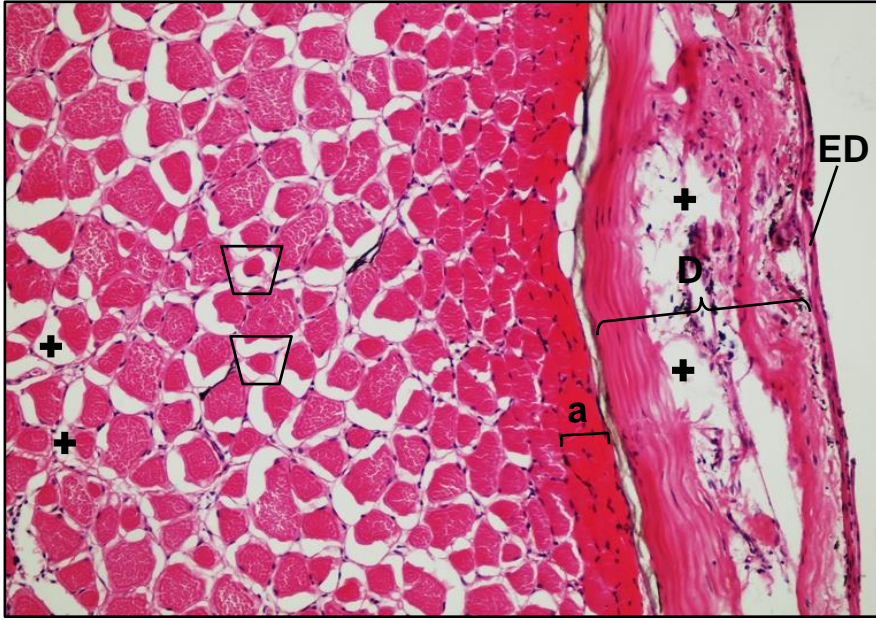
Şekil 4.35. Kontrol grubu kas dokusu kesiti. Myosit nükleusu (☆) intermyofibriler bağ dokusu (▼), Myofibril (Mf). H-E, 40X



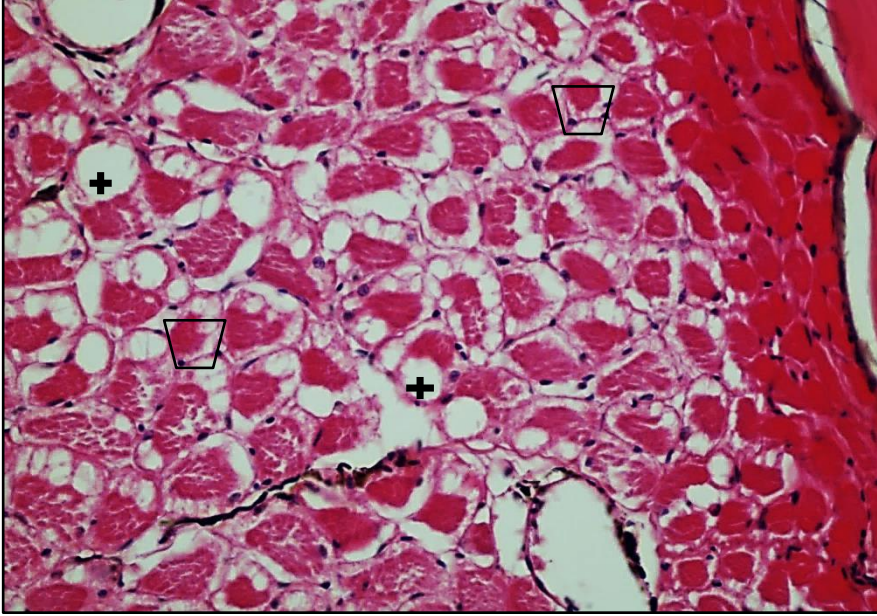
Şekil 4.36. Kontrol grubuna ait kas dokusu myofibrilerin (Mf) görünümü. İntermyofibriler bağ dokusu (▼). PAS 40X

4.2.3.2. Deneş grubu (Umurlu ve Koçarlı)

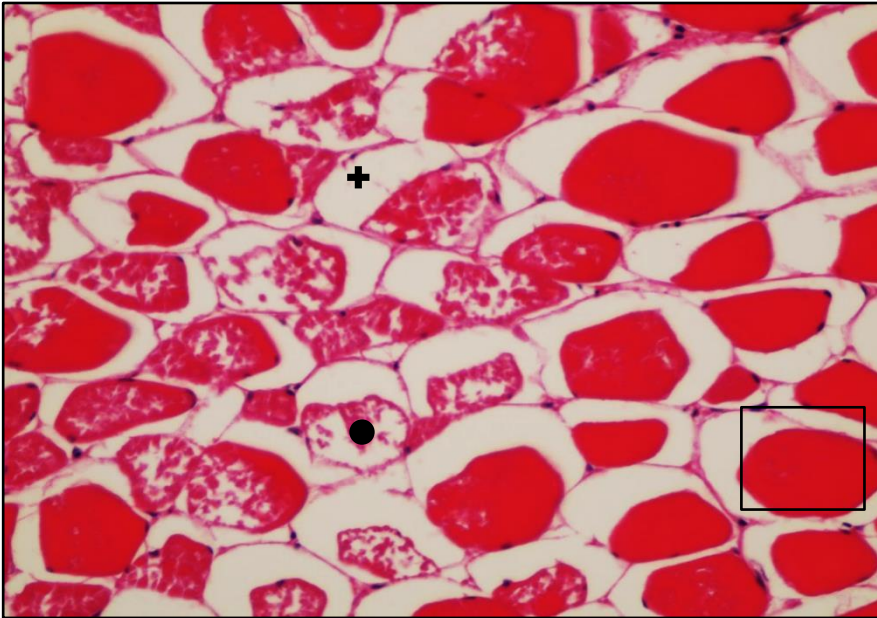
Yapılan incelemeler sonucunda her iki lokaliteden yakalanan *C. gibelio*'nun kas dokusunda bazı histopatolojik değişiklikler tespit edilmiştir. Her iki bölgede de intermyofibriller ödem (Şekil 4.37-41) ve kas fibrillerinde (myosit) küçülme/atrofi (Şekil 4.37,38,40) karakteristik bir bulgudur. İntermyofibriller ödeme bağlı nekrotik myositler (Şekil 4.39-44) ve vakuolizasyon (Şekil 4.45) önemli bulgular arasındadır. Kas myotomları arasındaki bağ dokusunda çözümler ve boyanma farklılığı gösteren nekrotif kas fibrilleri çarpıcı bulgulardandır (Şekil 4.41,42). Balıkların kas dokularında glikojen depolayamayan ya da kısmi depolayan myositler tespit edilmiştir (Şekil 4.44,46,47).



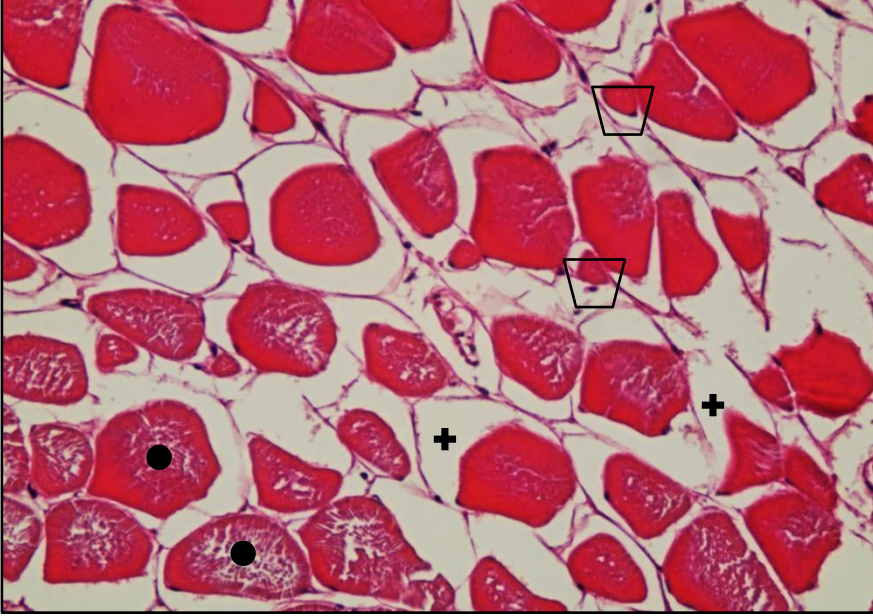
Şekil 4.37. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusundaki myofibrillerde ve dermiste ödem (+), atrofik (▽) ve asidofilik myositler (a). D; Dermis, ED; epidermis. H-E, 10X



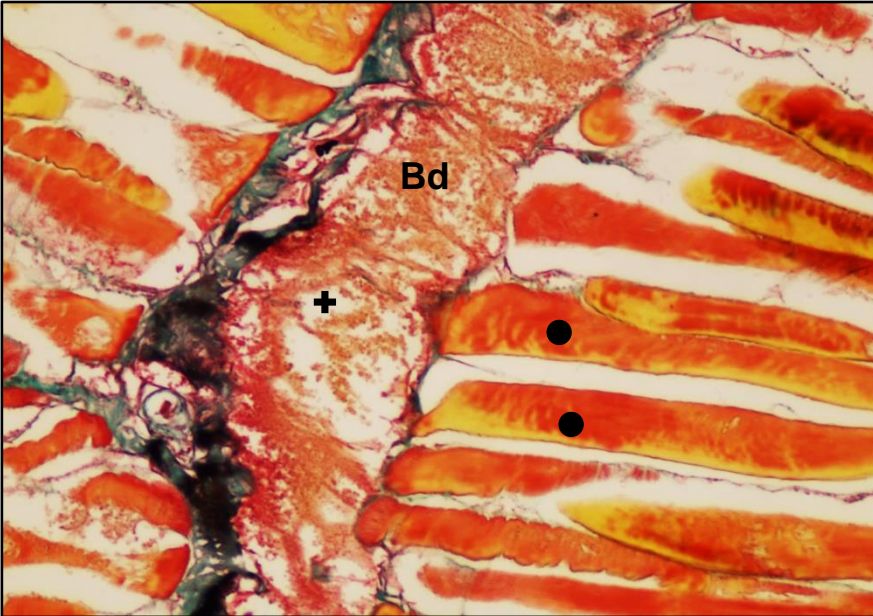
Şekil 4.38. Umurlu bölgesine ait balıkların kas dokusu myofibrillerinde ileri düzeyde ödem (+), ve myositlerde atrofi (□). H-E, 20X



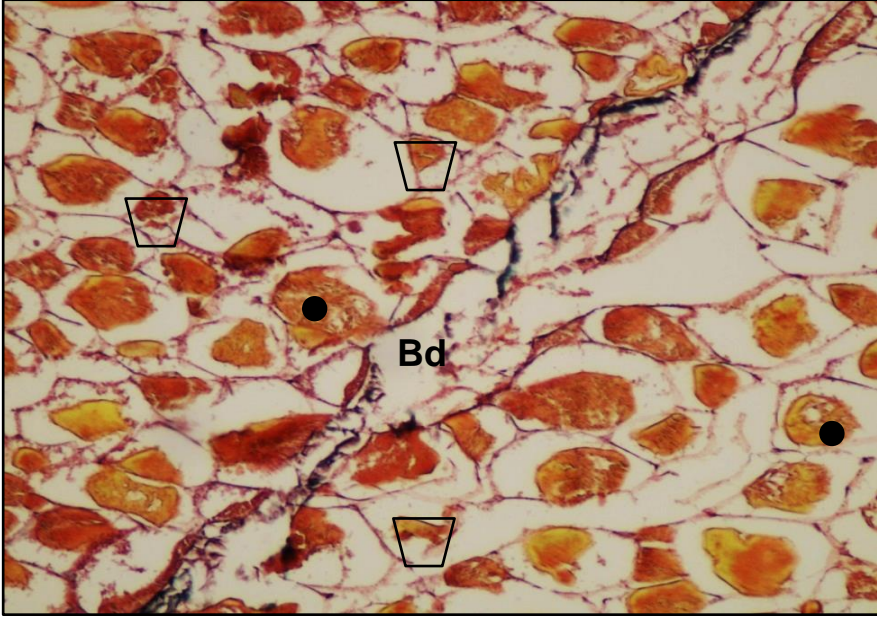
Şekil 4.39. *C. gibelio* (Umurlu) kas dokusu myofibrillerinde ileri düzeyde ödem (+) dikkat çekmektedir. Aynı bölgede nekrotik myositler (●) ve myositlerde artan eozinofili (□) görülmektedir. H-E, 40X



