

**MOGAN GÖLÜNDE SU VE SEDİMENTTE
AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN TESPİTİ;
SAZAN (*Cyprinus carpio*) VE KADİFE (*Tinca tinca*)
BALIK DOKULARI
ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Mustafa DOSTBİL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2010

ANKARA

Mustafa DOSTBİL tarafından hazırlanan “Mogan Gölünde Su ve Sedimentte Ağır Metal Düzeylerinin Tespiti; Sazan (*Cyprinus Carpio*) ve Kadife (*Tinca Tinca*) Balık Dokuları Üzerine Etkilerinin İncelenmesi” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. A. Çağlan KARASU BENLİ (Danışman)

Gazi Ü. Fen Bil Enst. Çevre Bilimleri ABD

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Çevre Bilimleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Beril SALMAN AKIN

Gazi Ü. Fen. Bil. Enst. Çevre Bilimleri ABD

Doç. Dr. A. Çağlan KARASU BENLİ

Gazi Ü. Fen. Bil. Enst. Çevre Bilimleri ABD

Doç. Dr. Mahmut SELVİ

Gazi Ü. Eğitim Fak. Fen Bilgisi Öğr.

10 / 02 / 2010

Bu tez ile Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mustafa DOSTBİL

**MOGAN GÖLÜNDE SU VE SEDİMENTTE
AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN TESPİTİ;
SAZAN (*Cyprinus carpio*) VE KADİFE (*Tinca tinca*)
BALIK DOKULARI
ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Mustafa DOSTBİL

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ocak 2010**

ÖZET

Bu çalışmada, Ankara'nın 20 km güneyinde bulunan ötrofik statüdeki Mogan Gölü'nde su ve sedimentte ağır metal miktarları belirlenmiş(Al, As, Cd, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn), gölde yaşamını sürdüren türler arasında bulunan Sazan (*Cyprinus carpio*) ve Kadife (*Tinca tinca*) balıklarının solungaç ve karaciğer dokuları da histolojik olarak incelenmiştir. Bu bağlamda iki farklı peryotta ve iki paralel olarak seçilmiş olup sırasıyla ; Sukesen Deresi (1.), Atatürk Parkı (2.), Vilayet Evi (3.), Mogan Park (4.), İhracatçılar Birliği (5.) ve Milli Piyango Tesisleri (6.) olmak üzere 6 istasyondan su ve sediment örnekleri alınmıştır.

Sediment analizlerinin sonuçları Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nin Toprak Kirlilik Parametreleri Sınır Değerlerine göre değerlendirildiğinde bakır (Cu), kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), çinko (Zn) bu sınır değerlerin altında saptanmıştır. Şubat ayı ölçümlerinde civa (Hg) 1.,2.,3. istasyonda (2,62-5,965 mg/kg) ve arsenik (As) 2., 3., 6. istasyonda (20,395-52,45 mg/kg) sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. Sedimentteki ağır metal düzeyleri oransal olarak $Al > Fe > Zn > Ni > Cu > Pb > As > Cd > Hg$ şeklinde saptanmıştır.

Yapılan su analizlerinde Cu, Fe, Ni, Pb, Zn, Cd Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinin Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri tablosunda Sınıf- I su kalitesi, Hg değerleri ise Sınıf -III tedir. Al için Haziran ayı değerleri Şubat ayı değerlerinden oldukça yüksektir. Haziran ve Şubat ayları değerlendirmelerinde As değeri, ilk istasyon hariç diğer istasyonlarda I. Sınıf sınır değerlerinin üzerinde (Sınıf II ve III) bulunmuştur. Sudaki ağır metal düzeyleri oransal olarak $Pb > Al > Fe > As > Ni > Hg > Cu \geq Zn > Cd$ olarak saptanmıştır.

Sazan ve Kadife balıklarının karaciğer dokularında önemli bir histopatolojik bulgu saptanmamıştır. İki türde solungaç dokularında ise gölün ötrofik statüsü nedeniyle nütrient zenginliği ve oksijen azlığının da neden olduğu düşünülen bazı patolojik bulgulara rastlanmıştır.

Bilim Kodu : 912.1.080

Anahtar Kelimeler : Ağır metaller, Mogan Gölü, Sazan (*Cyprinus carpio*) ,
Kadife (*Tinca tinca*), solungaç ve karaciğer histolojisi

Sayfa Adedi : 83

Tez Yöneticisi : Doç. Dr. A. Çağlan KARASU BENLİ

**DETERMINATION OF HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN WATER
AND SEDIMENT OF MOGAN LAKE; EXAMINATION OF EFFECTS ON
TISSUES OF CARP (*Cyprinus carpio*) AND TENCH (*Tinca tinca*)**

(M.Sc. Thesis)

Mustafa DOSTBİL

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

January 2010

ABSTRACT

This study was carried out in the eutrophic status of Lake Mogan, located at 20 km south of Ankara. In the present study the concentration of heavy metals (Al, As, Cd, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn) were determined for water and sediment. In addition two fish species carp (*Cyprinus carpio*) and tench (*Tinca tinca*) naturally found in Lake were collected for histologic analysis of gill and liver tissues. Samples were collected diannually in six station (Sukesen Deresi, Atatürk Parkı , Vilayet Evi, Mogan Park, İhracatçılar Birliği and Milli Piyango Tesisleri) with two parallels.

According to the Soil Pollution Control Regulations, Soil Pollution Parameters Limit Values Copper (Cu), Cadmium (Cd), Lead (Pb), Zinc (Zn) values were found normal limits. However, Hg measurements in 1 station, 2, 3 2.62-5.965 mg/kg) and As measurements in station 2, 3, 6 (20.395-52.45 mg/kg) was found higher than limit values. The relative abundance of sediment heavy metal levels were determined as Al> Fe> Zn> Ni> Cu> Pb> As> Cd> Hg.

According to Water Pollution Control Regulation ,Classification of Water Resources Quality Criteria the water analysis results of Cu, Fe, Ni, Pb, Zn, Cd values were found Class-I for while Hg values were found in the Class-III. The values of aluminum for the month of June is quite high values for the month of

February. Arsenic(As) values in June and February was found higher in all stations (Class II and III) excluding station 1 (Class1). The relative abundance of heavy metals in water were determined as Pb> Al> Fe> As> Ni> Hg> Cu ≥ Zn> Cd.

The liver tissue of carp and tench did not reveal a significant histopathologic findings. Gill tissue of the two species was shown some pathological findings due to the nutrient abundance and oxygen depletion of eutrophic status of the lake.

Science Code : 912.1.080

Key Words : Heavy metals, Mogan Lake, Carp (*Cyprinus carpio*), Tench (*Tinca tinca*), gill and liver histology

Page Number: 83

Adviser : Doç. Dr. A. Çağlan KARASU BENLİ

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada ilgi ve önerileri ile beni yönlendiren ve çalışmalarımın her safhasında sabırla hiçbir yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. A. Çağlan KARASU BENLİ' ye teşekkürlerimi sunarım. Çalıştığım Kurum İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü' ne, sediment örneklerinin analizlerinin yapılmasına yardımcı olan Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Çevre Referans Laboratuvar Müdürlüğü' ne teşekkürü bir borç bilirim. Katkılarından ve yardımlarından dolayı Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. İbrahim Ayhan ÖZKUL' a teşekkür ederim. Tez yazım aşamasında bana yardımlarını esirgemeyen G. Berna BALKIZ ve Murat BAŞAR' a teşekkür ederim. Tüm hayatım boyunca her zaman yanımda olan aileme, çalışmalarımda bana hiç yılmadan yardımcı olup yazdıklarımı özenle düzelten Özlem ŞAHİN' e teşekkür ederim.

Bu tez, Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü tarafından 18/2009-02 kodlu proje olarak desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xv
RESİMLERİN LİSTESİ	xvii
HARİTALARIN LİSTESİ	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Sulak Alanlar	4
2.2. Alan İle İlgili Genel Bilgiler	7
2.3. Alan İle İlgili Önceki Çalışmalar	10
2.4. Ağır Metaller	12
2.4.1. Ağır metallerin etkileri	15
2.5. Sazan Balıklarına İlişkin Genel Bilgi	18
2.6. Kadife Balıklarına İlişkin Genel Bilgi	19
2.7. Balıklarda Histopatolojik İncelemelerin Önemi	20
2.8. Histopatolojinin Avantaj ve Sınırları	21

Sayfa

2.8.1. Histopatolojinin avantajları	21
2.8.2. Histopatolojinin sınırları	22
2.8.3. Kemikli balıklarda solungaç yapısı	22
2.8.4. Kemikli balıklarda karaciğerin yapısı	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM	25
3.1. Materyal	25
3.1.1. Araştırma yeri	25
3.1.2. Hidroloji	25
3.1.3. Jeoloji	25
3.1.4. İklim	26
3.1.5. Sedimentasyon	26
3.2 .Yöntem.....	28
3.2.1. Saha çalışması	28
3.2.2. Laboratuvar çalışması	32
3.2.3. Değerlendirme metodları	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	38
4.1 Sediment Örnekleri Analiz Sonuçları	38
4.1.1. Sedimentte pH ölçümü	38
4.1.2. Sedimentte alüminyum (Al) değerleri.....	41
4.1.3. Sedimentte arsenik (As) değerleri	42
4.1.4. Sedimentte kadmiyum (Cd) değerleri	43
4.1.5. Sedimentte bakır (Cu) değerleri	44

Sayfa

4.1.6. Sedimentte demir (Fe) değerleri	45
4.1.7. Sedimentte nikel (Ni) değerleri	46
4.1.8. Sedimentte civa (Hg) değerleri	47
4.1.9. Sedimentte kurşun (Pb) değerleri.....	48
4.1.10. Sedimentte çinko (Zn) değerleri	49
4.2. Su Örneklerinin Analizi	50
4.2.1. Suda alüminyum (Al) değerleri.....	53
4.2.2. Suda arsenik (As) değerleri	54
4.2.3. Suda kadmiyum (Cd) değerleri	56
4.2.4. Suda bakır (Cu) değerleri	56
4.2.5. Suda demir (Fe) değerleri	57
4.2.6. Suda civa (Hg) değerleri (düzeyleri/miktarları).....	58
4.2.7. Suda nikel (Ni) değerleri (düzeyleri/miktarları)	59
4.2.8. Suda kurşun (Pb) değerleri	60
4.2.9. Suda çinko (Zn) değerleri	61
4.3. Balık Dokularına İlişkin Sonuçlar.....	62
4.3.1. Sazan Balıkları dokularına ilişkin sonuçlar	62
4.3.2. Kadife Balıkları dokularına ilişkin sonuçlar	63
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	70
5.1. Sedimentte pH Değerleri.....	70
5.2. Mogan Gölünde Sedimentte Ağır Metal Düzeyleri	70

Sayfa

5.3. Suda pH Değerleri.....	71
5.4. Mogan Gölünde Suda Ağır Metal Düzeyleri	72
5.5. Sazan ve Kadife Balık Dokularına Etkinin Değerlendirilmesi	73
KAYNAKLAR	75
EKLER.....	80
EK-1 Histopatolojide kullanılan bazı terimler	81
EK-2 Histolojik incelemelerde kullanılan çözeltiler.....	82
ÖZGEÇMİŞ	83

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. A sınıfı sulak alanlar	6
Çizelge 2.2. B sınıfı sulak alanlar	6
Çizelge 2.3. <i>Cyprinus carpio</i> 'nun taksonomik olarak gösterimi	19
Çizelge 2.4. <i>Tinca tinca</i> 'nın taksonomik olarak gösterimi	20
Çizelge 3.1. Örnek noktaların tanımı	28
Çizelge 4.1. Sediment örneklerinin pH değerleri	38
Çizelge 4.2. Toprakta ağır metal kirlilik parametreleri sınır değerleri	39
Çizelge 4.3. Şubat-Haziran 2009 Al, As, Cd, Cu sediment analiz sonuçları	40
Çizelge 4.4. Şubat-Haziran 2009 Fe, Hg, Ni, Pb, Zn sediment analiz sonuçları	40
Çizelge 4.5. Mogan Gölünde sedimentte alüminyum (Al) değerleri (mg/kg)	41
Çizelge 4.6. Mogan Gölünde sedimentte arsenik (As) değerleri (mg/kg)	42
Çizelge 4.7. Mogan Gölünde sedimentte kadmiyum (Cd) değerleri (mg/kg)	43
Çizelge 4.8. Mogan Gölünde sedimentte bakır (Cu) değerleri (mg/kg)	44
Çizelge 4.9. Mogan Gölünde sedimentte demir (Fe) değerleri (mg/kg)	45
Çizelge 4.10. Mogan Gölünde sedimentte nikel (Ni) değerleri (mg/kg)	46
Çizelge 4.11. Mogan Gölünde sedimentte civa (Hg) değerleri (mg/kg)	47
Çizelge 4.12. Mogan Gölünde sedimentte kurşun (Pb) değerleri (mg/kg)	48
Çizelge 4.13. Mogan Gölünde sedimentte çinko (Zn) değerleri (mg/kg)	49
Çizelge 4.14. pH dereceleri	50
Çizelge 4.15. Şubat ve Haziran 2009 Al, As, Cd, Cu su analiz sonuçları	52

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.16. Şubat ve Haziran 2009 Fe, Hg, Ni, Pb, Zn su analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.17. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tabloları	53
Çizelge 4.18. Mogan Gölünde suda alüminyum (Al) değerleri (mg/L)	53
Çizelge 4.19. Mogan Gölünde suda arsenik (As) değerleri (mg/L)	55
Çizelge 4.20. Mogan Gölünde suda bakır (Cu) değerleri (mg/L)	56
Çizelge 4.21. Mogan Gölünde suda demir (Fe) değerleri (mg/L)	57
Çizelge 4.22. Mogan Gölünde suda civa (Hg) değerleri (mg/L)	58
Çizelge 4.23. Mogan Gölünde suda nikel (Ni) değerleri (mg/L)	59
Çizelge 4.24. Mogan Gölünde suda kurşun (Pb) değerleri (mg/L)	60
Çizelge 4.25. Mogan Gölünde suda çinko (Zn) değerleri (mg/L)	61
Çizelge 4.26. Mogan Gölünden avlanan Sazan (<i>Cyprinus carpio</i>) balıklarında solungaç ve karaciğerde saptanan histopatolojik bulgular ve % oranları	63
Çizelge 4.27. Mogan Gölünden avlanan Kadife (<i>Tinca tinca</i>) balıklarında solungaç ve karaciğerde saptanan histopatolojik bulgular ve) % oranları	64

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Doku örneklerinin hazırlanması.....	34
Şekil 3.2. Kesilen dokunun lam üzerine alınması	36
Şekil 3.3. Lamın kurutulması, parafinin uzaklaştırılması ve dokunun boyanması	36
Şekil 4.1. Örnekleme yerlerine göre sedimentteki pH değerleri.....	39
Şekil 4.2. İstasyonlara göre sedimentteki Al miktarları.....	41
Şekil 4.3. İstasyonlara göre sedimentteki As miktarları ve sınır değerler.....	43
Şekil 4.4. İstasyonlara göre sedimentteki Cd miktarları ve sınır değerler	44
Şekil 4.5. İstasyonlara göre sedimentteki Cu miktarları ve sınır değerler	45
Şekil 4.6. İstasyonlara göre sedimentteki Fe miktarları.....	46
Şekil 4.7. İstasyonlara göre sedimentteki Ni miktarları ve sınır değerler.....	47
Şekil 4.8. İstasyonlara göre sedimentteki Hg miktarları ve sınır değerler	48
Şekil 4.9. İstasyonlara göre sedimentteki Pb miktarları ve sınır değerler.....	49
Şekil 4.10. İstasyonlara göre sedimentteki Zn miktarları ve sınır değerler	50
Şekil 4.11. İstasyonlara göre sudaki pH değerleri	51
Şekil 4.12. İstasyonlara göre sudaki Al miktarları ve sınır değerleri.....	54
Şekil 4.13. İstasyonlara göre sudaki As miktarları ve sınır değerleri	55
Şekil 4.14. İstasyonlara göre sudaki Cu miktarları ve sınır değerleri	57
Şekil 4.15. İstasyonlara göre sudaki Fe miktarları ve sınır değerleri.....	58
Şekil 4.16. İstasyonlara göre sudaki Hg miktarları ve sınır değerleri.....	59
Şekil 4.17. İstasyonlara göre sudaki Ni miktarları ve sınır değerleri.....	60
Şekil 4.18. İstasyonlara göre sudaki Pb miktarları ve sınır değerleri	61

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Mogan Gölünde ölü balıklar	13
Resim 3.1. Sazan balığının balıkcıdan canlı temini	31
Resim 3.2. Kadife balığının görünüşü	31
Resim 3.3. Sazan balığının solungaç görüntüsü.....	32
Resim 3.4. Doku takip cihazı	35
Resim 3.5. Parafine gömülmüş doku	35
Resim 3.6. Mikrotom ve su banyosu.....	35
Resim 3.7. Hematoksilin-eosin ile boyama	37
Resim 4.1. Kadife balığının normal solungaç dokusu (H&E, x40)	64
Resim 4.2. Kadife balığının sekonder lamellasında füzyon (ok) (H&E, x40)	65
Resim 4.3. Kadife balığının sekonder lamellasında telangiektazi (ok) (H&E, x40)	65
Resim 4.4. Kadife balığının sekonder lamellasında klorit hücre hiperplasisi (ok) ve füzyon (ok ucu) (H&E, x100)	66
Resim 4.5. Kadife balığının karaciğerinde pasif hiperemi (ok) (H&E, x100).....	66
Resim 4.6. Sazan balığının normal solungaç dokusu (H&E, x100)	67
Resim 4.7. Sazan balığının solungacında branchitis (H&E, x100)	67
Resim 4.8. Sazan balığının sekonder lamellasında füzyon (ok) (H&E, x100)	68
Resim 4.9. Sazan balığının sekonder lamellasında telangiektazi (ok) (H&E, x100)	68
Resim 4.10. Sazan balıklarında karaciğerde hidropik dejenerasyon (ok) (H&E, x100)	69

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 2.1. Ülkemizdeki sulak alanlar	5
Harita 3.1. Araştırma istasyonların konumu	29

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklama
Al	Alüminyum
As	Arsenik
Cr	Krom
Co	Kobalt
Cd	Kadmiyum
Cu	Bakır
CuSO₄	Bakır sülfat
°C	Santigrat derece
CO₂	Karbondiyoksit
Fe	Demir
Hg	Cıva
HNO₃	Nitrik Asit
H₂O₂	Hidrojen Peroksit
HCL	Hidroklorik Asit
km²	Kilometrekare
Mo	Molibden
mg/L	Miligram/litre
mg/kg	Miligram/kilogram

Simgeler	Açıklama
Ni	Nikel
NH₄	Amonyum
NH₃	Amonyak
Pb	Kurşun
pH	H iyonu konsantrasyonunun 10 tabanında (–) logaritması
Sb	Antimon
Sr	Stronsiyum
Se	Selenyum
V	Vanadyum
Zn	Çinko
µg/L	Mikrogram/litre

Kısaltmalar	Açıklama
ASKİ	Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi
DİE	Türkiye İstatistik Kurumu
DSİ	Devlet Su İşleri
ICP	Inductively Coupled Plasma
ÖÇKK	Özel Çevre Koruma Kurumu
WWF	Doğal Hayatı Koruma Vakfı
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

1.GİRİŞ

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de su kaynakları giderek kirlenmektedir. İçilebilir sulara sahip göl ve akarsular azalmaya başlamış; sulak alanların birçoğu kirlilik nedeniyle tahrip olmuştur [Kazancı, 2003].

Çevreyi oluşturan temel unsurlardan hava, su ve toprakta doğal koşullarda ekolojik bir denge bulunmaktadır. Bu denge sonucu canlılar gelişim süreçlerini bir aksaklık göstermeden bu ortamda yürütürler. Bu ortamlar için yabancı olan maddeler ve ortamda bulunup da konsantrasyonları yönetmeliklerde belirtilen değerlerin üzerine çıkan maddeler belirli sınırlardan sonra kirletici olarak nitelendirilirler. Bunların doğaya karşı zararları sadece varlıkları ile değil aynı zamanda miktarları ile de ilgilidir. Kirlilik ortamın doğal özelliklerinin canlılar ile çevre arasındaki tabii dengeyi bozacak şekilde değişimi olarak tanımlanabilir. insanoğlunun endüstriyel, tarımsal ve sosyal faaliyetleri çevrenin kirlenmesine ve dünya ekosistemlerinin dengesinin bozulmasına neden olmaktadır, ekosistemlerde ortaya çıkan bu denge bozukluğu sistem içindeki başta insan olmak üzere tüm canlı organizmaları etkilemektedir [Pendias, 1984].

Suların ve toprakların toksik metallerle kirlenmesi önde gelen çevre kirliliği problemlerindendir. Bu metallerin uzun vadede toprakta birikim yapması bu konunun başka bir tehlikesidir. Ağır metaller; toprağın adsorbsiyonu, kimyasal reaksiyonu ve iyon değişimi sonucu toprakta tutulmaktadırlar. Sularda kirlenme değişime uğrayan özelliklerine göre; organik, inorganik, bakteriyolojik ve termal olarak dört grupta incelenmektedir. İnorganik kirlilik parametrelerinden en önemlisi ağır metallerdir. Bazı metaller canlılar için önemli olmalarına rağmen belirli bir derişimden sonra canlı bünyesinde birikip toksik etki oluşturmaktadırlar [Merian, 1991].

Zehir etkisi gösteren maddeler, suda düşük konsantrasyonlarda bulunmaları durumunda bile canlı sağlığına zararlı hastalıklara ve ölümlere yol açabilmektedir. Eser miktarda bile toksik etkisi yapabilen bu maddeler arasında en önemli grubu;

gümüş (Ag), arsenik (As), kadmiyum (Cd), krom (Cr), kurşun (Pb), mangan (Mn), civa (Hg), nikel (Ni), selenyum (Se), çinko (Zn) gibi elementler oluşturmaktadır. Söz konusu elementler ağır metal grubuna girmektedir. Ağır metallerin önemli bir kirletici grubu oluşturdıkları bilinmektedir. Bunların toksik ve kanserojen etkileri olduğu gibi, canlı organizmalarda birikme eğilimi de söz konusudur. Krom, civa, kurşun, kadmiyum, mangan, kobalt, nikel, bakır ve çinko gibi metaller doğada genellikle sülfür, oksit, karbonat, ve silikat mineralleri şeklinde bulunmaktadır. Bunların suda çözünürlükleri oldukça düşüktür. Suyun içindeki bor, ağır metal ve benzeri toksik maddeler yörenin iklim şartına ve toprak özelliklerine bağlı olarak toprakta birikebilir. Bitki tarafından alınabilir veya suda kalabilir. Pb, Hg, Cu, Zn gibi ağır metaller suda çok az miktarlarda bulunurlar. Bunların hepsi su hayvanları için toksiktir. Çoğu 1 ppm sınırında öldürücüdür [Mutluay ve Demirak, 1996].

Metal kirliliğinin çoğu sularda birikir. Sulardaki birikim, çözünme şeklinde olabileceği gibi, çözünmeden suların dibinde çökme şeklinde de olabilir. Bu şekilde bir kirlenme endüstriyel ve zirai atıklardan meydana geldiği gibi herhangi bir yolla atmosfere verilen metal türü maddelerden de oluşabilir. Atmosfere verilen metal türü maddeler sonunda yeryüzüne dönerler ve akarsular yolu ile su yataklarına sürüklenirler. Metal kirlenmesi, organik kirlenmeler gibi kimyasal ve biyolojik yollarla parçalanmazlar, bir metal bileşiği başka bir metal bileşiğine dönüşür. Dönüşme ne olursa olsun metal iyonu kaybolmaz [Rainbow, 1995].

Ağır metaller balıklar tarafından çözünen iyon olarak solungaçlarla sudan ve balık besininde birikmesi ile besinlerden alınabilmektedir. Balıklarda, pek çok zehirli maddenin osmotik dengeye ve iyon düzenlemeye etki ettiği, birçok ağır metalin solungaçlarda, böbreklerde, karaciğerde histopatolojik değişmeye neden olduğu ortaya konmuştur. Ağır metaller ile kirlenmiş sularda yaşayan balıkların bağışıklık sistemlerinde, iyon dengelerinde ve önemli fizyolojik fonksiyonlarında olumsuz etkiler görüldüğü bildirilmektedir. Bağışıklık sisteminde zayıflama sonucu, balıklar bulaşıcı hastalıklara daha kolay yakalanmaktadır [Atay ve Pulatsü, 2000].

Ülkemizde 200 kadar doğal göl bulunmaktadır. Bu göllerden birisi de Ankara kent merkezinin 20 km güneyinde ve başkentin sınırlı sayıdaki sulak alandan en büyük ve en önemlisi olan Mogan Gölüdür. Mogan Gölü uzun yıllardan beri Gölbaşı ilçesinde yaşayan insanlar için geçim kaynağı olmasının yanı sıra Ankara' lılar içinde bir rekreasyonel alan niteliği taşımaktadır [Anonim 1995]. Bununla birlikte, geçmişte gerek ekonomik gerekse çevre bilincinin yeterince oluşmamış olması nedeniyle günümüze değin büyük oranda kirlenmiş ötrofik bir göldür. Gölde ağır metal ile ilgili olarak yapılan çalışmalar sınırlıdır. Yapılan literatür taraması ışığında göl suyunun ağır metal içeriğine ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dip çamuruna ilişkin yapılan en kapsamlı çalışma ise 1998 yılında Özel Çevre Koruma Başkanlığı' nın Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi' ne yaptırmış olduğu Mogan Gölü Dip Çamurunun İncelenmesi Projesi' dir. Mogan Gölüne, kuraklık nedeniyle düşen su seviyesini yükseltmek amacıyla Büyükşehir Belediyesi tarafından “Mogan Gölü'ne Can Suyu” projesi kapsamında Kesikköprü Baraj Gölünden getirilen su verilmeye başlanmıştır. Söz konusu proje kapsamında göle 5-6 milyon m³ su verilmesi öngörülmektedir [www.ankara.gov.tr]. Kızılırmak kaynaklı suyun, gölün doğal su ve canlı kompozisyonu üzerine nasıl bir etki yapacağı bilinmemektedir. Bu bağlamda bu çalışma kapsamında gölü besleyen bu yeni su kaynağının gölün ekosistemine olan etkilerinin incelenmesi adına gölün suyu ve sedimenti ağır metal yükü (incelediklerimiz) açısından incelenmiştir. Ayrıca gölde yaşamını sürdüren türler arasında bulunan Sazan (*Cyprinus carpio*) ve Kadife (*Tinca tinca*) balıklarının solungaç ve karaciğer dokuları da histolojik olarak incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlarla Mogan Gölünün su ve sedimentindeki bazı ağır metal düzeylerinin tesbitini sağlanmış, gölde yaşayan balık türlerinin solungaç ve karaciğer dokuları histolojik açıdan incelenerek göl suyu ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca çalışma bulguları Mogan Gölünde ağır metal ve doku ile ilgili olarak ileride yapılacak diğer çalışmalara ışık tutacak, başka göllerde yapılacak benzer çalışmalara örnek teşkil edecektir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Sulak Alanlar

Sulak alanlar, doğal veya yapay, devamlı veya geçici, suları durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gel-git hareketinin çekilme devresinde altı metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan bütün sular, bataklıklar, sazlıklar olarak tanımlanmıştır [www.ramsar.org, 2005].

