



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**MOGAN GÖLÜ SU, SEDİMENT VE BALIK ÖRNEKLERİNDE
AYLIK PERİYOTLARLA BAZI METAL DÜZEYLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Ash Gül KÜÇÜKOSMANOĞLU

**FARMAKOLOJİ VE TOKSİKOLOJİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Ayhan FİLAZİ**

ANKARA

2019

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MOGAN GÖLÜ SU, SEDİMENT VE BALIK ÖRNEKLERİNDE
AYLIK PERİYOTLARLA BAZI METAL DÜZEYLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

Ash Gül KÜÇÜKOSMANOĞLU

FARMAKOLOJİ VE TOKSİKOLOJİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ayhan FİLAZİ

Bu araştırma Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinatörlüğünün 18L0239001 proje numarası ile desteklenmiştir

ANKARA

2019

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Mogan Gölü Su, Sediment ve Balık örneklerinde Aylık Periyotlarla Bazı Metal Düzeylerinin Araştırılması” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Aslı Gül Küçükosmanoğlu

Tarih:

İmza

KABUL VE ONAY



İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	v
Simgeler ve Kısaltmalar	vii
Şekiller	viii
Çizelgeler	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel Bilgiler	1
1.2. Konuyla ilgili yapılmış araştırmalar	5
1.3. Çalışmanın Amacı ve Önemi	10
2. GEREÇ VE YÖNTEM	13
2.1. Su, sediment ve balık örneklerinin toplanması	13
2.2. Kullanılan ara-gereçler ile ayıraç ve standart çözeltiler	16
2.3. Kalibrasyon eğrisi için çalışma standartlarının hazırlanması	16
2.4. Su, sediment ve balık dokularının analize hazırlanması	17
2.5. Analitik Yöntem	18
2.6. İstatistik	20
3. BULGULAR	21
3.1. Yöntemin geçerli kılınması	21
3.2. Suyun fizikokimyasal özellikleri	21
3.3. Mogan Gölü su element ölçümlerinin sonuçları	23
3.4. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde element analizleri	35
3.5. Balık dokularındaki element analizleri	51
4. TARTIŞMA	63
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	74
ÖZET	77
SUMMARY	78
KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ	85

ÖNSÖZ

Çevre kirliliği, endüstrileşmiş ve gelişmiş ülkelerde yaşamı etkileyen en önemli sorunların başında gelmektedir. Kirleticiler arasında metaller ve metal bileşikleri önemli yer tutarlar. Doğal ve biyolojik ortamlarda ortaya çıkan metaller çevre şartlarına dayanıklı olduklarından biyolojik sistemlerde gittikçe birikme eğilimde olup, gıdalardaki miktarları sürekli yükselmektedir. Dünyada bulunan tatlı su göllerinin birçok yaşam şekline ev sahipliği yaptığı, canlılara rekreasyon alanı ve amatör balıkçılık alanı sunduğu, ayrıca yerel yetkililere içme ve kullanma suyu üretimi için iyi bir su kaynağı olduğu bilinmektedir. Bununla beraber göl ekosistemleri günümüzde ötrofikasyona neden olan gıda maddelerinin aşırı yoğunluğu, endüstri, tarım ve evsel kaynaklı kirliliklerle, hem gölet alanında hem de atmosfer yoluyla göllere ulaşan kirlilikler gibi çeşitli antropojenik etkilerden giderek daha fazla etkilenmektedir. Tatlı su ekosistemlerindeki sedimentin, metallerin ve diğer kirleticilerin en önemli deposu niteliğinde olduğu, toksin kaynağı olarak davrandığı ve biriktirdiği metaller veya diğer kirleticileri yüzey sularına bırakma potansiyeline sahip olduğu ve böylece sudaki organizmaları olumsuz şekilde etkileyebildiği gösterilmiştir. Su ve sedimentlerde bulunabilen metallerin çoğunun genellikle insan etkinliklerinden köken aldığı ve göllerdeki metal konsantrasyonunun en önemli kaynağının ise yine insan etkinliklerinden kaynaklanan evsel atık sularından ileri gelebileceği iddia edilmiştir. İnsanların yerleşim alanlarına bitişik su ve sedimentlerdeki metallerin dağılımının, araştırmacılara ekosistemler üzerindeki antropojenik etkinin kanıtını sağlayabileceği ve böylece deşarj edilen insan atıklarıyla ilgili risklerin değerlendirilmesinde yardımcı olacağı bildirilmiştir. Bu nedenle çevre sağlığının değerlendirilmesinde elementlerin sürekli izlenmesinin önem taşıdığı ifade edilmiştir.

Tez çalışmasında yukarıda belirtilen gerekçelerle metal kirliliği ve dağılımının aylık periyotlarla belirlenmesi için Ankara'da bulunan Mogan gölü bir model olarak seçilmiştir. Mogan Gölü, Ankara'nın 25 km güneyinde Gölbaşı ilçesinde bir göldür. Gerek gölün çevresinde ve gerekse gölü besleyen derelerin çevresindeki yoğun yerleşim yerleri bulunması nedeniyle kolayca kirlenmeye müsait bir ortamdır. Göldeki metal kirliliğinin aylık değişiminin belirlenmesi, hem ısı

hem de iklim değişikliğinin metallerin dağılımına olan etkisinin anlaşılmasına neden olacaktır. Mogan gölünde konuyla ilgili aylık değişimleri ortaya koyan bir çalışmaya rastlanmaması ve diğer birçok gölde de daha çok sadece mevsimsel değişikliklerin ortaya konulması, konunun özgünlüğünü ortaya koymaktadır. Böylece bu çalışmada Mogan Gölü'nün farklı istasyonlarından aylık aralıklarla alınacak su, sediment ve balık örneklerinde bazı metallerin konsantrasyonları belirlenecektir. Mogan Gölü'ndeki metal kirliliklerinin aylık değişiminin belirlenmesi, kimyasalların sucul ortama girişı ve biyoyararlılıkları hususunda doğal alanların etkili idaresi ve kontrolü için etkili bir araç olacaktır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar göldeki su, sediment ve balıklarda arka plan seviyeleri hakkında bilgi sağlayacak ve hem göl ekosisteminde yaşayan organizmaların hem çevresel kalitenin sağlıklı bir şekilde izlenmesini sağlayacaktır.

Mogan Gölü su, sediment ve balık örneklerinde aylık periyotlarla bazı metal düzeylerinin araştırıldığı bu çalışmada, doktora öğrenimim süresince desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen başta danışmanım olmak üzere Sayın Prof. Dr. Ayhan FİLAZİ'ye, Anabilim Dalının olanaklarından yararlanmamı sağlayan ve yetişmemde oldukça payı olan Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalının çok değerli Öğretim Üyeleri ve Araştırma Görevlilerine, laboratuvar çalışmalarım sırasında bana yol gösteren Kimyager Sayın Süreyya KARAASLAN'a, çalışmalarım sırasında ellerinden gelen her türlü desteği sağlayan Dr. Farah Gönül AYDIN'a ve balıkların teşhisi ve ayrılmasında yardımcı olan Biyolog Pınar ARSLAN'a, Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarındaki desteklerinden dolayı Sayın Doç. Dr. Hüsamettin EKİCİ'ye, laboratuvar olanaklarından yararlanmamı sağlayan Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalındaki Öğretim Üyeleri ve diğer çalışanlarına teşekkür ederim. Hayatımda her zaman yanımda olan anne ve babamada teşekkürü bir borç bilirim.

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simge-Kısaltma	Açıklamalar
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
As	Arsenik
Cu	Bakır
Zn	Çinko
dk	Dakika
Fe	Demir
g	Gram
h/h	Hacim/hacim
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
ICP-OES	İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi
kg	Kilogram
Cr	Krom
Pb	Kurşun
L	Litre
Mn	Manganez
µg	Mikrogram
mg	Miligram
ml	Mililitre
mS/cm	miliSiemens/santimetre (suyun elektrik iletkenliği birimi)
HNO ₃	Nitrik asit
DL	Ölçüm Sınırı (Detection limit)
Se	Selenyum

ŞEKİLLER

Şekil 2.1.	Su ve sediment örneklerinin toplandığı istasyonların yerlerini gösteren harita	15
Şekil 3.1.	Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen arsenik konsantrasyonları	24
Şekil 3.2.	Mogan Göl suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen bakır konsantrasyonları	26
Şekil 3.3.	Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen çinko konsantrasyonları	27
Şekil 3.4.	Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen demir konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	29
Şekil 3.5.	Mogan Göl suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen krom konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	30
Şekil 3.6.	Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen kurşun konsantrasyonları	32
Şekil 3.7.	Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen nikel konsantrasyonları	33
Şekil 3.8.	Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen selenyum konsantrasyonları	35
Şekil 3.9.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen alüminyum konsantrasyonları	37
Şekil 3.10.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen arsenik konsantrasyonları	38
Şekil 3.11.	Mogan Göl yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen bakır konsantrasyonları	40
Şekil 3.12.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen çinko konsantrasyonları	41
Şekil 3.13.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen demir konsantrasyonları	43

Şekil 3.14.	Mogan Göl yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen kadmiyum konsantrasyonları	44
Şekil 3.15.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen krom konsantrasyonları	46
Şekil 3.16.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen kurşun konsantrasyonları	47
Şekil 3.17.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen nikel konsantrasyonları	49
Şekil 3.18.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen selenyum konsantrasyonları	51
Şekil 3.19.	Yıllık ortalamalara göre balık dokularındaki metal miktarları dağılımının şematik gösterimi.	62