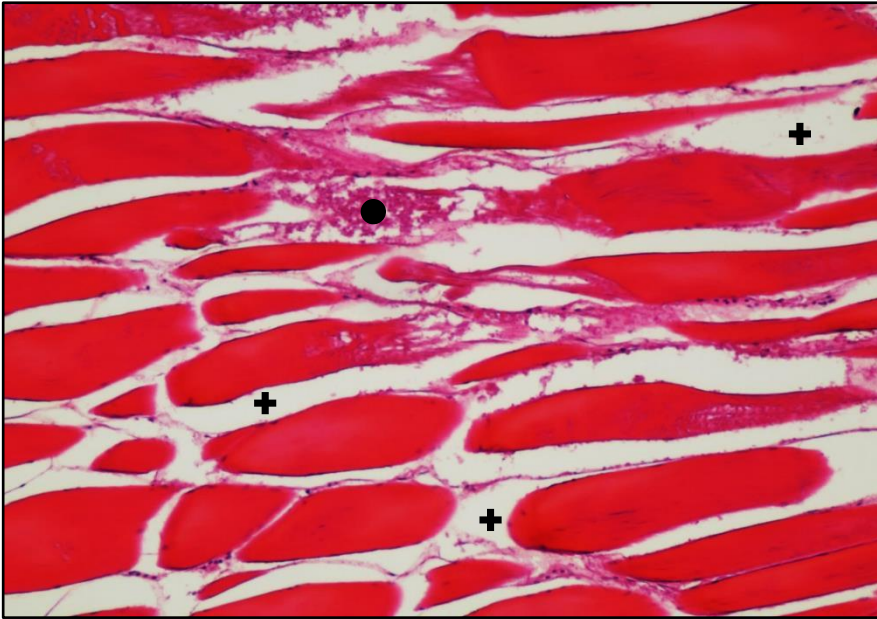
Şekil 4.40. Koçarlı bölgesi balıklarının kas liflerinde ileri düzeyde atrofi (▽) ve ödem (+) görülmektedir. ●, nekrotik kas fibrilleri gözlenmiştir. H-E, 40X



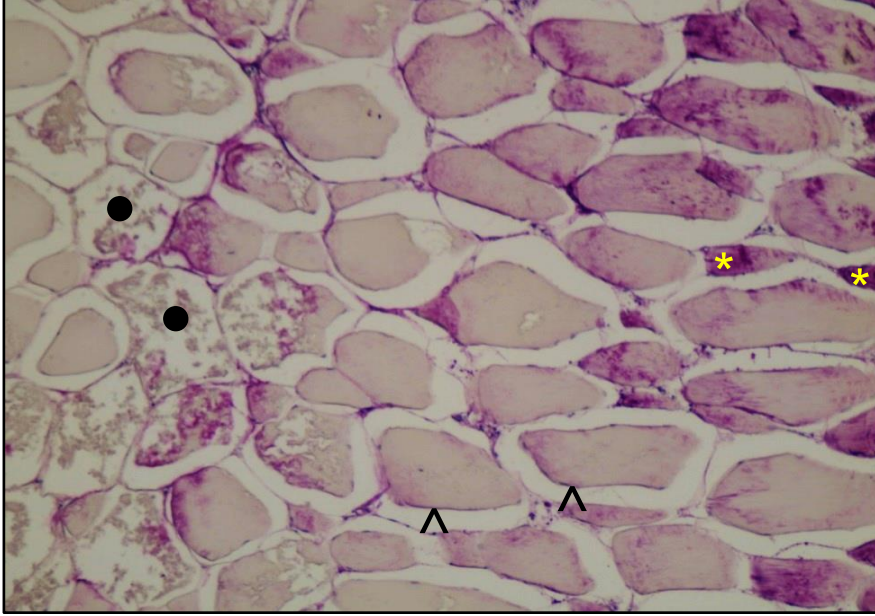
Şekil 4.41. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların myotomlar arasındaki bağ dokuda ileri düzeyde ödem (+) ve nekrotik kas liflerinde boyanma da değişimi (●) izlenmektedir. Bd; bağ dokusu. Gomori trikrom, 40X



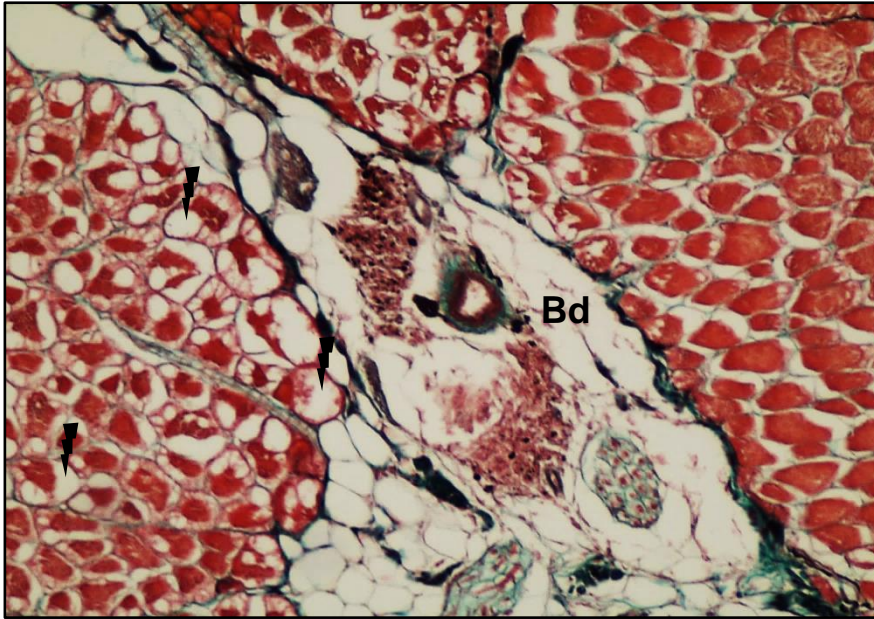
Şekil 4.42. Umurlu bölgesi balıklarına ait myotomlar arasındaki bağ dokusunda (Bd) çözünmeler ve boyanma farklılığı gösteren nekrotik kas fibrilleri (●) görülmektedir. ▽; Myofibrillerde atrofi. Gomori trikrom, 20X



Şekil 4.43. Koçarlı bölgesine ait balıklarının myofibrillerinde nekroz (●). +; myofibriller arası ödem H-E, 40X



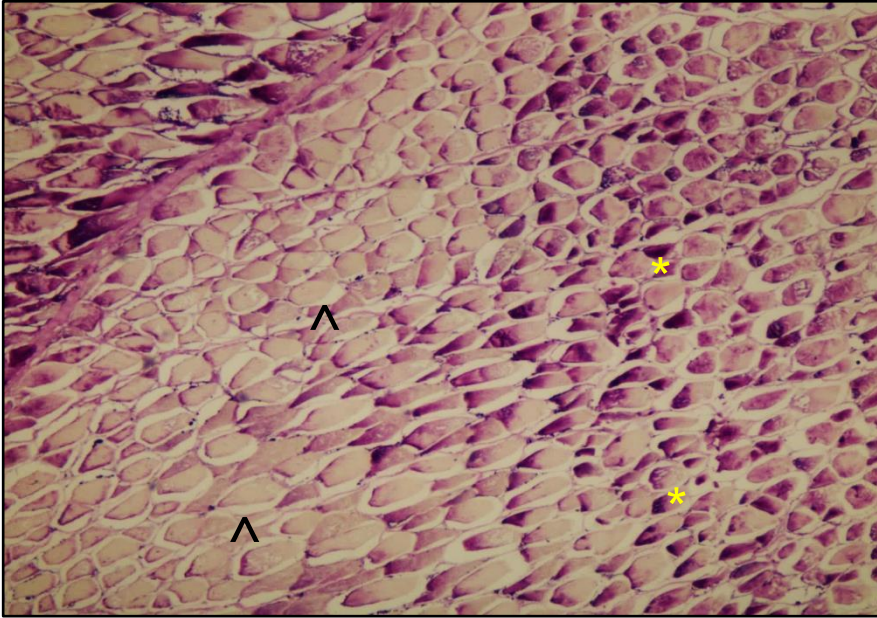
Şekil 4.44. Koçarlı bölgesi balıkların kas dokusunda glikojen depolayamayan (▲) ve kısmen glikojen depolayabilen myositler (*) izlenmektedir. ● ; nekrotik myofibrilleri. PAS, 40X



Şekil 4.45. Umurlu bölgesinden yakalanan *C. gibelio* myositlerinde ileri düzeyde vakuolizasyon (▲), bağ dokusu (Bd). Gomori trikrom, 20X



Şekil 4.46. Umurlu bölgesi balıklarına ait kas dokusunda glikojen depolayamayan myositler (▲) gözlenmektedir. PAS, 10X



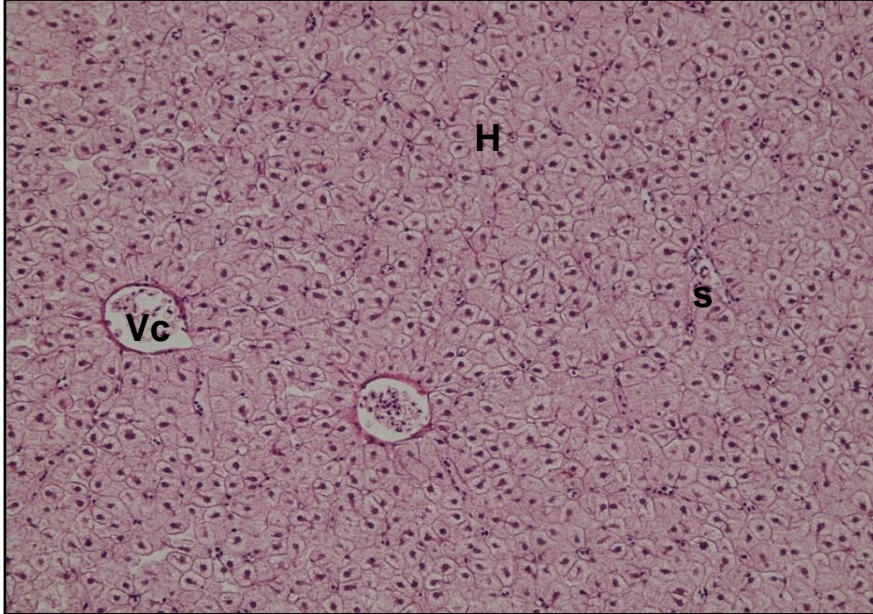
Şekil 4.47. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusunda glikojen depolayamayan myositler (▲) ve kısmen glikojen depolayan myositler (*). PAS, 10X

4.2.4. Karaciğer

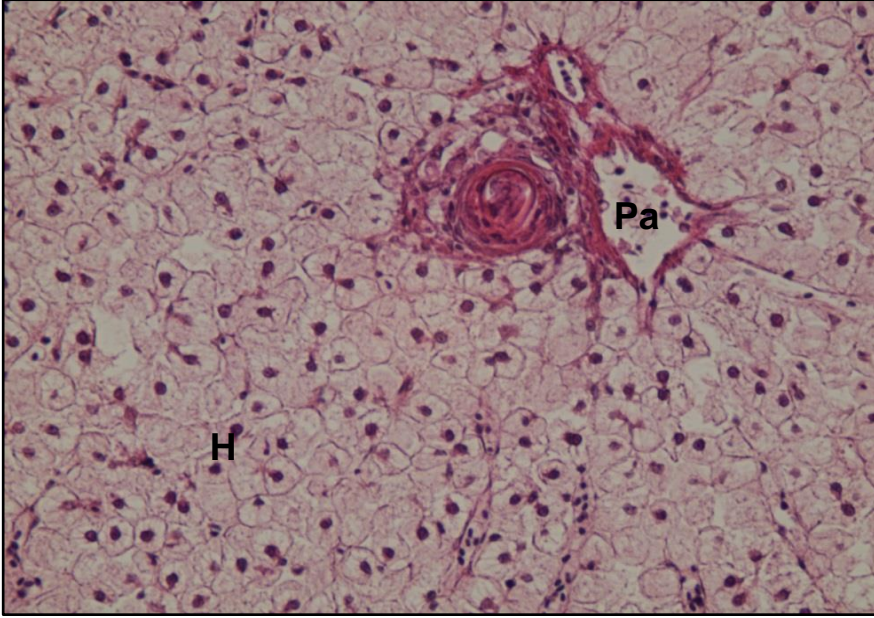
4.2.4.1. Kontrol grubu

Loplu yapıda olan *C. gibelio* karaciğeri mikroskobik olarak parankima ve stroma olarak iki bölümden oluşmuştur. Parankimayı hepatositler, stromayı ise hepatopankreas, safra duktusu, kan damarları ve bağ dokusu oluşturur (Şekil 4.48-51). Hepatik kordonlar oluşturan parankimal hücreler düzensiz dizilim gösterir. Hepatik kordonlar arasında sinuzoid olarak tanımlanan kan damarları yer alır (Şekil 4.48,49). Her bir sinuzoid içte endotel hücreleri ile kaplıdır, dışta ise periferel bağ dokusu içerir (Şekil 4.49,51). Hepatositler yoğun boyanmış nükleolusa ve belirgin, düzgün yuvarlak nükleusa sahip poligonal hücrelerdir (Şekil 4.50,51,52).