Sulak Alanlar, güneş ışığının dibine kadar ulaşarak fito ve zooplanktonların, su altı ve su üstü bitkilerin, aquatik hayvanların gelişmesine imkan veren, çok yeri saz, kamış gibi yüksek, kuşların saklanması, yuvalanmasına ve barınmasına uygun olan ekosistemlerdir [Bolat, 2006].

Türkiye’de, baraj gölleriyle birlikte 1,851,000 ha’lık bir alan kaplayan sulak alanlar, su kuşları, balıklar ve sucul türler için önemli bir yaşam ortamı oluşturmaktadır.

Uluslararası kriterlere göre düzenli olarak 25 000’den fazla su kuşu barındıran ve bunu besleyebilen sulak alanlar birinci sınıf (A Sınıfı), 25 000-10 000 arası su kuşunu barındıran alanlar ise ikinci sınıf (B Sınıfı) olarak kabul edilmektedir. Türkiye’de var olan 250 sulak alandan 58’i uluslararası önemdedir ve bunlardan 18’i "A" sınıfı sulak alan olarak uluslararası düzeyde kabul görmüştür (Harita 2.1). B Sınıfı kapsamında ise Türkiye’de 45 sulak alan belirlenmiştir (Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2). Türkiye’nin sulak alanlarından 95’i (1,240,000 hektar) Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF-Türkiye) tarafından önemli kuş alanı olarak belirlenmiştir [Türkiye Çevre Vakfı, 1996].



Harita 2.1. Ülkemizdeki sulak alanlar

Türkiye 1994'te Ramsar Sözleşmesi'ne taraf olmuş ve Manyas, Burdur ve Seyfe gölleri ile Göksu Deltası ve Sultan Sazlığı Sözleşme listesine alınmıştır. 1998'de Yumurtalık Lagünü ve Uluabat Gölü ile Gediz ve Kızılırmak deltalarının eklenmesiyle, Sözleşme listesinde yer alan sulak alanların sayısı dokuza yükselmiştir. Ülkemizde, bugüne kadar yapılan çalışmalar neticesinde uluslararası kriterlere (Ramsar Sözleşmesi Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanların Belirlenmesi Kriterleri) uyan, 200 adet sulak alan tespit edilmiştir. Sulak alanlar karasal ve sucul ekosistemlerin birleşerek özgün bir habitat tipi oluşturduğu, sığ ve değişken su derinliğine, genellikle yüksek üretkenliğe ve tür zenginliğine sahip ekosistemlerdir. Sulak alanlar kıyısul sulak alanlar ve karasal sulak alanlar olmak üzere iki tiptir. Kıyısul sulak alanlar çoğunlukla bir ırmağın denize ulaşmasından önce, suların getirdiği mil yığınının ardında birikmesiyle oluşur ve su derinliğinde yıl içinde fazla değişiklik olmaz. Ilıman iklim koşulları nedeniyle, özellikle kış aylarında yüksek sayılarda su kuşu ve kıyı kuşuna ev sahipliği yaparlar. Gala Gölü ve Yumurtalık Lagünü, kıyısul sulak alan özelliklerine sahip tabiat koruma alanlarıdır. İç bölgelerin yüksek (800-1200 m) kesimlerinde ve genellikle kapalı havzaların merkezinde yer alan karasal sulak alanlarda su varlığı, yıl boyunca önemli ölçüde değişebilmektedir. İlkbaharda en üst seviyeye çıkan su varlığı, yaz ayları boyunca çekilerek geniş bir canlı çeşitliliğine uygun koşullar sunar. Sonbaharda tamamen

kuruyabilen bu sulak alanların çoğu, sazlıklar ve sulak alanlarla çevrili, tuzlu ve çıplak bir göl aynasına da sahiptir. Çalışma alanı olarak belirlediğimiz Mogan Gölü ise B sınıfı sulak alanlar özelliğine sahiptir [Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği, 2000].

Çizelge 2.1. A sınıfı sulak alanlar

1	Kızılırmak Deltası	10	Işıklı Göl
2	Meriç Deltası	11	Burdur Gölü
3	Kus Gölü	12	Beyşehir Gölü
4	Ulubat Gölü	13	Eğirdir Gölü
5	Çamaltı tuzlası	14	Eber Gölü
6	Büyük Menderes Deltası	15	Akşehir Gölü
7	Göksu Deltası	16	Tuz Gölü
8	Seyhan ve Ceyhan Deltası	17	Seyfe Gölü
9	Sultan Sazlığı	18	Ereğli Sazlıkları

Çizelge 2.2. B sınıfı sulak alanlar

1	İğneada Longoz Ormanı	24	Bulak Gölü
2	Büyük Çekmece Gölü	25	Kulu Gölü
3	Terkos Gölü	26	Esmekaya Gölü
4	Saroz Körfezi	27	Tuzla Gölü
5	Kocaçay Deltası	28	Mogan Gölü
6	İznik Gölü	29	Tödürge Gölü
7	Yeniçağa Gölü	30	Karfamis Ve Fırat Nehri
8	Sarıkum Gölü	31	Yüksekova Sazlıkları
9	Yeşilırmak Deltası	32	Çıldır Gölü
10	Marmara Gölü	33	Saz Gölü
11	Küçük Menderes Deltası	34	Ağrı Ovası
12	Güllük Sazlıkları	35	Murat Vadisi
13	Köyceğiz Gölü	36	Bendimahı Sazlığı
14	Karamık Gölü	37	Çelibabağ Sazlığı
15	Acı Göl	38	Erçek Gölü
16	Çorak Göl	39	Van Sazlığı
17	Salda Gölü	40	Edremit Sazlığı
18	Yarışlı Gölü	41	Çaldıran Sazlığı
19	Karataş Gölü	42	Horkum Gölü
20	Kovada Gölü	43	Arin (sodali) Gölü
21	Çavuşçu Gölü	44	Hazar Gölü
22	Hotamış Sazlığı	45	Balık Gölü
23	Karapınar Ovası		

2.2. Alan İle İlgili Genel Bilgiler

Mogan Gölü Havzası; su kaynakları, yüzey şekilleri, yer ve toprak yapısı, iklim özellikleri, biyolojik zenginlikleri ile sucul ve karasal ekosistemlerin kompleks bir bütün oluşturduğu hassas bir ekolojik sistemdir. Havzada temel ekonomik faaliyet tarım olmakla birlikte; Mogan Gölü ve çevresi rekreasyon ve turizm alanı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca Mogan Gölü, Çökek Bataklığı, Gölbaşı Düzü, Mogan Gölü'nün batısında yer alan sulak alan birinci derecede önemli habitatlardır [Yerli, 2002]. Çalışma alanının görüntüsü aşağıda belirtilmiştir (Harita 2.2.).

Mogan Gölü'nü besleyen daha ziyade mevsimlik derelerdir [DSİ, 1993]. Gölün beslenmesi önemli ölçüde kuzeybatı yönünden Sukesen Deresi ve güneyden Çölovası, Yavrucak ve Başpınar Derelerinin oluşturduğu Çökek Bataklığı olarak tanımlanan sulak alandan gerçekleşmektedir [EİE, 2001].

Gölü tehdit eden olaylar arasında, göle havzadan erozyonla sediment taşınımı, çevredeki birçok kuruluşun atıklarını foseptiğe vermesi, sazlıkların yakılması, kaçak avcılık ve sivrisinek mücadele programlarında bilinçsiz şekilde insektisit uygulaması yer alırken, en önemli pay gölü besleyen derelerle taşınan evsel endüstriyel ve tarımsal kirleticilere aittir [Fakıoğlu ve ark 2005].

Gölbaşı, Nüfusu 40,803 ve alanı 273,94 km² olup Ankara ili, Gölbaşı ilçesine bağlı 1 belde ve 10 köyden oluşmaktadır. Ankara metropolünün ortalama 20 km. güneyinde, Gölbaşı İlçesi yakın bitişiğinde yer alan, bu nedenle yoğun bir kentsel-endüstriyel kirlilik baskısı altında bulunan Mogan-Eymir Gölleri ile yakın çevresinde bulunan sulak-bataklık alanlar, ekolojik ve rekreasyonel önemleri nedeniyle, Çevre Kanununun 9.maddesine dayanılarak 22.10.1990 tarih ve 90/1117 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile "Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi" olarak tespit ve ilan edilmiştir. Deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1000 m olan bölgede, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk, az yağışlı karasal iklim tipi hakimdir. Bölgede ortalama yıllık yağış 500 mm. civarındadır. Yıllık sıcaklık ortalamaları en düşük -5 °C olarak Ocak-Şubat, en yüksek 25 °C olarak Temmuz-Ağustos aylarında ölçülmektedir. Bu

nedenle bölge bitki örtüsü olarak bozkır görünümlüdür. Gölbaşı Özel Çevre Koruma bölgesinde en önemli doğal unsurlar olan Mogan-Eymir gölleri havzası yaklaşık 971 km² büyüklüğünde genelde düzgün yer yer orta engebeli bir havzanın güney alt ucunda alüvyoner setlerin arkasında oluşmuş doğal baraj gölleridir. Mogan Gölünün ortalama yüzey alanı 5 km², Eymir Gölünün yüzey alanı ortalama 1,2 km² civarındadır. Göllerin içerisinde bulundukları havzanın oldukça geniş olması, göllerin yüzey alanı ve su hacimlerinin ise havzalarına göre oldukça küçük olması, bu göllerin üzerindeki kirlilik baskısını artıran en önemli doğal etken olmaktadır. Mogan Gölünün ortalama derinliği ise 2,8 m civarında olup, deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 972,60 m.dir. Yaklaşık 5 m. lik bir derinliğe sahip olan Eymir Gölünün deniz seviyesinde ortalama yüksekliği ise 967,60 m.dir. Mogan Gölü güneyinden itibaren 2 km lik bir mesafede, sulak-bataklık alan nitelikli bir geçiş zone ile yer altı ve yer üstünden kuzey doğusundaki Eymir Gölüne ortalama 5 m lik kot farkıyla boşalım sağlamaktadır. Böylelikle Eymir Gölünün su girdisinin %98' i Mogan Gölü tarafından sağlanmaktadır. 971 km² geniş bir havzadan drene olan yeraltı ve yerüstü suları Mogan-Eymir göllerinden geçerek İmrahor Vadisine boşalmaktadır [www.ockkb.gov.tr].

Mogan Gölü Havzası; su kaynakları, yüzey şekilleri, yer ve toprak yapısı, iklim özellikleri, biyolojik zenginlikleri ile sucul ve karasal ekosistemlerin kompleks bir bütün oluşturduğu hassas bir ekolojik sistemdir. Havzada temel ekonomik faaliyet tarım olmakla birlikte; Mogan Gölü ve çevresi rekreasyon ve turizm alanı olarak kullanılmaktadır. [Yerli, 2002].

Havzanın güney alt kesiminde yer alan Mogan Gölü genelde kil-marn ardışıklı jeolojik formasyonlar üzerinde yer almakta olup yer altı suyu beslemesi oldukça düşüktür. Mogan gölünün su girdisi düzensiz rejimli yazları genelde kuruyan dereler vasıtasıyla olmaktadır. Bu derelerin en önemlileri havzanın doğu ve güney-batı kesimlerinde yer alan Sukesen, Başpınar, Gölova, Yavrucak, Çolakpınar, Tatlım, Kaldırım ve Gölcük dereleridir. Mogan Gölünü besleyen derelerin göle ulaştığı düşük eğimli alanlar ile Mogan-Eymir bağlantısını sağlayan alanda, hidrojeolojik,

hidrolojik, iklimatik ve biyolojik açıdan çok büyük önem arz eden “Sulak-Bataklık Alan” lar gelişmiştir. Bu alanlar; göller için yer altı suyu depolama ve kurak geçecek mevsimlerde göle su sağlama, fırtınadan korunma ve sel etkisini yumuşatma, sediment kontrolü, suyun fiziksel kimyasal kirleticilerinin tutulması, yerel iklim şartlarının düzenlenmesi gibi işlevlere sahiptir. Ayrıca bölgedeki “Sulak-Bataklık Alanlar” sayısız bitki ve hayvan türünün yaşayabilmesi için, bağımlı olduğu suyu ve birincil üretimi sağlayan, canlı tür ve çeşitliliğinin beşiğidir. Mogan- Eymir Gölleri ve sulak-bataklık alanları; 227 kuş türü tarafından barınma, üreme, konaklama amaçlı kullanılan ve Ülkemizde Ramsar’a aday gösterilen önemli kuş alanlarından. Bu kuş türlerinin 40’ı bölgede üremekte, 30’u bütün yıl gözlenmekte diğerleri göç veya sadece göl çevresinde görülmektedir. Türkiye’nin taraf olduğu Bern Sözleşmesi Annex II’de (Kesinlikle Korunması Gerekli Türler Listesi) yer alan alaca balıkçıl (*Ardeola ralloides*), küçük balaban (*Ixobrychus minutus*), dikkuyruk (*Oxyura leucocephala*) ve küçük kerkenez (*Falco naumanni*) bu alanda korunması gereken mutlak türlerdir. Alanda üreyen ve nesli tehlike altında olan kuş türleri arasında alaca balıkçıl (*Ardeola ralloides*), balaban (*Botaurus stellaris*), küçük balaban (*Ixobrychus minutus*), macar ördeği (*Netta rufina*), elmabaş pakta (*Aythya ferina*), pasbaş pakta (*Aythya nyroca*) ve dikkuyruk (*Oxyura leucocephala*) yer alır. Alan, nesli tehlike altında olan diğer kuş türlerinden küçük kerkenez (*Falco naumanni*) için göç döneminde büyük önem taşır. Bölgeyi karakterize eden bitki türleri olarak dikmen alıcı (*Crataegus dikmensis*), Düğün çiçeği (*Ranunculus isthmicus*), gelincik (*Papaver rhoeas*), badem (*Amygdalus orientalis*), ölmez otu (*Xeranthemum annuum*) ve yanar döner peygamber çiçeği (*Centaurea tchitatcheffii*) sayılabilir. Bunlardan yanar döner peygamber çiçeği (*Centaurea tchitatcheffii*) sınırlı bir alanda yayılış göstermekte olup bu alanların mutlak koruma zonu olarak korunması gereği ortaya çıkmaktadır. Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı’ nca bölgedeki ekolojik dengeleri korumak ve koruma kullanım kararlarına esas olmak amacıyla 1/25 000 ölçekli Çevre Düzeni Planı hazırlanmıştır. Bu planda, sulak bataklık alanlara kesin koruma yasağı getirilmiş olup, “Bu alanlara hiçbir tesis yapılamaz ve bilimsel araştırmalar sonucunda belirlenecek yöntemler dışında alanın mevcut dokusuna müdahalede bulunulamaz” hükmüne yer verilmesi ile bölgede ekolojik değerler ön plana çıkarılmıştır [www.ockkb.gov.tr].

Mogan Gölü ile Eymir Gölü arasındaki yaklaşık 3 m'lik kot farkı nedeniyle yüzey suyu akımı Eymir Gölüne doğrudur. Mogan Gölünü besleyen dereler tarafından getirilen sedimentin çökmesi sonucunda göl derinliğini kaybederek sığ bir göl haline gelmiştir [DSİ, 1993].

2.3. Alan İle İlgili Önceki Çalışmalar

Altınbilek ve ark., Orta Doğu Teknik Üniversitesi tarafından ASKİ Genel Müdürlüğü'ne yapılan “Gölbaşı Mogan-Eymir Gölleri için Su Kaynakları ve Çevre Yönetim Planı Projesi”nde Mogan Gölüne kirliliği taşıyan su kaynakları tesbit edilmiştir Özellikle Sukesen deresinin Mogan Gölü kirliliğinde önemli yer tuttuğunu vurgulamışlardır [Altınbilek ve ark.,1995]

Mogan Gölü'nde yapılan bir çalışmada, 1993 ve 1994 yılları için sırasıyla olmak üzere göle karadan gelen fosfor yükü; 126,61 kg/yıl ve 112,40 kg/yıl, atmosferden gelen fosfor yükü; 22,53 kg/yıl ve 15,29 kg/yıl, suni fosfor yükü ise her iki yıl için 2998 kg olarak tespit edilmiştir.1993 ve 1994 yılları için toplam fosfor yükü sırasıyla 3147,14 kg/yıl ve 3125,69 kg/yıl, toplam *fosfor yüklemesi* 560,99 kg/km² yıl ve 557,16 kg/km² yıl olarak belirlenmiştir [Pulatsü ve Aydın, 1997].

H.Ü. - UKAM (Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi) “Mogan Gölü Dip Çamurunun İncelenmesi” projesinde Mogan Gölüne ait dip çamurunun kirlilik seviyesinin ve temizleme yöntemlerinin belirlenmesi için çeşitli çalışmalar yapmıştır. Temizlenmesi önerilen ve kalınlığı gölün kuzey bölümünde 1 m, güney bölümünde ise 0,5 m dolayında olan Üst Mırık zonundan kazınması gereken dip çamuru miktarının 4,5 milyon m³ düzeyinde olduğu belirlenmiştir. [Anonim, 1998].

Burnak ve Beklioğlu yaptıkları çalışmada Mogan Gölüne akan derelerde çok yüksek düzeyde çözünmüş inorganik azot ve toplam fosfor belirlemişlerdir. Sukesen, Gölcük ve Yavrucak Derelerinin yıllık ortalama fosfor konsantrasyonları sırasıyla 1438 µg/l,

198 $\mu\text{g/L}$ ve 336 $\mu\text{g/L}$ bulunurken, Mogan Gölü çıkış suyu ortalama fosfor konsantrasyonu 93 $\mu\text{g/L}$ olarak saptanmıştır [Burnak ve Beklioğlu, 2000].

Mogan Gölündeki planktonik organizmaların kommunité yapısı ve mevsimsel dağılımlarını çeşitli abiyotik faktörlerle birlikte incelenmiştir [Akbulut ve Akbulut, 2002].

Yapılan bir diğer çalışmada Ankara için önemli bir rekreasyonel alan olan Mogan Gölüne besin ve diğer kirleticilerin girişinin, evsel ve endüstriyel atıksu deşarjlarına ek olarak, buraya akan derelerin yataklarından ve tarım arazilerinden taşınan maddelerle olduğunu bildirmişlerdir [Muhammetoğlu ve ark., 2002].

‘Mogan Gölü Trofik Statüsünün Belirlenmesi’ isimli tez çalışmasında su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, pH, elektriksel iletkenlik ve Secchi derinlik ölçümlerini, nitrit azotu, nitrat azotu, amonyak azotu, ortofosfat ve klorofil-a derişimlerini ve gölde baskın olan planktonik organizma ve zoobentos verilerini değerlendirmiştir. Yapılan değerlendirmelerde ve önceki çalışmaların ışığında gölün trofik statüsü mezotrofik/ötrofik olarak belirlenmiştir [Manav, 2003].

Mogan-Eymir Gölleri üzerinde canlı faaliyetleri ve çevresel etkileri belirlemek amacıyla, kirletici kaynaklar ve su kalitesi incelenmiştir. Kanalizasyon atıklarının, kanalizasyon sistemi ile toplandığı buna karşın sistemde problem olması durumunda bu atıkların Eymir’e boşaltıldığı ve sediman çökeliminin 1995’ten bu yana anlamlı şekilde azaldığı gözlemlenmiştir [Karakoç ve ark., 2003].

Mogan Gölünde dış kaynaklı kirletici yüklerin azaltılması amacıyla, 1995 yılından itibaren atık suların bir kollektörde toplanması çalışmaları hız kazanmış ve 1997 yılında sonuçlanmıştır. Ancak göl çevresi yerleşim birimlerinin kollektöre bağlanmasına ve Sukesen dere yatağının ıslah edilmesine karşın, derenin göle girişinin engellenmemesi ve göl havzasındaki birçok kuruluşun atıklarını foseptiğe vermesi etkin bir dış kaynaklı yük indirgenmesi olduğu konusunda kuşku uyandırmaktadır. Zira Mogan Gölüne ilişkin 2003 yılı dış kaynaklı toplam fosfor

yükü çok yüksek (10 941 kg/yıl) saptanmış, buna bağlı olarak toplam fosfor yükleme değeri kritik yükleme değerinin oldukça üzerinde belirlenmiştir [Fakioğlu ve Pulatsü, 2005].

“Mogan Gölü Litoral Sedimentte Fosforun Mevsimsel ve Yersel Değişimi ile Göle Salınım Potansiyelinin Araştırılması” isimli çalışmada ise Mogan Gölünde tüm göl alanı için, iç kaynaklı fosfor yükü 86 kg/yıl olarak tahmin edilmiş olup, gölün besin seviyesini koruyabilmesi için öncelikle dış kaynaklı fosfor yükünün azaltılması gerektiği belirlenmiştir [Topçu, 2006].

Mogan Gölünün trofik statüsünün izlenmesi ile ilgili bir diğer çalışmada daha önceki trofik statü belirlenmesiyle ilgili çalışmalar ışığında çeşitli parametreler belirlenmiş ve trofik statü değişimi izlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda gölün trofik statüsü hipertrofiye dönük ötrofik olarak saptanmıştır [Mangıt, 2007].

2009 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı’nın “Mogan Gölünde Toplu Balık Ölümünün Nedenleri” raporunda Mogan Gölünde toplu balık ölümlerinin önlenmesi için yapılması gereken faaliyetlerin başında ilk olarak gölün trofik yapısının yani ötrofikasyon probleminin çözülmesi gelmektedir. Bu sorunu çözmek için atılması gereken ilk adım; dışarıdan göle besin tuzu (azot, fosfor vb.) yüklemesini önlemektir. Mogan Gölünde görülen toplu balık ölümleri aynı tip özellikteki sığ, besin bakımından zengin, ötrofik göllerde yılın bazı yaz ve sonbahar aylarında sıklıkla görülen bir olaydır (Resim 2.1). Bunun çözümü ötrofik göllerin ıslah edilerek su kalitesinin iyileştirilmesidir [ÖÇKK, 2009].

2.4. Ağır Metaller

Ağır metaller; Sularda belirli bir derişimden sonra sucul canlıların bünyesinde birikip toksik etki oluşturmaktadırlar. Ağır metaller balıklar tarafından çözünen iyon olarak solungaçlarla sudan ve balık besininde birikmesi ile besinlerden alınabilmektedir. Balıklarda, birçok ağır metalin solungaç, böbrek ve karaciğerde histopatolojik değişmeye neden olduğu ortaya konmuştur.

Sularda kirlenme değişime uğrayan özelliklerine göre; Organik, inorganik, bakteriyolojik ve termal olmak üzere dört grupta incelenmektedir. İnorganik kirlilik parametrelerinden en önemlisi ağır metallerdir.



Resim 2.1. Mogan Gölünde ölü balıklar

Ağır metaller; toprağın adsorbsiyonu, kimyasal reaksiyonu ve iyon değişimi sonucu toprakta tutulmaktadırlar. Periyodik cetvelde D Bloğunda yer alan elementler metallerdir. Ağır metaller atomik ağırlıkları 63,546 ile 200,590 arasındaki ve özgül ağırlıkları 4.0 dan büyük olan elementlerdir. Ağır metalleri; alüminyum, (Al), arsenik (As), bakır (Cu), civa (Hg), çinko (Zn), kadmiyum (Cd), kobalt (Co), krom (Cr), kurşun (Pb), molibden (Mo), nikel (Ni), selenyum (Se) ve vanadyum (V) gibi elementler oluşturmaktadır. Ağır metaller toprakta ve vejetasyonda iz konsantrasyonda her zaman bulunmaktadırlar ve bunların çoğuna mikro element olarak canlılar tarafından ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak bunların yüksek konsantrasyonları canlılara toksik etki yapmaktadır. Canlı organizmalar kobalt, bakır, demir, mangan, molibden, vanadyum, stronsiyum, ve çinko gibi bazı ağır metallere eser miktarlarda ihtiyaç duyarlar. Fakat bu ihtiyaç duyulan metallerin aşırı miktarları organizmaya zararlı olabilir. Özellikle yüzey suyu sistemlerinde bulunan ve canlı organizmalar tarafından ihtiyaç duyulmayan ağır metaller ise kadmiyum, krom, civa,

kurşun, arsenik ve antimon' dur. Yüzey sularındaki bütün ağır metaller kolloidal, partiküler yada düşük miktarda da olsa çözünmüş fazda bulunurlar [Yağdı ve ark., 2000].