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1.	Su ve sediment örneklerinin alındığı istasyonların koordinatları	14
Çizelge 2.2.	Sediment örneklerinin dekompozisyonu için kullanılan mikrodalga fırın sıcaklık programı	18
Çizelge 2.3.	Balık örneklerinin dekompozisyonu için kullanılan mikrodalga fırın sıcaklık programı	18
Çizelge 2.4.	ICP-OES cihazının çalışma koşulları	19
Çizelge 2.5.	ICP-OES ölçümlerinde her bir element için çalışılan dalgaboyları	20
Çizelge 3.1.	Her element için belirlenen korelasyon katsayısı ve ölçüm limiti	21
Çizelge 3.2.	Numune alınan yerlerde suyun ortalama fiziko-kimyasal parametreleri	22
Çizelge 3.3.	Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen arsenik konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	24
Çizelge 3.4.	Mogan Göl suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen bakır konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	25
Çizelge 3.5.	Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen çinko konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	27
Çizelge 3.6.	Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen demir konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları ($\mu\text{g/L}$)	28
Çizelge 3.7.	Mogan Göl suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen krom konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	30
Çizelge 3.8.	Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen kurşun konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	31
Çizelge 3.9.	Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen nikel konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları ($\mu\text{g/L}$).	33
Çizelge 3.10.	Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen selenyum konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	34
Çizelge 3.11.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen alüminyum konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	36

Çizelge 3.12.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen arsenik konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	38
Çizelge 3.13.	Mogan Göl yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen bakır konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	39
Çizelge 3.14.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen çinko konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	41
Çizelge 3.15.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen demir konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	42
Çizelge 3.16.	Mogan Göl yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen kadmiyum konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	43
Çizelge 3.17.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen krom konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları (µg/kg).	45
Çizelge 3.18.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen kurşun konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	47
Çizelge 3.19.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen nikel konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	48
Çizelge 3.20.	Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen selenyum konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları	50
Çizelge 3.21.	Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen alüminyum konsantrasyonları	52
Çizelge 3.22.	Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen arsenik konsantrasyonları	53
Çizelge 3.23.	Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen bakır konsantrasyonları	54
Çizelge 3.24.	Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen civa konsantrasyonları	55
Çizelge 3.25.	Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen çinko konsantrasyonları	56
Çizelge 3.26.	Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen demir konsantrasyonları	57
Çizelge 3.27.	Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen krom konsantrasyonları	58

Çizelge 3.28.	Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen kurşun konsantrasyonları	59
Çizelge 3.29.	Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen nikel konsantrasyonları	60
Çizelge 3.30.	Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen selenyum konsantrasyonları	61



1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Tüm canlıları etkileyen çevre kirliliği, birçok endüstrileşmiş ve gelişmiş ülkede en önemli ve yaygın sorunların başında gelmektedir. Su, mikroorganizmalardan insanlara kadar yaşamın bütün şekilleri için gerekli olan eşsiz bir sıvı olması nedeniyle onsuz bir yaşam düşünölemeyeceğinden bu ekosisteminin kirliliği daha fazla önem kazanmaktadır. Suyun çözücü özelliğinin oldukça güçlü olması kolayca kirlenmesine neden olmakta ve günümüzde plansız kentleşme ve sanayileşme nedeniyle neredeyse tüm su kaynaklarındaki kirlenmenin kriz derecesine vardığı bildirilmiştir (Singh ve ark., 2002). Su kirliliği kısaca, göl, nehir, okyanus, deniz ve yeraltı suları gibi su barındıran havzalarda görölen kirliliğe verilen genel bir isim olup, kirliliğın bulunduğı havzanın çevresinde veya içinde yaşayan tüm canlılara zarar verdiğı bilinmektedir. Kavram olarak genellikle insanların neden olduğı etkenlerden dolayı oluşın kirliliğı ifade etmek için kullanılır. Bununla beraber yanardağ patlaması, aşırı alg üremesi, rüzgârlar ve depremler nedeniyle de su kirliliğı oluşmakta ve buna göre sınıflandırılmaktadır (Karakoc ve ark., 2003).

Yapılan değeriendirmelere göre günde 14000 insanın doğrudan veya dolaylı olarak su kirliliğının neden olduğı hastalıklar sonucunda yaşamını kaybettiğı bildirilmiştir. Ayrıca dünyada oransal olarak en çok kirli su havzasına sahip olan ülkenin Amerika Birleşik Devletleri (ABD) olduğı ve yapılan ulusal bir araştırmada bu ülkedeki göl havzalarının %47'sinin, nehir havzalarının %45'inin, liman ve haliçlerin %32'sinin kirlenmiş durumda olduğı ifade edilmiştir (USEPA, 2007). Türkiye'de ise günümüzde yeterince kontrol altında tutulamayan evsel, endüstri ve tarımsal etkinlikler sonucu, birçok su havzasında kirliliğın önemli boyutlara ulaştığı bildirilmiştir (Mansuroğlu, 2004; Nas ve ark., 2004). Özellikle endüstri atık sularının kontrolsüz ve rastgele bırakılmalarıyla Porsuk, Simav, Nilüfer, Ankara Çayları ile İznik, Eber, Karamuk, Büyükçekmece ve Burdur Gölleri en çok kirlenmiş yüzey

suları olarak dikkat çekmekte, Büyük Menderes, Kızılırmak, Gediz Nehirleri ile Tuz Gölü, Sapanca, Mogan gibi göllere de atık ve artık su boşaltılmalarına bağlı olarak su kalitelerinde ciddi sorunlar yaşandığı ileri sürülmektedir (Akın ve Akın, 2007; Burak ve ark., 1997; Yıldırım ve ark., 2004).

Sucul sistemdeki metaller, zehirlilikleri, çevrede kalıcı olmaları ve böylece suda yaşayan organizmalarda birikme eğiliminde olmaları nedeniyle sucul ekosistemin en önemli kirleticileri olarak kabul edilirler (Veena ve ark., 1997). Metallerin bunlar yanında sudaki planktonlara, su bitkilerine, omurgasız ve omurgalı hayvanlar da olmak üzere birçok organizmaya çok düşük konsantrasyonlarda bile zarar verebilmeleri, kirliliklerine yönelik ciddi endişelerin yaşanmasına neden olmuştur. Bu kirliliklerin ana kaynağının daha çok endüstri kuruluşları ile evsel ve tarımsal atıklar olduğu bildirilmiştir (Schuurman ve Markert, 1998).

Dünyada bulunan tatlı su göllerinin birçok yaşam şekline ev sahipliği yaptığı, canlılara rekreasyon alanı ve amatör balıkçılık alanı sunduğu, ayrıca yerel yetkililere içme ve kullanma suyu üretimi için iyi bir su kaynağı olduğu bilinmektedir (Ikem ve ark., 2003). Bununla beraber göl ekosistemleri günümüzde ötrofikasyona (büyük su ekosisteminde, çeşitli nedenlerle gıda maddelerinin aşırı artışı nedeniyle plankton ve alglerin aşırı ölçüde çoğalması) neden olan gıda maddelerinin aşırı yoğunluğu, endüstri, tarım ve evsel kaynaklı kirliliklerle, hem gölet alanında hem de atmosfer yoluyla göllere ulaşan kirlilikler gibi çeşitli antropojenik etkilerden giderek daha fazla etkilenmektedir. İnsan faaliyetlerinin tipik sonuçları olarak tatlı sularda metallerin birikiminin arttığı ve bunlar arasında kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), civa (Hg), krom (Cr)'un en belirgin olan metaller oldukları ortaya konulmuştur (Atıcı ve ark., 2010; Farkas ve ark., 2001).

Balıkların insanların beslenmesinde önemli bir protein kaynağı olduğu ve aynı zamanda kanın pıhtılaşması ve damar daralmasının düzenlenmesinde önemli bir rol oynayarak kalp damar sistemi sağlığının korunmasına yardımcı olan esansiyel omega-3 yağ asitlerinin (dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitler) kaynağı olduğu bildirilmiştir (Benade ve ark., 2011). Bununla beraber, balıkların metalleri

kontamine sedimentler ve sudan solungaçlar ve deri yoluyla absorbe edebildikleri gösterilmiştir. Balıklardaki metallerin yüksek konsantrasyonları, iç organ hasarına, bağışıklık yanıtlarında bozulmaya ve hastalıklara karşı direncin azaltmasına neden olur (Adei ve ark., 2014; Rajeshkumar ve ark., 2018).

Krom (Cr), mangan (Mn), kobalt (Co), bakır (Cu), demir (Fe) ve çinko (Zn) gibi metallerin, eser miktarlarda birçok organizmada önemli biyokimyasal rol oynamasına rağmen, yüksek konsantrasyonlarda toksik etkilere neden olacakları ve toksisiteleri, dayanıklılıkları ve kalıcılıkları nedeniyle ciddi çevre kirleticileri olarak kabul edildikleri belirtilmiştir (Dobaradaran ve ark., 2010; Jinadasa, 2013). Japonya'daki Toyama Jintsu çayının çevresinde yaşayan insanlarda görülen itai-itai hastalığının Cd'dan ileri geldiği gösterilmiştir. Ayrıca Fe ve Mn, Parkinson hastalığında demir oksit birikimi gibi patolojik olaylara neden olabilirler (Ranasinghe ve ark., 2016). Bakırın fazlalığı karaciğer hasarına ve Zn ile olumsuz etkileşimlere, Zn'un fazlalığı bağışıklık fonksiyonunun baskılanmasına ve yüksek yoğunluklu lipoproteinlerin seviyelerinde düşmeye yol açabilir. Nikel (Ni), nükleik asitlerin ve DNA'nın oluşumunda ihtiyaç duyulan enzimlerin oluşmasına yardımcı olmasına rağmen, yüksek konsantrasyonlarda oldukça olumsuz etkilere yol açabilmektedir. Pb, böbrek tümörlerinin oluşmasına ve çocuklarda bilişsel gelişimin azalmasına, yetişkinlerde ise kan basıncında artışa neden olabilir (Jinadasa, 2013). Bu nedenlerden ötürü, gıda maddelerinin metal düzeylerinin doğru bir şekilde ölçülmesi, kirlenmiş gıdaların insanlar tarafından tüketilmesini önleyerek metal birikiminden kaynaklanan olumsuz sağlık etkilerinin önüne geçecektir (Radomyski ve ark., 2018).