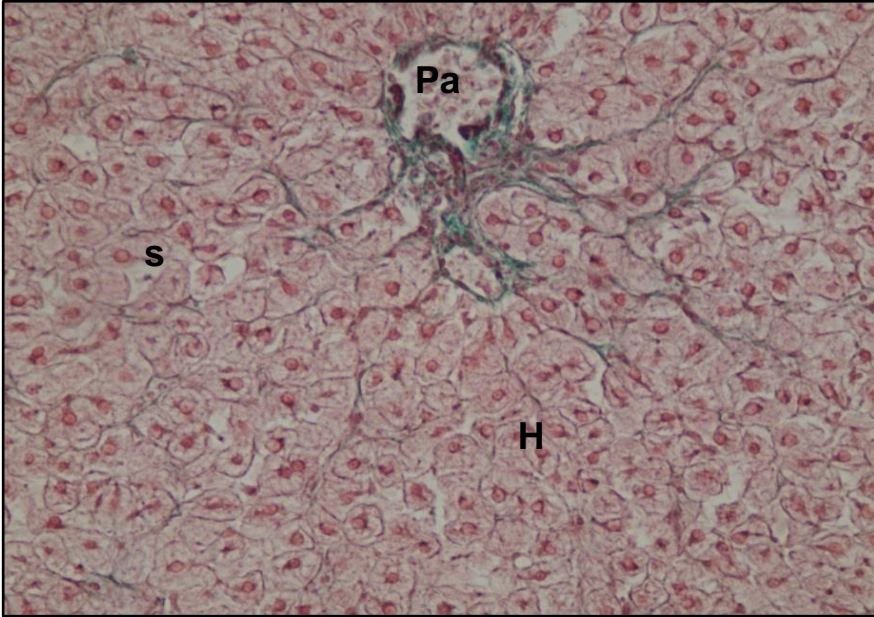
Kontrol grubuna ait elde edilen karaciğer preparatlarında yapılan incelemelerde, karaciğer dokusunun normal yapılanma gösterdiği belirlenmiştir. Hepatositler homojen sitoplazmalı, büyük, yuvarlak ve merkezde konumlanmış nükleus içermektedir (Şekil 4.49-52).



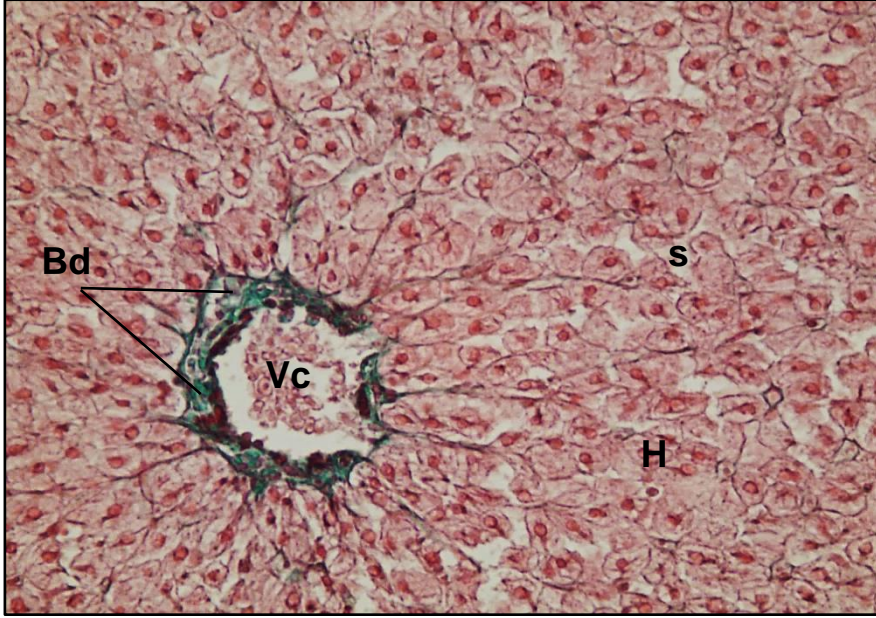
Şekil 4.48. Kontrol grubu *C. gibelio* karaciğer kesitinde klasik lobül merkezinde vena centralis (Vc), etrafındaki hepatosit kordonları (H) ve aralarında yer alan sinuzoidler (s) izlenmektedir. H-E, 20X



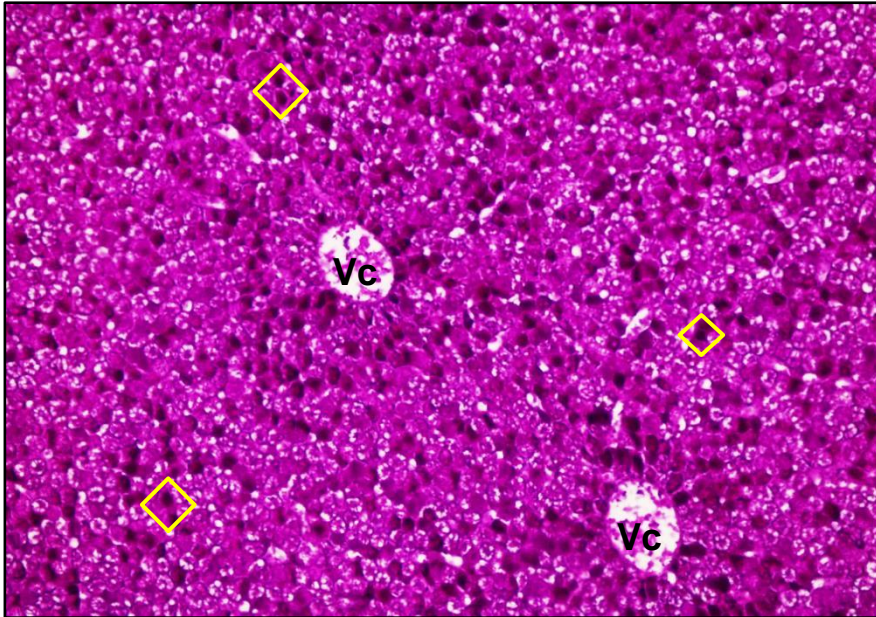
Şekil 4.49. Kontrol grubu *C. gibelio* karaciğer dokusunda portal alan (Pa) ve çevresindeki hepatositler (H) görülmektedir. H-E, 40X



Şekil 4.50. Kontrol grubu *C. gibelio* karaciğer dokusunun genel görünümü. Portal alan (Pa), hepatosit (H), sinuzoid (s). Gomori trikrom, 40X



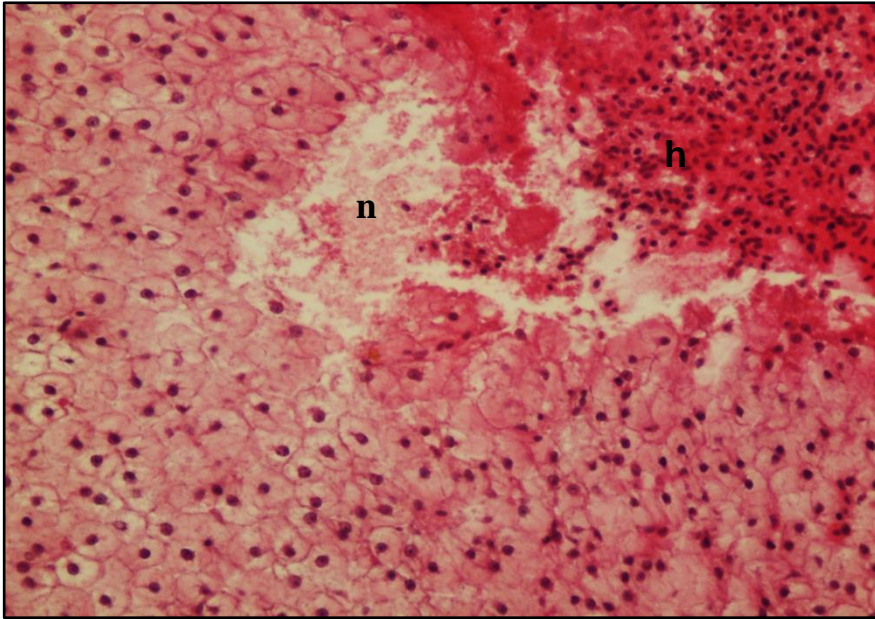
Şekil 4.51. Kontrol grubu *C. gibelio* karaciğer dokusunda klasik lobül görülmektedir. Hepatosit (H), sinuzoid (s), vena centralis (Vc) duvarını oluşturan bağ dokusu (Bd) lifleri. Gomori trikrom, 40X



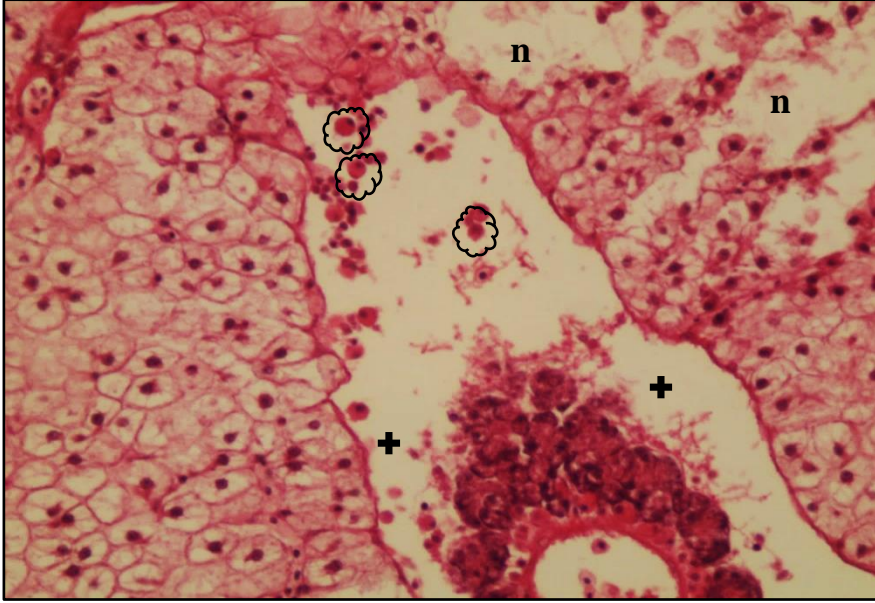
Şekil 4.52. Kontrol grubu *C. gibelio* karaciğer dokusunda yoğun glikojen depolamış hepatositler (◇), Vc; vena centralis. PAS, 20X

4.2.4.2. Deney grubu (Umurlu ve Koçarlı)

Yapılan incelemeler sonucunda her iki lokaliteden yakalanan *C. gibelio*'nun karaciğer dokusunda bazı histopatolojik değişiklikler tespit edilmiştir. Her iki bölgede nekroz (Şekil 4.53-57) ve ödem (Şekil 4.54,58-61) karakteristik bir bulgu olarak göze çarpmıştır. Ödeme bağlı olarak perivasküler alanda genişleme (Şekil 4.55,60-62) ve vakuolar dejenerasyon (Şekil 4.63,64,67) gözlenmektedir. Bazı kesitlerde eozinofilik lökositlerin sayısında artış (Şekil 4.54,55,59,65), kongesyon (Şekil 4.66,67,55,56) ve hemoraji (Şekil 4.53,67) tespit edilmiştir. Bazı kesitlerde ise glikojen birikimi (Şekil 4.68) ve damarlarda bozulma (Şekil 4.68,55,60) gözlenmiştir. Boyanma farklılıkları (Şekil 4.69) ve hepatoselüler dejenerasyon (Şekil 4.58) dikkat çekici bulgular arasındadır. Bazı hepatositlerde piknotik nükleus (Şekil 4.64,57) gözlenmiş ve bu hepatositlerin glikojen depolayamadıkları (Şekil 4.63,64,69,57) tespit edilmiştir.