Kolloidal yada partiküller ağır metaller ya hidroksitler, oksitler, silikatlar yada sülfidler şeklinde, yada kil, silika yada organik bir maddeye adsorblanmış halde bulunurlar. Ağır metallerin çözülmüş formları genellikle iyonlar yada iyonlaşmamış organometalik selatlar veya kompleksler şeklindedir. Eser elementlerin yüzey sularındaki çözünürlüğü baskın olarak suyun pH'ı, metalin adsorblandığı ligandın türü ve konsantrasyonu ve mineral bileşiğin yükseltgenme basamağı ve sistemin redoks çevresi tarafından kontrol edilir. Metallerin doğal sulardaki davranışları substrat tortu kompozisyonu, askıdaki sediment kompozisyonu ve suyun kimyasının bir fonksiyonudur. İnce kum ya da kil sediment bileşimi kuvarz, feldspar ve döküntülü karbonat zengini tortulardan daha yüksek seviyede metal adsorblarlar. Metaller ayrıca humik asit, organo-killer ve organik madde ile kaplanmış oksitler için yüksek ilgiye sahiptir [İmre, 1988].

Çalışmada incelenen ağır metallerin periyodik cetvele göre sınıflandırılması ve doğada bulunuşu aşağıda verilmiştir.

Kurşun: Bu element periyodik cetvelin 4A Grubu elementleri arasında yer almaktadır. Yer kabuğunun oluşumundaki kayaçların yaklaşık olarak 16 mg/kg kurşun içerdiklerini bildirmiştir [Nriagu, 1978]. Yerkabuğunda ortalama 15 mg/kg kurşun bulunmakta ve toprağı oluşturan ana materyale bağlı olarak kimi yerlerde 70 mg/kg değerine kadar yükselmektedir [Schefferand et. al.,1989]. Toprakta ortalama 16 mg/kg Pb olduğu bildirilmektedir [De Treville, 1979].

Arsenik: Arsenik periyodik cetvelin 5A grubunda yer almaktadır. Volkanik kayaların As içeriği 2-3 mg/kg'dır. Fosfat kayaları ve killer bu elementçe zengindir. Yerkürenin kabuğunda çok az bulunan ve geniş olarak dağılmış bir elementtir. İşlenmemiş verimli topraklarda milyonda bir kaç kısım arsenik bulunmaktadır. Fakat buralarda da, arsenik ihtiva eden pestisitlerin bir kaç yıl kullanılmaları sonucu

arsenik derişimi bir kaç yüz misli artmaktadır. Deniz suyunda milyonda on oranında bulunmaktadır [Savru, 2003].

Demir: Periyodik cetvelin 8 B grubunda yer alırlar. Demir dünyada oksijen, silisyum ve alüminyumdan sonra en bol bulunan elementtir. Ağır metallerin en önemlisidir. Yerkabuğunda % 4,2 nispetinde bulunur [Norrish, 1975].

Bakır: Periyodik cetvelin 1 B grubunda yer almaktadır. Bakır elementi yer kabuğunda 70 mg/kg değerinde bulunur ve birkaç farklı maden cevherinin bileşenini oluşturmaktadır Bakır, tabiatta metal olarak bir çok yerlerde dağınık olarak bulunur. Birçok kaya ve toprakta olduğu gibi, okyanus çamurunda, nehir kumlarında, deniz bitkilerinin küllerinde, deniz mercanlarının birçoğunda, insan karaciğerinde ve salyangoz gibi yumuşakçalarda bulunur [FAO, 1990].

Çinko, kadmiyum ve civa: Periyodik cetvelin 2 B grubu elementleridir. Kadmiyum'un yerkabuğundaki ortalama konsantrasyonu 0,15 mg/kg'dır. Çinko doğada bol bulunan metallerden biri değildir, yerkabuğundaki konsantrasyonu 80 mg/kg' dır [Massey, 1968]. Civa (Hg), atom numarası 80, atom ağırlığı 200.59 g/mol dür. Oda koşullarında (25°C) gümüşümsü beyaz renkli sıvıdır (Sıvı formda bulunan en ağır element olarak bilinir) [Bolat, 2006].

2.4.1. Ağır metallerin etkileri

Çok sayıdaki kimyasal maddenin biyolojik etkileri bunların yaşamın bağı olduğu biyokimyasal olayları yürüten enzimlerle etkileşmesi sonucu oluşur. Hücrenin devamlı süregelen kompleks reaksiyonlarında önemli rol oynayan enzimleri bir veya birkaçının aktivitesini herhangi bir kimyasal madde tarafından ortadan kaldırılması ile organizmadaki denge bozulur ve meydana gelen fizyolojik değişim sonucu zehirlenmeler görülür. Enzim inhibasyonları irreversible (tek yönlü) ya da reversibil (çift yönlü) olabilir [WHO, 1984]. Civa, arsenik, kursun ve bakır gibi metaller ise daha az selektif (seçici) enzim inhibitörleridir. Bunlar çok sayıda enzimi irreversible inhibe ederler.

Ağır metallerin ve metaloidlerin zehirlenmeler bakımından önemi her devirde olmuştur. Çok sayıda ağır metal ve metaloid, enzim ve kapiler zehiridir. Metallerin önemi henüz tam olarak bilinmemekle birlikte vücudun çok değişik bölgelerinde etkili olur. Ağır metal iyonları proteinleri denatüre ederler. Sülfidril gruplarına bağlanmaları ile izah edilen bu etkinin akut oral zehirlenmelerdeki belirtiler yönünden önemi vardır. Ayrıca biyomoleküllerin hidroksil, amino, karboksil ve imidazol grubu gibi diğer oynak proton taşıyan fonksiyonel gruplarını bloke eder. Magnezyum, kalsiyum ve diğer biyometalleri protein kompleks bağından kopararak enzimlerin katalitik merkezlerinde etkili olurlar. Fakat tüm bu etkiler, metal zehirlenmelerinde ortaya çıkan çok çeşitli hastalık tablolarını açıklamak için yeterli olmamaktadır. Ağır metaller çok çeşitli dokularda manifest olurlar ve her bir metalin belli organlara yönelik olan etkisi özellikle kronik zehirlenmelerde belirgindir. Ağır metal etkilerinin anlaşılmasını güçleştiren diğer bir konu ise biyometallerinde normal dozun çok az üstündeki miktarlarının zararlı etkilerinin bulunması ve hayat için gerekli elementlerin bir kısmının (kobalt, mangan, selenyum, bakır) aynen arsenik gibi karsinojen etki göstermeleridir [İmre, 1988].

Yüksek konsantrasyonda bulunan elementler, organizmalarda çözeltileri halinde bulunurlar ve hücreler arasındaki elektronötralliği sağlarlar. Eser ağır metaller ise canlı yapısında eser oranda bulunurlar ama görevleri çok önemlidir. Bunlardan bazıları proteinlerin bazıları da enzimlerde bulunurlar. Metallerin toksik etkileri metalden metale organizma içinde değişiklik gösterir. Sonuçta gerekli olsun veya olmasın ağır metallerin çoğu canlı organizmalar için toksik potansiyele sahiptir [Gündüz, 1994].

Ağır metallerin civa, kurşun vb. gibi olanları organizma için gerekli olan iz elementlerle rekabet içinde olup, bu iz elementlerin de bakır, çinko gibi bazılarının yüksek konsantrasyonları belirli proteinlerin işlevini durdurmakta veya bozabilmektedir. Örneğin civa ve kurşun, merkezi sinir sisteminde belirli enzimlerle kuvvetli olarak birleşmekte ve bu olay sonucunda sinir sisteminde bozukluklar oluşmakta, zeka geriliği, delilik, koma hali ve ölüm görülmektedir. Civa, ilave olarak özel bir protein ile birleşerek genetik materyal DNA'nın fonksiyonlarını işlemez hale

getirmektedir. Civanın neden olduğu ciddi anormal bebek doğumları bu olayla açıklanabilmektedir [Bolat, 2006].

İnorganik maddeler, vücutta karaciğer ve böbrekte toplanma eğilimi gösterirler. Bu bir yandan karaciğer ve böbrekleri tahrip ederken, bir yandan da metalin idrar yoluyla vücuttan daha çabuk atılmasını sağlar. İçme suyunda demir ve mangan iyonlarının fazla oluşu insan bünyesinde zararlı etkiler yapmaz, kalıcı renkleri nedeniyle estetik açıdan sakıncalıdır ve demir suya karakteristik bir tat verir. Demir bitki ve hayvan metabolizmasında rol oynayan ana elementlerden birisidir. Birçok proteinin yapısında ve oksidasyon-redüksiyon enziminde bulunur. Toplam demir konsantrasyonu hayvan türüne bağılı olarak 40-168 mg/kg arasında değışir. Demir, hayvan vücudunda da çok sayıdaki metabolik enzimlerde bir kofaktör olarak görev yapmaktadır. Demir, bütün dokularda ferritin ve hemosiderin şeklinde depolanmaktadır. Demir özellikle kanda O₂ ve CO₂ taşınması ve elektron transferi olaylarına katılmaktadır. Çoğu hayvanlar için karakteristik demir zehirlenme belirtileri, büyümede gerileme ve iştah bozukluğudur [Mc Neeely, 1979]. Bakır içeren organik ve inorganik bileşikler tarımda fungusit ve pestisit olarak geniş şekilde kullanılır. İnorganik gübreler bir miktar bakır içerir. Bu yollarla bir miktar bakır sulara karışır. Bakırın yüksek düzeyleri mikroorganizmalar için zehir etkisi yapmaktadır. Bakırın bu özelliğinden yararlanılarak CuSO₄ fungusit olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [Kadis vd., 1984].

Doğal sularda bakır, genellikle eser miktarda (0,05 mg/L' ye kadar) bulunur. Vücutta biriken aşırı bakır ise karaciğerde tahribata neden olur. Bakırın sucul canlılara karşı zehirliliğı, suyun bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine (sıcaklık, sertlik ve bulanıklık) bağılı olarak değışir. Tatlı sulardaki canlıları korunması açısından maksimum kabul edilebilir bakır derişimi 0,005 mg/ L olarak önerilmiştir [WHO,1984). Krom kalıcı birikim yapan kirleticilerdendir. Suların içerdığı krom, kayalarlardan ve çoğunlukta endüstriyel kullanımlardan ve tarımdan kaynaklanır. Krom tarımda gübrelerde kullanılır. Balıklar ve sulardaki canlılar için çok küçük derişimlerde bile zehir etkisi gösterirler. Krom'un sucul canlılara karşı zehir etkisi oksidasyon durumu, sıcaklık ve pH'a göre farklılık gösterir. Sucul canlıların

korunması için maksimum krom derişimi 0,050 mg/L önerilmiştir. Krom insan vücudunda özellikle akciğer dokularında birikir ve akciğerde kanser oluşumuna neden olur [Tüfenkçi, 2005].

Kurşun, tetraetil kurşun halinde kalite iyileştirici olarak benzine katılır ve motordaki yanma sonucu çeşitli bileşikler halinde egzoz gazlarıyla çevreye atılır. Kurşun; hava, su, toprak yoluyla solunum ve besinlere karışarak biyolojik sistemleri etkiler, böbrek ve beyin bozukluklarına sebep olur. Sucul hayatı koruma için konulan kurşun derişimi sınırı içme sularınıninkinden daha sıkıdır. Tatlı sulardaki sucul hayatın korunması için sınır olarak 0,03 mg/L kabul edilmiştir [Timbrell, 1991].

Nikel ve kobaltın ise kansere sebep olabileceği düşünülmektedir. Ağır metal dozu öldürücü seviyede değilse, küçük dozlar halinde zamanla artmakta ve vücuda zarar verecek şekilde birikim yapmaktadır. Ağır metaller aynı zamanda sinerjistik etki göstermektedirler. Örneğin bakır ve çinko beraber bulunduklarında tek olduklarına oranla on kat daha fazla etki yapmaktadır [Bolat, 2006].

2.5. Sazan Balıklarına İlişkin Genel Bilgi

Ilıman iklim bölgelerinin ekonomik öneme sahip türü olan Sazan (*Cyprinus carpio*), sıcaklığı sevmesinin yanında soğuğa da dayanıklı olup (4-30°C), entansif yetiştiricilik için çok uygundur. *Cyprinus carpio*'nın taksonomik olarak gösterimi (Çizelge 2.3) de belirtilmiştir.

Çevre koşullarına karşı çok toleranslıdır. 20°C'nin üzerinde optimum büyümesine karşın, uzun süre <1°C su sıcaklığına ve ani sıcaklık değişikliklerine maruz kaldığında da yaşayabilir. Sazan ‰ 5 tuzlulukta [Aydın, 1984] ve 5-9 arasındaki pH'larda rutin olarak büyümektedir. Tuzluluk deneysel olarak ‰ 12'ye çıkarıldığında da büyümesini sürdürmektedir [Pullin, 1986]. Ayrıca az miktarda oksijene gereksinim duyar ve yetiştirme sırasında boylama, kepçeyle yakalanma, tartım gibi işlemlere duyarlı değildir [Aydın, 1984], [Çelikkale, 1988], [Korkmaz,

2002]. DİE'nin 2007 yılı verilerine göre 43,321 ton/yıl olan içsu balıkları avcılığının % 28.4'ünü (12,286 ton/yıl) sazan balıkları oluşturmaktadır [Anonim, 2008].

Çizelge 2.3. *Cyprinus carpio*' nın taksonomik olarak gösterimi

Kingdom	<u>Animalia</u>
Phylum	<u>Chordata</u>
Subphylum	<u>Vertebrata</u>
Superclass	<u>Osteichthyes</u>
Class	<u>Actinopterygii</u>
Subclass	<u>Neopterygii</u>
Infraclass	<u>Teleostei</u>
Superorder	<u>Ostariophysi</u>
Order	<u>Cypriniformes</u>
Superfamily	<u>Cyprinoidea</u>
Family	<u>Cyprinidae</u>
Genus	Cyprinus
Species	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758

2.6. Kadife Balıklarına İlişkin Genel Bilgi

Kadife balığı (*Tinca tinca*), yeşil sazan olarak da bilinir, sazanngiller (Cyprinidae) familyasından fazla hareket etmeyen yavaş akan suların dip kısımlarında yaşayan bir balık türüdür. *Tinca tinca*'nın taksonomik olarak gösterimi aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 2.4).

Bütün Avrupa'da ve Asya'nın orta derece iklimli kesimlerinde bulunur. Türkiye'nin kuzeyinde, yani batı ve doğu karadeniz bölgelerinin tatlı sularında, İç Anadolu'daki baraj ve göllerde, bol miktarda bulunmaktadır. Kadife balıkları kısa bir süre için oksijen kıtlığı içinde yaşayabilirler. Zaten sadece bu kabiliyetlerinden dolayı onları çok küçük göllerde bile bulmak mümkündür [www.tarim.gov.tr].

Çizelge 2.4. *Tinca tinca*'nın taksonomik olarak gösterimi

Kingdom	<u>Animalia</u>
Phylum	<u>Chordata</u>
Subphylum	<u>Vertebrata</u>
Superclass	<u>Osteichthyes</u>
Class	<u>Actinopterygii</u>
Subclass	<u>Neopterygii</u>
Infraclass	<u>Teleostei</u>
Superorder	<u>Ostariophysi</u>
Order	<u>Cypriniformes</u>
Superfamily	<u>Cyprinoidea</u>
Family	<u>Cyprinidae</u>
Genus	<i>Tinca</i>
Species	<i>Tinca tinca</i>

2.7. Balıklarda Histopatolojik İncelemelerin Önemi

Histopatoloji, özellikle insanlarda yabancı maddelerin yarattığı risk derecesini belirlemek amacıyla farelerle yapılan toksikoloji çalışmalar sonucunda saptanması zorunlu ve kullanışlı bir yöntem olarak belirlenmiştir [Wester ve Canton, 1991]. Temeli toksik maddeye duyarlılık, hedef organ ve etki mekanizmasının şekline dayanır. Balıklarda yapılan toksikolojik çalışmalarda ise özellikle maddenin subletal konsantrasyonlarını belirlemek açısından histopatoloji önem taşımaktadır. Tüm diğer yöntemlerde olduğu gibi histopatolojinin de avantaj ve sınırları bulunmaktadır.

Toksikolojik çalışmalarda en sağlıklı yöntem, organizmada oluşabilecek tüm yanıtların çok yönlü (histopatolojik, hematolojik, biyokimyasal etkileri vb.) olarak değerlendirilmesidir. Ancak tüm bu işlemlerin yapılması zaman ve maliyet gerektirmektedir. Bunun için genellikle en uygun yöntemin seçilmesi çok önemlidir. Hayvan dokularındaki histopatolojik değişiklikler çevresel stres yapan etkenlere (stresörlere) maruz kalmanın öncelikli göstergeleridir [Teh vd., 1997].

2.8. Histopatolojinin Avantaj ve Sınırları

2.8.1. Histopatolojinin avantajları

Her ne kadar biyokimyasal, fizyolojik ve histopatolojik özelliklerin birlikte değerlendirilmesi daha uygunsa da histopatolojik değişiklikler ani değişimler olmadığı için daha gerçek sonuçları yansıtmaktadır. Histopatoloji organ sistemlerinin toplanma sonrası değerlendirilmesi ve spesifik hücre lezyon tiplerinin identifikasyonunda diğer yöntemlere göre daha hızlıdır. Yani histopatolojik değişiklikler subletal stres yapan etkenlere (stresöre) ortalama yanıt olarak belirir ve histoloji özellikle kronik çalışmalarda değişik doku ve organlarda etkinin araştırılmasında en hızlı metottur. Kısaca hiçbir teknik histopatoloji kadar hızlı bir şekilde hasarın olduğu bir çok bölgeden örnek almaya olanak tanımamaktadır. Kullanılan örneğin büyüklüğü (larva ya da anaç) ne olursa olsun maddenin etkilediği hedef organ ya da dokularda homojen değişiklikler görülmektedir [Hinton and Lauren, 1990].

Histopatoloji saha çalışmalarında da en uygun metot olarak karşımıza çıkmaktadır. Doğada kolay yakalanamayan ya da yetiştiriciliği yapılamayan türlerde yapılan çalışmalarda balığın ölüm sonrası incelenmesinden dolayı histolojik analiz biyokimyasal analize göre daha avantajlıdır. Diğer yöntemlerin aksine bir örneği histopatolojik olarak hemen incelemeniz gerekmemektedir. Uygun saklama yöntemi (Balıklarda Bouin's fiksatif ve nötral %10 formalin önerilmektedir.) kullanılarak inceleme daha sonra gerçekleştirip tüm organ sistemleri değerlendirebilmektedir [Teh vd., 1997].

Biyokimyasal olarak değerlendirilemeyecek kadar küçük olan örneklerde dahi patoloji kolaylıkla kullanılabilir. Yumurta ve larvaların gözlenmesinde de önemlidir [Hinton and Lauren, 1990].

2.8.2. Histopatolojinin sınırları

Eğer türün normal histolojik yapısı önceden bilinmiyorsa histopatolojik deneylerde hata olabilmektedir [Hinton and Lauren, 1990]. Histopatolojik çalışmanın gerçekleştirilmesinde örneğin öldürülmesi gerekmektedir [Teh *et. al.*, 1997].

Bilindiği gibi balıklarda kimyasal kontaminantlara maruz kalma sonucunda değişik organlarda lezyonlar oluşmaktadır. Nekropsi sonucunda çoğunlukla tüm organlar incelenmektedir. Ancak histopatolojik çalışmalarda su ortamıyla ilişkisi dolayısıyla solungaç, böbrek, karaciğer ve deri kirliliğin etkisini saptamada kullanılan en uygun hedef organlardır. Bu organlar akuatik kirlilik için primer indikatörlerdir. Özellikle solungaçlar, su kalitesinin aynası olarak görülmektedir. Deri de solungaçlarla birlikte mevcut (potansiyel) maddelerle direk temasın gerçekleştiği yüzeylerdir. Karaciğer metabolizmada kilit rol oynarken, böbrek ise balığın iç ortamı ile su-tuz dengesinin stabilizasyonu, atılımı ve ksenobiotik (organizmaya yabancı maddeler) metabolizma için önemlidir [Hibiya, 1982], [Bernet *et. al.*, 1999].

2.8.3. Kemikli balıklarda solungaç yapısı

Solungaçlar teleostlarda tipik olarak farenksin altında bulunan 4 çift holobranştan ibarettir. Her holobranşın, branşiyal yay ya da solungaç yayının posterior kenarında, iki hemibranş bulunur. Taze bir balık hemibranşı yakından incelendiğinde primer lamella adı verilen bir dizi uzun kalın filamentten oluşur. Yay üzerinde tarak dişleri görünümündedir. Primer lamellanın yüzey alanı, dorsal ve ventral yüzeyinde düzgün yarı yay benzeri (semi lunar) sekonder lamella olarak adlandırılan oluşumlar bulunmaktadır. Her primer lamella üzerinde dorsal ve ventral sıralar halinde sekonder lamellalar düzenlenmiştir, böylece bitişik filamentin lamella sıraları boşlukları tamamlamaktadır [Roberts, 2001]. Solungaç lamellasının yüzeyi basit skamoz epitel hücrelerden ve yüzey boyunca paralel olan pillar hücrelerce ayrılmış birçok kapillerle kaplanmıştır. Pillar hücreler, kapillerlerden endotel hücrelerle ayrılır [Hibiya, 1982]. Gaz değişimi sekonder lamella yüzeyinde meydana gelir. 9-10 µm aralıklarla dizilmiş pillar hücrelerle ayrılan bir kalın katman, destekleyici zarf gibi

epitel hücrelerden oluşur. Pillar hücreler, amiplerde bulunan kontraktil (bükülebilir) protein benzeri sütunlar içerir. Kan, ventral aortadan direk olarak yüksek basınçla gelirse, kontraktil elemanlar normal şartlar altında bu yüzeyleri genişleterek dayanmasına hizmet eder. Ayrıca pillar hücrelerin daralması, (bükülebilmesi) gaz değişim yüzeylerinde kan akış oranının kontrolünde kullanılır. Pillar hücreler 0.5-4 µm arasındadır [Roberts, 2001]. Sekonder lamellanın bazı kısımlarında ve bazal epitelinde mukus hücreleri vardır. Klorit hücreler sekonder lamellanın tabanında yer alır. Asidofiliktir. Genellikle deniz balıklarında, tatlısu balıklarına oranla daha fazladır. Sekonder lamellalar parazit, fiziksel ya da kimyasal etkenler tarafından çabuk etkilenir ve patolojik değişiklikler çok kısa bir sürede oluşur [Hibiya, 1982].

2.8.4. Kemikli balıklarda karaciğerin yapısı

Kemikli balıklarda vücut boşluğunun ön kısmında yer alan karaciğer, kırmızı kahverengi olup genellikle iki lobludur. Midenin üzerinde ve mideyi kısmen sararak uzanır. Safra kesesi karaciğerin içerisinde gömülü olarak bulunur. Karaciğerin her iki lobundan bir hepatik kanal (*ductus hepaticus*) çıkar ve safra kesesinden çıkan sistik kanal (*ductus cyticus*) ile birleşerek ana safra kanalını oluşturur [Demirsoy, 1988], [Demir, 1992]. Karaciğer dıştan seröz bir membran ile çevrilmiştir. Kemikli balıklarda yüksek omurgalılardan farklı olarak, merkezi vena ihtiva eden lobüler yapı görülmez. Hepatik arter ile portal vena karaciğerlere girerler ve portal vena birçok kollara ayrılarak daha sonra sinüoitleri meydana getirir. Sinüoitlerin aralarında, paransimayı oluşturan karaciğer hücreleri (hepatik hücreler), hücre kordonları teşkil edecek şekilde yerleşmişlerdir. Paransim hücreleri poligonal hücreler olup yuvarlak çekirdekleri ve genellikle çekirdekçikleri vardır [Hibiya, 1982], [Ferguson, 1989]. Karaciğer hücrelerinden salgılanan safra, hücrelerin aralarındaki ince kanalcıklarla toplanarak daha büyük kanallara taşınırlar ve bu kanallar safra kanallarına açılırlar. Safra kanalları ile safra ana kanalının bağlandığı bölgede hepatik arteriol de bulunur. Karaciğer sinüoitleri endotelyal hücreler ile astarlanmıştır. Makrofajlar sinüoitlere bitişik veya hepatositlerin aralarında bulunur. Bazı kemikli balıklarda karaciğer basit ve kompakt bir organ olarak bulunurken sazan (*Cyprinus sp.*), *Sillago japonica*, *Chrysophrys major*, *Heliochoeres poecilopterus*, *Stephanolepis cirrhifer* ve

Platycephalus indicus gibi balık türlerinde pankreatik doku portal vena kolları boyunca karaciğere sarılmış durumdadır. Hepatik ve pankreatik dokunun birleştiği bu yapı “hepatopankreas” olarak adlandırılmaktadır [Hibiya, 1982], [Ferguson, 1989], [Roberts, 2001]. Balık karaciğerinde hepatik kan akışı, kardiyak kan akışına göre oransal olarak yavaş olduğundan toksik maddenin yarattığı hasarlara daha duyarlıdır [Benli, 2006].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri

Araştırma alanı olan Mogan Gölü, Ankara'nın 20 km güneyinde, Ankara-Konya yolu üzerinde, Gölbaşı ilçesi sınırları içinde yer alan alüvyal set gölüdür. Göl büyük oranda yağış ve yüzey akışı aracılığı ile beslenmektedir [Boşgelmez et al. 2005].

Gölün ortalama derinliği 2,8 m, genişliği 1,1 km, uzunluğu 6 km, çevresi 14 km ve yüzey alanı 7,2 km² dir. Ayrıca gölün yağış alanı 925 km², su hacmi ise 10,20 milyon m³'tür. Mogan Gölü irili ufaklı beşten fazla dereden gelen sularla beslenmektedir (Yavrucak, Başpınar, Gölcük, Sukesen, Virancık, Çölova Deresi vd.). Bunun dışında havzada Mogan Gölüyle hidrolojik bağlantısı olan Dikilitaş ve İkizce Göletleri yer almaktadır [Yerli, 2002].