Esansiyel olmayan metaller, sadece karada yaşayan canlılarda değil, ayrıca suda yaşayan hayvanlarda da yapısal deformasyonlara, birçok fizyolojik sürecin etkilenmesine ve biyokimyasal parametrelerin değişmesine neden olabilmektedir (Barlas ve ark., 2005; Cengiz ve Ünlü, 2002). Su, sediment ve biyotalardaki metal kalıntı seviyelerinde artışlar sonucunda canlıların üremesinde azalmayla beraber etkilenen türlerde tükenme de olabilmektedir (Moore ve Ramamoorthy, 1984). Ayrıca biyolojik olarak parçalanmadıklarından gıda zinciri boyunca sürekli artan bir

şekilde birikmekte ve toksik etkilerini genellikle kirlilik kaynağından uzaktaki noktalarda da gösterebilmektedirler (Elmacı ve ark., 2007).

Tatlı su ekosistemlerindeki sedimentin, metallerin ve diğer kirleticilerin en önemli deposu niteliğinde olduğu, toksin kaynağı olarak davrandığı ve biriktirdiği metaller veya diğer kirleticileri yüzey sularına bırakma potansiyeline sahip olduğu ve böylece sudaki organizmaları olumsuz şekilde etkileyebildiği gösterilmiştir (Wang ve ark., 2004). Sediment örneklerinde metallerin biriktiğini, bu metallerin suya bırakılabildiklerini ve son olarak gıda zincirine geçtiklerini gösteren birçok araştırma bulunmaktadır (Barlas, 1999). Cu, Mn, Zn, Fe gibi bazı iz elementlerin tüm canlıların fizyolojik işlevlerini yerine getirmek için belirli düzeylerde alınması zorunlu elementler olmasına rağmen, daha önce de belirtildiği gibi bunların çoğunun yüksek konsantrasyonlarda toksisiteye neden olabilecekleri bilinmektedir. Canlılar Cd, Pb ve Hg gibi birçok metale ihtiyaç duymamasına rağmen bu elementlerin de doğal olarak deniz suyu ve göl suyunda bulunabildikleri gösterilmiştir. Su ve sedimentlerde bulunabilen metallerin çoğunun genellikle insan etkinliklerinden köken aldığı ve göllerdeki metal konsantrasyonunun en önemli kaynağının ise yine insan etkinliklerinden kaynaklanan evsel atık sularından ileri gelebileceği iddia edilmiştir (Barlas ve ark, 2005).

İnsanların yerleşim alanlarına bitişik su ve sedimentlerdeki metallerin dağılımının, araştırmacılara ekosistemler üzerindeki antropojenik etkinin kanıtını sağlayabileceği ve böylece deşarj edilen insan atıklarıyla ilgili risklerin değerlendirilmesinde yardımcı olacağı bildirilmiştir. Bu nedenle çevre sağlığının değerlendirilmesinde elementlerin sürekli izlenmesinin önem taşıdığı ifade edilmiştir (Mico ve ark., 2006). Sedimentlerdeki metallerin birikimi, yerel topluluklar ve su kalitesi için önemli çevresel etkilere sahiptir. Örneğin, birçok tatlısu omurgasızları sedimentleri bir gıda kaynağı olarak işleyerek metallerin biyolojik olarak birikimine duyarlı olabilirler. Bu biyoakümülyasyon, gıda zincirinin üstündeki, özellikle kuşlar, balıklar ve insanlardaki birçok türün sağlığını potansiyel olarak tehdit edebilir (Wright ve Mason, 1999).

1.2. Konuyla ilgili yapılmış araştırmalar

Konuyla ilgili yapılmış bir çalışmada Mart 2007 döneminde Mogan Gölü'nden toplanan sediment örneklerinde (numunelerin nasıl ve hangi kısımdan alındığı belirtilmemiştir) analizi yapılan metallerin en yoğundan azalan sırayla Si (silisyum) > Fe > Mn > Cr > V (vanadiyum) > Cu > Zn > Pb, su örneklerinde ise yine en yoğundan azalan sırayla Si > Fe > Al olarak bulunduğu bildirilmiştir (Benzer ve ark., 2013). Nisan 2000-Aralık 2004 yılları arasında Mogan gölünden toplanan su örneklerinde ise incelenen metallerin (Pb, Cr, Cd, Hg) mevsimsel dağılımı en yoğundan azalan sırayla ilkbahar ve sonbaharda Pb > Cr > Cd > Hg, yazın ve kışın ise Pb > Cd > Cr > Hg olduğu rapor edilmiştir (Atıcı ve ark, 2010). Aralık 1991 ile Haziran 1992 ayları arasında toplanan (istasyon ve aylık ortalamalar verilmemiştir) 6 su örneğinde eser miktarda Mn, Cu ve Fe bulunduğu, Pb, Cd ve Zn düzeylerinin ise sırasıyla ortalama 0.19, 0.012 ve 0.004 mg/L olduğu ve 17 sediment rneğinde Fe, Pb, Mn, Cu, Zn ve Cd düzeylerinin de sırasıyla ortalama 0,77; 0,27; 0,121; 0,075; 0,049 ve 0,046 mg/kg olarak lldği bildirilmiştir (Yavuz ve Filazi, 1995).

Türkiye'nin güneybatısında bulunan, sulama ve içme suyu amacıyla yararlanılan Beyşehir Gölünde 2001 yılının ilkbaharında gölde üç farklı istasyondan su, sediment, plankton ve balık örnekleri toplanmış ve Cd, Pb ve Hg birikiminin en fazla sırasıyla su > plankton > sediment > balık dokularında olduğu, Cr birikiminin ise plankton > su > sediment > balık dokularını izleyerek azaldığı bildirilmiştir. Analizi yapılan 4 metal arasında en yüksek konsantrasyona sahip metalin suda Cd, (101-107 µg/L), sediment ve planktonlarda Pb (sırasıyla 31,1-33,45 mg/kg ve 49.81–64.54 µg/L), balıkta ise en fazla birikimine rastlanan metalin Cd olduğu ve konsantrasyonlarının kas (543-643 µg/kg) ile solungaçlarda (563-658 µg/kg) neredeyse benzer olduğu gösterilmiştir. Araştırmaya göre, su, sediment, plankton ve balıkta metallerin yüksek konsantrasyonlarda olduğu ve suyun metallerle doğrudan kontaminasyonu ya da bölgenin jeokimyasal yapısının bu durumun olası nedenleri olduğu öne srlmştir (Altındağ ve Yiğit, 2005).

Türkiye'nin Göller bölgesinde bulunan, 1970 yılında milli park statüsü verilen ve böylece korumaya alınan ve en çok ziyaret edilen sulak alanlarından biri olan Kovada Gölünün sedimentlerinde yapılan bir çalışmada, her mevsimde Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni bulunduğu, ancak 2005 yazı ve sonbaharında Cd'un ICP-OES cihazının analitik sınırının altında kaldığı bildirilmiştir (Kır ve ark., 2007). Yine Tokat'ın altı farklı gölünden (Bedirkale, Boztepe, Belpınarı, Avara, Ataköy ve Akın) avlanan çeşitli balık türleri (*Cyprinus carpio*, *Capoeta tinca*, *Leisciscus cephalus*, *Carassius gibelio* ve *Silurus glanis*) ile sediment örneklerinde 2003-2004 bahar ve yaz aylarında yapılan bir çalışmada, balık örneklerinde maksimum Fe, Zn, Cu, Pb, Cr, Mn ve Ni konsantrasyonlarının sırasıyla 167; 48,6, 3,6; 2,8; 1,6; 64,3 ve 5,6 mg/kg, sediment örneklerinde ise maksimum Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cr ve Ni konsantrasyonları sırasıyla 2138; 232; 389; 8,2; 7; 10,7 ve 55,4 mg/kg olduğu bildirilmiştir (Mendil ve Uluözlü, 2007). Aynı gölde Karadede-Akın, (2009) tarafından yapılan başka bir çalışmada metal konsantrasyonları (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn), su, sediment, sago suotu (*Potamogeton pectinatus* L.) ve tatlı su balıklarının (*Capoeta capoeta umbla*) kas, karaciğer ve solungaçlarında ölçülmüştür. Bu maddelerin örnekleri 2004 ve 2005 arasında üç ayrı bölgeden mevsimsel olarak toplanmış ve su örneklerinde en yüksek metal konsantrasyonlarının Fe için bulunduğu, sedimente gelince, en yüksek konsantrasyonun Mn için kaydedildiği ve her mevsimde ve üç bölgede de en düşük konsantrasyonun Pb için kaydedildiği ifade edilmiştir. Buna göre, araştırmacılar daha fazla metal kontaminasyonunu önlemek için Hazar Gölü'nde önlem alınması gerektiği sonucuna varmışlardır.