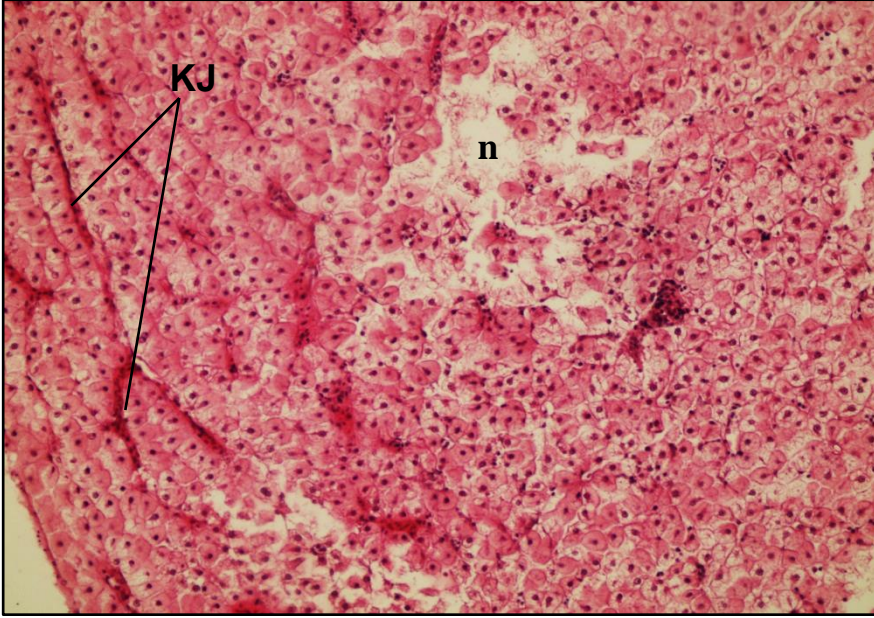
Şekil 4.53. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusunda nekroz (n) ve hemoraji (h) izlenmektedir. H-E, 40X



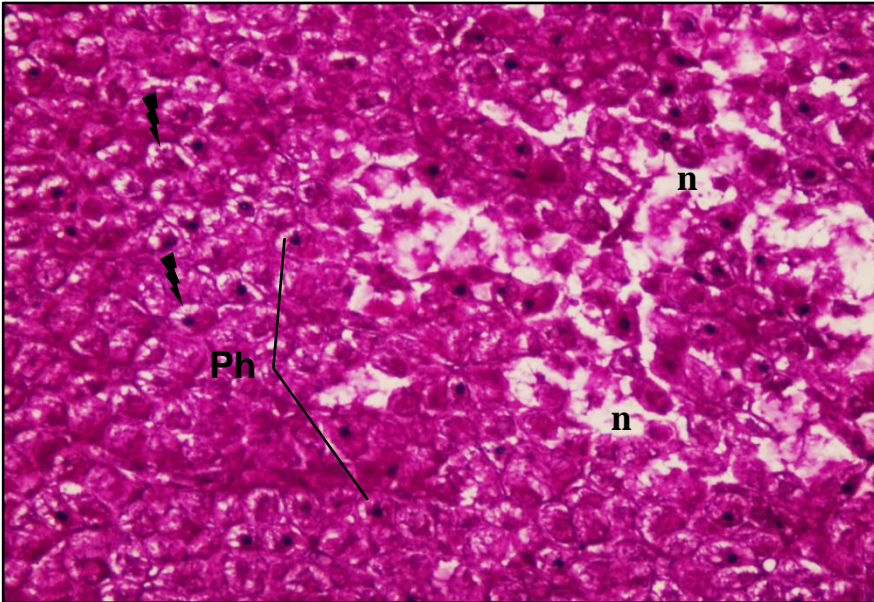
Şekil 4.54. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer parankimasında nekrotik alanlar (n), eozinofilik lökositler (), hepatopankreatik alanda ödeme bağlı genişleme (+). H-E, 40X



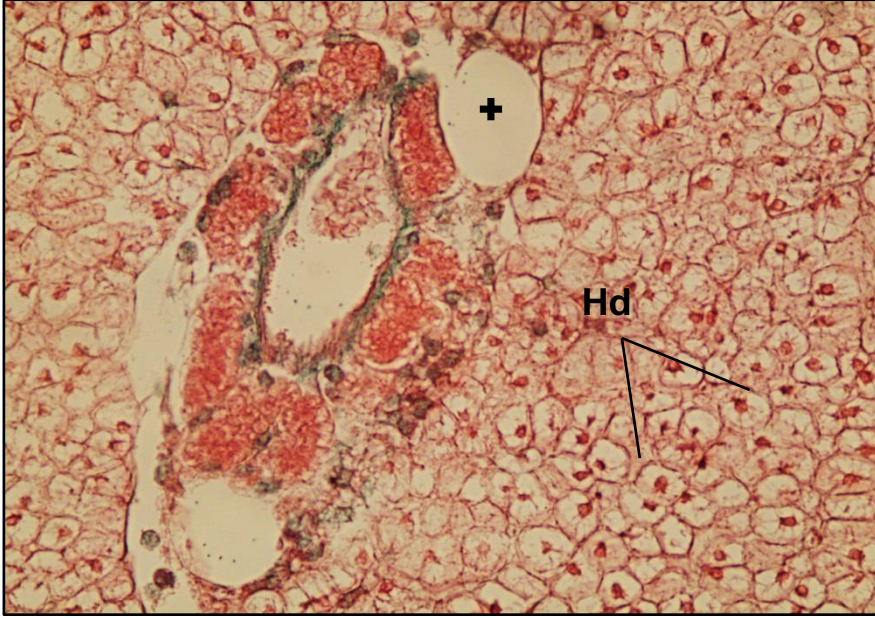
Şekil 4.55. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusundaki perivasküler alanda genişleme (Pg) ve birikmiş eozinofil lökositler (), nekrotik hepatik doku (n) ve sinuzoidal kongesyon (KJ) görülmektedir. H-E, 20X



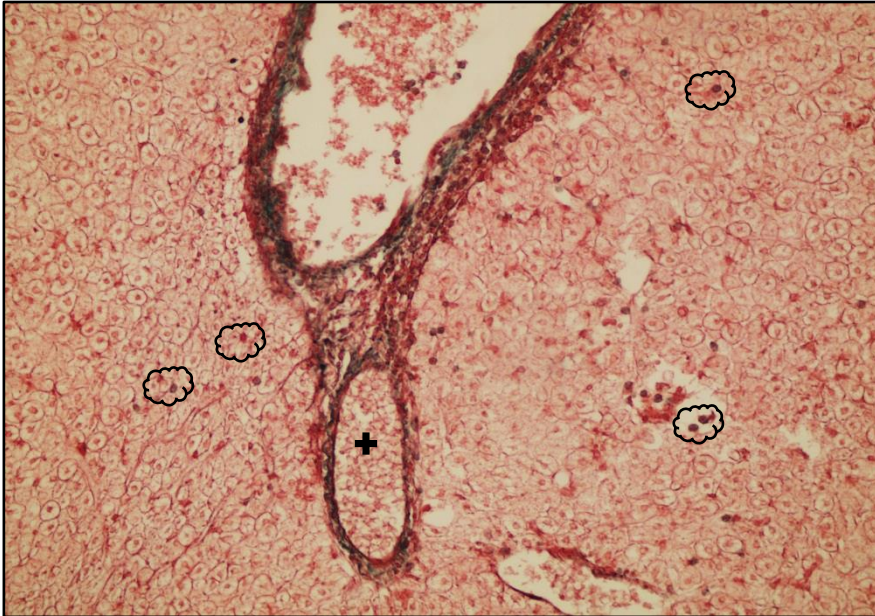
Şekil 4.56. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusunda parankimal nekroz (n) ve sinuzoidal kongesyon (KJ) izlenmektedir. H-E, 20X



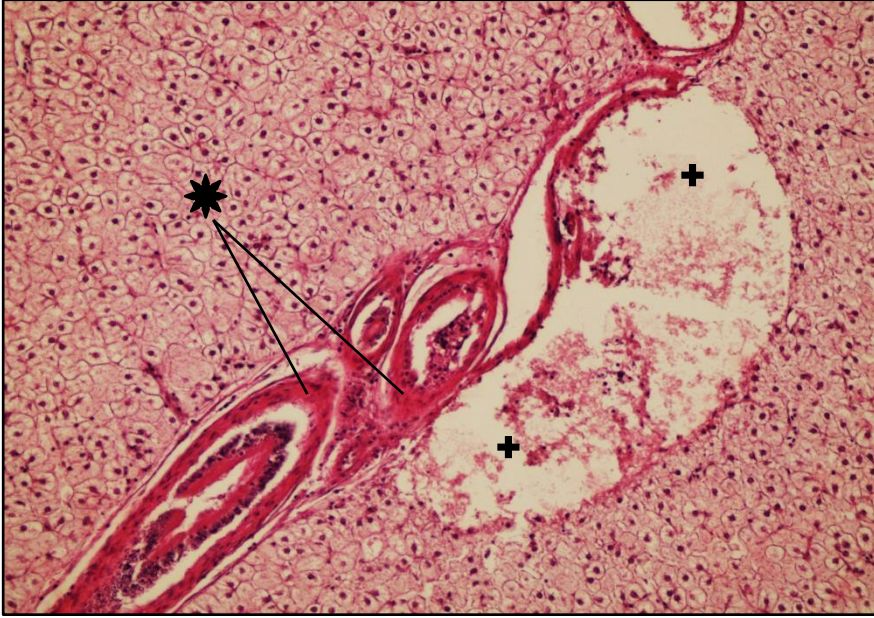
Şekil 4.57. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusunda piknotik nükleuslu hepatositler (Ph) ve vakuolar dejenerasyon (vakuolar dejenerasyon) görülmekte, bu hepatositlerin glikojen depolayamadıkları, nekroza (n) gittikleri gözlenmektedir PAS, 40X



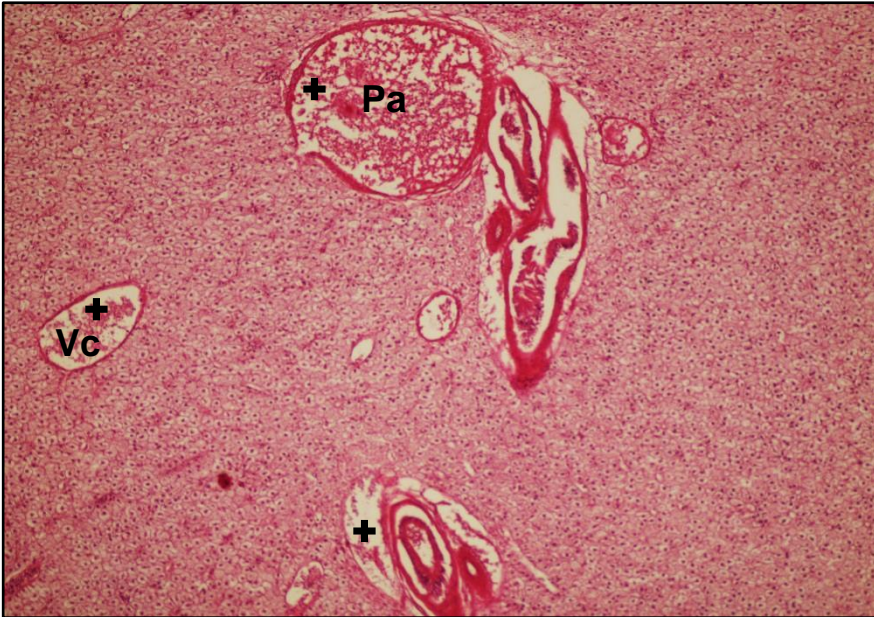
Şekil 4.58. Umurlu bölgesine ait balıkların karaciğer dokusunda hepatoselüler dejenerasyon (Hd) ve hepatopankreatik bölgede ödem (+). Gomori trikrom 40X



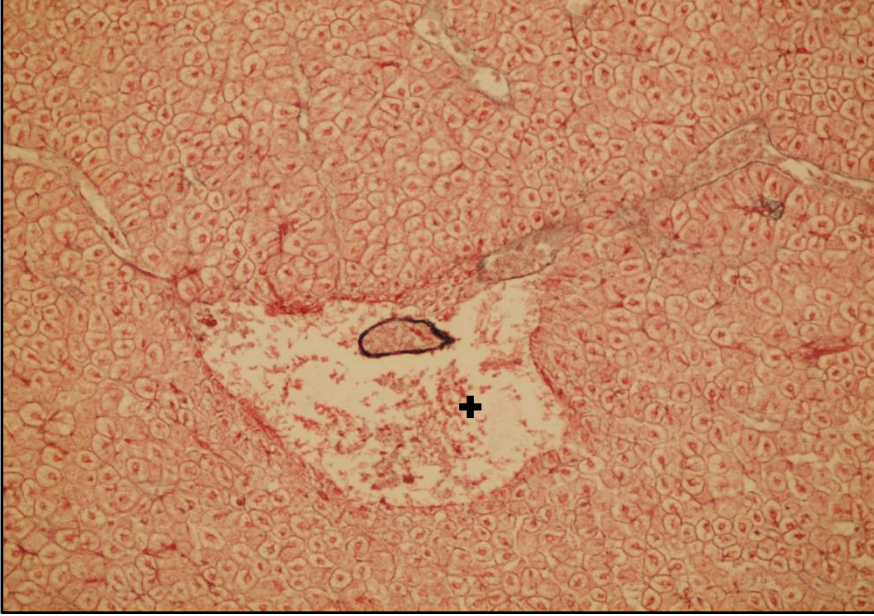
Şekil 4.59. Umurlu bölgesinden yakalanan *C. gibelio* karaciğer dokusu damarlarında ödem (+) ve sinuzoidlerde artan eozinofilik lökositler (☁) görülmektedir. Gomori trikrom, 20X