3.1.2. Hidroloji

Bölge bulunduğu konum açısından farklı bir hidrolojik yapıya sahiptir. Bu yapı içerisinde dört temel oluşum bulunmaktadır. Bunlar; Mogan-Eymir Göllerini ve İncesu Deresini birbirine bağlayan vadi, bu vadiyi besleyen dereler; vadinin başlangıcında ve vadi boyunca yer alan sulak alanlar ile tüm bunları besleyen yer altı suları ve yer altı su besleme havzalarıdır [Yerli, 2002].

3.1.3. Jeoloji

Mogan Gölü su toplama havzası içerisinde görülen birimler genellikle Neojen birimlerdir. Yöredeki en yaşlı birimler Paleozoik yaşlı Metamorfik şist ve Grovaklardır. Çalışma alanı çevresindeki volkanik kayalar daha çok havzanın doğusunda yer almaktadır [Anonim, 1998].

Gölbaşı çevresinde genelde sedimanter ve metaformik kayalar yer almaktadır. Yörede yüzeylenen en yaşlı birim, Emir formasyonu olup yeşil şist fasiyeinde metoformizma geçirmiştir. Bunun üzerine genelde uyumlu kısmen metaformik Elmadağ formasyonu gelmektedir. Bu formasyon üst zondan yoğun kireçtaşı blokları içerir. Bu formasyonlar üzerine alçılı diskordan olarak jufra yaşlı marn, kumtaşı ve kireçtaşı ardalanmasında oluşan lalelik formasyonu yer almaktadır. Lalelik formasyonu üzerinde; tektonik dokunaklı, ofiyolitik melanjdan ibaret Derenköy formasyonu izlenir. Alvea gözlenen tüm birimleri Gölbaşı formasyonu uyumsuz olarak örter [Anonim, 1998].

3.1.4. İklim

Araştırma alanı, genel hatlarıyla Orta Anadolu' nun karasal iklim koşullarına sahiptir. Yarı kuraklık, yörenin genel özelliği durumundadır. Yağış, Akdeniz rejimini andırsa da bol yağışlar ilkbahardadır. Yörede kış sıcaklıkları yüksektir [Boşgelmez et al. 2005]. Ankara ili ve yöresinde çok değişik bir yağış rejimi görülmekte olup yıllık ortalama yağış miktarı 373 mm dir. Kar yağışlı günlerin sayısı ortalama 14 gün/yıl'dır. Yıllık buharlaşma miktarı 1348,4 mm dir [Yerli, 2002].

3.1.5. Sedimentasyon

Mogan Gölünde 1967 ve 1990 tarihli hidrografik haritalardan yapılan değerlendirmelere göre 23 yıl boyunca birikmiş olan sediment miktarının 1975000 m², yıllık ortalama verimin 86000 m² ve ortalama verimin 91,0 m² /km²/ yıl olduğu bildirilmektedir [Anonim, 1998].

3.1.6. Sahada ve laboratuvar da kullanılan araçlar

Sahada kullanılan araçlar

- Taşınabilir pH metre; göl suyu pH değerlerinin ölçümlelerinde kullanılan $\pm 0,1$ °C hassasiyette

- Su örneklerinin alımında kullanılan 1/2 lt lik polietilen numune şişeleri
- Sediment örneği alımında kullanılan polietilen kaplar
- Balık nekropsisinde kullanılan makas

Laboratuvarda kullanılan araçlar

- Varian MPX ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer) cihazı

Atomik emisyon spektroskopisinde elektrik boşalımına dayanan atomlaştırma ve uyarma kaynakları, son yıllarda yerini plazmalara bırakmıştır. En çok kullanılan plazma türü ICP (Inductively Coupled Plasma) dır. Plazma, gaz halindeki iyon olarak tanımlanabilir. Kolay iyonlaştırılabilmesi ve inert olması nedeniyle, ICP tekniğindeki plazma, argon gazı ile oluşturulur. Çok çeşitli yöntemlerle plazma oluşturmak mümkün olmakla birlikte bu yöntemde elektromanyetik olarak, argon gazının indüksiyon sarımlarında bir radyofrekans (rf) jeneratörü ile etkileştirilmesi ile elde edilir. Örnek çözeltisi argon gazı ile birlikte silindirik bir kuvarz tüp içinden plazmaya pompalanır. Çapı bu silindirik tüpten biraz daha büyük olan ikinci bir kuvarz silindirin içinden ise, plazmayı oluşturacak argon gazı geçer. Dış silindirin uç kısmına değişik sayıda indüksiyon sarımı sarılır ve bu sarımlar bir radyofrekans jeneratörüne bağlanır. Dıştaki silindirin ucunda, radyofrekans jeneratöründen gelen ve indüksiyon sarımlarından geçen akım nedeniyle bir elektromanyetik alan oluşur [Bolat, 2006].

- WTW Inolab pH Level 1 marka dijital pH metre; tampon çözeltilerle kalibre edilmiş, ± 0.01 °C hassasiyette
- Doku takip cihazı
- Mikrotom
- Su banyosu kabı

3. 2. Yöntem

Bu çalışmada, Mogan Gölü'nde belirlenen altı istasyonda; Sukesen Deresi, Atatürk Parkı Önü, Vilayet Evi, Mogan Park, İhracatçılar Birliği ve Milli Piyango Tesisleri olmak üzere Şubat 2009 – Haziran 2009 tarihlerinde alınan su ve sediment örneklerinin ağır metal analizleri yapılmıştır. Mogan Gölünü temsil edebilecek şekilde belirlenen istasyonlardan su ve sediment numunelerinin analizi için yıl içerisinde iki farklı periyotta ve iki paralel örnek alınmıştır.

Ayrıca gölde yaşayan sazan ve kadife balık türlerinin solungaç ve karaciğer doku analizleri yapılmıştır.

3.2.1. Saha çalışması

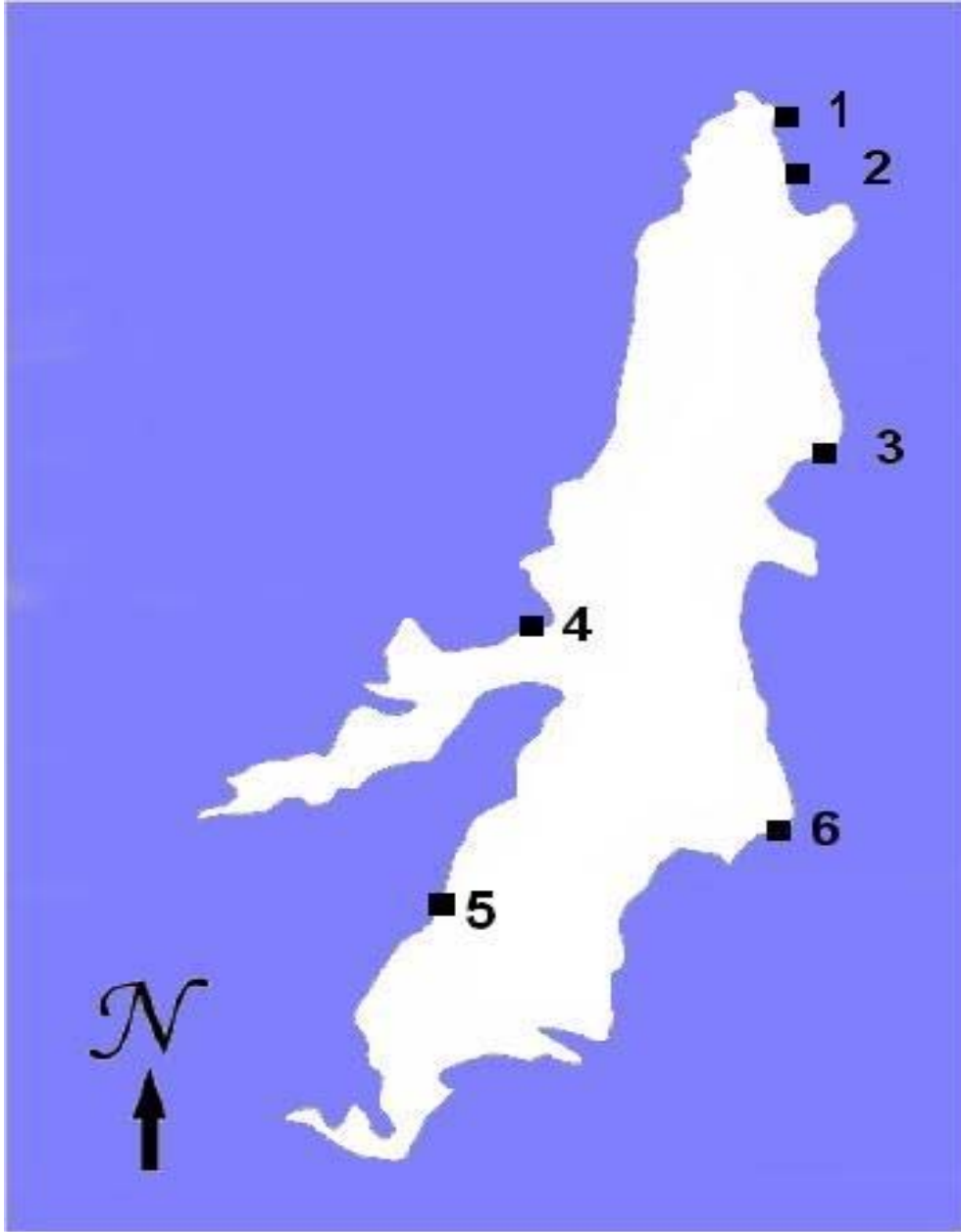
Sediment ve su örnekleri Mogan gölünde 6 istasyon belirlenerek Şubat ve Haziran aylarında paralel iki örnekleme alınarak yapılmıştır.

Araştırma istasyonu

Sediment ve su örneklerinin alındığı istasyonlara ilişkin bilgiler (Çizelge 3.1) ve araştırma istasyonların konumu (Harita 3.1) aşağıda gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Örnek noktaların tanımı

İstasyonlar	İstasyon Tanımı
1. İstasyon	Sukesen Deresi
2. İstasyon	Atatürk Parkı Önü
3. İstasyon	Vilayet Evi
4. İstasyon	Mogan Park
5. İstasyon	İhracatçılar Birliği
6. İstasyon	Milli Piyango Tesisleri



Harita 3.1. Araştırma istasyonların konumu

Sediment örneklerinin alınması

Sediment numuneleri Şubat 2009 ve Haziran 2009 aylarında gösterilen (Harita3.1) 6 noktadan iki paralel olarak alınmıştır. Numune noktaları göl çevresini ağır metal yönünden karakterize edecek şekilde seçilmiştir. Örnekler polietilen kaplar içine alınmış ve etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir.

Su örneklerinin alınması

Su örnekleri de 2009 yılı içerisinde altı noktadan olmak üzere iki defa paralel şekilde 1/2 litrelik kapaklı polietilen şişeler içine alınmıştır. Şişeler önce musluk suyu, sonra da distile su ile yıkanıp kurutulmuştur.

Su örneklerinin pH değerleri ise arazi tipi taşınabilir pH metre ile yerinde ölçülmüştür.

Balık örneklerinin alınması

Gölde yaşayan iki balık türü olan sazan (*Cyprinus carpio*) (n=20) ve kadife (*Tinca tinca*) (n=20) histolojik muayene için örneklenmiştir. Balık örnekleri su ve sediment örneklerine paralel olarak iki sezonda avcılık yoluyla canlı olarak balıkçıdan temin edilmiştir.

Balıklar arazide (Resim 3.1) buz anesteziyle öldürülerek karaciğer ve solungaç dokuları Bouin's solüsyonu (Doymuş pikrik asit solüsyonu 75 mL+ Formalin (%37-40 formaldehit) 25 mL+ Asetik asit (glacial) 5 mL) (Roberts, 2001)) içinde tespit edilmiştir. Dokular 24 saat sonra % 70 etil alkole aktarılmıştır.



Resim 3.1. Sazan balığının balıkçıdan canlı temini



Resim 3.2. Kadife balığının görünüşü



Resim 3.3. Sazan balığının solungaç görüntüsü

3.2.2. Laboratuvar çalışması

Sediment örneklerinin analizleri

Belirlenen altı istasyondan Şubat ve Haziran 2009 aylarında alınan sediment örneklerinin pH ve ağır metal analizleri Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Referans Laboratuvarında yapılmıştır.

Alınan sediment örneklerinde laboratuvar ortamında pH, alüminyum, arsenik, bakır, çinko, civa, demir, kadmiyum, kurşun ve nikel analiz edilmiştir.

Sediment reaksiyonu (pH) ölçümü için hava kurusu ve 2 mm elekten geçirilen toprak, satire duruma getirilmiş ve 0,01 duyarlılıkla cam ve kalomel kombine elektrotlar kullanılarak ölçülmüştür. [Jenny, 1980]. Kullanılan süspansiyonda toprak/su oranı 1/2,5 tir. PH ölçümlerinde WTW İmolab pH Level 1 marka pH metre kullanılmıştır. Toprak çözeltisinin asit veya alkali reaksiyonda oluşu toprak reaksiyonu olarak tanımlanır ve pH ile ifade edilir. Toprak reaksiyonu toprak suyundaki hidrojen iyonlarının yoğunluğu ile ölçülür. Toprak tarafından tutulan değiştirilebilir hidrojen iyonlarının bir kısmı toprak suyuna geçer. Toprağın aktüel asitliği, yani pH'sı yağış sularının toprağa girmesi ve toprağı ıslatması sonucu toprak

kolloidlerinin tutmuş olduğu değiştirilebilir. H^+ iyonlarından toprak suyuna geçen miktarın ifadesi için kullanılır. Laboratuvarıda hava kurusu toprağın saf su ile karıştırılıp 24 saat kadar bekletilmesi ile suya geçen H^+ iyonları miktarı aktüel asitlik olarak ölçölür. Uygulamada toprak reaksiyonu veya pH olarak kullanılan toprak asitliği bu aktüel asitliktir. Toprak reaksiyonunu etkileyen faktörler; toprak suyu, üzerinde bulunan bitkiler mevsimsel değişiklikler, iklim, toprak üzerindeki faaliyetler, asit yağmurları ve toprağın kil miktarıdır [Kantarıcı, 1987].

Sedimentte ağır metallerin tayini için 105 °C de kurutulan sediment örneklerinden 0,001 g hassasiyetle 2,00 g olarak tartılan topraklar HNO_3 , H_2O_2 ve HCl ile yakılmış olup, süzme işleminden sonra 100 ml'ye seyreltilerek ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer) cihazında ağır metaller mg/kg olarak ölçümleri yapılmıştır.

Su örneklerinin analizleri

Su örneklerinin pH ölçümleri $\pm 0,1^\circ C$ hassasiyette, taşınabilir pH metre ile arazide ölçölmüş olup, alüminyum, arsenik, bakır, cıva, çinko, demir, kadmiyum, kurşun, nikel, analizleri Varian MPX ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer) cihazı ile laboratuvarıda yapılmıştır.

Balıkların histolojik olarak incelenmesi

Sazan ve Kadife balıklarının solungaç ve karaciğer dokuları histolojik olarak incelenmiştir.

Doku takiplerinin gerçekleřtirilmesi

Tespit edilen doku örnekleri 2-3 mm kalınlığında kesilerek metal kasetlere yerleştirilmiştir. % 10'luk tamponlu formalin kullanılarak tespit edilen dokular 6-8 saat süreyle eřme suyu altında yıkanmıştır. Sonra ikişer saat kalacakları % 50, 60,

70, 80, 90, 96 ve Absolut etil alkol serilerinden geçirilmişlerdir. Bouin solüsyonu kullanılan dokular ise yıkanmaksızın % 70'lik alkole alınıp ve bunu takip eden alkol serilerinden geçirilmişlerdir (Şekil 3.1). Daha sonra dokular 2 saat süre ile ksilolde bekletilmiştir. 56-58°C'de ksilollü parafin ve parafinde ikişer saat bekletme sonunda gömülmüşlerdir. Gömmek için özel kalıplar içerisine eritilen parafin doldurularak doku parçaları yerleştirilmiştir ve dokular parafin bloklara alınmıştır (Resim 3.4, 3.5). Bloklar kullanılıncaya kadar buzdolabında bekletilmiştir. Parafin bloklardan 5-6 mikron kalınlığında mikrotomdan alınan kesitler su banyosunda lam üzerine yerleştirilerek etüvde kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.2, Resim 3.6). Kesitler Harris'in Hematoksilen-Eozin boyama yöntemine göre boyanarak [Luna, 1968], sabit preparat haline getirilmiştir (Şekil 3.3, Resim 3.7).



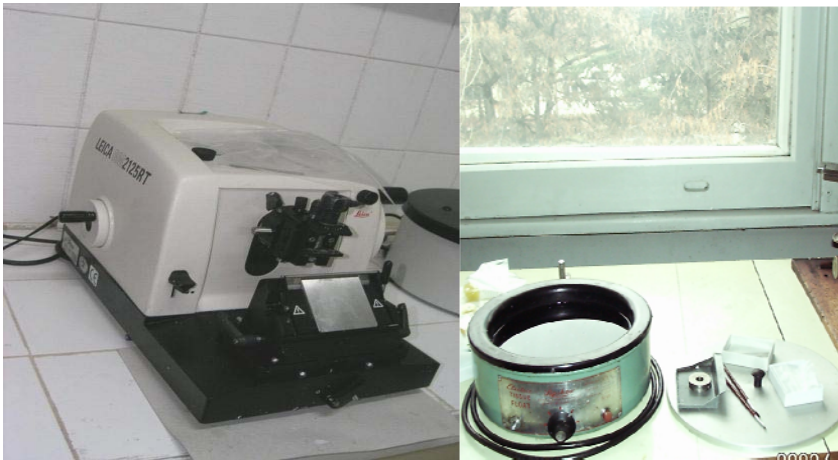
Şekil 3.1. Doku örneklerinin hazırlanması



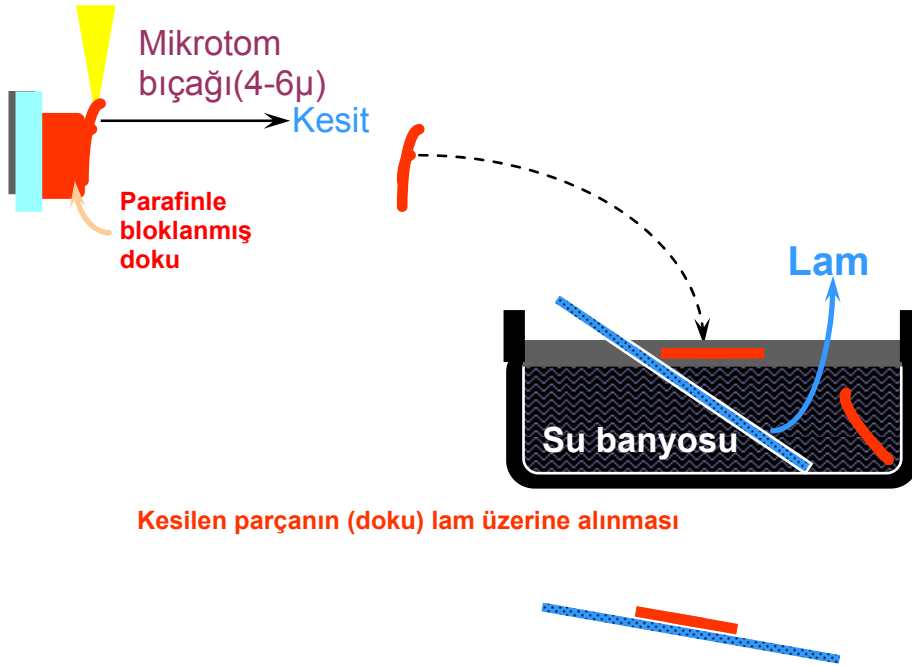
Resim 3.4. Doku takip cihazı



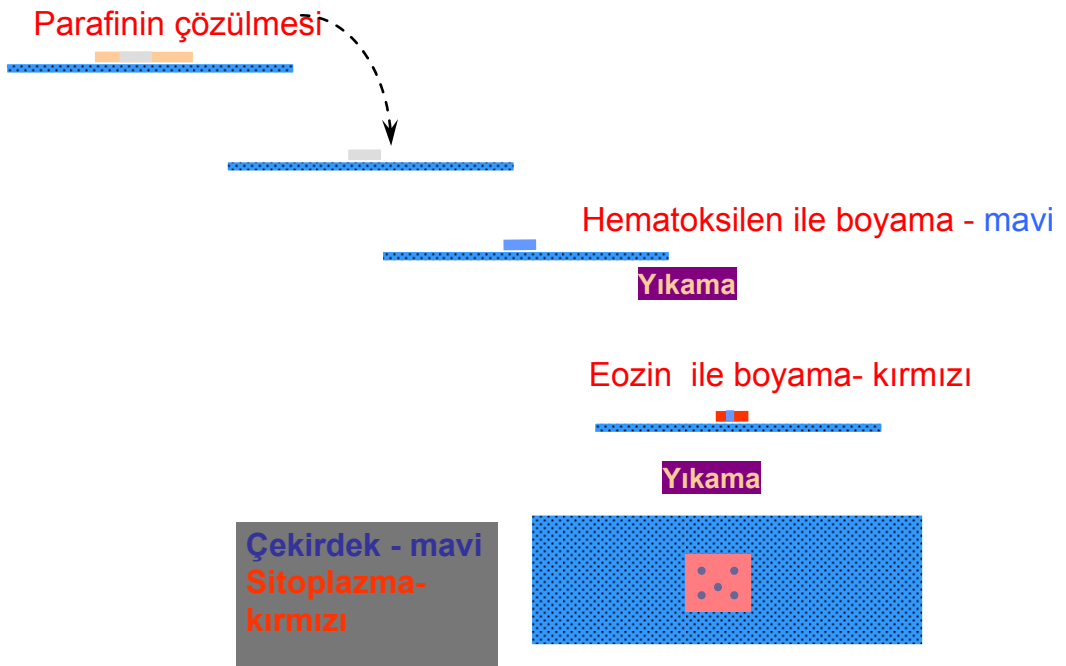
Resim 3.5. Parafine gömülmüş doku



Resim 3.6. Mikrotom ve su banyosu



Şekil 3.2. Kesilen dokunun lam üzerine alınması



Şekil 3.3. Lamın kurutulması, parafinin uzaklaştırılması ve dokunun boyanması



Resim 3.7. Hematoksilen-eozin ile boyama

3.2.3. Değerlendirme metodları

Sediment örneklerinin analizlerinde elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde belirtilen Ağır Metaller ve Diğer Toprak Kirleticilerinin Sınır Değerleri kullanılmıştır. Su örneklerinde ağır metaller için sınır değer olarak Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde belirtilen sınır değerler kullanılmıştır.

Balık örneklerinde doku takiplerinin gerçekleştirilmesinde, preparatların incelenmesi ve değerlendirilmesinde Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı'nın olanaklarından yararlanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Sediment Örnekleri Analiz Sonuçları

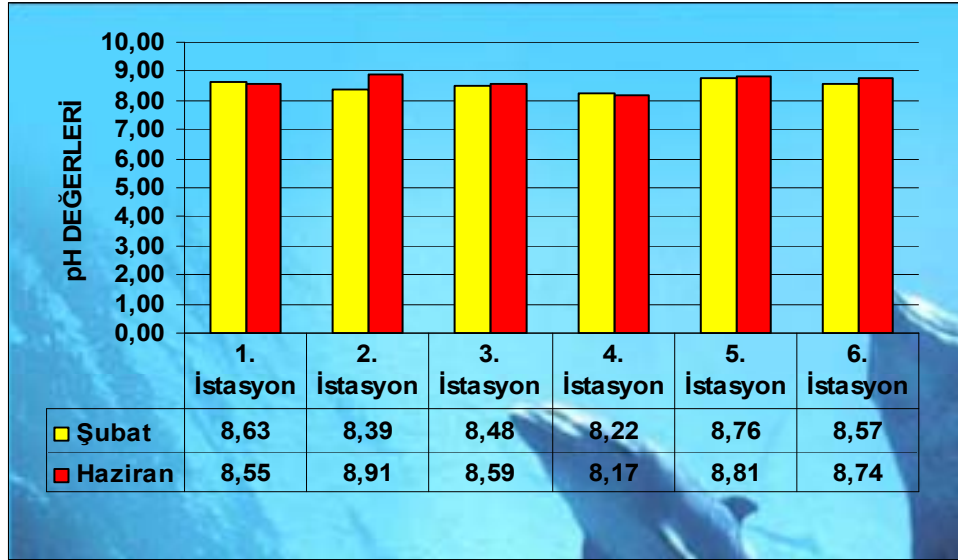
4.1.1. Sedimentte pH ölçümü

Araştırma alanından alınan sediment örneklerinin pH değerleri (Çizelge 4.1) ve (Şekil 4.1)'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Sediment örneklerinin pH değerleri

İstasyonlar	pH(Sediment) Şubat	pH(Sediment) Haziran
1. İstasyon	8,63	8,55
2. İstasyon	8,39	8,91
3. İstasyon	8,48	8,59
4. İstasyon	8,22	8,17
5. İstasyon	8,76	8,81
6. İstasyon	8,57	8,74

Ölçülen pH değerlerine göre en yüksek pH 2. istasyonda Haziran ayında 8.91 olarak bulunmuştur. En düşük pH ise yine Haziran ayında 4. istasyonda 8.17 olarak saptanmıştır. Ölçümü yapılan sediment örnekleri orta derecede alkali özellik göstermektedir.



Şekil 4.1. Örnekleme yerlerine göre sedimentteki pH değerleri

Toprakta ağır metal kirlilik parametreleri sınır değerleri(Çizelge 4.2) aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 4. 2. Toprakta ağır metal kirlilik parametreleri sınır değerleri

Parametreler	pH ≤ 6 mg/kg Fırın Kuru Toprak	pH>6 mg/kg Fırın Kuru Toprak
Kurşun	50 **	300 **
Kadmiyum	1 **	3 **
Krom	100 **	100 **
Bakır *	50 **	140 **
Nikel *	30 **	75 **
Çinko *	150 **	300 **
Civa	1 **	1,5 **
Arsenik		20

*PH değeri 7'den büyük ise çevre ve insan sağlığına özellikle yer altı suyuna zararlı olmadığı durumlarda Bakanlık sınır değerleri %50'ye kadar artırabilir.