Türkiye'nin en önemli büyükşehri olan İstanbul'a içme suyunun bir bölümünü sağlayan Terkos Gölü'nde Mayıs 2008'de yapılan çalışmada (Kurun ve ark., 2010), tatlı su kerevitinin (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz 1823) organları ve yumurtası ile göl suyu ve sedimentlerinde yapılan analizlerde kerevitte ölçülen metal düzeylerinin kabul edilebilir yasal sınırın altında kaldığı (Pb ve Cd için <500 µg/kg), sedimentlerdeki Al, Fe, Mn, Ni ve Cu içeriğinin düşük olmasına rağmen, Zn, Cr, Cd ve Pb konsantrasyonlarının yerkabuğunun ortalama değerlerden daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Yazarlar, sedimentte bulunan Zn, Cr, Cd ve Pb'un antropojenik (evsel ve endüstriyel atıklardan) kaynaklardan geldiği, Fe, Ni ve Cu'nın ise doğal

kaynaklardan ileri geldiğini ileri sürmüş ve gölün Al, Fe, Ni ve Cu yönünden kirli olmadığını ama Zn, Cr ve Pb yönünden orta derecede, Cd yönünden ise yoğun şekilde kirlendiğini göstermişlerdir

Türkiye'nin en büyük nilüfer yataklarına ev sahipliği yapan ve 1998 yılında Ramsar Sözleşmesi gereğince “korunan sulak alan” ilan edilen Bursa ilindeki Uluabat Gölü’nde Kasım 2001 ve Eylül 2002 arasında yapılan bir çalışmada, farklı istasyonlarda ve çeşitli aylarda alınan su ve sediment örnekleri metaller yönünden analiz edilmiş ve sediment örneklerinde en yüksek ortalama Cu (1,19 mg/kg), Cr (4,88 mg/kg), Pb (2,39 mg/kg) ve Ni (8,93 mg/g) konsantrasyonlarının 2002 yılı Mayıs ayında, en yüksek Zn (8,36 mg/kg) konsantrasyonun Eylül 2002’de kaydedildiği bildirilmiştir (Barlas ve ark., 2005). Yazarlar sedimentteki Pb konsantrasyonlarının Cd’den oldukça yüksek olduğunu ve Pb, Cd, Zn ve Fe seviyelerinin, gölün çevresindeki antropojenik faaliyetlerden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Aynı gölde yapılan bir başka çalışmada (Elmacı ve ark., 2007), Ocak 2003 ile Şubat 2004 arasında gölün farklı bölgelerinden alınan su ve plankton örneklerinde metal konsantrasyonlarının azalan sırayla sırasıyla Bor> Zn> As> Cd> Pb> Ni> Cr ve Zn> Ni> Cu> Cr> Cd> Pb olarak belirlendiği, sediment numunelerinde ise yine azalan sırayla Pb> Cu> Cr> Ni> Cd> Zn olarak kaydedildiği belirtilmiştir. Aynı gölde yapılan üçüncü bir çalışmada (Arslan ve ark., 2010), Ağustos 2004 ve Temmuz 2005 tarihleri arasında Uluabat Gölü’nün 12 bölgesinden her ay iki adet sediment, zoo bentliği ve su örneği toplanmış ve sedimentteki Pb, Cr ve Cd konsantrasyonlarının Elmacı ve ark. (2007)’nin bulduğu değerlerden daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Arslan ve ark. (2010)’na göre sedimentlerdeki Cd ve Cr, karbonat fraksiyonu ile ilişkili olup kolaylıkla çözünabilir metallerdir ve bu nedenle havaların sıcak olduğu dönemlerde sedimentlerden kolaylıkla ayrılabilir.

Türkiye'nin güneybatısında yer alan ve çevresinde bulunan elma, kiraz ve seftali bahçelerine, tahıl tarlalarına, lokantalara ve otellere ev sahipliği yapan Işıklı Gölünde Mart 2009 - Şubat 2010 tarihleri arasında su, sediment ve balık örneklerinde As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn tespit edildiği, analiz edilen metaller

arasında Fe'in, hem suda hem de sedimentte en yüksek konsantrasyona sahip olduğu, Cd'un ise sedimentte en düşük değere (190 - 3060 µg/kg arasında) sahip olduğu bildirilmiştir. Yazarlara göre yaptıkları çalışmanın sonuçlarının tarımsal gelişmeye bağlı olarak gelecekte oluşabilecek potansiyel bir riske işaret ettiği iddia edilmiştir (Tekin-Özan ve Aktan, 2012).

Burdur ilinin güneybatısında yer alan Karataş Gölü'nde, Temmuz 2010, Ocak 2011 ve Nisan 2011'de üç örnekleme istasyonunda yapılan diğer bir çalışmada (Başyigit ve Tekin-Özan, 2013) sediment örneklerindeki metal konsantrasyonlarının azalan sırayla Fe> Mn> Ni> Zn> Cr> Cu> Se> Pb> Mo> Cd olarak kaydedildiği bildirilmiştir. Aynı şekilde Bolu'da bulunan Yeniçağa Gölü'nde yapılan bir çalışmada (Tunca ve ark., 2012) göldeki su, sediment ve kerevitlerde (*Astacus leptodactylus*), Cr, Cd, Mn ve Pb birikimi gözlenmiş ve bu durumun hem ekosistem ve hem de halk sağlığı için tehlikeli hale geldiği belirtilmiştir.

Bazı metallerin (Cr, Mn, Fe, Cu, Zn ve Pb), Hindistan'ın Chaliyar ırmağından avlanan tatlı su balığı *Trichiurus lepturus*'un solungaç, karaciğer, böbrek ve kas dokularındaki dağılımının incelendiği bir çalışmada, 2 yıllık bir dönemde metallerin dağılımlarında mevsime göre farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Solungaçların yağmurlu mevsimlerde maksimum oranda metal biriktirdiği, bunu azalan sırayla yağmur sonrası dönem, sonbahar ve kış dönemlerinin izlediği, karaciğer, böbrek ve kasların yağmurlu mevsim ve yazın maksimum metal biriktirdiği bildirilmiştir. Birikim sırası Fe > Zn > Mn > Cu > Cr > Pb olmuştur (Jithesh ve Radhakrishnan, 2017).

Bilindiği gibi karaciğer ve böbrekler kan dolaşımındaki zehirli maddelerin detoksifikasyonu ve uzaklaştırılmasını sağlarlar. Dahası, detoksifikasyon dahil metabolik etkinliklerin başlıca organları olan karaciğer ve böbreklere metaller, daha sonra elimine edilmek amacıyla solungaç ve kas dahil olmak üzere diğer dokulardan bu organlara da taşınabilirler. Bu taşınma iki organda daha yüksek birikme oranlarına yol açabilir. Ayrıca, Cd ve Hg gibi bağlı olmayan metaller, proksimal tübül hücrelerinde aktif taşınmayla yeniden emilmekte ve hücrelerde

bulunduklarında metallotiyoneine bağlanarak birikmelerine neden olmaktadır (Beyer ve ark., 2000).

Metaller suda yaşayan organizmalar üzerinde subletal etki gösterebilirler ve yırtıcı hayvanların üreme ve diğer davranışlarını olumsuz yönde etkileyebilirler. Metallerin genellikle çözünmez oksitler ve karbonatlar şeklinde alkali pH'da çökelebileceği belirtilmektedir. Oksijen konsantrasyonu azaldıkça toksisitelerinde artma olduğu bildirilmiştir. Sıcaklık artışı, aynı zamanda, çözünmüş oksijenin tükenmesi ve atıkların hızla asimilasyonunu sağlayan organizmalarda enerji ihtiyacının karşılanması için solunum hızında artışa neden olmakta ve toksisitenin artmasına yol açmaktadır (Filazi ve ark., 2016). Bu elementlerin, sucul biyota ve insan sağlığı üzerinde ters etkilere neden oldukları bilinmektedir. Metallerin balıklardaki etkileri büyüme ve üreme kapasitesinin azalması, yüzmede dengesizlik ve avlanma yeteneğinin azalması olarak belirlenmiştir (Shariati ve ark., 2012). Ayrıca dolaşım sistemi yoluyla vücut içinde hareket ettikleri yerden bronşların muköz zarlarına nüfuz etmekte ve karaciğer ve böbreklerde birikmektedirler (Jithesh ve Radhakrishnan, 2017).

Sucul sistemlerde metallerin birikimi, dünya çapında büyük bir sorun haline gelmiştir. Bu metaller çok yüksek toksik seviyelerde birikebilir ve herhangi bir görünür belirti olmaksızın sucul organizmalar üzerinde ciddi etkilere neden olabilirler. Nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme ve tarım uygulamaları durumu daha da kötüleştirmiştir (Giguere ve ark., 2004). Endüstriler tarafından üretilen metalleri içeren atık sular doğrudan herhangi bir işlem yapılmadan ya da yalnızca kısmen ön işlem yapılarak su kaynaklarına dökülmektedir (Mathis ve Cummings, 1973). Bu şekilde deşarj edilen metaller, su kütlelerinde kalmaya devam etmekte ve gıda zinciri boyunca biyolojik olarak birikmektedirler. Çevrede az miktarda bulunan metaller, biyomagnifikasyonla gıda zincirinin bir parçası haline gelir ve konsantrasyonları, hem insanlar hem de diğer canlı organizmalar için oldukça tehlikeli düzeylere kadar yükselebilir. Farklı sucul sistemlerden elde edilen balık türlerindeki tehlikeli metallerin biyo-birikimi, beslenme davranışları ile ilgilidir. Dip balıkları çamurlu

akarsularda durgun suda yaşar, dipte beslenir ve daha yüksek seviyelerde metal içerir (Jithesh ve Radhakrishnan, 2017).