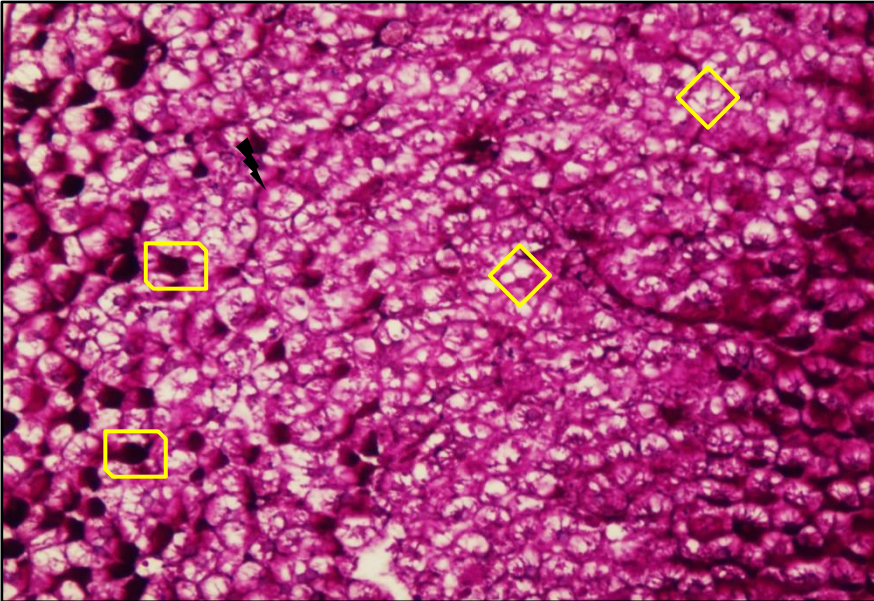
Şekil 4.60. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusundaki damarlarda bozulma (★) ve perivasküler alanda ödeme (+) bağlı genişleme gözlenmektedir. H-E, 20X



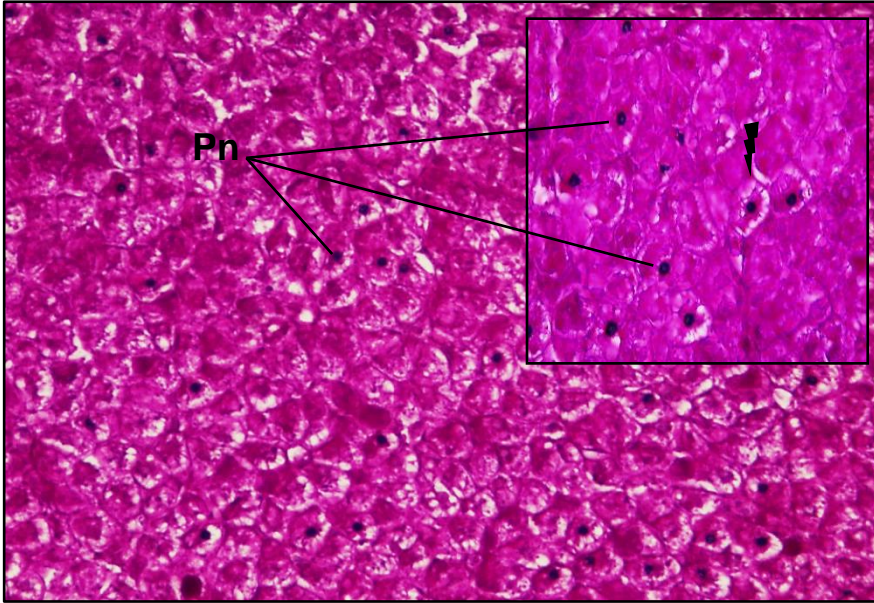
Şekil 4.61. Koçarlı bölgesine ait balıkların karaciğer dokusunda portal alanda (Pa), vena centralisde (Vc) ödem (+) ve ödeme bağlı perivasküler genişlemeler. H-E, 10X



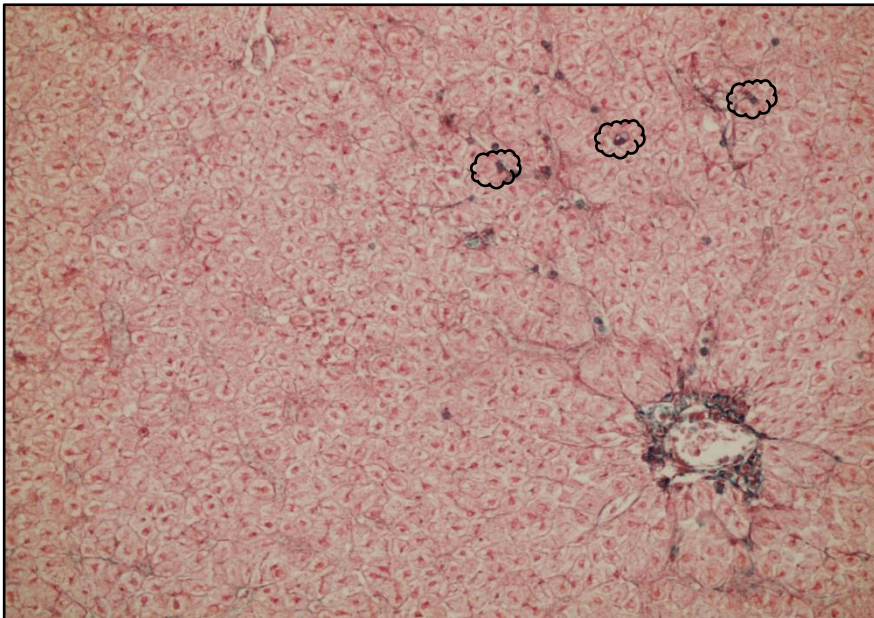
Şekil 4.62. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusundaki perivasküler alanda ödeme (+) bağlı genişleme. Gomori trikrom, 20X



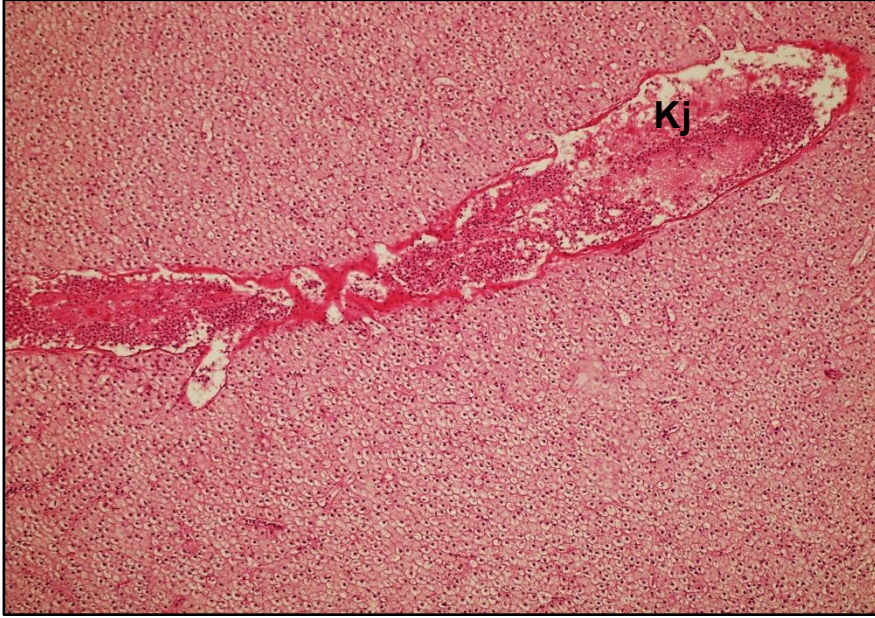
Şekil 4.63. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların vakuolar dejenerasyonlu hepatositlerinde glikojenin depolanmadığı gözlenmektedir (◇). Glikojen içeren hepatositler (□). PAS, 20X



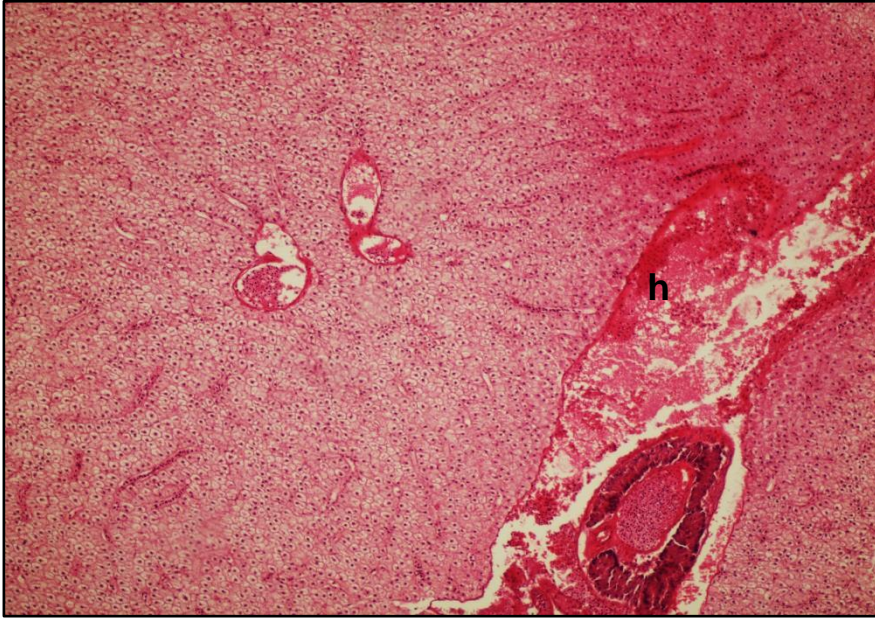
Şekil 4.64. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusunda piknotik nükleuslu (Pn) ve vakuolar dejenerasyonlu (➡) çoğu hepatositin glikojen içermediği görülmektedir. PAS, 40X



Şekil 4.65. Koçarlı bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusu sinusoidlerinde çok sayıda eozinofil lökosit (⊗) izlenmektedir. Gomori trikrom, 10X



Şekil 4.66. Umurlu bölgesinden yakalanan balıkların karaciğer dokusunda kongesyon (Kj). H-E, 10X



Şekil 4.67. Umurlu bölgesi balıklarına ait karaciğer dokusunun hepatopankreatik bölgesinde hemoraji (h) görülmektedir. H-E, 10X



Şekil 4.68. Umurlu bölgesi yakalanan balıkların karaciğer dokusunda yapısı bozulmuş pankreatik kanal (Pk) çevresindeki hepatositlerde boyanma farklılığı gözlenmektedir (X). PAS, 10X

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Büyük Menderes Nehri'ni kirleten etkenler içerisinde Aydın ili ve ilçelerinde polikültür tarım yapan çiftçilerin, bilinçsiz ve kontrolsüzce gübre ve çok çeşitli zirai mücadele ilaçları kullanması sonucunda, yeraltına olan sızmalar ile birlikte, yeraltı sularında ve çeşitli amaçla açılmış kuyularda nitrat içerikli azot bileşikleri kirliliği oluşmuştur. Aydın ilinde kanalizasyon bulunmasına rağmen, sisteme bağlı olmayan sızdırmalı fosseptik çukurları vasıtasıyla kirlenmenin yeraltına sızabilme ihtimali olduğu ortaya çıkmıştır (Anonim 4).

Büyük Menderes Havzası çok yoğun bir karayolu trafiğine sahiptir ve araçlardan kaynaklanan egsoz gazları kirlilik kaynaklarından biridir. Bununla birlikte Aydın karayolu üzerindeki akaryakıt istasyonlarından kaynaklanan atıklar Büyük Menderes Nehri'nin kirlenmesine sebep olan etkenlerden biridir. Büyük bir kısmı Aydın ili sınırları içerisinde bulunan Büyük Menderes Nehri'ndeki kirlilik, Aydın ilinden çok Büyük Menderes Havzasının üst kısmında bulunan sanayi tesislerinden kaynaklanmakta ve Büyük Menderes Nehri, Aydın ili sınırlarına kirlenmiş olarak ulaşmaktadır (Anonim 4).

Uşak İl'inde faaliyet gösteren dericilik, tekstil, pamuklu dokuma, iplik ve seramik sektörlerinin atık suları Adıgüzel Barajı'nı besleyen ve Banaz Çayı'nın bir kolu olan Dokuzsele Çayı'na deşarj edilmektedir. Uşak İl'inde tekstil ağırlıklı Uşak Organize Sanayi Bölgesi ve Uşak Deri Organize Sanayi Bölgesi'nin arıtma tesisinin yapımı tamamlanmış ancak henüz verimli hale gelmediğinden kirlilik sürmektedir (Anonim 4). Aynı şekilde Denizli ilinde faaliyet gösteren çok sayıda çoğunlukla tekstil ağırlıklı işyerlerinin atık suları da Çürüksu Çayı ve Büyük Menderes Nehri'nin diğer yan kolları vasıtası ile Büyük Menderes Nehri'ne boşalmaktadır. Yine Sarayköy yakınlarında faaliyet gösteren Menderes Tekstil Fabrikası'nın arıtma tesisi mevcut olmasına rağmen arıtma tesisinin atık suları doğrudan Büyük Menderes Nehri'ne boşaltılmaktadır. Havzada yer alan illerde faaliyet gösteren diğer küçük sanayi tesislerinin arıtma tesisleri ya bulunmamakta ya da bulunanlar verimli olarak çalıştırılmamaktadır (Anonim 4).