Sukesen Deresi, Atatürk Parkı Önü, Vilayet Evi, Mogan Park, İhracatçılar Birliği, Milli Piyango Tesisleri olmak üzere 6 farklı istasyondan 2 paralel olarak alınan Şubat 2009 ve Haziran 2009 sediment analiz sonuçları (Çizelge 4.3) ve (Çizelge 4.4)'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Şubat-Haziran 2009 Al, As, Cd, Cu sediment analiz sonuçları

Nokta	Örnek Zamanı	Alüminyum (Al) mg/kg	Arsenik (As) mg/kg	Kadmiyum (Cd) mg/kg	Bakır (Cu) mg/kg
1. İstasyon	Şubat	53810,5	12,2	2,600	45,45
	Haziran	42978,5	13,52	1,255	31,285
2. İstasyon	Şubat	49517,5	52,45	2,925	19,25
	Haziran	48365,5	16,26	1,69	21,125
3. İstasyon	Şubat	43377,5	23,55	2,865	25,55
	Haziran	41846	16,155	1,345	18,015
4. İstasyon	Şubat	51503	7,305	2,705	44,4
	Haziran	47500	17,7	1,64	18,985
5. İstasyon	Şubat	49655,5	5,72	2,385	38,25
	Haziran	43933,5	17,23	1,36	17,725
6. İstasyon	Şubat	42163,5	20,395	2,360	38,55
	Haziran	51050,5	16,445	1,84	20,435

Çizelge 4.4 . Şubat-Haziran 2009 Fe, Hg, Ni, Pb, Zn sediment analiz sonuçları

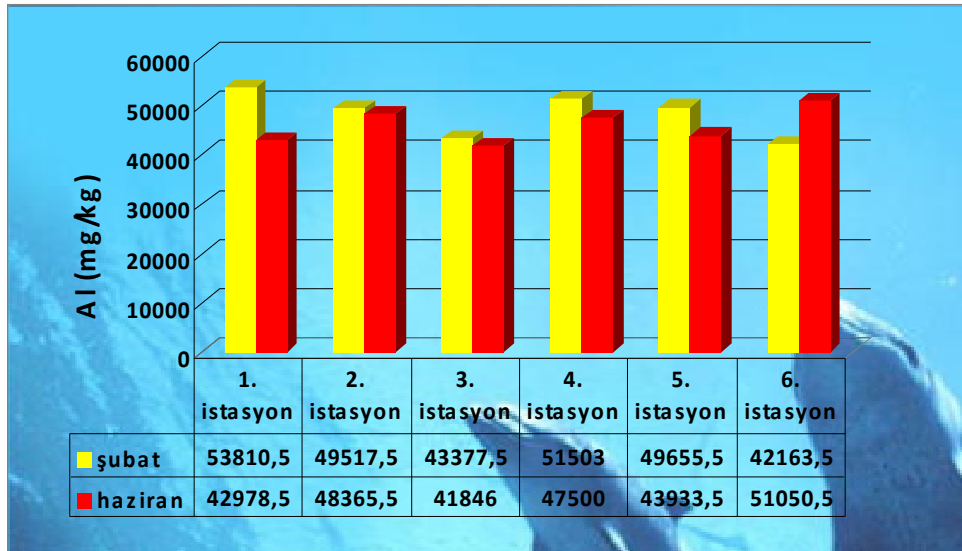
Nokta	Örnek Zamanı	Demir (Fe) mg/kg	Civa (Hg) mg/kg	Nikel (Ni) mg/kg	Kurşun (Pb) mg/kg	Çinko (Zn) mg/kg
1. İstasyon	Şubat	19811	5,965	41,2	21,1	80,3
	Haziran	12635	1,005	63,205	29,27	87,805
2. İstasyon	Şubat	24338	4,645	97,75	19,75	67,75
	Haziran	16511,5	0,355	88,755	34,76	56,4
3. İstasyon	Şubat	23629,5	2,62	110	22,05	87,7
	Haziran	14009	0,205	64,855	23,84	47,155
4. İstasyon	Şubat	20325,5	1,34	36,55	23,4	78,8
	Haziran	15030,5	0,08	65,09	30,83	48,63
5. İstasyon	Şubat	18921	0,865	35,1	22,00	70,8
	Haziran	13412	0,046	62,875	24,61	43,295
6. İstasyon	Şubat	18173,5	0,52	68,7	18,85	70,6
	Haziran	16095	0,012	65,755	25,56	61,475

4.1.2. Sedimentte alüminyum (Al) değerleri

Mogan gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan su örneklerindeki alüminyum miktarlarına ilişkin (mg/kg) ortalama değerleri (Çizelge 4.5) ve (Şekil 4.2)' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Mogan Gölünde sedimentte alüminyum (Al) değerleri (mg/kg)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
Alüminyum mg/kg		
1.	53810,5000	42978,5000
2.	49517,5000	48365,5000
3.	43377,5000	41846,0000
4.	51503,0000	47500,0000
5.	48144,5000	43933,5000
6.	42163,5000	51050,5000



Şekil 4.2. İstasyonlara göre sedimentteki Al miktarları

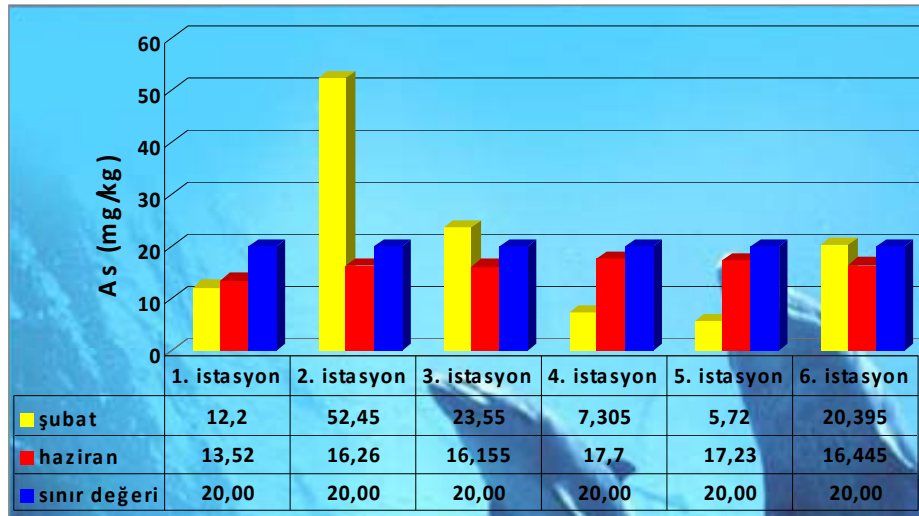
4.1.3. Sedimentte arsenik (As) değerleri

Mogan gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan sediment örneklerindeki arsenik miktarlarına ilişkin (mg/kg) ortalama değerleri (Çizelge 4.6) ve (Şekil 4.3)' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Mogan Gölünde sedimentte arsenik (As) değerleri (mg/kg)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
Arsenik mg/kg	Şubat	Haziran
1.	12,2000	13,5200
2.	52,4000	16,2600
3.	23,5500	16,1550
4.	7,3050	17,7000
5.	5,7200	17,2300
6.	20,3950	16,4450

Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde belirtilen sınır değerler ile karşılaştırıldığında arsenik konsantrasyonu Şubat ayında 2. istasyonda 52,45 mg/kg, 3.istasyonda 23,55 ve 6. istasyonda 20,395 fırın kuru toprak değerleri arasında ölçülmüştür. Yönetmelikte belirtilen 20,0 mg/kg fırın kuru toprak sınır değerinin üzerinde bulunmuştur. Şubat ve Haziran aylarında ölçülen diğer As miktarları ise sınır değerlerin altında bulunmuştur. En yüksek arsenik kirliliği 52,45 mg/kg fırın kuru toprak değeri ile 2 no'lu noktadan alınan sediment örneğinde tespit edilmiştir. (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. İstasyonlara göre sedimentteki As miktarları ve sınır değerler

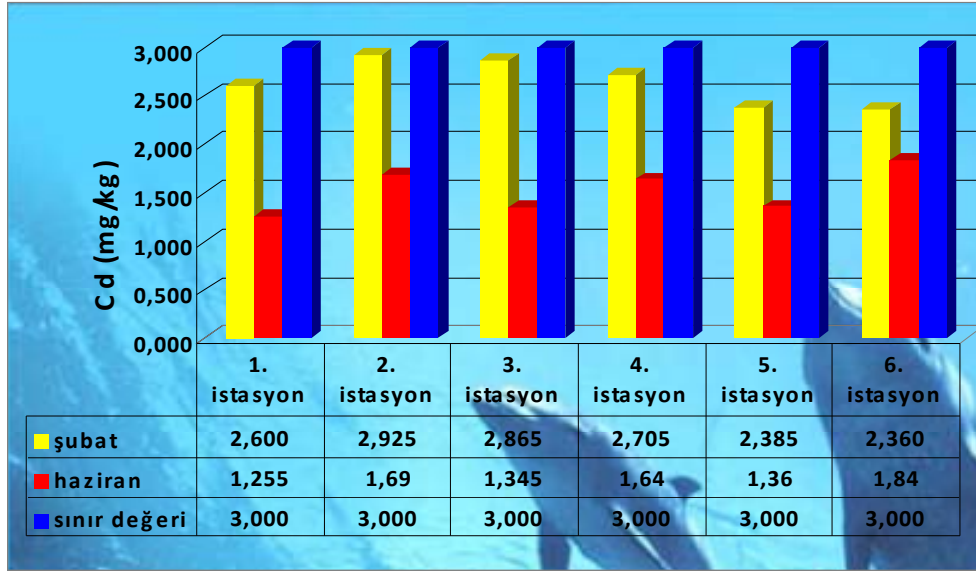
4.1.4. Sedimentte kadmiyum (Cd) değerleri

Mogan gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan sediment örneklerindeki kadmiyum miktarlarına ilişkin (mg/kg) ortalama değerleri (Çizelge 4.7)' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Mogan Gölünde sedimentte kadmiyum (Cd) değerleri (mg/kg)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
1	2,6000	1,2550
2	2,9250	1,6900
3	2,8650	1,3450
4	2,7050	1,6400
5	2,3850	1,3600
6	2,3600	1,8400

Sediment örneklerinin analizi sonucu bulunan kadmiyum değerleri 6 istasyonda da yönetmelikte kadmiyum için belirtilen 3,0 mg/kg fırın kuru toprak değerinin altındadır. Kadmiyum için bulunan değerler 1.345 ile 2,925 mg/kg fırın kuru toprak arasında değişmektedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. İstasyonlara göre sedimentteki Cd miktarları ve sınır değerler

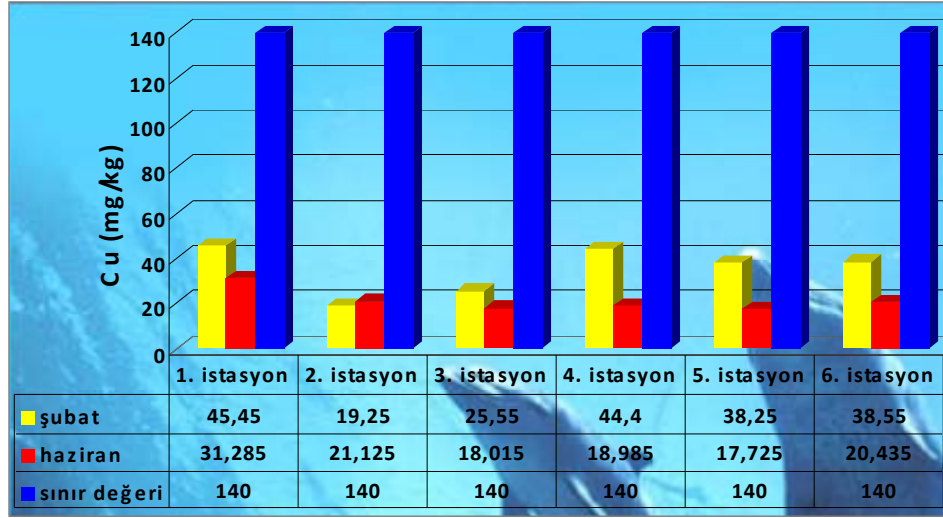
4.1.5 Sedimentte bakır (Cu) değerleri

Mogan gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan sediment örneklerindeki bakır miktarlarına ilişkin (mg/kg) ortalama değerleri (Çizelge 4.8) ve (Şekil 4.5)' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Mogan Gölünde sedimentte bakır (Cu) değerleri (mg/kg)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
Bakır mg/kg		
1	45,4500	31,2850
2	19,2500	21,1250
3	25,5500	18,0150
4	44,4000	18,9850
5	38,2500	17,7250
6	38,5500	20,4350

Sedimentte bakır miktarları 17,725 ile 45,45 mg/kg fırın kuru toprak arasında bulunmuş ve yönetmelikte bakır için sınır değer olarak belirtilen 140 mg/kg fırın kuru toprak değerinin altında çıkmıştır (Şekil 4.5).



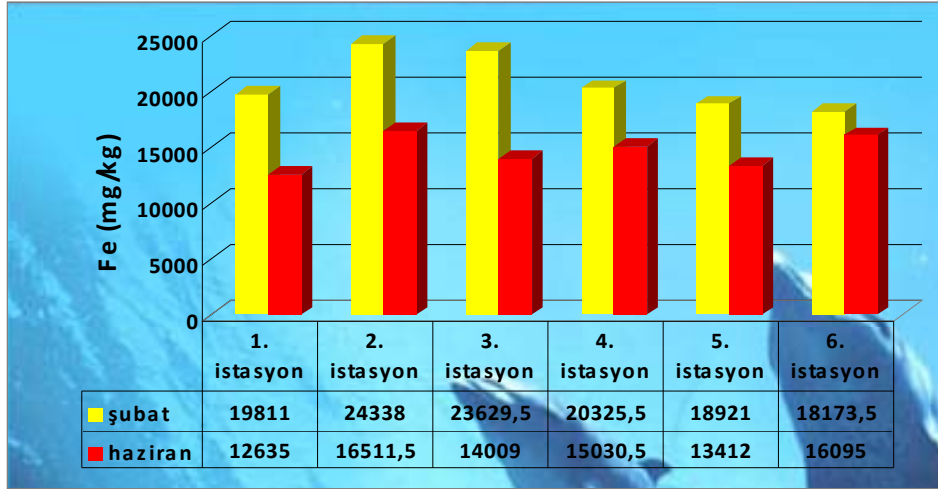
Şekil 4.5. İstasyonlara göre sedimentteki Cu miktarları ve sınır değerler

4.1.6. Sedimentte demir (Fe) değerleri

Mogan gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan sediment örneklerindeki demir miktarlarına ilişkin (mg/kg) ortalama değerleri (Çizelge 4.9) ve (Şekil 4.6) da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Mogan Gölünde sedimentte demir (Fe) değerleri (mg/kg)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
1	19861,000	12635,0000
2	24348,0000	16511,5000
3	23629,5000	14009,0000
4	20325,5000	15030,5000
5	18921,0000	13412,0000
6	18173,5000	16095,0000



Şekil 4.6. İstasyonlara göre sedimentteki Fe miktarları

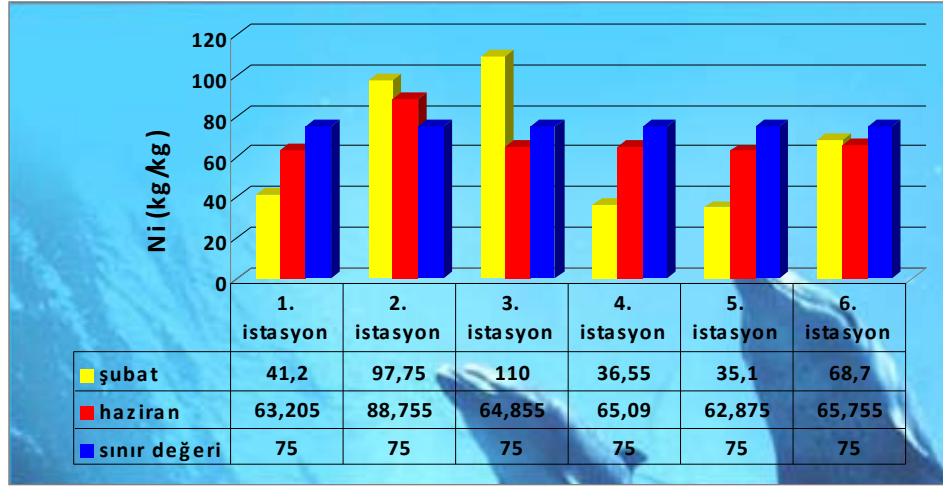
4.1.7. Sedimentte nikel (Ni) değerleri

Mogan gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan sediment örneklerindeki nikel miktarlarına ilişkin (mg/kg) ortalama değerleri (Çizelge 4.10) ve (Şekil 4.7)'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Mogan Gölünde sedimentte nikel (Ni) değerleri (mg/kg)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
Nikel mg/kg		
1	41,1500	63,2050
2	97,7500	88,7550
3	110,0000	64,8550
4	37,5500	65,0900
5	35,1000	62,8750
6	68,7000	65,7550

Sediment Örneklerin analizi sonucu en yüksek nikel miktarları Şubat ayında 2.istasyonda 97,75, 3. istasyonda 110 mg/kg fırın kuru toprak arasında bulunmuş ve ilgili yönetmelikte nikel için belirtilen 75 mg/kg fırın kuru toprak sınırını aştıkları görülmüştür (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. İstasyonlara göre sedimentteki Ni miktarları ve sınır değerler

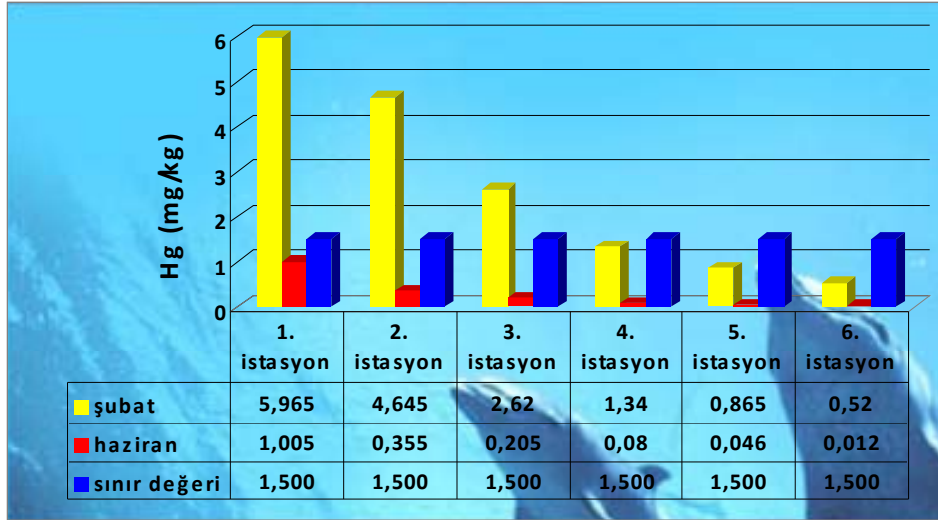
4.1.8. Sedimentte civa (Hg) değerleri

Mogan gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan sediment örneklerindeki civa miktarlarına ilişkin (mg/kg) ortalama değerleri (Çizelge 4.11) ve (Şekil 4.8)’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Mogan Gölünde sedimentte civa (Hg) değerleri (mg/kg)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
Civa mg/kg		
1	5,9650	1,0050
2	4,6450	0,3550
3	2,6200	0,2050
4	1,3400	0,0800
5	0,8650	0,0460
6	0,5200	0,0120

Sediment örneklerindeki civa miktarı Şubat ayında 1,2 ve 3. istasyonlarda sınır değeri olan 1,50 mg/ kg sınırının oldukça üzerinde olduğu görülmektedir. 1. istasyonda 5,965, 2. istasyonda 4,645, 3. istasyonda 2,62 dir. Şubat ayında 4,5 ve 6. istasyonlarda ve Haziran’ da tüm istasyonlarda Hg sınır değerlerin altındadır. (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. İstasyonlara göre sedimentteki Hg miktarları ve sınır değerler

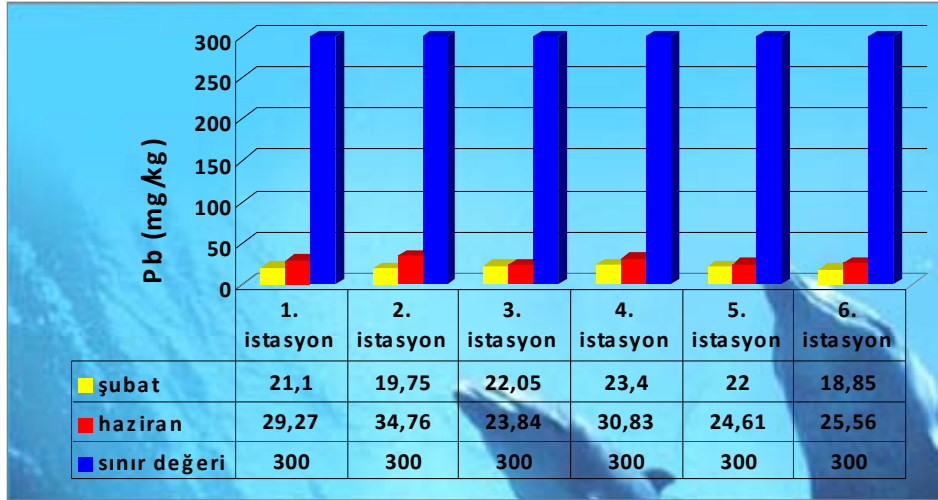
4.1.9. Sedimentte kurşun (Pb) değerleri

Mogan gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan sediment örneklerindeki kurşun miktarlarına ilişkin (mg/kg) ortalama değerleri (Çizelge 4.12) ve (Şekil 4.9)'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Mogan Gölünde sedimentte kurşun (Pb) değerleri (mg/kg)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
1	21,1000	29,2700
2	19,7500	34,7600
3	22,0500	23,8400
4	23,5000	30,8300
5	22,0000	24,6100
6	18,8500	25,5600

Sedimentlerde tüm istasyonlarda Şubat ve Haziran aylarında ölçülen kurşun değerleri sınır değer olan 300 mg/kg in oldukça altındadır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. İstasyonlara göre sedimentteki Pb miktarları ve sınır değerler

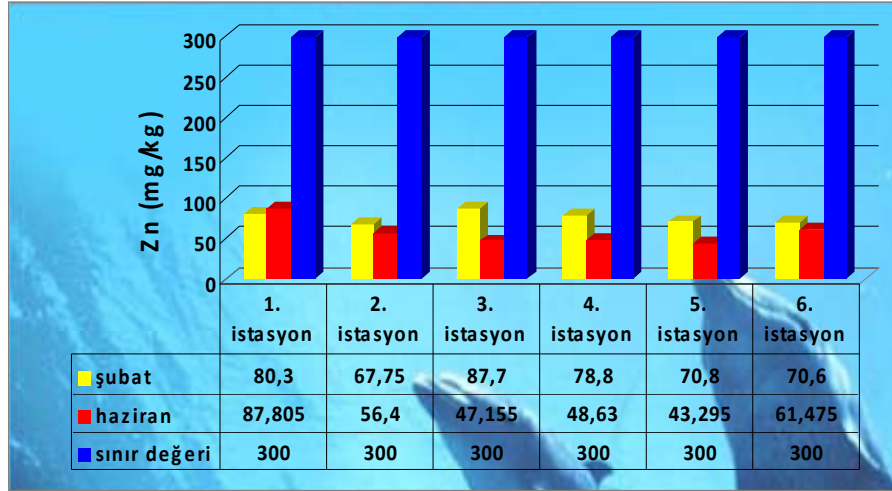
4.1.10. Sedimentte çinko (Zn) değerleri

Mogan gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan sediment örneklerindeki çinko miktarlarına ilişkin (mg/kg) ortalama değerleri (Çizelge 4.13) ve (Şekil 4.10)'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Mogan Gölünde sedimentte çinko (Zn) değerleri (mg/kg)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
Çinko mg/kg		
1	80,3000	87,8050
2	67,7500	56,4000
3	87,7000	47,1550
4	78,8000	48,6300
5	70,8000	43,2950
6	70,6000	61,4750

Sediment örneklerinin çinko içeriği 87,7 ile 43,295 mg/kg fırın kuru toprak arasındadır ve tüm değerler 300 mg/kg olan sınır değerinin altında çıkmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. İstasyonlara göre sedimentteki Zn miktarları ve sınır değerler

4.2. Su Örneklerinin Analizi

Su örneklerinin pH analiz sonuçları (Çizelge 4.14)' de verilmektedir.