1.3.Çalışmanın Önemi ve Amacı

Tez çalışmasında metal kirliliği ve dağılımının aylık periyotlarla belirlenmesi için Ankara’da bulunan Mogan Gölü bir model olarak seçilmiştir. Mogan Gölü veya yerel adıyla Gölbaşı Gölü, Ankara'nın 25 km güneyinde Gölbaşı ilçesinde bulunur. Mogan Gölü 39.767956 enlem ve 32.794346 boylamda yer almakta ve GPS koordinatları olarak da 39° 46' 4.6416" ve 32° 47' 39.6456" değerleri verilmektedir. Mogan gölünün yüzey alanı 561.2 hektar (5.61 km²), ortalama derinliği 2,80 m, su yüzey kotu 972 m, göl çevresi uzunluğu 14 km, kıyı uzunluğu 11 km ve genişliği ortalama 500 m'dir. Kurak zamanda en derin yeri 4,5 m olup, suyun en yüksek olduğu dönemde ortalama derinliği yaklaşık 5 m'ye çıkmaktadır. Mogan Gölü alüvyon birikimi arkasında oluşmuş olup, gölün suyunun hafif tuzlu olduğu belirtilmiştir. Göl, toplam 11 dereyle beslenmekte olup bunların başlıcaları Sukesen, Başpınar, Gölova, Yavrucak, Çolakpınar, Tatlım, Kaldırım ve Gölcük dereleridir. Bununla beraber bunların çoğunun ya tamamen kuruduğu ya da sadece yazın kurak dönemde kuruduğu belirtilmektedir. Gerek gölün çevresinde ve gerekse gölü besleyen derelerin çevresindeki yoğun yerleşim yerleri dolayısıyla kolayca kirlenmeye müsait bir ortamdır. Mogan Gölü'nde günümüze değin 226 kuş türü kaydedilmiştir. Göl, özellikle dikkuyrukların ve Pasbaş patkaların dünya üzerindeki en önemli üreme alanlarından birisi olarak dikkat çekmektedir. Ayrıca Mogan Gölü sularında sazan, kadife, turna ve gümüş balığı ile kerevit yetiştirmekte, ancak göldeki oksijen oranının düşük oluşu ve çevresel kirlenmenin balık soylarını tehdit ettiği ileri sürülmüştür. Göl, ciddi bir şekilde kentsel ve endüstriyel kirlenmeye maruz kalmaktadır. 2008'de Kızılırmak nehrinden göle su verilerek suyun oksijence zenginleştirilmesi sağlanmışsa da 2009'da bu suyun verilmemesi nedeniyle binlerce yavru gümüş ve sazan balığının öldüğü belirtilmiştir. Ulusal Basında yer alan haberlere göre 2012 yılında yine Mogan'ı besleyen 4 dereye binlerce balığın kıyıya vurduğu ve bunun nedenlerinin ise bilinmediği kaydedilmiştir. Gölün ayrıca son

yıllarda makrofıtların aşırı büyümesi ile ilgili yaygın bir problemle karşı karşıya olduğu ve sonuç olarak balık popölasyonlarında ciddi bir azalma bulunduğu iddia edilmiştir. Yoğun bir kentsel-endüstriyel kirlilik baskısı altında bulunan Mogan-Eymir Gölleri ile yakın çevresinde bulunan sulak-bataklık alanlar, ekolojik ve rekreasyonel önemleri nedeniyle, Çevre Yasasının 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. Bu bölge Gölbaşı ilçesine bağı 1 belde ve 10 köyden oluşmaktadır (Anon, 2017).

Hızlı endüstrileşme, kimyasal madde üretim ve tüketiminin çeşitliliğı ve fazlalığı, sanayi tesislerinde kimyasal ve biyolojik arıtmaya yeterince önem verilmemesi, çarpık ve düzensiz kentleşme çevre kirliliğinin boyutlarını her geçen gün artırmaktadır. Bu kirleticiler arasında metaller ve metal bileşikleri önemli yer tutarlar. Bunlardan bazıları esasta canlı yaşamı için gereklidir. Toprak ve su gibi ortamlarda karşılaşılan metal kirliliğı, çöp toplama ve ayrıştırma yerleri ve tesisleri dahil genellikle maden ocaklarından, metal üretim işleme ve kullanma tesislerinden kaynaklanır. Doğal ve biyolojik ortamlarda ortaya çıkan metaller çevre şartlarına dayanıklı olduklarından biyolojik sistemlerde ve gıdalardaki miktarları giderek yükselmektedir. Karasal sistemlerde ortaya çıkan çeşitli artık ve atıklar, yağmur, rüzgâr ve benzeri olayların yardımıyla sonuçta su sistemine yansır (Karakoç ve ark.,2003). Mogan gölü ise çevresinde önemli bir sanayi tesisi bulunmayan yarı kapalı bir göl özelliğindedir. Göl, bugün içinde biriken çökeltilelerle özelliğini kaybederek sığ bir hale gelmiştir. Gölden başlıca sportif amaçla yararlanılmakta, sazan ve turna avcılığı yapılmaktadır. Kapalı bir göl olması ve özellikle de korumaya alınması nedeniyle mevcut göldeki metal kirliliğinin aylık değişiminin belirlenmesi, hem ısı hem de iklim değişikliğinin metallerin dağılımına olan etkisinin anlaşılmasına neden olacaktır. Mogan gölünde konuyla ilgili aylık değişimleri ortaya koyan bir çalışmaya rastlanmaması ve diğer birçok gölde de daha çok sadece mevsimsel değişikliklerin ortaya konulması, konunun özgünlüğünü ortaya koymaktadır. Su, sediment ve balık dokularındaki metal kirliliğinin aylık değişiminin izlenmesi için konuyla ilgili yetersiz araştırmaların bulunması nedeniyle Mogan gölü bir model olarak düşünülmüştür. Genel olarak özellikle yağışlı mevsimlerde

Çevreden akan suların Cu, Cr ve Pb gibi metaller bakımından zengin olduğu (Dixit ve Tivari, 2008) ve yapılan çalışmalardan gllerde en fazla bulunan metaller ile Su kirliliği kontrol yönetmeliği göz önüne alındığında bunlar yanında alüminyum (Al), arsenik (As), Hg, Zn, Fe, Cd, Ni ve selenyum (Se) da çalışmaya dahil edilmiştir.

Böylece Ankara’da bulunan Mogan Gölü’nün gölün beslendiği dereler ve deşarj noktaları göz önüne alınarak belirlenecek istasyonlarından aylık aralıklarla alınacak su ve sediment örnekleri ile yine aylık olarak avlanan üç farklı balık türünün dokularındaki metal konsantrasyonlarını ve dokular arasındaki dağılımlarını belirlemek amaçlanmıştır. Bu bilginin kimyasalların sucul ortama girişi ve biyoyararlılıkları hususunda doğal alanların etkili idaresi ve kontrolü için etkili bir araç olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar göldeki su ve sedimentler ile balıkların metal seviyeleri hakkında bilgi sağlayacak ve hem gl ekosisteminde yaşayan organizmaların sağlıklarının ve hem de çevresel kalitesinin izlenmesini sağlayacaktır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Su, sediment ve balık örneklerinin toplanması

Mogan Gölü'nden, gölü besleyen dereler göz önüne alınarak 5 farklı istasyon (Şekil 2.1 ve Çizelge 2.1) seçildi. Seçim ölçütü olarak “Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği” (Anon, 2009) uyarınca gölü besleyen dereler ile lokantalar ve çay bahçelerinin en yoğun olduğu ve atıklarını döktükleri bölge, yerleşim yerinin olduğu bölge ve gölün her tarafında bir yapılaşma olduğundan yerleşim yerine en uzak olan bölge dikkate alındı. Gölü besleyen Çölova Deresi ile Sukesen Deresinin göle döküldüğü alan sırasıyla A ve D istasyonu, Mogan Parkı olarak kullanılan alanda lokanta ve çay bahçelerinin bulunduğu bölge B istasyonu, yerleşim yerine en yakın olan bölge C istasyonu ve en yakın yerleşim yerine yaklaşık 500 m mesafesi olan bölge ise E istasyonu olarak seçildi (Çizelge 2.1). Bu istasyonlardan ayda bir olmak üzere 2017 yılının Haziran ayından başlamak üzere 2018 yılının Mayıs ayına kadar bir yıl boyunca her ay su ve sediment örnekleri alındı. Böylece her ay beş su ve beş sediment olmak üzere bir yılda toplam 60 su ve 60 sediment örneği toplandı. Su örnekleri toplanırken su sıcaklığı bir termometreyle ve pH'sı da bir pH kağıdı ile ölçüldü. Suyun elektrik iletkenliği ile çözünmüş oksijen içeriği ise özel bir laboratuvar da ölçüldü (APHA, 2005). Balık olarak gölde en fazla bulunan sazan (*Cyprinus carpio*), turna (*Esox lucius*) ve kadife (*Tinca tinca*) balıkları, gölde amatör balıkçılık yapan balıkçıların avladığı balıklardan temin edilmiştir (Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulunun 10 Mayıs 2017 tarih ve 2017-10-87 nolu kararı). Her ay alınan üç balık örneğinin (bir yılda 36 balık) solungaç, kas, karaciğer, böbrek ve beyin dokuları ayrılarak metallerin aylara göre hangi dokuda daha fazla biriktiği tespit edilmiştir. Böylece balık dokusunda

toplam 180 örnekte (36 solungaç, 36 kas, 36 karaciğer, 36 böbrek ve 36 beyin) metal analizleri gerçekleştirildi.

Su ve sediment örnekleri temiz HDPE (high density polyethylene) şişeleriyle toplanarak soğuk zincirde laboratuvara getirildi ve analize kadar derin dondurucuda saklandı. Balık örnekleri ise bir balıkçı tarafından avlandığı gün bir kova içerisinde doğrudan laboratuvara getirilmiştir. Balıkların uzunluk ölçümü ve ağırlık tartımları yapılmış ve laboratuvarda disekte edilip tüketim için balığın en çok tercih edildiği bölgesi olan dorsal kası ile metallerin uğrak yeri olan solungaç, karaciğer, böbrek ve beyin dokuları ayrılarak temiz naylon poşetlere konulmuş ve analize kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Sazan, turna ve kadife balıklarının en düşük ve en uzun boyları sırasıyla 40-50 cm, 41-55 cm ve 27-35 cm, ağırlıkları ise yine sırasıyla 1.1-1.5 kg, 1.1-1.6 kg ve 0.5-0.6 kg arasında değişmiştir.