Endüstriyel kirliliğe sebep olan sektörlerden olan tekstil ve deri sanayi, Denizli ve Uşak illerinde fazla miktarda bulunmaktadır. Üst havzadaki kirlilik kaynaklarının etkisi ile Aydın iline ulaşan ve Buharkent ilçe sınırlarından giriş yapan Büyük Menderes Nehrinde, DSİ 21. Bölge Müdürlüğüne yapılan izleme çalışmalarına

göre su kalitesi açısından görülen en ciddi sorunlar aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

-Gökpınar Çayı'nda Denizli'den kaynaklanan aşırı derecede organik madde, azot, pH, ağır metal kirliliği ve oksijen azlığı,

-Çürüksu Çayı'nda ve Büyük Menderes Nehri'nde Denizli-Sarayköy-Kuyucak hattında devam eden organik madde ve azot kirliliğine eklenen tuzluluk problemi,

-Dokuzsele Deresi'nde (Banaz Çayı öncesi) Uşak'tan kaynaklanan aşırı derecede organik madde ve azot kirliliği, tuzluluk ve oksijen azlığı olarak tespit edilmiştir (Anonim 4).

Büyük Menderes Nehri Aydın ili sınırları içerisine, inorganik kirleticiler bakımından 3. sınıf, organik kirleticiler bakımından ise 4. sınıf (çok kirli suların sulamada kullanılamaz) su kalitesine girmektedir. Nehir, Kuyucak ilçesinden itibaren inorganik ve organik parametreler bazında, Nehre bağlı yan dere ve çayların etkisi ile birlikte kirlilik miktarı azalmakta ve iyileşme göstermekte, 2. sınıf su kalitesine yükselmektedir. Ancak sülfat parametresi bakımından 4. sınıf özelliğini korumaktadır (Anonim 4).

Bilindiği üzere nötral pH da yüzey sularının çoğunda amonyak azotu diğer azot şekillerine biyolojik reaksiyon ile çevrilir. Amonyum azotu aerobik şartlarda nitrosomonas bakteriler ile nitrit azotuna oksitlenebilir. Bu durum nitrosomonas bakterilerinin çalışma alanında yeterli sayıda olduğunu ve döngünün düzgün bir şekilde işlediğini göstermektedir. Döngü düzenli işlemesine rağmen yüzey suyunda bulunun nitrit azotu miktarı bölgede içme, sulama ve diğer kullanım koşulları için uygun standartlara sahip değildir (Schmidt ve Bock, 1997).

Bu çalışmada yapılan su analizinde, su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre Umurlu bölgesinin nitrit azotu bakımından 4. sınıf su kalitesine, Koçarlı bölgesinin ise 3. sınıf su kalitesine girdiği tespit edilmiştir. Yapılan bazı araştırmalarda farklı nitrat düzeylerinin, içme ve kullanma suyu olarak kullanılan kaynak ve kuyu sularında insan sağlığı açısından tehlikeli olabileceği gösterilmiştir. İnsan ve hayvanlarda vücuda alınan nitrit miktarına ve kimyasal yapısına bağlı olarak akut veya kronik zehirlenmeler oluşabilir. Nitrit, hemoglobini methemoglobine dönüştürerek toksik etki gösterebildiği gibi nitrit iyonları doğrudan damar düz kaslarının genişlemesine sebep olarak sistemik

arteriyel kan basıncında düşmelere, dolaşım bozukluğuna ve şoka neden olabilmektedir (Cammack vd., 1999; Ekici vd., 2008).

Özellikle nitritin sekonder aminler ve diğer azotlu maddelerle reaksiyona girerek N-nitrozaminleri oluşturduğu; karaciğer, özofagus, böbrek, mide, barsak, merkezi sinir sistemi ve lenfoid sistem kanserlerine neden olduğu bildirilmiştir. Nitrat ve nitrit insan ve hayvan kaynaklı organik maddelerin dekompozisyonu sonucu oluşmaktadır. Bu bileşiklerin sudaki varlığı bakteriyel bir kontaminasyonun göstergesidir. Azot içeren sanayi atık suları, suni gübreler ve bozulmaya uğramış organik maddeler nitrat ve nitritin en önemli kaynağını oluşturmaktadır (Ağaoğlu vd., 2007; Oruç ve Ceylan, 2001). 2012 yılında hazırlanan Aydın ili çevre durum raporuna baktığımızda (Anonim 4), 2013 Ekim ayında yaptığımız bu çalışma ile bir uyum içerisinde olduğunu söyleyebiliriz. Bu çalışmadaki su analizinde alüminyum ve nitrit azotunun fazla olması kirliliğin halen önlenemediğini göstermektedir.

Umurlu ve Koçarlı bölgelerinde geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Yer yer bölge etrafında bulunan Büyük Menderes Nehri ve yan kollarından yakalanan balıklar tüketilmekte ve Büyük Menderes Nehri'nden beslenen kanal sularından yararlanılarak tarım arazilerinde sulama yapılmaktadır. Bu sebeple sulanan tarım bitkilerinin de incelenmesi gerektiği görüşündeyiz. Büyük Menderes Nehri'nin yan kollarında en fazla tutulan balık türlerinden biri, *C. gibelio*'dur. Ekonomik açıdan paraya dönüştürülmek istendiğinde düşük meblağlarda satılmaktadır. Nitrit miktarı yüksek olan su ile sulanmış tarım ürünleri ve yine aynı sudan yakalanmış balıklarla beslenen insanların vücutlarında nitrit miktarının artması, bu bölgenin insanların ileriye dönük ciddi sağlık problemleri ile karşı karşıya kalacakları söylenebilir.

Çalışma bölgesinin dar alanda yapılmış olması (Koçarlı ve Umurlu) ve tüm parametrelerin değerlendirilememesi nedeniyle Aydın bölgesi Büyük Menderes Havzasındaki kirliliğin kesin sonuçlarını göstermemekle birlikte araştırmamız, bu bölgede ileride yapılacak olan çalışmalar için temel oluşturması bakımından önem taşımaktadır.

Sucul ortamlarda kirliliğin meydana getirebileceği dokusal bozuklukların ortaya konması açısından çalışmanın histopatolojik yönden değerlendirilmesinin önemli olduğunu söylemek mümkündür. Nitekim adı geçen balık türünün solungaç, kas,

karaciğer ve barsak dokuları bu çalışmada histolojik yönden incelenmiş ciddi yapısal değişimler tespit edilmiştir.

Solungaçlar, saatte yaklaşık 48 litre suyun geçtiği önemli bir organdır. Bu nedenle balık solungaçları bulunduğu ortamdaki tuzlu sudan, ağır metallere, pestisit ve atık sulardan kolayca etkilenebilir (Dietrich ve Schlatter, 1989). Araştırmamız kapsamında yapılan histolojik çalışmada solungaç dokuları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında her iki lokalite içinde lamel şekillerinde bozulma, primer lamellerde kopma noktaları, primer lamelde merkezi vende genişleme, klavate lamel, anevrizma, hiperplazi, ileri düzeyde füzyon ve mukus hücrelerinin sayısında artış tespit edilmiştir. Su analizine göre alüminyum konsantrasyonunun Umurlu bölgesi için 570 µg/L ve Koçarlı bölgesi için 241µg/L olduğu belirlenmiştir. Su analizinde görülen yüksek alüminyum ve sudaki diğer toksik maddelerin düzeyinin solungaç yapısındaki dejenerasyonların nedenlerinden biri olabileceğini söyleyebiliriz.

Alüminyum ile yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara bakıldığında, sonuçların araştırmamızla bir uyum içerisinde olduğunu söylemek mümkündür. Hadi ve Alwan (2012)'nin yaptığı bir çalışmada *Tilapia zillii* türü balıkların alüminyumun farklı dozları (25 µg/L, 50 µg/L, 100 µg/L) ile muamele edilmesi sonucunda balıkların solungaç dokularındaki hasarlar çalışmamızdaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Alüminyum balık solungaç fonksiyonlarını etkilediğinde mukus salgısının artmasına neden olur (Nevile, 1985; Mc. Donald vd., 1989; Howels vd., 1994). Kanthan ve Richards (1995) solungaçlardaki hiperplazinin epitelyal kalınlığın artması ile oluştuğunu ve bunun kan akışının yavaşlamasına sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Solungaç lamellerindeki füzyon ve hiperplazi suda bulunan toksik maddeler sebebiyle meydana gelebilir (Ferguson, 1989). Solungaçlarda gözlenen epitelyal ayrılma büyük olasılıkla yoğun ödemden kaynaklanan bir durumdur (Pane vd., 2004). Birçok araştırmaya göre ağır metallere solungaçlar üzerine yaptığı en fazla gözlenen bulgu ödemdir (Mallat, 1985). Lamellerde kongesyon, anevrizma ve telenjiektazi de bir savunma mekanizması olup tek amaç sudaki oksijenin kana geçişi sırasında dokuların alabileceği hasarın en aza indirilmesidir (Fernandes ve Mazon, 2003). Alüminyumun solungaç dokusunda yüksek derişimde birikimi kontaminasyon sonucunda solungaç dokusunda meydana gelen mukus salgınımı ve yapısal bozukluklarla açıklanabilir (Pratap ve Bonga, 1993). Çalışmamızda solungaç dokusunda tespit edilen mukus hücrelerinin sayıca artışı sudaki alüminyum ve

sudaki diğerk toksik maddelerin emiliminin azaltılmasına yönelik olan bir savunma mekanizması olarak düşünülebilir. Solungaçlarda gözlenen yoğun füzyon sonrası sekonder lameller üzerinde büyük ve açık renkli görünen klorid hücrelerinin iyon değişimi yapabilme kabiliyeti imkansız hale gelerek hücrelerin geri dönüşü olmayan bir hasara uğradıkları kanısındayız. Sekonder lamel epitelinde gözlenen ayrılma ve ödem sonucunda oluşan kanlanma, anevrizmaların oluşmasına sebep olmuş olabilir.

Balıklarda sindirim kanalı bölümleri (mide, pilorik çekum ve barsaklar) mikroskobik olarak içten dışa doğru mukoza, submukoza, muskularis ve adventisya şeklinde dört tabakadan oluşmuştur (Sonia vd., 2007). Ağır metaller balıklarda doğrudan yiyecekler yoluyla sindirim sistemine alınabilir (Bat vd., 1999). Balık ölümleri genelde ağız yolu ile alınan toksik maddelerin zehirlenmesiyle oluşur. Sindirim kanalında emilen toksik maddeler, kan dolaşımı ile tüm vücuda ulaşabilir. Ağız yoluyla vücuda giren toksik maddelerin absorpsiyonunun yüksek miktarlarda olduğu yer ince barsaklardır. Mukozadaki emilim villus ve mikrovilluslar aracılığıyla yapılırken toksik maddelerin barsakta daha uzun sürede kalmalarına ve bunun sonucunda mukozalarla daha çok temas etmelerine sebep olmaktadır (Karadede, 1997; Köse,2007). Yaptığımız çalışmada barsak dokularında her iki lokalite içinde epitelyal ödem, hiperplazik epitel hücreleri, vakuolizasyon, bazal laminada bozulma, boyanma farklılıkları, artan eozinofili, kas tabakası liflerinde çözünme, nekroz ve epitelyal hiperplazi tespit edilmiştir. Simpson ve Hutchinson (1992)' nin Bremerheaven'da (Almanya) atölyelerin fazla olduğu bilinen 6 istasyondan yakaladıkları *Limanda limanda* adlı balık türüyle yaptıkları çalışmada barsaklarda parazitik ajanlar tespit etmişlerdir. Yaptığımız araştırmada bazı kesitlerde parazitik ajanlara rastlanmıştır. Bunun sonucunda balıkların barsaklarının sağlıklı olmadığı ve balıkların besinlerini yeterli düzeyde almadıklarını söylemek mümkündür. Barsak dokusu kesitlerinde eozinofilik hücrelere sık rastlanmasının nedeni büyük olasılıkla balıkların yaşadığı ortamda yoğun miktarda parazitik enfeksiyon ajanlarının bulunmasıdır. Bunun kesin olarak söylenebilmesi için bölgeye ait suda mikrobiyal test yapılmasının uygun olacağı düşüncesindeyiz.

Artan eozinofilik hücreler barsaktaki yüksek hasarın bir göstergesidir. Yoğun vakuolizasyon ve ödem sonucunda bazal laminada bozulmalar, kas tabakası liflerinde çözünmeler gözlenmiştir. Barsaktaki nekroz ve hiperplazinin yüksek miktarda gözlenmesi, türün beslenme alışkanlığına bağlı olarak barsak dokusunun

metal bağlama kapasitesinin fazla olmasından kaynaklanabilir. Villuslardaki kaynaşma ve yoğun hiperplazinin sebebini, maruz kalınan toksik maddelerin emiliminin azaltılması amacıyla vücudun gösterdiği bir reaksiyon olduğu görüşündeyiz. Villus uçlarında gözlenen boyanma farklılıkları, yoğun hasar sonucunda hücrelerin fiziksel ve kimyasal dejenerasyonu nedeniyle olabilir.