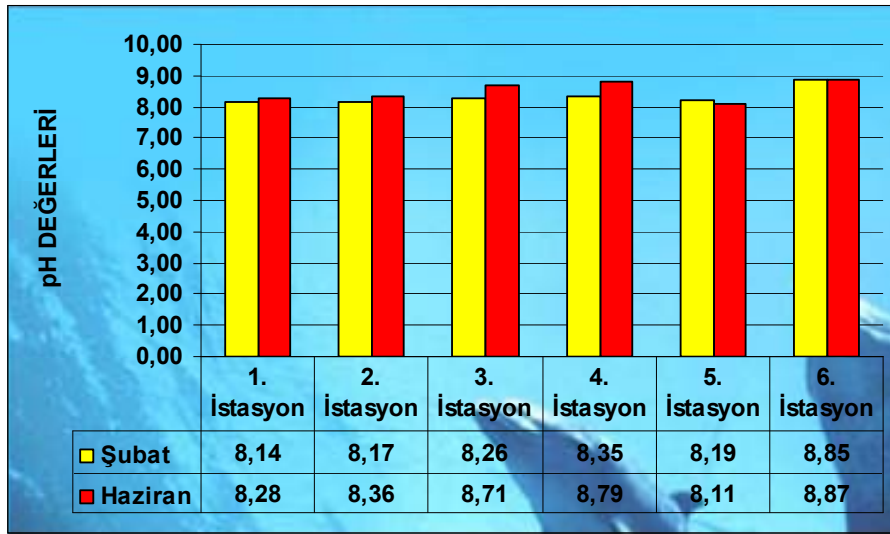
Çizelge 4.14. pH dereceleri

İstasyonlar	pH(Su) Şubat	pH(Su) Haziran
1. İstasyon	8,14	8,28
2. İstasyon	8,17	8,36
3. İstasyon	8,26	8,71
4. İstasyon	8,35	8,79
5. İstasyon	8,19	8,11
6. İstasyon	8,85	8,87

Su örneklerinin pH değerleri 8,14 ile 8,87 arasında değişmektedir. Bu pH değerlerine göre Şubat ayında ortalama pH 8.32, Haziran ayında ortalama pH 8.52 dir. Suda en yüksek pH değeri 6. istasyonda Şubat ayında 8,87 ve Haziran ayında 8,85 olarak bulunmuştur. Mogan Gölü'nde Şubat ayında saptanan ortalama pH Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği' nde Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj Haznelerinin

Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleri tablosunda doğal koruma alanı ve rekreasyon alanları için verilen pH= 6,5 - 8,5 sınırları içine üst limite çok yaklaşmış olsa bile girmemektedir.

Haziran ayındaki ortalama pH değeri ise üst limiti az da olsa aşmıştır. Şubat ayında düşük olan pH Haziran ayında daha yüksek seviyelere ulaşmıştır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. İstasyonlara göre sudaki pH değerleri

Şubat 2009 ve Haziran 2009 da Alüminyum, Arsenik, Kadmiyum, Bakır, Demir, Civa, Nikel, Kurşun ve Çinko için yapılan su analiz sonuçları (Çizelge 4.15) ve (Çizelge 4.16)' da verilmiştir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' ne göre, su kalite sınıfları (Çizelge 4.17)' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Şubat ve Haziran 2009 Al, As, Cd, Cu su analiz sonuçları

Nokta	Örnek Zamanı	Alüminyum (Al) mg/L	Arsenik (As) mg/L	Kadmiyum (Cd) mg/L	Bakır (Cu) mg/L
1. İstasyon	Şubat	0,0885	0,009	0,000	0,0025
	Haziran	0,138	0,017	0,000	0,002
2. İstasyon	Şubat	0,102	0,053	0,000	0,001
	Haziran	0,6485	0,0535	0,000	0,001
3. İstasyon	Şubat	0,102	0,05	0,000	0,001
	Haziran	0,581	0,054	0,000	0,001
4. İstasyon	Şubat	0,061	0,044	0,000	0,0005
	Haziran	0,565	0,0545	0,000	0,001
5. İstasyon	Şubat	0,116	0,048	0,000	0,001
	Haziran	0,8595	0,0475	0,000	0,001
6. İstasyon	Şubat	0,107	0,055	0,000	0,0015
	Haziran	0,0635	0,03	0,000	0,001

Çizelge 4.16. Şubat ve Haziran 2009 Fe, Hg, Ni, Pb, Zn su analiz sonuçları

Nokta	Örnek Zamanı	Demir (Fe) mg/L	Civa (Hg) mg/L	Nikel (Ni) mg/L	Kurşun (Pb) mg/L	Çinko (Zn) mg/L
1. İstasyon	Şubat	0,0635	0,002	0,003	0,0000	0,0005
	Haziran	0,188	0,009	0,005	0,0005	0,0015
2. İstasyon	Şubat	0,091	0,0015	0,005	0,0005	0,0005
	Haziran	0,2	0,0045	0,0065	0,001	0,002
3. İstasyon	Şubat	0,0945	0,001	0,0045	0,0015	0,001
	Haziran	0,198	0,0035	0,006	0,001	0,001
4. İstasyon	Şubat	0,0735	0,0005	0,004	0,0005	0,001
	Haziran	0,187	0,002	0,056	0,002	0,002
5. İstasyon	Şubat	0,1045	0,0005	0,004	0,0005	0,001
	Haziran	0,205	0,003	0,0075	0,001	0,003
6. İstasyon	Şubat	0,099	0,000	0,005	0,0005	0,001
	Haziran	0,2025	0,0025	0,004	0,001	0,001

Çizelge 4.17. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tabloları

KİTAİÇİ SU KAYNAKLARININ SINIFLARINA GÖRE KALİTE KRİTERLERİ				
SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
1) Civa ($\mu\text{g Hg/L}$)	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum ($\mu\text{g Cd/L}$)	3	5	10	> 10
3) Kurşun ($\mu\text{g Pb/L}$)	10	20	50	> 50
4) Arsenik ($\mu\text{g As/L}$)	20	50	100	> 100
5) Bakır ($\mu\text{g Cu/L}$)	20	50	200	> 200
6) Nikel ($\mu\text{g Ni/L}$)	20	50	200	> 200
7) Çinko ($\mu\text{g Zn/L}$)	200	500	2000	> 2000
8) Demir ($\mu\text{g Fe/L}$)	300	1000	5000	> 5000
9) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1

Sınıf I - Yüksek kaliteli su olarak tanımlanan sular

Sınıf II - Az kirlenmiş su

Sınıf III- Kirlenmiş su

Sınıf IV – Çok kirlenmiş su özelliğindedir.

Sudaki ağır metal analizlerinde sınır değer olarak Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Su Kalite Sınıfları tablosundaki 1. sınıf su kalite standartı baz alınmıştır.

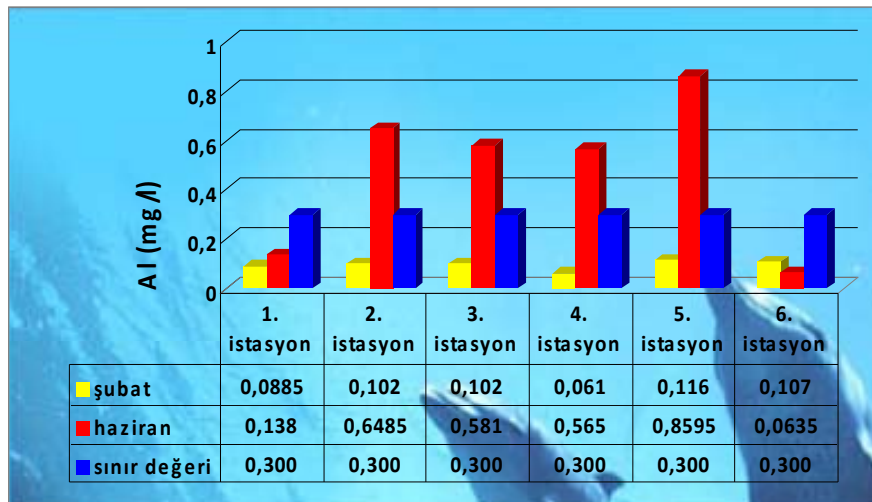
4.2.1. Suda alüminyum (Al) değerleri

Mogan gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan su örneklerindeki alüminyum miktarlarına ilişkin (mg/L) ortalama değerleri (Çizelge 4.18) ve (Şekil 4.12)'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. Mogan Gölünde suda alüminyum (Al) değerleri (mg/L)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
1	0,0885	0,1380
2	0,1020	0,6585
3	0,1020	0,5810
4	0,0610	0,5650
5	0,1160	0,8549
6	0,1070	0,0585

Alüminyum içerikleri yönünden 2, 3, 4 ve 5. istasyonlardan alınan su örneklerindeki Al değerinin Haziran ayında Şubat ayına oranla oldukça yükseldiği görülmektedir. En yüksek Al değeri Haziran ayında 0,8595 mg/L olarak 5. istasyonda, en düşük Al değeri ise 0,061 mg/l olarak Şubat ayında 4. istasyonda ölçülmüştür. Şubat ayında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine göre kirlilik söz konusu değil iken, Haziran ayında 2,3,4,ve 5. istasyonlar Sınıf III'tedir. 1. ve 2. istasyonlar her iki ayda da sınır değerlerin altında bir seyir göstermiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. İstasyonlara göre sudaki Al miktarları ve sınır değerleri

4.2.2. Suda arsenik (As) değerleri

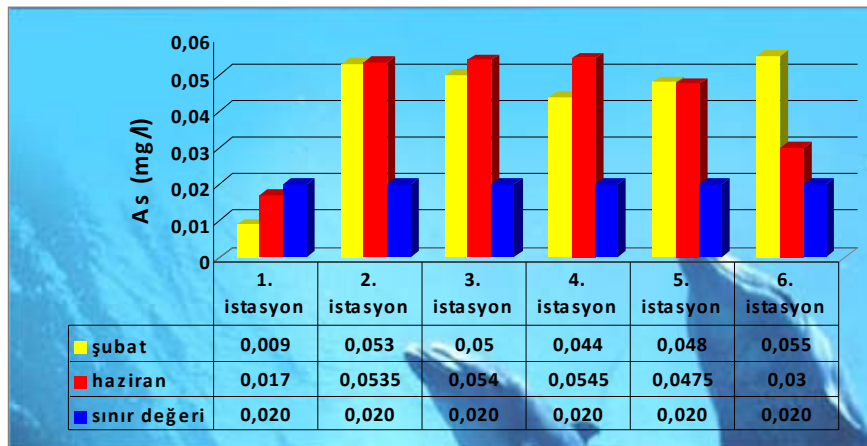
Mogan gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan su örneklerindeki arsenik miktarlarına ilişkin (mg/L) ortalama değerleri (Çizelge 4.19) ve (Şekil 4.13)' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.19. Mogan Gölünde suda arsenik (As) değerleri (mg/L)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
Arsenik mg/L		
1	0,0090	0,0170
2	0,0530	0,0535
3	0,0500	0,0540
4	0,0440	0,0545
5	0,0480	0,0475
6	0,0550	0,0300

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine Göre 1. Sınıf Sulardaki As sınır değeri 0,020 mg/l, 2. sınıf sulardaki As değeri ise 0,050 mg/L dir.

Burada en fazla arsenik içeriğinin 6. no'lu istasyondan Haziran ayında alınan su örneğinde olduğu görülmektedir. 1 No' lu istasyon olan Sukesen Deresi'nden alınan su numunelerinde As miktarı tüm sınır değerlerin altında iken göl içerisinden alınan su numunelerinde As içeriği yüksek çıkmıştır. As değeri en düşük 0,009 mg/l olarak Şubat ayında 1. istasyonda, en yüksek 0,055 mg/L olarak yine Şubat ayında 6. istasyonda çıkmıştır. 2. istasyondaki As miktarı 0,050 mg/l nin üzerinde olduğu için Sınıf III e girmektedir. 3. ve 4. istasyonlardan Haziran'da alınan suların ve 6. istasyondan Şubat ayında alınan suyun As konsantrasyonları da 0,050 mg/l nin üzerindedir. (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. İstasyonlara göre sudaki As miktarları ve sınır değerleri

4.2.3. Suda kadmiyum (Cd) değerleri

Mogan gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan su örneklerindeki kadmiyum miktarlarına ilişkin (mg/L) değerler okuma aralığı dışındadır.

Kadmiyum açısından Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' nin Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerinde belirtilen 0,003 mg/L değeri esas alınmıştır. Bu yönetmelikte bu sınırın altındaki sular, Sınıf I - Yüksek kaliteli su olarak tanımlanmaktadır. Alınan su örneklerinde kadmiyum kirliliğinden söz etmek mümkün değildir. Kadmiyum okuma aralığı sınırları altında bulunmuştur.

4.2.4. Suda bakır (Cu) değerleri

Mogan gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan su örneklerindeki bakır miktarlarına ilişkin (mg/L) ortalama değerleri (Çizelge 4.20) ve (Şekil 4.14)' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.20. Mogan Gölünde suda bakır (Cu) değerleri (mg/L)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
Bakır mg/L		
1	0,0025	0,0020
2	0,0010	0,0010
3	0,0010	0,0010
4	0,0005	0,0010
5	0,0010	0,0010
6	0,0015	0,0010

Su örnekleri için ölçülen bakır konsantrasyonları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' ne göre sınır değer alınan 0,02 mg/L nin oldukça altındadır. Yönetmeliğe sular Cu bakımından Sınıf- I e girmektedir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. İstasyonlara göre sudaki Cu miktarları ve sınır değerleri

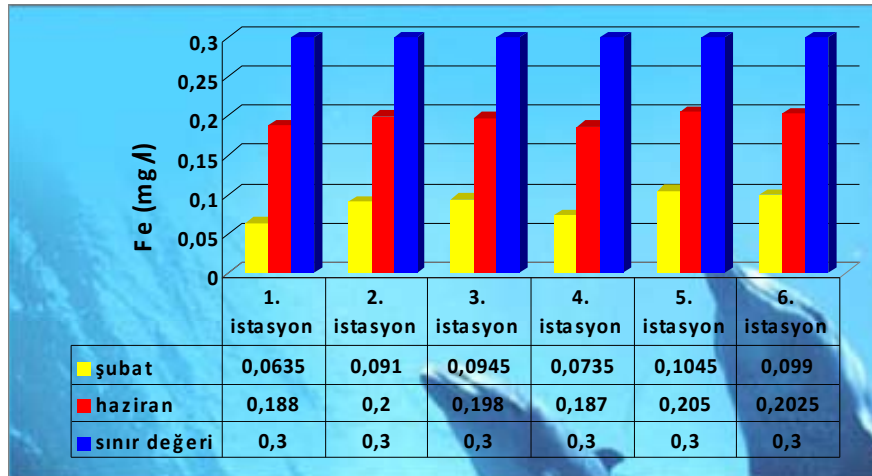
4.2.5. Suda demir (Fe) değerleri

Mogan gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan su örneklerindeki demir miktarlarına ilişkin (mg/L) ortalama değerleri (Çizelge 4.21) ve (Şekil 4.15)' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. Mogan Gölünde suda demir (Fe) değerleri (mg/L)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
Demir mg/L		
1	0,0635	0,1115
2	0,0910	0,4015
3	0,0945	0,4095
4	0,0735	0,4900
5	0,1045	0,8800
6	0,0990	0,0750

Alınan su örneklerinde bulunan demir derişimi Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' nin Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri tablosuna göre Sınıf I – Yüksek kaliteli su olarak tanımlanan sularda bulunabilecek 0,3 mg/L değerinin altındadır. Şubat ayında alınan su örneklerindeki Fe miktarı Haziran ayında alınan örneklerdeki Fe miktarına göre daha düşük seviyede bulunmuştur (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. İstasyonlara göre sudaki Fe miktarları ve sınır değerleri

4.2.6. Suda civa (Hg) değerleri

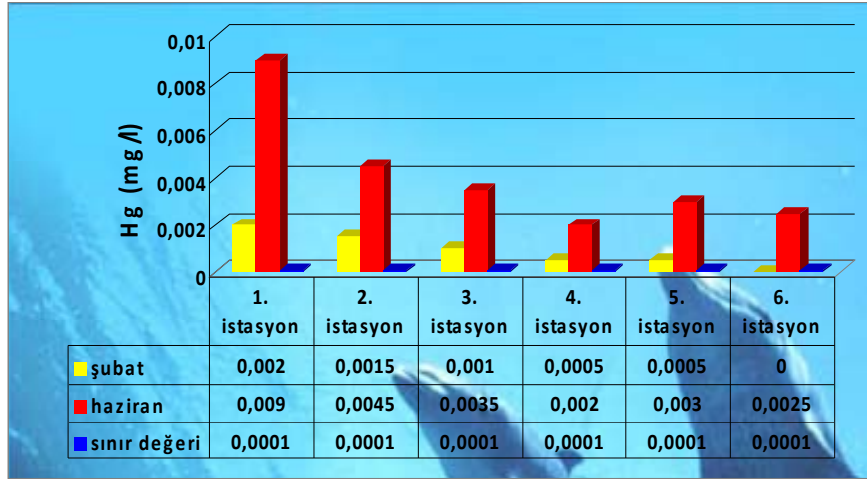
Mogan gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan su örneklerindeki civa miktarlarına ilişkin (mg/L) ortalama değerleri (Çizelge 4.22) ve (Şekil 4.16)' da gösterilmiştir.

Çizelge 4.22. Mogan Gölünde suda civa (Hg) değerleri (mg/L)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
Civa mg/L		
1	0,0020	0,0090
2	0,0015	0,0045
3	0,0010	0,0035
4	0,0005	0,0020
5	0,0005	0,0030
6	0,0000	0,0025

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' ne göre civa için sınır değerler 1. sınıf sulara 0,0001 mg/l, 2. sınıf sular için 0,0005 mg/L, 3. sınıf sular için ise 0,002 dir.

Su örneklerinde ölçülen tüm değerler sınır değer olarak aldığımız 0,0001 mg/L nin üzerindedir. Özellikle Haziran ayında ölçülen Hg değerleri Şubat ayında ölçülen Hg değerlerinin çok daha fazla üzerinde bulunmuştur. En yüksek Hg değerleri 1. istasyonda Şubat ayında 0,002 mg/L ve Haziran ayında 0,009 mg/L olarak ölçülmüştür (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. İstasyonlara göre sudaki Hg miktarları ve sınır değerleri

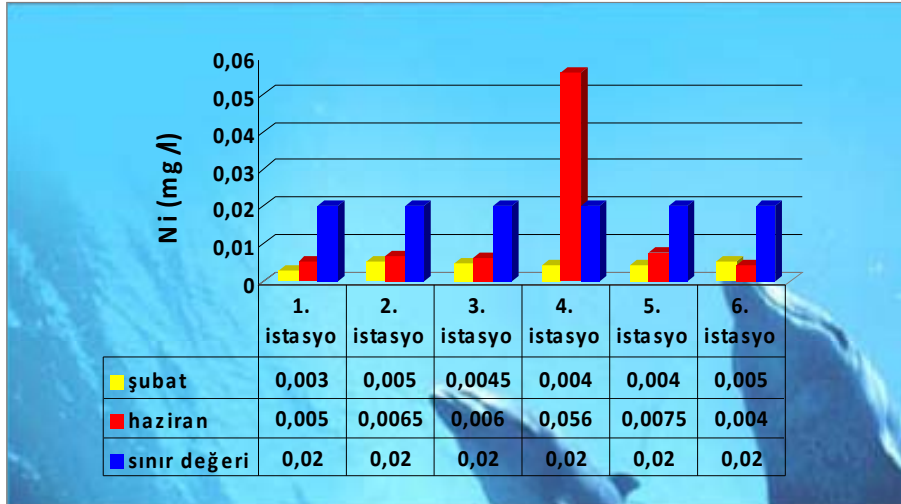
4.2.7. Suda nikel (Ni) değerleri

Mogan Gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan su örneklerindeki nikel miktarlarına ilişkin (mg/L) ortalama değerleri (Çizelge 4.23) ve (Şekil 4.17) 'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. Mogan Gölünde suda nikel (Ni) değerleri (mg/L)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
Nikel mg/L		
1	0,0030	0,0050
2	0,0050	0,0065
3	0,0045	0,0060
4	0,0040	0,0560
5	0,0040	0,0075
6	0,0050	0,0040

4. istasyonun Haziran ayında alınan su örneği hariç diğer tüm su örnekleri yönetmeliğe göre nikel için sınır değeri olarak aldığımız 0,02 mg/L nin altındadır. En yüksek Ni değeri 4.istasyondan Haziran ayında alınan su örneğinin 0,056 mg/L olan Ni değeridir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. İstasyonlara göre sudaki Ni miktarları ve sınır değerleri

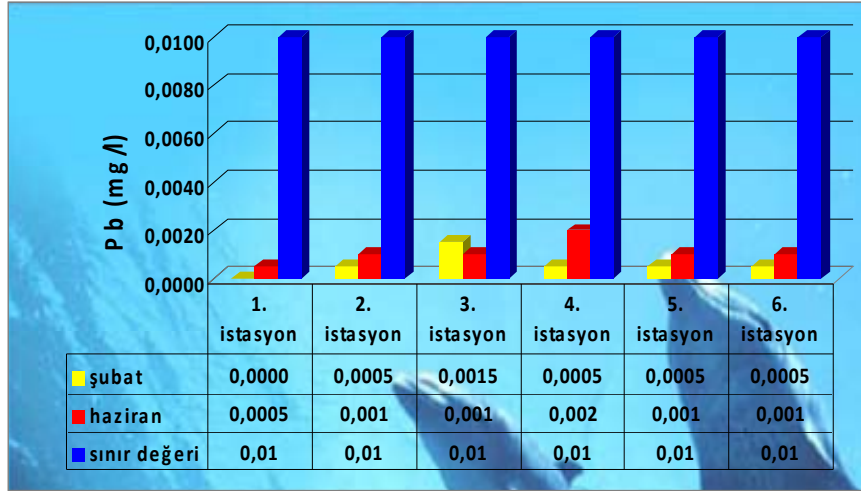
4.2.8. Suda kurşun (Pb) değerleri

Mogan Gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan su örneklerindeki kurşun miktarlarına ilişkin (mg/L) ortalama değerleri (Çizelge 4.24) ve (Şekil 4.18)' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.24. Mogan Gölünde suda kurşun (Pb) değerleri (mg/L)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
Kurşun mg/L		
1	0,0000	0,0005
2	0,0005	0,0010
3	0,0015	0,0010
4	0,0005	0,0020
5	0,0005	0,0010
6	0,0005	0,0010

Bulunan sonuçlara göre tüm istasyonlardan alınan su örneklerinde kurşun fazlalığı görülmemektedir. Tüm ölçülen değerler Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' ne göre Pb için sınır değer olarak aldığımız 0,01 mg/L nin altında bulunmuştur.(Şekil 4.18).



Şekil 4.18. İstasyonlara göre sudaki Pb miktarları ve sınır değerleri

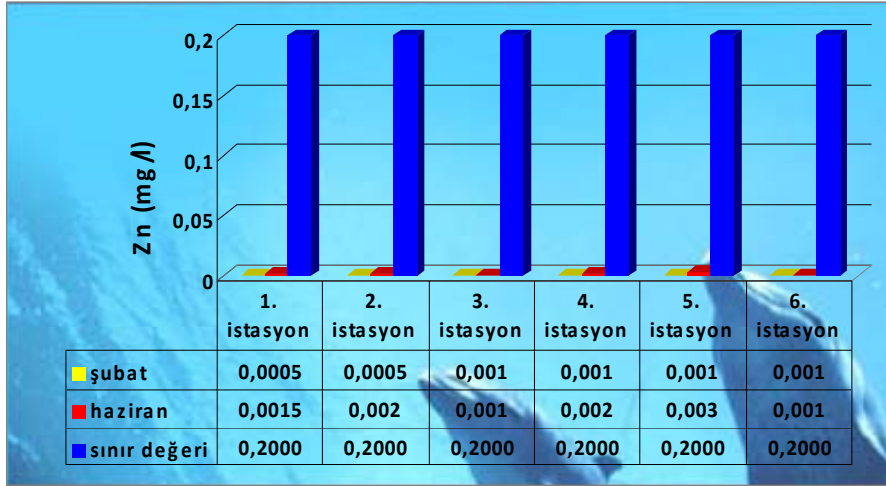
4.2.9. Suda çinko (Zn) değerleri

Mogan Gölünden iki farklı ölçüm zamanı ve altı farklı istasyondan alınan su örneklerindeki çinko miktarlarına ilişkin (mg/L) ortalama değerleri (Çizelge 4.25) ve (Şekil 4.19)' da gösterilmiştir.

Çizelge 4.25. Mogan Gölünde suda çinko (Zn) değerleri (mg/L)

İstasyon	Ölçüm Zamanı	
	Şubat	Haziran
Çinko mg/L		
1	0,0005	0,0015
2	0,0005	0,0020
3	0,0010	0,0010
4	0,0010	0,0020
5	0,0010	0,0030
6	0,0010	0,0010

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' nin Kıtı içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri tablosuna göre 1.Sınıf su için belirlediği çinko sınır değeri 0,2000 mg/L'dir. Su örneklerinde bulunan çinko miktarları bu sınır değer ile karşılaştırıldığında herhangi bir çinko kirliliği söz konusu değildir. (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. İstasyonlara göre sudaki Zn miktarları ve sınır değerleri

4.3. Balık Dokularına ilişkin sonuçlar

4.3.1. Sazan balıkları dokularına ilişkin sonuçlar

Mogan Gölünden avlanan sazan balıklarına ilişkin karaciğer ve solungaç dokularına ait bulgular (Çizelge 4.26)' da gösterilmektedir. Gölde avlanan balıkların karaciğer dokularında önemli bir bulguya rastlanmamıştır. Solungaç dokularında ise değişen oranlarda hiperemi (Resim 4.7), klorit hücre hiperplazisi, sekonder lamellada füzyon (Resim 4.8) branchitis (Resim 4.7), telangiektazi (Resim 4.9) ve parazit saptanmıştır.

(Çizelge 4.26)' da görüldüğü gibi Şubat ayında avlanan Sazan balıklarında solungaç dokularının (Resim 4.6), % 40' nda hiperemi; % 30' unda sekonder lamellarda füzyona; % 80' inde telangiektazi; % 50' sinde klorit hücre hiperplazisi; % 90' ında branchitis ve % 20' sinde parazite rastlanmıştır. Aynı balıkların karaciğer dokularının % 10' unda hidropik dejenerasyon kaydedilmiştir. Haziran ayında alınan örneklerde ise solungaçlarda % 30' unda hiperemi; % 20' sinde sekonder lamellarda füzyona; % 50' sinde telangiektazi; % 70' inde klorit hücre hiperplazisi; % 70' inde branchitise rastlanmıştır. Aynı örneklerin karaciğer dokularının % 10' unda hidropik dejenerasyon kaydedilmiştir (Resim 4.10).