Çizelge 2.1. Su ve sediment örneklerinin alındığı istasyonların koordinatları

İstasyon	Koordinatlar	Seçim yeri
A	39.7666250°N, 32.7849100°E	Çölova deresi dökülme alanı
B	39.7707950°N, 32.7860790°E	Lokanta ve çay bahçesi alanı
C	39,7941100°N, 32,7973880°E	Yerleşim yerine yakın alan
D	39,7871250°N, 32,8043110°E	Sukesen deresi dökülme alanı
E	39,7746810°N, 32,8026310°E	Yerleşim yerine uzak bölge



Şekil 2.1. Su ve sediment örneklerinin toplandığı istasyonların yerlerini gösteren harita

2.2. Kullanılan araç-gereçler ile ayıraç ve standart çözeltiler

- Nitrik asit (HNO_3 , %65 superpure, Carlo Erba, Milan, İtalya)
- Hidrojen peroksit (H_2O_2 , %30 ultrapure, Carlo Erba, Milan İtalya)
- Cam pipetler
- Beherler (Cam)
- Falkon tüpler
- Parafilm
- Süzgeç kağıdı (Whatman No.42, 125 mm gözenekli)
- Mikrodalga fırın (MWS-2, Berghof Marka, Eningen, Almanya)
- Basınç ve sıcaklığa dayanıklı mikrodalga fırın kapları
- Distile su ve ultra distile su (Milli-Q water purification system, Millipore, Molfheim, Fransa)
- İndüktif Olarak Eşleşmiş Plazma - Optik Emisyon Spektroskopisi, ICP-OES-Spectroblue serisi (SPECTRO Analytical Instruments GmbH, Kleve, Germany)
- Multielement ICP standart referans çözeltileri NIST'ten sertifikalı olarak alındı (Merck, Darmstadt Almanya).

2.3. Kalibrasyon eğrisi için çalışma standartlarının hazırlanması

Analitik kalibrasyon standartları günlük olarak ayrı ayrı olmak üzere As, Cr, Cu, Pb, Se, Cd ve Hg için 0, 10, 20, 50, 100, 200, 500 ve 1000 $\mu\text{g/L}$, Ni ve Zn için 0, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000 ve 5000 $\mu\text{g/L}$, Al için 0, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 25000 ve 50000 $\mu\text{g/L}$, Fe içinse 0, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 5000, 25000, 50000 ve 150000 $\mu\text{g/L}$ aralığında %2'lik HNO_3 (h/h) çözeltisinde hazırlandı. Böylece Al ve Fe için 12, Ni ve Zn için 10, diğer elementler için 8 noktada kalibrasyon eğrisinin çizilmesiyle doğrusallık ve standart sapmanın 3 katını temsil edecek şekilde her elementin ölçüm sınır (detection limit-DL) belirlendi.

2.4. Su, sediment ve balık dokularının analize hazırlanması

Kullanılan malzemeler bir gün önce %65'lik HNO₃ çözeltisinde 24 saat boyunca bekletildi ve herhangi bir bulaşma riskine karşı hazır hale getirildi. Çözeltiden çıkartılan malzemeler ultra distile su ile asitten arındırılana kadar en az üç kez iyice yıkandı. Özütlemeye hazır hale getirilen örnekler numaralandırıldı ve numara sırasına göre mikrodalga fırına ait teflon tüplere yerleştirildi.

Mikrodalga fırında yapılan çözdürme işlemleri sırasında teflon kaplar, numunelerin süzülmesinde ise Whatman 42 marka 125 mm gözenekli filtre kağıtları kullanıldı. Özütlenecek örneklerden organik bileşiklerin arındırılması ve inorganik bileşiklerin çözünür faza geçirilmesi amacıyla yapılan dekompozisyon işlemlerinde mikrodalga fırın ile kapalı sistem yaş yakma yöntemi kullanıldı.

2.4.1. Su örneklerinin ölçüme hazırlanması: Derin dondurucudan çıkarılıp oda ısısında eritilen su örneklerinden 1 mL alınarak 1 ml HNO₃ çözeltisi (beher 4 mL deiyonize suya 1 mL %65 nitrik asit konularak hazırlanan çözelti) ile iyice homojenize edildi ve toplam metal içeriği (çözünmüş ve asılı halde) doğrudan herhangi bir işleme maruz bırakılmadan ve filtre edilmeden analiz edildi (Moore ve Ramamoorthy, 1984).

2.4.2. Sediment örneklerinin ölçüme hazırlanması: Derin dondurucudan çıkarılan sediment örnekleri oda ısısına getirilip eritildikten sonra, önce 105°C'de kurutularak, homojen hale getirildi ve 2 mm'lik bir elekten geçirildi. Elekten geçen örneklerden 1 g alınarak üzerine 10 mL %65'lik HNO₃ katılarak karıştırıldı ve 20 dk beklendikten sonra Çizelge 2.2'de belirtilen program kullanılarak mikrodalga fırında dekompoze edildi. Dekompoze olan örnekler fırından çıkarıldıktan sonra Whatman No:42 filtre kâğıdından süzülerek deiyonize suyla 15 mL'ye tamamlandı (Oros, 2007).

Çizelge 2.2. Sediment örneklerinin dekompozisyonu için kullanılan mikrodalga fırın sıcaklık programı

Aşama	Sıcaklık (°C)	Güç (W)	Süre (dk)
1	140	%80	5
2	160	%85	5
3	175	%90	20

2.4.3. *Balık dokularının ölçüme hazırlanması:* Derin dondurucudan çıkarılan kas, karaciğer, böbrek, solungaç ve beyin örnekleri oda ısısında eritildikten sonra 105°C’de kurutuldu ve her birinden 0,5 g alınarak 8 mL %65’lik HNO₃ ve 2 mL H₂O₂ (%30’luk) ile homojenize edildi ve 20 dk bekletildikten sonra Çizelge 2.3’de belirtilen program kullanılarak mikrodalga fırında dekompoze edildi. Fırından çıkarılan örneklerde tortu kalan örnekler filtre kağıdıyla süzülerek 15 mL’ye tamamlandı (Abbruzzini ve ark., 2014).

Çizelge 2.3. Balık örneklerinin dekompozisyonu için kullanılan mikrodalga fırın sıcaklık programı

Aşama	Sıcaklık (°C)	Güç (W)	Süre (dk)
1	200	%70	35
2	200	%70	20
3	100	%40	10

2.5. Analitik Yöntem

Analizler Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Örgütünün önerdiği yönteme göre yapıldı (USEPA, 1998). Bunun için sudaki elementlerin analizinde Türk Akreditasyon Kurumu tarafından akredite edilen Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarındaki ICP-OES (Spectroblue) cihazı kullanıldı.

Ölçümlere başlamadan önce uygun çalışma parametreleri belirlendi ve daha önceden hazırlanan kalibrasyon standart serileri ile kalibrasyonlar yapıldı. Kalibrasyon yapılırken blank numune önce cihaza okutuldu ve daha sonra en düşük konsantrasyondan başlayarak sırasıyla yüksek konsantrasyona doğru standartlar okutuldu ve o konsantrasyona gelen emisyon şiddetine göre kalibrasyon eğrileri çizildi. Yakma işleminden sonra numuneler otomatik örnekleyiciye konuldu ve her enjeksiyondan sonra yıkama çözeltisi ile kendini temizlemesi programlandı. Böylece bir önceki numune veya standartdan bulaşma olmasının önüne geçildi. Her 10 okuma sonrasında kalibrasyon performansı kontrol edildi. Elde edilen numune konsantrasyonları, cihaz tarafından numune emisyonlarından blank emisyonları düşülüp kalibrasyon eğrisine göre değerlendirilip, seyreltme faktörü ile çarpılarak belirlendi. Yöntemin optimizasyonunda cihaz için önerilen ve en yüksek emisyon şiddeti veren cihazın ayarları ve dalga boyları seçildi. Kullanılan cihaz parametreleri Çizelge 2.4’de ve her bir element için çalışılan dalga boyları Çizelge 2.5’de verildi. İşlemler akredite bir laboratuvar da yapıldığından validasyon parametreleri gösterilemedi.

Çizelge 2.4. ICP-OES cihazının çalışma koşulları.

Parametreler	Cihaz Şartları
Uygulanan güç	1435 W
Argon soğutucu gaz akımı	13 L/dk
Argon yardımcı gaz akımı	0.8 L/dk
Argon nebulizör gaz akımı	0.70 L/dk
Ölçüm süresi	36 sn
RF jeneratörü	40 mHz
Pompa hızı	30 rpm
Bekletme süresi	10 ms
Tekrar sayısı	3

Çizelge 2.5. ICP-OES ölçümlerinde her bir element için çalışılan dalgaboyları

Element	Dalgaboyu (nm)
Alüminyum	167.078
Arsenik	189.042
Bakır	324.754
Civa	184.950
Çinko	213.856
Demir	259.941
Kadmiyum	226.502
Krom	267.716
Kurşun	220.353
Nikel	227.021
Selenyum	196.090

2.6. İstatistik

Su, sediment ve balık dokularında elde edilen veriler SPSS 14.0 paket programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi (SPSS, Chicago, IL, USA). Farklılıkların eşitliğini değerlendirmek için Levene testi uygulandı. Daha sonra, gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için Student-t testi yapıldı. 0.05'in altında bir olasılık istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi ($P < 0.05$). Bir element ölçüm sınırının altında bulunduğu anda kendisi ile ilgili ölçüm sınırının yarısı ($0.5 \times DL$) değer olarak kullanıldı.