Genellikle balıklarda kas dokusu metal birikiminde aktif bir rol oynamaz. Tatlı su balıklarıyla yapılan çalışmalarda kas dokusunun alüminyum diğer dokularla kıyaslandığında düşük değerlerde biriktirdiği saptanmıştır (Tulasi vd., 1992; Kargin, 1998; Çoğun ve Uras, 2012). Balıklarda kas sistemi, omur sayısına eşit sayıda olan myomerlerden oluşmuştur. Myomerler, bağ dokusu yapısındaki myoseptum tarafından bölümlere ayrılmıştır. Kas kütesinin bütünü epimisyum adı verilen bağ dokudan oluşmuş bir kılıfla sarılıdır. Epimisyumun bağ dokusu kasın derinlerine girerek fasikülleri kuşatan perimisyum denilen kılıfı oluşturur. Perimisyumun ince uzantıları da her kas lifini saran endomisyumu oluşturur. Bağ dokusu bir kılıftan diğerine devamlı olup kollajen, elastik ve retikulum liflerce zengin ve fibroblast, makrofaj, yağ hücresi gibi değişik bağ dokusu hücrelerini içeren gevşek bir yapıya sahiptir (Parson ve Young, 1989). Çalışmamızda alınan kas dokularında her iki bölge içinde intermyofibriler ödem, kas liflerinde atrofi, bağ dokusunda belirgin çözünmeler ve bazı bölgelerde glikojen depolama yeteneğini kaybetmiş myositler tespit edilmiştir. Koca vd. (2005) çalışmalarında Çine çayından yakalanan *Lepomis gibbosus* türü balıkları kullanarak solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki histopatolojik değişiklikleri incelemiştir. Sonuçlara bakıldığında kaslarda hücresel çözünme, bölgesel nekrozis, intermyofibrillerde azalma gözlenmiştir. Çalışmamızla aynı sonuçları veren bulgulardan kaslardaki çözünme, intermyofibriler ödem sonucunda hücre komponentlerinin ayrılması ve bozulmasından kaynaklandığını düşündürmektedir.

Gölmarmara (Manisa) gölünde yapılan bir çalışmada ise *Cyprinus carpio* türü balıklar yakalanarak solungaç, karaciğer ve kas dokuları histolojik olarak incelenmiş kaslarda intermyofibriller ağlarda düzensizlik, nekrozis, hücresel çözünme ve endomisyum tabakasında bozulma tespit edilmiştir. Toksik maddeler sebebiyle kas liflerinde oluşan hasar kalsiyum iyonu salınmasına yol açmış olabilir. Bunun sonucunda myosit membranları işlevlerini yitirerek glikojen depolama yeteneklerini kaybetmiş olabilirler. Kalsiyum iyon salınımı aynı zamanda kas liflerindeki atrofının de bir nedeni olarak gösterilebilir. Kasların hasar görmesi laktik asit salınımını artırabilir, balıktaki hareket performansını

etkileyerek gerekli besin arama veya yakalama gibi önemli hayati gerekliliklerini engelleyebilir. Kaslar metal birikiminde aktif rol oynamamasına karşın insanlar tarafından besin olarak tüketilmektedir (Gurcu vd., 2010).

Balık fiziolojisinde en önemli organ olan karaciğer birçok hayati fonksiyonu elinde tutar. Karaciğer anabolizma ve katabolizma olaylarını gerçekleştirmekle birlikte detoksifikasyon organı olarak toksik bileşenlerin atılımında önemli bir görev alır (Brusle ve Anadon, 1996; Uçar ve Atamanalp, 2008). Toksik maddelere oldukça maruz kalan karaciğer, histolojik değişimlerin gözlenmesinde iyi bir biyomarkırdır (Uçar ve Atamanalp, 2008). Tipik bir karaciğer hücresi, poligonol bir hücre gövdesi içerisinde genellikle bir nükleolus içeren belirgin, yuvarlak bir veya iki nükleustan oluşur. Kemikli balıklarda yüksek omurgalılardan farklı olarak, merkezi ven içeren lobüler yapı görülmez (Sonia vd., 2007).

Yaptığımız çalışma sonucunda her iki lokaliteden yakalanan *C. gibelio*'nun karaciğer dokusunda bazı histopatolojik değişiklikler tespit edilmiştir. Her iki bölgede nekroz ve ödem karakteristik bir bulgu olarak göze çarpmıştır. Ödeme bağlı olarak perivasküler alanda genişleme ve vakuolar dejenerasyon gözlenmektedir. Bazı kesitlerde eozinofilik lökositlerin sayısında artış, kongesyon ve hemoraji tespit edilmiştir. Bazı kesitlerde ise glikojen birikimi ve damarlarda bozulma gözlenmiştir. Boyanma farklılıkları ve hepatoselüler dejenerasyon dikkat çekici bulgular arasındadır. Bazı hepatositlerde piknotik nükleus gözlenmiş ve bu hepatositlerin glikojen depolayamadıkları tespit edilmiştir. Karaciğer dokusunda gözlenen sinüzoidlerdeki kanlanma hepatoselüler hasarın bir göstergesi olabilir. Merkezi venlerdeki ayrılma ve kanlanma büyük olasılıkla doku bütünlüğünün bozulması ve dokunun dağılmaya yüz tutması sebebiyle gerçekleştiği düşünülmektedir.

Yapılan bir çalışmada *Clarias gariepinus* türü balıklarda kirliliği histopatolojik etkisi incelenmiş ve balıkların karaciğerlerinde vakuolar dejenerasyon, piknotik nükleus, nekrozis, lökosit infiltrasyonu ve hiyalin dejenerasyonu gözlenmiştir. Merkezi vende genişleme ve bununla birlikte tıkanıklık tespit edilmiştir. Sonuçlar düşük kalitedeki suyun ağır metal konsantrasyonlarının yüksek düzeyde olduğunu ve Nil Nehri'ni kirlettiğini göstermiştir. (Authman vd., 2013). Koca vd. (2005) çalışmalarında Çine çayından yakalanan *Lepomis gibbosus* türü balıkların karaciğerlerinde; parankimal hücrelerde şişme, eozinofilik stoplazma ve hücreSEL çözünme tespit etmişlerdir. Su analizleri ile histolojik bulgular karşılaştırıldığında

Çine çayında yaşayan balıkların negatif etkilendiği ortaya konmuştur. Göl marmara (Manisa) gölünde yapılan bir çalışmada ise farklı istasyondan ağır metal kirliliğinin etkisinin araştırılması için *Cyprinus carpio* türü balık yakalanarak karaciğerlerine bakılmış ve eritrositlerle dolu genişlemiş sinuzoidler, vakuolizasyon ve glikojen seviyesinde azalma gözlenmiştir (Gurcu vd., 2010). Bremerheaven'da (Almanya) atölyelerin fazla olduğu 6 istasyondan *Limanda limanda* adlı balık türü yakalanmış karaciğerde büyük derecede hepatoselüler sitoplazmik vakuolizasyon, hepatoselüler nekroz ve fazla miktarda yağlanma gözlenmiştir. Ksenobiotiklerin balıklarda organ sistemlerini etkilediği bu çalışma ile ortaya konmuştur (Simpson ve Hutchinson, 1992).

Su analizi ile kıyaslandığında dokulardaki hasarlara suda yüksek seviyelerde bulunan alüminyum ve nitrit azotunun sebep olduğu görüşündeyiz. Ayrıca Umurlu bölgesinden yakalanan balıklardaki histolojik dejenerasyonların, Koçarlı bölgesinden yakalanan balıklara göre fazla olduğu gözlenmiştir. Bunun, su analiz parametrelerinden de anlaşılacağı üzere, Umurlu bölgesinin Koçarlı'ya göre daha kirli olmasından kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Sonuç olarak; her ne kadar daha kesin sonuçlara ulaşmak için bölgeye ait mevsimsel su, sediment ve sucul canlılarda genotoksikolojik, mikrobiyolojik, biyokimyasal vb. diğer test sistemlerinin yapılmasına ihtiyaç duyulsada histopatolojik bulgulara dayanarak çalışmanın yapıldığı bölgede kirlilikten bahsetmek mümkündür.

Bu nedenle kirliliğin önlenmesi, sucul ve diğer canlıların olumsuz etkilenmemesi için;

- En başta bölge insanı bilinçlendirilmeli,
- Hava ve toprak kirliliğine sebep olan faktörler ortadan kaldırılmalı,
- Sentetik deterjanlı sular, kanalizasyon, çöp, diğer evsel ve fabrika atıkları temiz sulara karıştırılmamalı,
- Yüzey ve yeraltı sularında kirliliğe sebep olabilecek endüstriyel alanlardaki atıklar için arıtma tesisleri kurulmalı ve özenle işletilmeli,
- Fabrikalar temiz yakıt ve filtre sistemleri kurmalı, geri dönüşümü olan hammaddeler kullanmalı, yetkili kurumlar fabrikaları ve diğer işletmeleri sık sık denetlemeli,

- Tarımda farklı amaçlar için kullanılan ilaçlar ve gübrelerin suya karışması önlenmeli, suni gübre ve kimyasal ilaçların yerine biyolojik kontrol yöntemleri kullanılmalı,
- Doğaya atılan çöpler su kaynaklarından uzak bir bölgede depolanmalı ve doğaya zarar vermeyecek şekilde imha edilmeli,
- Su kaynaklarının korunması için yetkili kurumlar tarafından iyi politikalar geliştirilmeli, plan ve programlar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, S., Alişarlı, M., Alemdar, S., Dede, S. 2007. Van bölgesi içme ve kullanma sularında nitrat ve nitrit düzeylerinin araştırılması. **Y.Y.Ü Veteriner Fakültesi Dergisi**, 18(2) : 17-24.
- Anonim 1, (<http://www.cevreonline.com/CevreKR/toprak/kirlilik.htm>). (erişim tarihi; 03.03.2014)
- Anonim 2, 2000. Büyük Menderes Havzası Çevre Koruma Projesi, Aydın Valiliği, İl Çevre Müdürlüğü, Aydın.
- Anonim 3, (<http://www.fishbase.org>). (erişim tarihi;27.03.2014)
- Anonim 4, 2013. Aydın İli 2012 Yılı Çevre Durum Raporu. Aydın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2013.
- Anonim 5, 2004. Su kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 31 Aralık 2004/25687 sayılı Resmi Gazete, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Authman, M.M.N., Ibrahim, S.A., El-Kasheif, M.A., Gaber, H.S. 2013. Heavy metals pollution and their effects on gills an liver of the Nile catfish *Clarias gariepinus* inhabiting el-rahawy drain, Egypt. **Global Veterinaria**, 10 (2): 103-115.
- Bancroft, J.D., Cook, H.C. 1994. Manual of Histological Techniques and Their Diagnostic Application. Churchill livingstone, London.
- Başar, P., Okyay, P., Ergin ,F., Coşan, S., Yıldız, A. 2005. Aydın ili kent merkezinde hava kirliliği / 1997-2004. **Adü Tıp Fakültesi Dergisi**, 6(3):11-15.
- Bat, L., Gündoğdu, A. Öztürk, M. 1999. Ağır metaller. **S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi**, 6: 166-175.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ.İ., Paslı, N., Savaşçı, S., Kaynaş, S. 2000. Ekoloji-I İsvak yayınları No: 6, 38-404, Ankara.

- Boşgelmez, A., Savaşçı, S., Kaynaş, S., Paslı, N., Boşgelmez, İ.İ. 1997. Ekoloji-II, Başkent Klişe Matbaacılık, Ankara.
- Brusle, J., Anadon G.G. 1996. The structure and function of fish liver. In: Fish Morphology. **Munshi & H.M. Dutta**, 77-83.
- Cammack, R., Joannou, C.L., Cui, X.V., Martinez, C.T., Maraj, S.R., Hughes, M.N. 1999. Nitrite and nitrosyl compound in food preservation. **Biochimica Biophysica Acta**, 1411: 474-488.
- Cengiz, E.İ. 2006. Gill and kidney histopathology in the freshwater fish *Cyprinus Carpio* after acute exposure to deltamethrin. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, 22: 200-204.
- Cengiz, E.İ., Ünlü, E. 2002. Histopathological changes in the gills of mosquitofish, *Gambusia affinis* exposed to endosulfan. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, 68: 290-296.
- Çelikkale, S. 1991. Balık Biyolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu, **Fakülte Yayın**, 1-387.
- Çepel, N. 2008. Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri, 3. Baskı., TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara.
- Çoğun, Y.H., Uras, G. 2012. *Oreochromis niloticus* dokularında alüminyum toksisitesi üzerine kalsiyumun koruyucu etkisi. **Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi**, 29(1): 41-47.
- Darwish, A.M., Griffin, B.R., Straus, D.L., Mitchell, A.J. 2002. Histological and hematological evaluation of potassium permanganate exposure in channel catfish. **Journal of Aquatic Animal Health**, 14: 134-144.
- Demir, N. 1992. İhtiyoloji. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi, İstanbul.
- Dietrich, D., Schlatter, C. 1989. Aluminum toxicity to *Rainbow trout* at low Ph. **Aquatic Toxicology**, 15(3), 197-212.
- Dökmeci, İ. 2005. Toksikoloji, Zehirlenmelerde Tanı ve Tedavi, 4.baskı., Nobel tıp kitabevi, İstanbul.