Çizelge 4.26. Mogan Gölünden avlanan Sazan (*Cyprinus carpio*) balıklarında solungaç ve karaciğerde saptanan histopatolojik bulgular ve % oranları

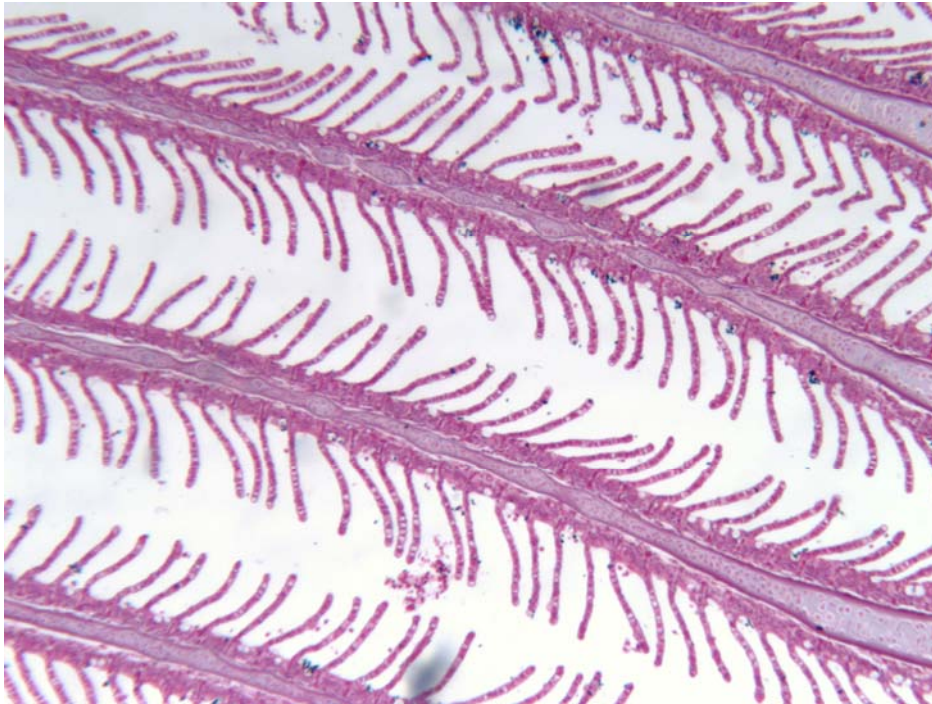
HİSTOPATOLOJİK BULGULAR	BALIK SAYISI		
	TOPLAM	ŞUBAT	HAZİRAN
Solungaç	20	10	10
Hiperemi	20	4 (%40)	3 (%30)
Sekonder lamellada füzyon	20	3 (%30)	2 (%20)
Telangiyektazi	20	8 (%80)	5 (%50)
Klorit hücre hiperplazisi	20	5 (%50)	7 (%70)
Branchitis	20	9 (%90)	7 (%70)
Parazit	20	2 (%20)	0 (%0)
Karaciğer	20	10	10
Hidropik dejenerasyon	20	1 (%10)	1 (%10)

4.3.2. Kadife balıkları dokularına ilişkin sonuçlar

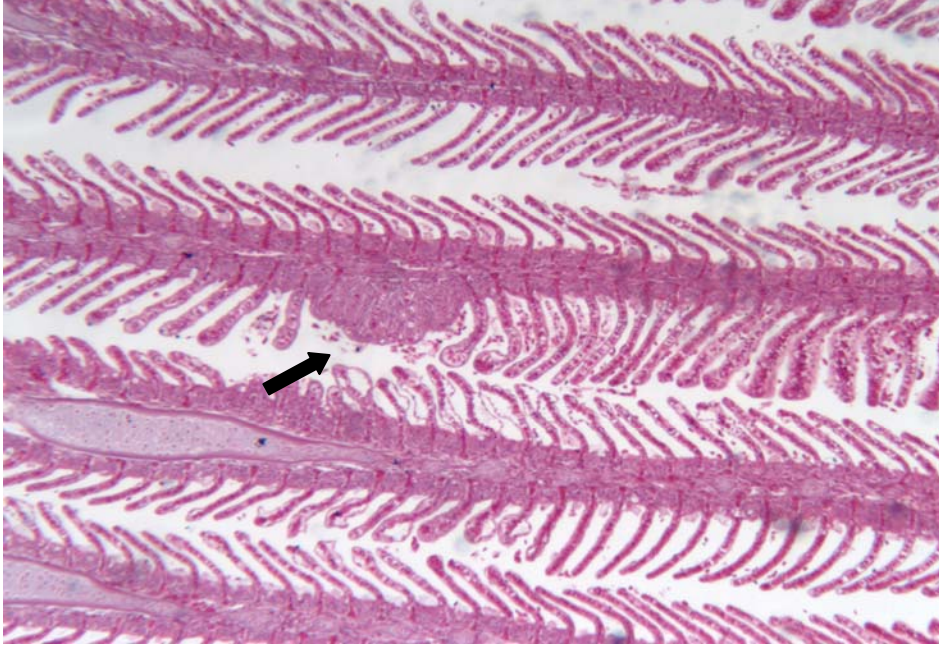
Mogan Gölünden avlanan kadife balıklarına ilişkin karaciğer ve solungaç dokularına ait bulgular (Çizelge 4.27)' de gösterilmektedir. Gölde avlanan balıkların karaciğer dokularında önemli bir bulguya rastlanmamıştır. Solungaç dokularında ise değişen oranlarda hiperemi, klorit hücre hiperplazisi (Resim 4.4), sekonder lamellada füzyon (Resim 4.2) branchitis, telangiyektazi (Resim 4.3) saptanmıştır. (Çizelge 4.27)' de görüldüğü gibi Şubat ayında avlanan kadife balıklarında solungaç dokularının (Resim 4.1), % 40' ında hiperemi; ve sekonder lamellarda füzyona; % 90' ında telangiyektazi; % 30' unda klorit hücre hiperplazisi; % 50' sinde branchitis saptanmıştır. Aynı balıkların karaciğer dokularının % 20' sinde pasif hiperemi kaydedilmiştir. Haziran ayında alınan örneklerde ise solungaçlarda % 30' unda hiperemi; % 40' ında telangiyektazi; % 80' inde klorit hücre hiperplazisi; % 60' ında branchitise rastlanmıştır. Aynı örneklerin karaciğer dokularının % 10' unda pasif hiperemi (Resim 4.5) kaydedilmiştir.

Çizelge 4.27. Mogan Gölünden avlanan Kadife (*Tinca tinca*) balıklarında solungaç ve karaciğerde saptanan histopatolojik bulgular ve % oranları

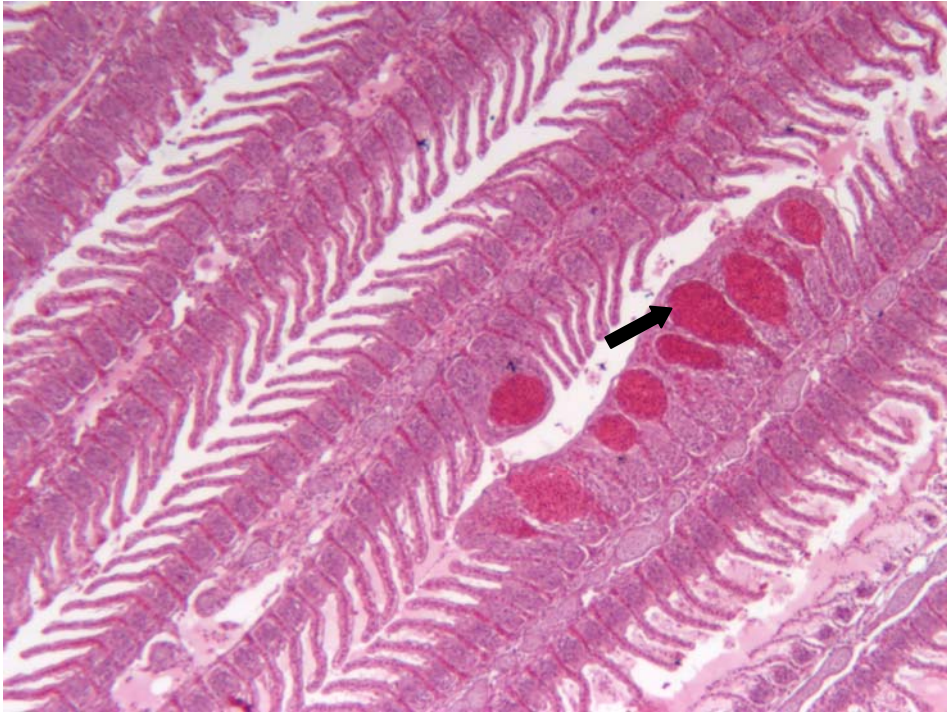
HİSTOPATOLOJİK BULGULAR	BALIK SAYISI		
	TOPLAM	ŞUBAT	HAZİRAN
Solungaç	20	10	10
Hiperemi	20	4 (%40)	3 (%30)
Sekonder lamellada füzyon	20	4 (%40)	0 (% 0)
Telangektazi	20	9 (%90)	4 (%40)
Klorit hücre hiperplasisi	20	3 (%30)	8 (%80)
Branchitis	20	5 (%50)	6 (%60)
Karaciğer	20	10	10
Pasif hiperemi	20	2 (%20)	1 (%10)



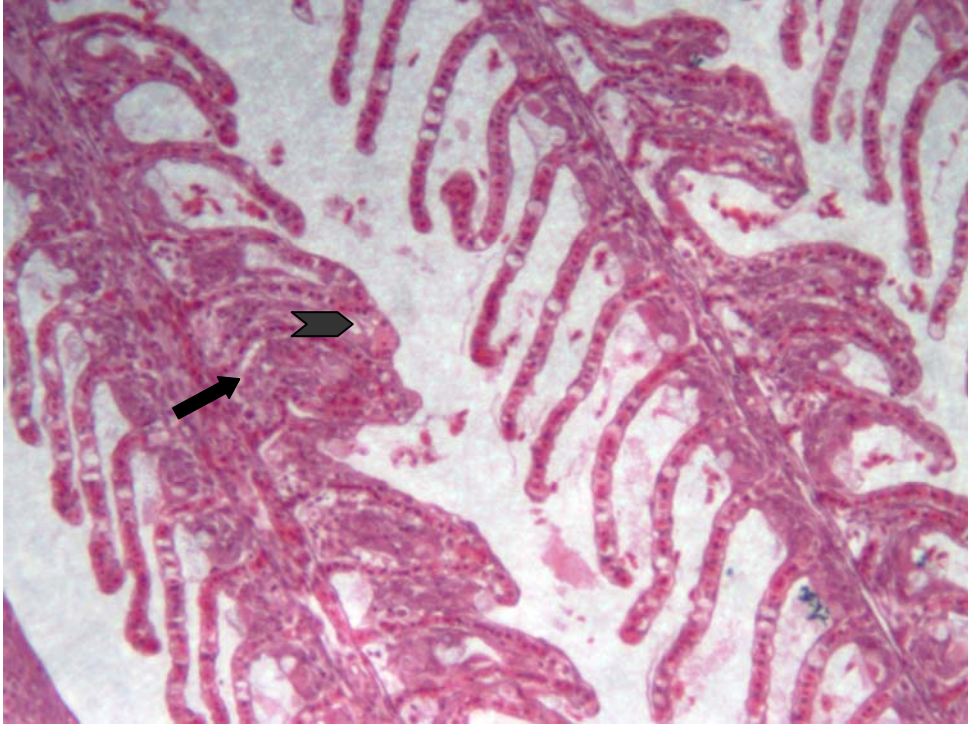
Resim 4.1. Kadife balığının normal solungaç dokusu (H&E, x40)



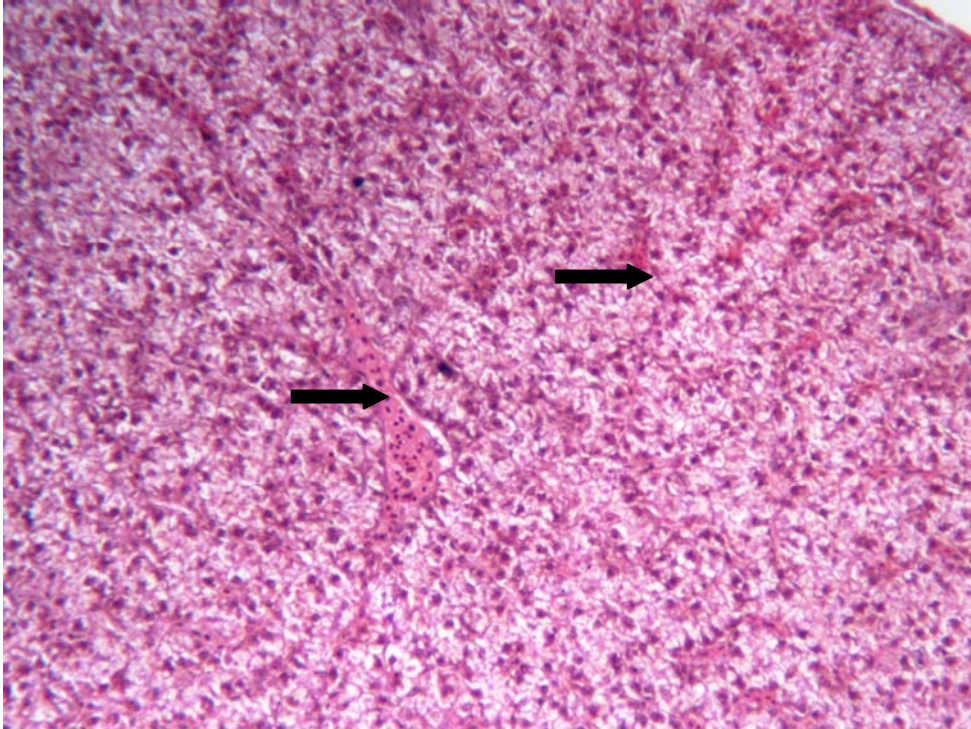
Resim 4.2. Kadife balığının sekonder lamellasında füzyon (ok) (H&E, x40)



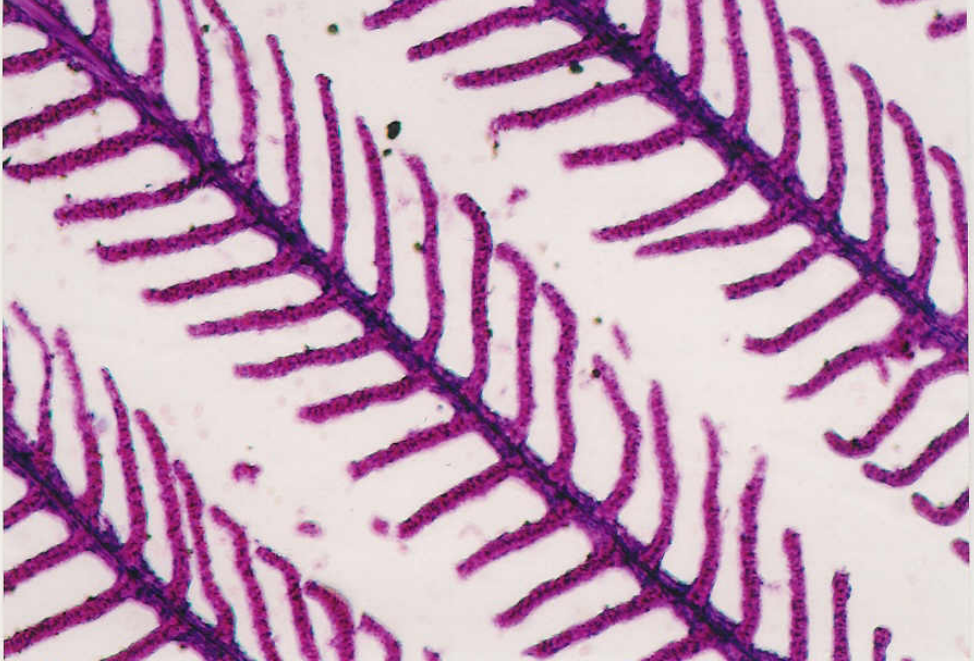
Resim 4.3. Kadife balığının sekonder lamellasında telangiektazi (ok) (H&E, x40)



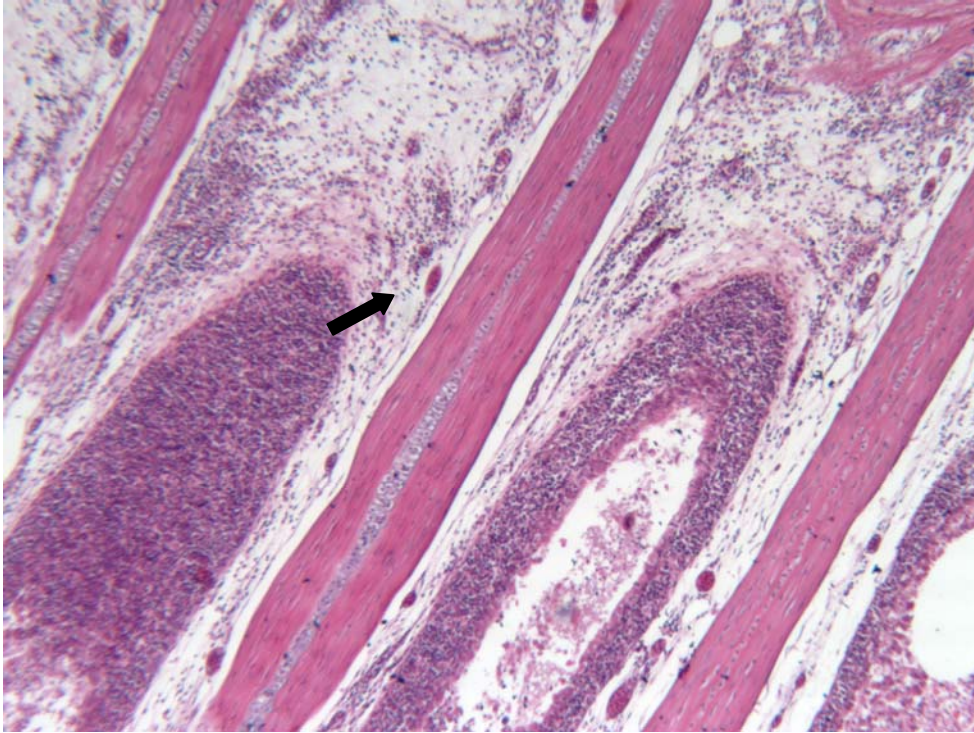
Resim 4.4. Kadife balığının sekonder lamellasında klorit hücre hiperplasisi (ok) ve füzyon (ok ucu) (H&E, x100)



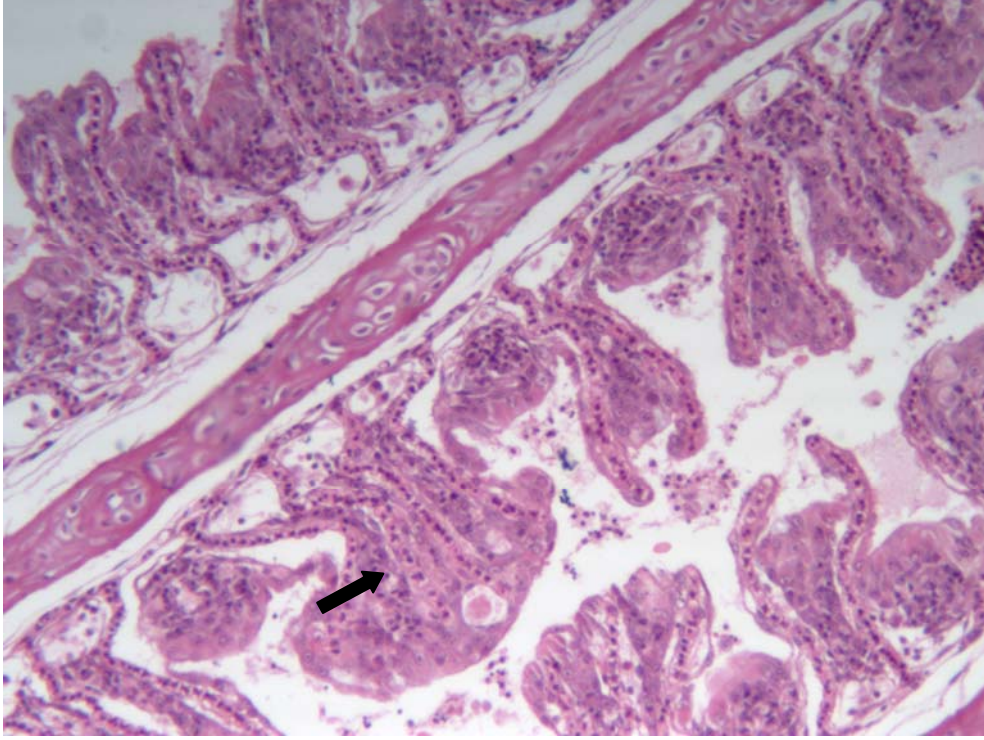
Resim 4.5. Kadife balığının karaciğerinde pasif hiperemi (ok) (H&E, x100)



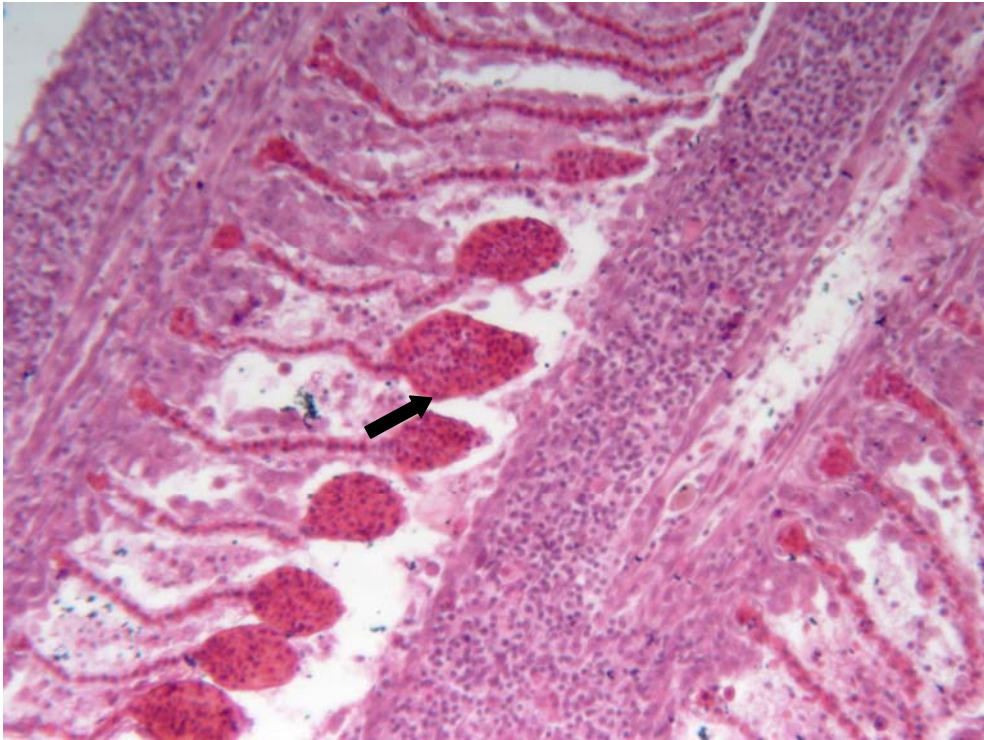
Resim 4.6. Sazan balığının normal solungaç dokusu (H&E, x100)



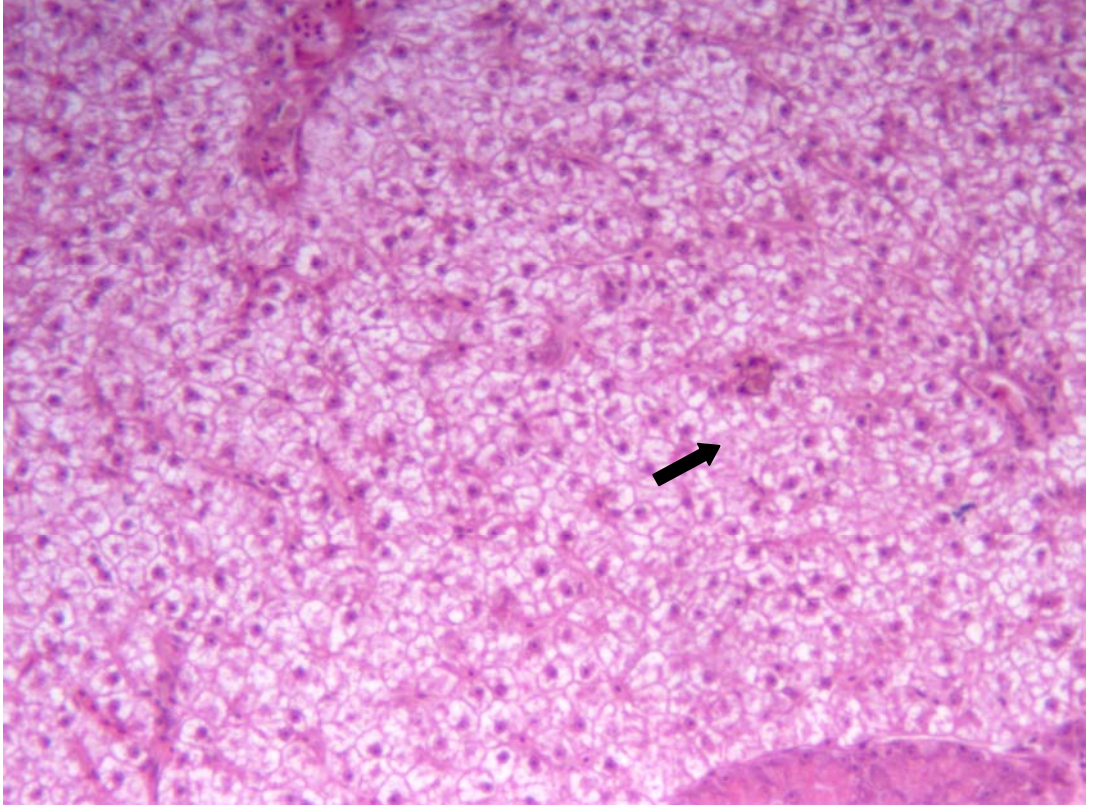
Resim 4.7. Sazan balığının solungacında branchitis (H&E, x100)



Resim 4.8. Sazan balığının sekonder lamellasında füzyon (ok) (H&E, x100)



Resim 4.9. Sazan balığının sekonder lamellasında telangiektazi (ok) (H&E, x100)



Resim 4.10. Sazan balıklarında karaciğerde hidropik dejenerasyon (ok) (H&E, x100)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Mogan Gölü suyu ve sedimenti ağır metal yükü açısından incelenmiştir. Ayrıca gölde yaşamını sürdüren türler arasında bulunan Sazan (*Cyprinus carpio*) ve Kadife (*Tinca tinca*) balıklarının solungaç ve karaciğer dokuları da histolojik muayenesi yapılmıştır. Bu kapsamda Şubat 2009 ve Haziran 2009 aylarında belirlenen 6 farklı istasyondan örnekler alınarak analiz edilmiştir. Aynı sezonda balık örnekleri de gölden avcılık yoluyla temin edilerek solungaç ve karaciğer dokuları incelenmiştir.