3. BULGULAR

3.1. Yöntemin geçerli kılınması

Sertifikalı referans standartlarla yapılan yöntem validasyonu çalışmasında belirlenen ölçüm limitleri Çizelge 3.1’te verilmiştir. Koreleasyon katsayıları (r^2) tüm elementler için 0.999’dan büyük ve ölçüm sınırları (detection limit=DL) en düşük Cd için 0.2 ppb ve en yüksek demir için 3.45 ppb olarak tespit edildi. Ölçüm sınırları Hg, Cr ve Ni için 0,6 ppb; As, Cu, Zn ve Pb için 1,0 ppb; Se için 0,75 ppb olarak belirlendi.

Çizelge 3.1. Her element için belirlenen korelasyon katsayısı ve ölçüm limiti

Element	Korelasyon Katsayısı	Ölçüm Sınırı (DL) (ppb)
Aluminyum	0.99944	1.6
Arsenik	0.99993	1.0
Bakır	0.99943	1.0
Civa	0.99924	0.6
Çinko	0.99992	1.0
Demir	0.99959	3.45
Kadmiyum	0.99977	0.2
Krom	0.99974	0.6
Kurşun	0.99991	1.0
Nikel	0.99989	0.6
Selenyum	0.99979	0.75

3.2. Suyun fizikokimyasal özellikleri

Mogan Gölü’nde aylara ve istasyonlara göre belirlenen suyun fizikokimyasal özelliklerinin ortalaması Çizelge 3.2’de verilmiştir. İstasyonlar arasında önemsiz derecede farklar olduğundan sadece ortalamalar ve en alt ve en üst değerler

verilmiştir. Su sıcaklığı en düşük Şubat ayında 2,3°C (ortalama 2.6°C) ile en yüksek Ağustos ayında 25,9°C (ortalama 25,8 °C); pH en düşük yine Şubat ayında 8,6 (ortalama 8,8) ile en yüksek Eylül ve Ekim aylarında 9,1 (ortalama 9); çözünmüş oksijen oranı en düşük Ağustos ayında 7,6 (ortalama 7,7) ile en yüksek Şubat ayında 11,6 (ortalama 11,5) mg/L; elektrik iletkenliği ise Ocak, Mart ve Ekim aylarında 2,0 (Ocak ayında ortalama 2,2; Mart ve Ekim aylarında ortalama 2,3) ile Şubat, Haziran, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında 2.5 mS/cm arasında ölçülmüştür.

Çizelge 3.2. Numune alınan yerlerde suyun ortalama fiziko-kimyasal parametreleri (en alt ve en üst değerler parantez içinde verilmiştir).

Numune alma zamanı	Sıcaklık (°C)	pH	Çözünmüş oksijen (mg/L)	Elektrik iletkenliği (mS/cm)
Haziran 2017	18.6 (18.4-18.8)	8.9 (8.7-9.0)	8.1 (8.0-8.2)	2.3 (2.1-2.5)
Temmuz 2017	23.4 (23.2-23.6)	8.8 (8.7-8.9)	8.0 (7.9-8.2)	2.2 (2.1-2.4)
Ağustos 2017	25.8 (25.6-25.9)	8.8 (8.7-9.0)	7.7 (7.6-7.8)	2.2 (2.0-2.4)
Eylül 2017	24.7 (24.6-24.8)	9.0 (8.9-9.1)	8.8 (8.6-9.0)	2.3 (2.2-2.5)
Ekim 2017	20.0 (19.9-20.2)	9.0 (8.9-9.1)	9.0 (8.9-9.1)	2.3 (2.0-2.5)
Kasım 2017	13.5 (13.4-13.6)	8.8 (8.7-9.0)	9.4 (9.3-9.5)	2.2 (2.1-2.4)
Aralık 2017	4.1 (3.9-4.2)	8.8 (8.7-9.0)	9.3 (9.1-9.6)	2.3 (2.1-2.5)
Ocak 2018	3 (2.9-3.1)	8.8 (8.7-8.8)	11.0 (10.9-11.1)	2.2 (2.0-2.4)
Şubat 2018	2.6 (2.3-2.9)	8.8 (8.6-8.9)	11.5 (11.3-11.6)	2.3 (2.1-2.5)
Mart 2018	7.4 (7.1-7.6)	8.9 (8.8-9.0)	9.8 (9.6-9.9)	2.3 (2.0-2.4)
Nisan 2018	10.4 (10.3-10.6)	8.8 (8.7-9.0)	9.2 (9.0-9.3)	2.3 (2.1-2.4)
Mayıs 2018	12.8 (12.7-12.9)	8.9 (8.8-9.0)	8.8 (8.6-8.9)	2.2 (2.0-3)

3.3. Mogan Gölü suelement ölçümlerinin sonuçları

Suda en yüksek konsantrasyonda Fe elementine rastlanmış, Al ve Cd'a ise rastlanmamıştır. Bu nedenle Al ve Cd çizelgelerde gösterilmemiştir. Ayrıca Mogan Gölü suyunda Hg yönünden yapılan analizlerde A istasyonunda Ocak, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında sırasıyla 5.7; 5.7; 5.5; 4.6; 4.2 ve 3.5 µg/L, B istasyonunda yine aynı aylarda sırasıyla 7.5; 7.1; 5.5; 6.8; 6.7 ve 4.8 µg/L, D istasyonunda Nisan ayında 1.2 µg/L oranında civaya rastlanmış, C ve E istasyonlarında ise Hg tespit edilememiştir. Böylece Hg yönünden en kirli istasyonun B ve daha sonra A istasyonu olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar parametrik test varsayımlarını sağlamadığından elde edilen her bir değişken için gruplar arası farklılık değerlendirilmemiş ve çizelge olarak sunulmamıştır. Böylece suda en yoğun rastlanan metaller azalan sırayla Fe> Cu> Cr> Zn> Pb> Ni> As> Se> Hg olarak belirlenmiştir.

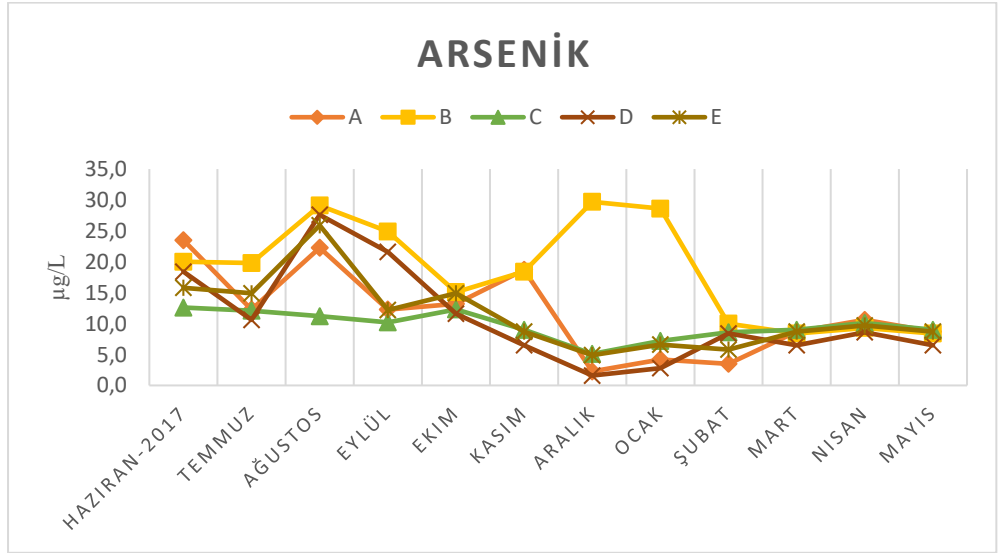
Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen As konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.3'te verilmiştir. İstasyonlara göre yıllık ortalama As konsantrasyonları en yüksek B istasyonunda ve en düşük C istasyonunda bulunmuş, ancak en düşük As konsantrasyonu istatistiksel yönden sadece B istasyonundan anlamlı derecede farklı olmuş ($P<0.05$) diğerleri arasında ve yıllık ortalama açısından bir farklılık ($P>0.05$) tespit edilememiştir. Yıllık As konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla B>A>E>D>C sırasını izleyerek azalmıştır. Aylara göre As konsantrasyonu istasyon ortalamaları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Ağustos ($P<0.05$) ve en düşük Aralık ($P<0.05$) ayında tespit edilmiştir. Temmuz ve Eylül ayları, Nisan, Eylül, Ekim ve Kasım ayları, Ocak, Şubat, Mart Nisan ve Mayıs aylarında ise istatistiksel yönden anlamlı bir fark ($P>0.05$) tespit edilememiştir.

Çizelge 3.3. Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen arsenik konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları (µg/L)

Ay	İstasyon					Ortalama
	A	B	C	D	E	
Haziran-2017	23.5	20.0	12.6	18.4	15.8	18.1±4.1 ^b
Temmuz-2017	12.3	19.8	12.1	10.6	14.9	13.9±3.6 ^c
Ağustos-2017	22.3	29.1	11.2	27.6	25.9	23.2±7.2 ^a
Eylül-2017	12.3	24.9	10.2	21.6	12.2	16.2±6.6 ^{bc}
Ekim-2017	13.2	15.1	12.3	11.6	14.9	13.4±1.6 ^c
Kasım-2017	18.7	18.4	9.0	6.5	8.7	12.3±5.8 ^c
Aralık-2017	2.3	9.7	5.1	1.6	4.9	4.7±3.2 ^e
Ocak-2018	4.2	28.6	7.2	2.8	6.6	9.9±10.6 ^d
Şubat-2018	3.5	10.0	8.6	8.4	5.8	7.3±2.6 ^d
Mart-2018	8.7	8.4	9.0	6.5	8.7	8.3±1.0 ^d
Nisan-2018	10.6	9.3	10.1	8.6	9.7	9.7±0.8 ^{cd}
Mayıs-2018	8.7	8.4	9.0	6.5	8.7	8.3±1.0 ^d
Yıllık	11.7±7.0 ^q	18.5±8.3 ^p	9.7±2.2 ^q	10.9±7.8 ^q	11.4±5.8 ^q	12.4±4.8 ^{cq}

abcde: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).

pq: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).