- Dünder, Y., Aslan, R. 2005. Yaşamı kuşatan ağır metal kurşunun etkileri. **Kocatepe Tıp Dergisi**, 6:1-5.
- Ebrahimpour, M., Pourkhabbaz, A., Baramaki, R., Babaei, H., Rezaei, M. 2011. Bioaccumulation of heavy metals in freshwater fish species, Anzali, Iran. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, 87: 386-392.
- Ekici, K., Alişarlı, M., Sancak, Y.C. 2008. Peynir çeşitlerinde nitrit ve nitrozaminler. **Y.Y.Ü. Veteriner Fakültesi Dergisi**, (2): 71-72.
- El-Sherif, M.S., El-Feky, A.M. 2008. Effect of ammonia on Nile Tilapia (*O.niloticus*) performance and some hematological and histological measures. **8. International Symposium on Tilapia in Aquaculture**, Egypt.
- Ferguson, H.W. 1989. Gills and Pseudobranchs. **Text book of systemic pathology of fish**, (1): 18-20.
- Fernandes, M.N., Mazon, A.F. (2003). Environmental pollution and fish gill Morphology. **Fish adaptations**, 203-231.
- Fontainhas-Fernandes, A., Luizo, A., Garcia-Santos, S., Carrola, J., Monteiro. 2008. Gill histopathological alterations in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* exposed to treated sawage water. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 51: 1057-1063.
- Geldiay, R., Balık, S. 2007. Türkiye Tatlısu Balıkları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Gurcu, B., Yıldız, S., Koca, Y.B., 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.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. 1997. Kimyasallar ve çevre. **Çevre sağlığı temel kaynak dizisi**, 50:1-58.
- Hadi, A.A., Alwan, S.F. 2012. Histopathological changes in gills, liver and kidney of fresh waterfish, *Tilapia zillii*, exposed to aluminum. **International Journal of Pharmacy & Life Sciences**, 3(11): 0976-7126.

- Howells, G., Dalziel, T.R.K., Reader, J.P., Solbe, J.F. 1994. Aluminum and fresh waterfish water quality criteria. **Gordon and Breach Science Publication**, 55-115.
- İlhan, A., Balık, S., Sarı, H.M., Ustaoglu, R. 2005. Batı ve Orta Anadolu, Güney Marmara, Trakya ve Batı Karadeniz Bölgeleri iç sularındaki *Carassius* (*Cyprinidae*, *Pisces*) türleri ve dağılımları. **E.Ü. Su Ürünleri Dergisi**, 22 (3-4): 343-346.
- İlhan, A.İ., DüNDAR, C., ÖZ, N., KILINÇ, H. 2006. Hava kirliliği ve asit yağmurlarının çevre ve insan sağlığı üzerine etkileri. **Meteoroloji genel müdürlüğü yayınları**, 5-8.
- İşisağ, Ü.S., Önen, Ö., Ergen, G., Üreten, M., Boz, E., Seferoğlu, K., Gökçe, B. 2010. Dioktil adipat'ın (DOA) *Labidochromis caeruleus*'un (Fryer, 1956) (*Cichlidae*, *Teleostei*) Solungaç histolojisi üzerine etkileri. **Kafkas Üniv. Vet. Fak. Dergisi**, 16 (2): 343-346.
- Kaçan, E. 2006. Gümüşçay ve Çürüksu Akarsularının Kirlilik Parametrelerinin Saptanması ve İrdelenmesi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, Denizli.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S. 2001. Metallerin çevresel etkileri-I. **Metalurji dergisi**, 136: 47-53.
- Kantham, K.P., Richards, R.H. 1995. Effect of buffers on the gill structure of common Carp, *Cyprinus carpio* and Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Journal of fish diseases**, 18, 411-423.
- Karadede, H. 1997. Atatürk Baraj Gölü'nde Su, Sediment ve Balık Türlerinde Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Diyarbakır.
- Kargın, F. 1998. Metal concentrations in tissues of the freshwater fish *Capoeta barroisi* from the Seyhan River (Turkey). **Water Air and Soil Pollution**, 60(5): 822-828.

- Kayhan, F.E. 2006. Su ürünlerinde kadmiyumun biyobirikimi ve toksisitesi. **Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi**, 1-2: 215-220.
- Kayhan, F.E., Muşlu, M.N., Koç, N.D. 2009. Bazı ağır metallerin sucul organizmalar üzerinde yarattığı stres ve biyolojik yanıtlar. **Journal of Fisheries Sciences**, 3(2): 153-162.
- Keser, B. 2008. Aydın İl'inde Büyük Menderes Nehri ile Sulanan Bölgelerde Yetişen Bazı Sebze ve Meyvelerdeki Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Kırankaya, Ş.G., Ekmekçi, F.G. 2008. Türkiye'de Yayılış Alanı Genişleyen Yabancı Bir Balık Türü Olan *Carassius gibelio* (Bloch,1782)'nun Gelingüllü Baraj Gölü (Yozgat) Populasyonunun Büyüme, Üreme ve Beslenme Özellikleri. **III. Ulusal Limnoloji Sempozyumu**, İzmir.
- Koca, S., Koca, Y.B., Yıldız, Ş., 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. **Biol Trace Elem Res**, 122: 276-291.
- Koca, Y.B., Koca, S., Yıldız, Ş., Gürcü, B., Osaç, E., Tunçbaş, O., Aksoy, G. 2005. Investigation of histopathological and cytogenetic effects on *Lepomis gibbosus* (Pisces: Perciformes) in Çine Stream (Aydın/Turkey) with determination of water pollution. **Environmental Toxicology**, 20 (6): 560-571.
- Köse, E. 2007. Enne Barajı'nda Yaşayan Balıklarda Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kütahya.
- Lang, T., Peters, G., Hoffmann, R., Meyer, E. 1987. Experimental investigations on the toxicity of ammonia: effect on ventilation frequency, growth, epidermal mucous cells, and gill structure of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. **Diseases of Aquatic Organisms**, 3: 159-165.

- Mallatt, J. 1985. Fish gill structural changes induced by toxicants and other irritants. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 42: 630-648.
- Mc Donald, D.G., Tang, Y., Boutilier, R.G. 1989. Acid and ion transfer across the gills of fish: mechanisms and regulation. **Canadian Journal of Zoology**, 67: 3046-3054.
- Neville, C.M. 1985. Physiological response of juvenile Rainbow Trout, *Salmo Gairdneri*, to acid and aluminum-prediction of field responses from laboratory data. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 42: 2004-2019.
- Oruç, H.H., Ceylan, S. 2001. Bursa yöresinde sığırların yemlerinde, içme sularında ve rumen içeriğinde nitrat, nitrit ve kanda methemoglobin düzeylerinin araştırılması. **J Fac Vet Med**, 20: 25-32.
- Özdemir, Y. 2009. Büyük Menderes Nehri Havzasının Arazi Kullanımı ve Su Yönetimi Açısından İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora tezi, İstanbul.
- Özkoç, B.H., Tosun, N. 1999. Deniz Kirliliğinde Midyelerin Biyomonitör Olarak Kullanımı. **3. Ulusal çevre mühendisliği kongresi**, İzmir.
- Pane, E.F., Haque A., Wood, C.M. 2004. Mechanistic analysis of acute, ninduced respiratory toxicity in the Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*: an exclusively branchial phenomenon. **Aquatic Toxicology**, 69: 11-24.
- Parson, A.M., Young, R.B. 1989. Muscle and Meat Biochemistry. Food Science and Technology, United Kingdom Edition Published by Academic Press Limite, London.
- Pehlivan, M., Pehlivan, E., Özler, M.A. 1993. İnsan sağlığı üzerine civa ve civa bileşiklerinin etkisi. **Çevre Dergisi**, 8: 33-35.

- Peyghan, R., Takamy, G.A. 2002. Histopathological, serum enzyme, cholesterol and urea changes in experimental acute toxicity of ammonia in common carp *Cyprinus carpio* and use of natural zeolite for prevention. **Aquaculture International**, 10: 317-325.
- Pratap, H.B., Bonga, S.E. 1993. Effects of ambient and dietary cadmium on pavement cells, chloride cells and Na –ATPase of the fresh water teleost *Oreochromis mossambicus* at normal and high calcium levels in the ambient water. **Aquatic Toxicology**, 26: 133-150.
- Rainbow, P.S. 1995. Biomonitoring of heavy metal availability in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, 31: 183-192.
- Rainbow, P.S., Phillips, D.J.H. 1993. Cosmopolitan biomonitors of trace metals. **Marine Pollution Bulletin**, 11: 593-601.
- Schmidt, İ., Bock, E. 1997. Anaerobic ammonia oxidation with nitrogen dioxide by *Nitrosomonas eutropha*. **Arch Microbiology**, 167: 106-111.
- Simpson, M.G., Hutchinson, T.H. 1992. Toxicological pathology of dab *Limanda limanda* along pollution gradients in the Southern North Sea. **Marine Ecology Progress Series**, 91: 155-161.
- Sonia, M., Jerry, H., Charlie, S., John, M., Beth, M., Vicki, B. 2007. Fish Histology and Histopathology. U.S.fish and wildlife service.
- Soylak, M., Doğan, M. 2000. Su Kimyası, 1.Baskı., Erciyes Üniversitesi Matbaası, Kayseri.
- Taylan, Z.S., Özkoç, H.B. 2007. Potansiyel ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde akuatik organizmaların biyolojik kullanılabilirliği. **BAÜ FBE Dergisi**, 9: (2) 17-33.
- Tsangaris, C., Vergolyas, M., Fountoulaki, E., Goncharuk, V.V. 2011. Genotoxicity and oxidative stress biomarkers in *Carassius gibelio* as endpoints for toxicity testing of Ukrainian polluted river waters. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 74: 2240-2244.

- Tulasi, S.J., Reddy, P.U., Rao, J.V.R. 1992. Accumulation of lead and effects on total lipids and lipid derivatives in the freshwater fish *Anabas testudines*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 23: 33-38.
- Uçar, A., Atamanalp, M. 2008. Balıklarda toksikopatolojik lezyonlar I. **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 39 (2), 255-261.
- Uslu, C., Yücel, M., 1997. Adana kentinde gürültü kirliliği üzerine bir araştırma. **Çevre Dergisi**, 7: 25 9-13.
- Van Dyk, J.C., Marchand, M.J., Pieterse, G.M., Barnhoorn, I.E.J., Bornman, M.S. 2009. Histological changes in the gills of *Clarias gariepinus* (*Teleostei: Clariidea*) from a polluted South African urban aquatis system. **African Journal of Aquatic Science**, 34(3): 283-291.
- Vural, H. 1993. Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler. **Çevre Dergisi**, 3: 4-6s.
- Wang, W.X., Fisher S.N. 1999. Delineating metal accumulation pathways for marine invertebrates. **The Science of the Total Environment**, 237/238: 459-472.
- Yarsan, E., Bilgili, A., Türel, İ. 2000. Van Gölü'nden toplanan midye (*unio steveianus kryicki*) örneklerindeki ağır metal düzeyleri. **Tübitak**, 24: 93-96.
- Yaşar, Ü. 2009. *Cercis Siliquastrum L. Subsp. Siliquastrum (Fabaceae)*'un Ağır Metal Kirliliğinde Biomonitor Olarak Kullanımı. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Yazıcıoğlu, O., Yılmaz, S., Yazıcı, R., Polat, N. 2013. Ladik Gölü (Samsun, Türkiye)'nde yaşayan havuz balığı, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nın kondisyon faktörü, boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri. **Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi**, 3(9):72-80.
- Yazkan, M., Özdemir, F., Gölükcü, M. 2004. Antalya körfezinde avlanan bazı yumuşakcalar ve karideste Cu, Zn, Pb ve Cd içeriği. **Tübitak**, 28: 95-100.

Yildiz, S., Gurcu, B., Koca, Y.B., Koca, S. 2010. Histopathological and genotoxic effects of pollution on *Anguilla anguilla* in the Gediz River (Turkey). **Journal of Animal and Veterinary Advances**, 9(23): 2890-2899.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Yasemin ADALI
Doğum Yeri ve Tarihi : AYDIN/Nazilli-14.04.1990

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Pamukkale Üniversitesi-Biyoloji Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi-Biyoloji Bölümü
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

Ulusal Bildiriler :

-ADALI, Y., KOCA., Y., Büyük Menderes Nehri'nin Farklı Bölgelerinden (Koçarlı ve Umurlu) Yakalanan *Carassius gibelio*'nun Solungaç Dokusu Üzerine Kirliliğin Etkileri. 22. Ulusal biyoloji kongresi, Eskişehir, 2014.

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : ---

İLETİŞİM

E-posta Adresi : yasemin_275@hotmail.com