5.1. Sedimentte pH Değerleri

Sedimentte ölçülen pH değerlerine göre en yüksek pH 2. istasyonda haziran ayında 8,91 olarak bulunmuştur. En düşük pH ise yine haziran ayında 4. istasyonda 8,17 olarak saptanmıştır. Ortalama pH dereceleri Şubat ayında 8,508, Haziran ayında ise 8,608 bulunmuştur. Haziran ve Şubat ayları arasında pH değerleri bakımından pek fark bulunmamaktadır.

5.2. Mogan Gölünde Sedimentte Ağır Metal Düzeyleri

Bu çalışmada sedimentte, ağır metallerden alüminyum (Al), arsenik (As), bakır (Cu), çinko (Zn), civa (Hg), demir (Fe), kadmiyum (Cd), kurşun (Pb) ve nikel (Ni)'in Şubat 2009 ve Haziran 2009 aylarında iki kez örnekleme yapılmıştır. Sedimentteki ağır metal düzeyleri oransal olarak $Al > Fe > Zn > Ni > Cu > Pb > As > Cd > Hg$ şeklinde saptanmıştır.

Yapılan analizler sonucunda sedimentte ölçülen en düşük ve en yüksek düzeyler; alüminyum düzeyleri 41846-53810,5 mg/kg, arsenik düzeyleri 5,72-52,40 mg/kg, kadmiyum düzeyleri 1,345-2,925 mg/kg, bakır düzeyleri 17,725 ile 45,45 mg/kg, demir düzeyleri 12635 ile 24338 mg/kg, nikel değerleri 35,10-97,75 mg/kg, civa düzeyleri 0,012-5,965 mg/kg, kurşun düzeyleri 18,85-34,76 mg/kg, çinko değerleri 43,295-87,805 mg/kg arasında değişmektedir.

Literatürde Mogan Gölünde sedimentte ağır metal analizine ilişkin yapılan tek ve en kapsamlı çalışma 1998 yılında Özel Çevre Koruma Başkanlığı'nın Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne yaptırmış olduğu Mogan Gölü Dip Çamurunun İncelenmesi Projesi' dir. Bu çalışmada sedimentte yüzeyde ortalama Cd değeri 3,1; Cu değeri 1138,7; demir değeri 15482,7; nikel değeri 216,6; Pb değeri 122,8; Zn değeri ise 540,3 olarak saptanmıştır. Çalışmamızdan farklı olarak söz konusu çalışmada suda Al, As, Hg, Cu analizleri yapılmamıştır. Ancak sedimentte Cd ve Fe değerleri elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlikler gösterirken, Cu, Ni, Pb ve Zn değerleri çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlardan daha yüksektir. Bu farklılığın çalışmaların farklı yıllarda yürütülmesi ve istasyonlar arasındaki farklılıktan olabileceği düşünülmektedir.

Elmacı vd. (2007) tarafından Ocak 2003-Şubat 2004 tarihlerinde Uluabat gölünde su ve sedimentte ağır metallerden Cu, Ni, Zn, Cd, Pb, Cr, B ve As düzeyleri incelenmiştir. Sonuç olarak sedimentte ağır metal düzeyleri $Pb > Cu > Cr > Ni > Cd > Zn$ olarak saptanmıştır.

5.3. Suda pH Değerleri

Su örneklerinin pH değerleri 8,14 ile 8,87 arasında değişmektedir. Bu pH değerlerine göre Şubat ayında ortalama pH 8,32, Haziran ayında ortalama pH 8,52 dir. Suda en yüksek pH değeri 6. istasyonda Şubat ayında 8,87 ve Haziran ayında 8,85 olarak bulunmuştur. Mogan Gölünde Şubat ayında saptanan ortalama pH Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği' nde Göller Göletler Bataklıklar ve Baraj Haznelerinin Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleri tablosunda doğal koruma alanı ve rekreasyon alanları için verilen $pH = 6,5 - 8,5$ sınırları içine üst limite çok yaklaşmıştır. Haziran ayındaki ortalama pH değeri ise üst limiti az da olsa aşmıştır. pH değeri suda erimiş halde bulunan CO_2 ile yakından ilişkilidir. Fotosentez olayı sonucu fitoplanktonik organizmalar ortamda bulunan CO_2 ' i tüketip pH değerini yükseltirler [Boyd, 1990]. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara göre de Haziran ayında ölçülen pH değerleri Şubat ayından daha yüksek olsa da iki ay arasındaki değerlerde çok fark bulunmamaktadır.

Altındağ (2009) çalışmasında Mogan Gölü'nde istasyonlara göre ortalama pH değeri 8,76 tespit edilmiştir. Mangıt (2007), Mogan Gölü'nde en düşük pH 7,54, en yüksek ise 10,01 ölçmüştür. Bu bulgular bu çalışmada elde ettiğimiz bulgularla benzerdir. Gölün ötrofik yapısı ile ilgili olarak yaz aylarında daha yüksek seviyelere ulaşan pH, kışın daha düşük seviyelerde seyrettiği kabul edilebilir.

PH ile oksijen arasında zıt bir ilişkinin olduğu, pH değerlerinin yükselmesi halinde ortamdaki amonyum (NH_4) iyonunun amonyak (NH_3) haline geçerek balıklar için toksik etki yapmasının muhtemel olduğu dolayısıyla yüksek pH ve sıcaklık değerlerinde göle karışacak organik maddelerin zararlı etkisinin daha fazla olduğu belirtilmiştir [Gökmen, 2007].

5.4. Mogan Gölünde Suda Ağır Metal Düzeyleri

Bu çalışmada suda, ağır metallerden alüminyum (Al), arsenik (As) , bakır (Cu), çinko (Zn), civa (Hg), demir (Fe), kadmiyum (Cd), kurşun (Pb) ve nikel (Ni)'in Şubat 2009 ve Haziran 2009 aylarında iki kez örnekleme yapılmıştır. Ağır metal düzeyleri büyükten küçüğe $\text{Pb} > \text{Al} > \text{Fe} > \text{As} > \text{Ni} > \text{Hg} > \text{Cu} \geq \text{Zn} > \text{Cd}$ olarak saptanmıştır. Suda ölçümü yapılan ağır metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri; alüminyum düzeyleri 0,061-0,8595 mg/L, arsenik düzeyleri 0,009-0,055 mg/L, bakır düzeyleri 0,0010-0,0025 mg/L, demir konsantrasyonları 0,0635 ile 0,0945 mg/L, nikel düzeyleri 0,0030-0,056 mg/L, civa düzeyleri 0,00-0,0090 mg/L, kurşun düzeyleri 0-0,0020 mg/L, çinko düzeyleri 0,0005-0,0030 mg/L arasında değişmektedir.

Yapılan literatür taramasında Mogan Gölünde suda ağır metal analizine ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Mwamburi (2009) Kenya' da Viktorya gölünde yaptığı çalışmada göl ve sedimentte iki farklı mevsimde aldığı örneklerde Fe, Al, Mn, Zn, Cu ve Cr konsantrasyonlarını incelemiştir. Göldeki demir düzeyleri $>300 \mu\text{L}'\text{nin}$ üzerinde bulunurken diğer parametreler yönünden Dünya Sağlık Örgütü' nün içme suyu standartlarına uygun

olduğunu saptamıştır. Bu çalışmada Civa konsantrasyonları haricinde su değerlerimiz ağır metal yükü açısından 1. Sınıf su kalitesinde saptanmıştır.

Elmacı vd. (2007) tarafından Ocak 2003-Şubat 2004 tarihlerinde Uluabat gölünde su ve sedimentte ağır metallerden Cu, Ni, Zn, Cd, Pb, Cr, B ve As düzeyleri incelenmiştir. Sonuç olarak suda ağır metal düzeyleri $B > Zn > As > Cd > Pb > Ni > Cr$ olarak saptanırken, Aynı çalışmada çalışma bulgularımıza benzer olarak ağır metal yükü açısından Uluabat gölü 1. Sınıf su kalitesinde bulunmuştur.

5.5. Sazan ve Kadife Balık Dokularına Etkinin Değerlendirilmesi

Sazan balıklarının solungaç dokularında değişen oranlarda hiperemi klorit hücre hiperplazisi, sekonder lamellada füzyon, branchitis, telangiektazi ve parazit; karaciğer dokusunda da 2 balıkta hidropik dejenerasyon saptanmıştır. Kadife balıklarında da sazan balıklarına benzer olarak solungaç dokularında hiperemi, klorit hücre hiperplazisi, sekonder lamellada füzyon branchitis, telangiektazi ve parazit; karaciğer dokularında ise pasif hiperemi (3 balıkta) gözlenmiştir.

Teh vd. (1997) doğadan üç farklı su ünitesinden topladıkları güneş balıklarının solungaç, karaciğer ve dalak dokularını histolojik olarak incelemişlerdir. Sonuç olarak solungaç dokularında çalışmamız bulgularına benzer olarak mukus, klorit ve epitelyum hiperplazisi, füzyon, parazit ve solungaç kıkırdağında deformasyonlara rastlamışlardır. İncelenen balıkların karaciğer dokularında ise yağ deformasyonları ve nekrozlar kaydetmişlerdir. Araştırmacılar dokulardaki bulgularını multipl çevresel stresörlere bağlamışlar ve patojenler, parazit, sıcaklık değişimleri, sedimentasyon, habitat farklılığının neden olduğunu düşünmüşlerdir.

Histopatolojik çalışmalarda su ortamıyla ilişkisi dolayısıyla solungaç, karaciğer ve böbrek kirliliğin etkisini saptamada kullanılan en uygun hedef organlardır. Bu organlar akvatik kirlilik için primer indikatörlerdir. Özellikle solungaçlar, bilindiği gibi su kalitesinin aynası olarak görülmektedir. Karaciğer metabolizmada kilit rol oynarken, böbrek ise balığın iç ortamı ile su-tuz dengesinin stabilizasyonu, atılımı ve

ksenobiotik (organizmaya yabancı maddeler) metabolizma için önemlidir [Hibiya 1982], [Bernet *vd.*, 1999].

Balık solungaçlarında epitel, klorit ve mukus gibi farklı hücrelerde hiperplazi ve telangiektazi balıklarda bir çok toksik maddeye maruz kalma sonucu gözlenen histopatolojik bulgulardır [Mallatt, 1985]. Ancak sonuç olarak bu çalışmada suda ağır metal yükünün fazla çıkmaması dolayısıyla solungaçlarda saptanan histopatolojik bulguların ötrofik statüde olan Mogan Gölünün azot ve fosfor yükünün fazla olmasının neden olduğu düşünülmektedir.

2009 yılına ait aldığımız su ve sediment örneklerinden elde ettiğimiz bulgular sonucunda Mogan Gölünde ağır metal yükü açısından bir problem saptanmamıştır.

Ancak Sukesen Deresinde özellikle Haziran ayında su ve sedimentte civa değerleri sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. Bu bağlamda göle su sağlayan kaynaklar arasında yer alan Sukesen Deresini kirletici kaynaklar tespit edilerek kirlenmenin önüne geçilmelidir.

Mogan Gölünün mevcut trofik yapısı zaten bilinmektedir ve bu konuda bir çok çalışma bulunmaktadır. Bunun için Mogan Gölü için öncelikli önlem ötrofikasyon probleminin çözülmesi ve su kalitesinin iyileştirilmesi yönünde olmalıdır.

Başkentin en önemli su kaynağını oluşturan Mogan Gölünün su kalitesinin ve biyolojik parametrelerinin düzenli aralıklarla izlenmesi çalışmalarına devam edilmesi gölün durumunun tesbiti açısından yarar sağlayacak ve çözüm yollarına da katkı sağlamış olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akbulut, A., "The plankton composition of Lake Mogan in Central Anatolian, *Zoology in the Middle East*", 26-27,107-116 (2002).
- Altınbilek, D., "Gölbaşı Mogan- Eymir Gölleri için su kaynakları ve çevre yönetim planı projesi ", *ODTÜ*, 1: 519 (1995).
- Atay, D., Pulatsü, S., "Su kirlenmesi ve kontrolü", *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Ankara, 1513 : 41-42 (2000).
- Aydın, F., "Sazan üretimi", *İç Sularda Balık Yetiştiriciliği Ve Sorunları Semineri*, 8-9 Aralık 1983, *Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları*, 303: 104-128 (1984).
- Anonim, "Mogan Gölü (Gölbaşı-Ankara) dip çamurunun incelenmesi projesi " *Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi*, Ankara, 131 (1998).
- Anonim, "Mogan Gölünde toplu balık ölümlerinin nedenleri", *Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı*, Rapor, Ankara, 28 (2009).
- Anonim, "Mogan Gölü havzası biyolojik zenginlikleri ve ekolojik yönetim planı", *Çevre ve Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı*, Ankara, 167 (2002).
- Anonim, "Mogan ve Eymir Gölleri havzasının hidrometeorolojik özellikleri, *EİE*, Ankara, 100 (2001).
- Anonim, "Contaminants, codex alimentarius", *FAO*, New York , 27 (1990).
- Anonim, , "Türkiye'nin çevre sorunları" *Türkiye Çevre Vakfı*, Ankara, 381-386 (1996).
- Anonim, "Mogan Gölü (Gölbaşı- Ankara) dip çamurunun incelenme projesi sonuç raporu", *Hacettepe Üniversitesi, Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi*, 207 (1998).
- Benli, A.Ç., " Subletal amonyak konsantrasyonlarının tilapia (*Oreochromis niloticus*) ve sazan (*Cyprinus carpio*) balılarında büyüme ve kan parametreleri ile dokulara etkisi" Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 23-27 (2006).
- Bruno, D.W. and Poppe, T.T., "A colour atlas of salmonid diseases", *Academic Pres*, London, 194 (1996) .
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ., Savcı, A. E., Aldemir, A., Gürpınar, E., Mutlu, B., Topaloğlu, S., Ege, M. ve Çiçek, N., "Ankara-Gölbaşı ve sevgi çiçeği (*Centaurea tchihatcheffii*) ", *Editör Ayşe Boşgelmez*, Ankara, 131-178 (2005).

Boyd, C. E., “Water quality in ponds for aquaculture”, *Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University*, Alabama, (1990).

Burnak, L., Beklioğlu, M., “Macrophyte dominated clearwater state of Lake Mogan”, *Turk. J. Zool.*, 24: 305–313 (2000).

Bolat, S., “Seyfe Gölü ve çevresindeki suların ve toprakların kirlilik derecesinin araştırılması” Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 80, (2006).

Çelikkale, M. S., “İç su balıkları ve yetiştiriciliği”, *K.T.Ü., Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu*, Trabzon, 128: 460 (1988).

De Treville, F., “Natural occurrence of lead”, *Environmental Health*, Amsterdam, 212-21 (1979).

Demir, N., “İhtiyoloji”, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi*, İstanbul, 391 (1992).

Demirsoy, A., “Yaşamın temel kuralları”, Omurgalılar, *Meteksan A. Ş.*, Ankara, 3:684 (1988).

Erer, H., Kıran, M. ve Çiftçi, M. K., “Veteriner genel patoloji”, *Bahçivanlar Basım Sanayi A. Ş.*, Konya, 280 (2000).

Elmaci A., Teksoy, A., Topaç, O., Özengin, N., Kurtoğlu, S., Başkaya, H. S., “Assessment of heavy metals in Lake Uluabat, Turkey”, *African Journal of Biotechnolology*, 6 (19): 2236 - 2244 (2007).

Fakıoğlu, Ö., Pulatsü, S., “Mogan Gölünde (Ankara) bazı restorasyon önlemleri sonrası dış kaynaklı fosfor yükünün belirlenmesi”, *Yüzüncü Yıl Üniv., Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (1): 63-69 (2005).

Ferguson, H. W., “Systemic pathology of fish. a text and atlas of comparative tissue responses in diseases of teleosts”, *Iowa, USA*, 263 (1989).

Gökmen, S., “Genel ekoloji”, *Nobel Yayınevi Yayın*, Ankara, 1160: 475 (2007).

Gündüz T., “Çevre sorunları”, *Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, Kimya Bölümü*, Ankara, (1994)

Hibiya, T., “An atlas of fish histology”, *Normal and Pathological Features*, Tokyo, Japan, 147 (1982).

Hinton, D. E. and Lauren D. J., “Integrative histopathological approaches to detecting effects of environmental stressors on fishes”, *American Fisheries Society Symposium*, 8, 51-65 (1990).

İmre, Z., "Toksikoloji", *İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi*, İstanbul, 53: 263-289 (1988).

İnternet: "Korkmaz, Ş., 2001 Sazan yetiştiriciliği", <http://www.tarim.gov.tr/>.(2004).

İnternet: "Gölbaşı ÖÇK", [http:// www. ockkb.gov.tr](http://www.ockkb.gov.tr) (2009).

İnternet: "Ramsar Convention on Wetlands", [http://: www.ramsar.org](http://www.ramsar.org) (2005).

Jenny, H., "The soil resources, origin and behavior", *Ecol. StudiesSpringer Verlag*, NewYork, 37 (1980).

Kadis, S., Udese, F.A., Polanco, J. and Dressen, D. W., "Relationship of iron administration to susceptibility of newborn pigs to enterotoxigenic colibacillosis", *Vet. Res.*, 45: 255-259 (1984).

Kamala-Kannan S., Prabhu Dass Batvari B., Lee K.J., Kannan N., Krishnamoorthy R., Shanthi K., Jayaprakash M., " Assessment of heavy metals (Cd, Cr and Pb) in water, sediment and seaweed (*Ulva lactuca*) in the Pulicat Lake", *South East India*, 71, 1233-1240 (2008).

Kantarıcı, M. D., "Toprak ilmi", *İstanbul Üniversitesi Orman Fak.Yayınları*, İstanbul, 197-207, 206-208, 239, 287-289 (1987).

Karakoç, G., Erkoç, F. Ü., Katırcıoğlu, H., "Water quality and impacts of pollution sources for Eymir and Mogan Lakes ", (Turkey), *Environment International*, 28-29, 21-27 (2003).

Kazancı, N., "Beyşehir Gölünün limnolojisi, çevre kalitesi, biyolojik çeşitliliği ve korunması", *Türkiye İç Suları Araştırmaları Dizisi:VII.*, Ankara, 16-18 (2003).

UNDP (GEF/SPG), "Türkiye'nin tabiatı koruma alanları", *Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği*, Ankara, 9-17 (2000).

Luna, L. G., "Manual of histological staining methods of the armed forces institute of pathology", Third Edition, *McGraw-Hill Book Company*, USA, 258 (1968).

Manav, E., "Mogan Gölü trofik statüsünün belirlenmesi", *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü* Yüksek Lisans Tezi, 65 (2003).

Mangıt, F., "Mogan Gölü trofik statüsünün izlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü*, Ankara, 45 (2007).

Mallatt, J., Can. J., "Fish gill structural changes induced by toxicants and other irritants: a statistical review", *Fish. Aquat. Sci.*, 42, 630-648 (1985).

Massey, A. G., "Copper in comprehensive inorganic chemistry", *Pergomon Pres*, Oxford, 1,78 (1968).

Mwamburi, J., "Trace metal concentration in water and sediments of satellite lakes within Lake Victoria", *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 14 (3) :203 – 220 (2009).

Mc Neeely, R.N., Neimanis, V.,P., Dwyer, L., "Water quality source guide to water quality parameter", *Inland Waters Directorate, Water Quality Branch*, Canada, 88 (1979).

Metcalf, C. D., "Toxicopathic responses to organic compounds. in fish diseases and disorders", Vol 2, Non-infectious disorders. Ed. By. Leatherland, J. F. and Woo, **P. T. K. CABI Publishing**. Wallingford, UK, 386 (1998).

Mutluay, H., Demirak, A., " Su kimyası", *Beta Basım Yayım Dağıtım*, İstanbul, 83-84 (1996).

Merian, E., "Metals and their compounds in the environment", **WCH**, Weinheim, 55-61 (1991).

Norrish, K., "The geochemistry and mineroloji of trace elements, in trace elements in soil-plant-animal system", *Academic Pres*, New York, 55, 82 (1975).

Nriagu, J.O., "The biocemistry of lead in the environment", *Elsevier Publish*, Amsterdam, 3, 8 (1978).

Pendias, A. H., " Trace elements in soils and plants, 2nd edition", *CRC Press Inc*, Florida., 365 (1984).

Pulatsü, S., Aydın, F., "Water quality and phosphorus budget of Mogan Lake", Turkey, *Acta Hydrochim Hydrobiol.*, 25 (3): 128-134 (1997).

Rainbow, P.S., "Biomonitoring of heavy metal availability in the marine environment", *Marine Pollution Bulletin*, 31: 183-192 (1995).

Roberts, R. J., "Fish pathology", 3rd edition. , **London**, 467 (2001).

Savru, H., "Türkiye'deki fabrikalarda üretilen gübrelerin ağır metal içeriklerinin araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 3-17 (2003).

Schmidt, D., Meier, H., Burkhardt-Holm, W. P. and Wahli, T., "Ber histopathology in fish: proposal for a protocol to assess aquatic pollution", *Journal of Fish Diseases*, 22: 25-33 (1999).

Scheffer, F. P., Schachtschabel, H., “Lehrbuch der bodenkunde”, *Neu Beasb Unter Mitarb*, Stuttgart, 12 (1989).

Teh, S. J., Adams, S. M. and Hinton, D. E., “Histopathological biomarkers in freshwater fish populations exposed to different types of contaminant stress”, *Aquatic Toxicology*, 37, 51-70 (1997).

Timbrell, A.J., “Introduction to toxicology”, **Taylor& Francis London**, Washington DC, 161 (1995).

Topçu, A., “Mogan Gölü litoral sedimentte fosforun mevsimsel ve yersel değişimi ile göle salınım potansiyelinin araştırılması”, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 200 (2006).

Tüfenkçi, O., “Seyfe kaynağı ve dolayının (Kırşehir) hidrojeolojisinin incelemesi”, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara, 11-14 (2005).

Wester, P. W. and Canton, J. H., “The usefulness of histopathology in aquatic toxicology studies”, *Comparative Biochemistry and Physiology*, 115-117 (1991).

World Health Organization (WHO), “Guidelines for drinking water quality recommendation”, *WHO PUBL.*, Switzerland, 1: 30 (1984).

Yağdı, K., Kaçar, O., Azkan, N., “Topraklarda ağır metal kirliliği ve tarımsal etkileri”, *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, Samsun, 15 (2): 109-115 (2000).

Yerli, S. V., (Editör) “Mogan Gölü havzası biyolojik zenginlikleri ve ekolojik yönetim planı”, *Hacettepe Üniversitesi*, Ankara, 166 (2002).

EKLER

EK-1 Histopatolojide kullanılan bazı terimler

Yangı: Endojen ve eksojen çeşitli zararlı etkenlere karşı organizmanın gösterdiği vasküler, hümmoral ve hüccresel reaksiyonların tümüne verilen isimdir [Erer vd., 2000].

Branchitis: Solungaç yangısı [Erer vd., 2000].

Hiperplazi: Bir organ yada dokunun hücre sayısındaki artış sebebiyle büyümesi [Erer vd., 2000].

Yağ dejenerasyonu: Hepatositlerde keskin kenarlı, irili ufaklı vakuoller bulunur ve hücre çekirdeği kenara itilmiştir [Erer vd., 2000].

Hiperemi: Arteriyel damarların dilatasyonu sonucu bir bölgeye arteryal kanın fazlaca gelmesi olayıdır [Erer vd., 2000].

Pasif Hiperemi: (Konjesyon) Venöz kanın dönüşünün engellenmesi veya dokuların bir bölgesinde ya da tamamında birikmesi olayıdır [Erer vd., 2000].

Telangiektazi: Kılcal damarlarda dilatasyonudur [Bruno ve Poppe, 1996].

EK-2 Histopatolojik incelemelerde kullanılan çözeltiler

Nötral Buffer % 10 Formalin [Presnell and Schreibman, 1997]

37-40 Formaldehit (Merck)	100 ml
Çeşme/distile su	900 ml
NaH ₂ PO ₄ H ₂ O	4 g
Na ₂ HPO ₄	6 g

Boin Solusyonu [Roberts, 2001]

Doymuş pikrik asit solusyonu	75 ml
Formalin (% 37-40 formalin)	25 ml
Asetik asit	5 ml

Haris Alum Hematoksilen [Luna, 1968]

Hematoxylin crystal	5 g
Alkol, absolute	50 ml
Amonyum veya potasyum alum	100 g
Saf su	1000 ml
Mercuric oxide	2,5 g
Galacial asetik asit	2-4 ml

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı	DOSTBİL, Mustafa
Uyruğu	T.C
Doğum tarihi	04.01.1975
Telefon	0 (312) 296 40 00 /2915
e-mail	mudost@yahoo.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri ABD	
Lisans	S. D. Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi	1998
Lise	Ankara Cumhuriyet Lisesi	1992

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1999-	Çevre ve Orman Bak.	Su Ürünleri Mühendisi