Şekil 3.1. Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen arsenik konsantrasyonları(µg/L).

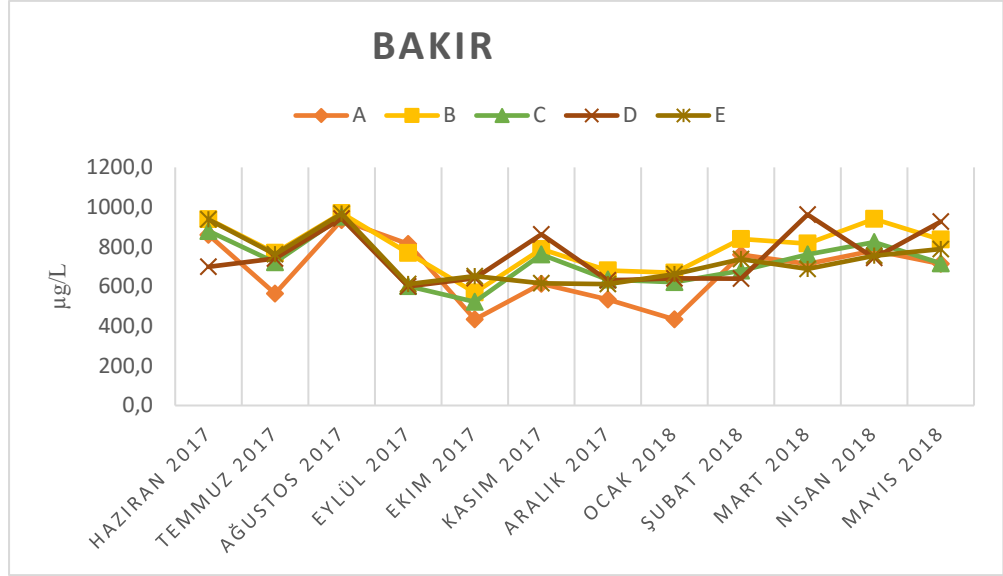
Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen Cu konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.4'te verilmiştir. İstasyonlara göre yıllık Cu konsantrasyonu en yüksek B istasyonunda ve en düşük A istasyonunda bulunmuştur. A istasyonunda bu farklılık diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında anlamlı ($P<0.05$) olmuştur. Cu konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla $B>D>C>E>A$ sırasını izleyerek azalmıştır. Aylara göre Cu konsantrasyonu istasyon ortalamaları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Ağustos ($P<0.05$) ve en düşük Ocak ($P<0.05$) ayında tespit edilmiştir.

Çizelge 3.4. Mogan Göl suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen bakır konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları ($\mu\text{g/L}$)

Ay	İstasyon					
	A	B	C	D	E	Ortalama
Haziran-2017	859.7	939.1	879.4	699.1	937.7	863.0 $\pm$ 98.1 ^{ab}
Temmuz-2017	563.9	769.2	721.4	740.3	761.7	711.3 $\pm$ 84.5 ^b
Ağustos-2017	933.9	969.2	951.5	942.3	967.1	952.8 $\pm$ 15.4 ^a
Eylül-2017	813.9	768.3	601.4	600.3	611.7	679.1 $\pm$ 103.6 ^c
Ekim-2017	433.9	569.2	522.4	641.3	651.7	563.7 $\pm$ 89.9 ^d
Kasım-2017	613.0	788.0	761.1	862.1	616.0	728.0 $\pm$ 110.1 ^b
Aralık-2017	533.9	680.3	634.4	630.3	611.8	618.1 $\pm$ 53.4 ^{cd}
Ocak-2018	433.9	669.2	621.4	640.3	661.7	605.3 $\pm$ 97.6 ^{cd}
Şubat-2018	759.7	839.1	679.4	639.1	737.7	731.0 $\pm$ 76.9 ^b
Mart-2018	713.0	816.0	761.1	962.1	688.0	788.0 $\pm$ 108.9 ^b
Nisan-2018	781.1	940.1	823.2	743.2	754.5	808.4 $\pm$ 79.8 ^b
Mayıs-2018	713.3	836.0	716.2	926.5	788.0	796.0 $\pm$ 89.3 ^b
Yıllık	679.4 $\pm$ 163.5 ^q	798.6 $\pm$ 119.6 ^p	722.7 $\pm$ 122.4 ^p	752.2 $\pm$ 135.3 ^p	732.3 $\pm$ 119.8 ^p	737.1 $\pm$ 112.5 ^{bp}

abcd: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).

pq: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).



Şekil 3.2. Mogan Göl suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen bakır konsantrasyonları(µg/L)

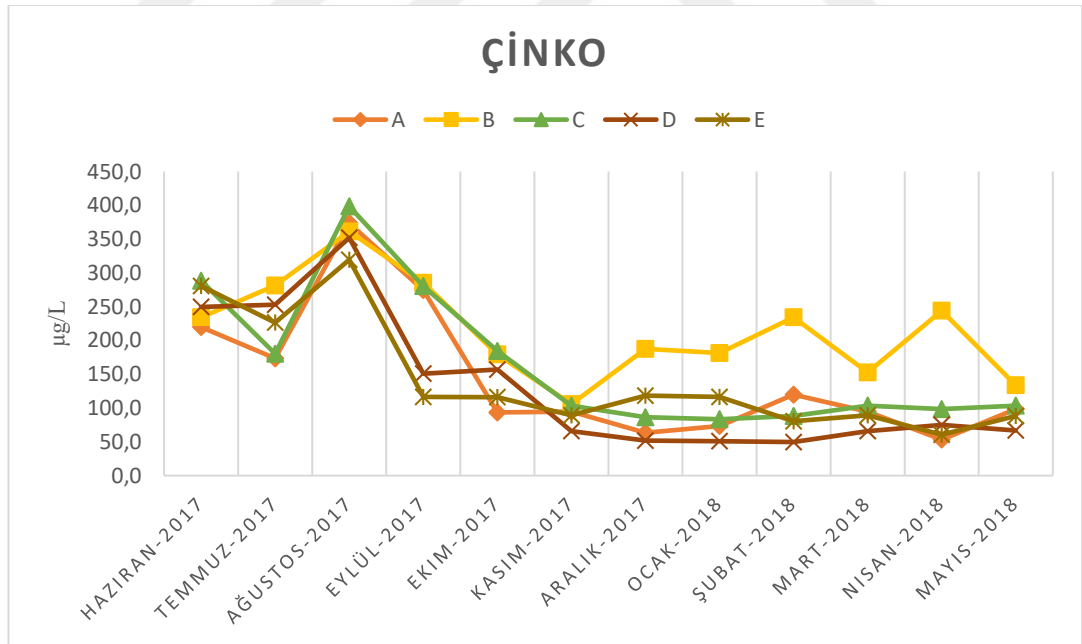
Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen Zn konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.5'te verilmiştir. İstasyonlara göre yıllık Zn konsantrasyonu en yüksek B istasyonunda ve en düşük D istasyonunda bulunmuştur. B istasyonunda bu farklılık diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında anlamlı ($P < 0.05$) olmuştur. Zn konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla $B > C > A > E > D$ sırasını izlemiştir. Aylara göre Zn konsantrasyonu istasyon ortalamaları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Ağustos ($P < 0.05$) ve en düşük Kasım ($P < 0.05$) ayında tespit edilmiştir.

Çizelge 3.5. Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen çinko konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları (µg/L)

Ay	İstasyon					Ortalama
	A	B	C	D	E	
Haziran-2017	219.8	234.2	288.3	249.7	280.5	254.5±29.4 ^b
Temmuz-2017	173.5	281.3	180.4	252.9	226.4	222.9±46.3 ^b
Ağustos-2017	373.5	361.3	398.4	351.9	319.4	360.9±29.0 ^a
Eylül-2017	274.5	285.3	280.4	150.9	116.4	221.5±81.2 ^b
Ekim-2017	93.5	179.3	184.4	156.9	116.1	146.0±39.9 ^{cd}
Kasım-2017	94.8	105.7	103.5	65.9	89.2	91.8±15.9 ^e
Aralık-2017	63.5	187.3	86.3	51.8	118.3	100.86±54.5 ^{de}
Ocak-2018	73.5	181.3	83.4	50.9	116.4	101.1±50.6 ^{de}
Şubat-2018	119.8	234.2	88.3	49.7	80.4	114.5±71.4 ^d
Mart-2018	94.8	152.7	103.5	65.9	89.2	101.2±32.0 ^{de}
Nisan-2018	53.3	244.0	98.4	75.1	60.6	106.3±78.9 ^d
Mayıs-2018	98.4	133.7	103.5	66.8	88.3	98.1±4.4 ^{de}
Yıllık	145.2±97.5 ^q	214.5±72.8 ^p	166.3±103.8 ^q	132.3±101.8 ^q	141.6±84.9 ^q	160.0±85.8 ^{cq}

abcde: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).

pq: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).



Şekil 3.3. Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen çinko konsantrasyonları(µg/L)

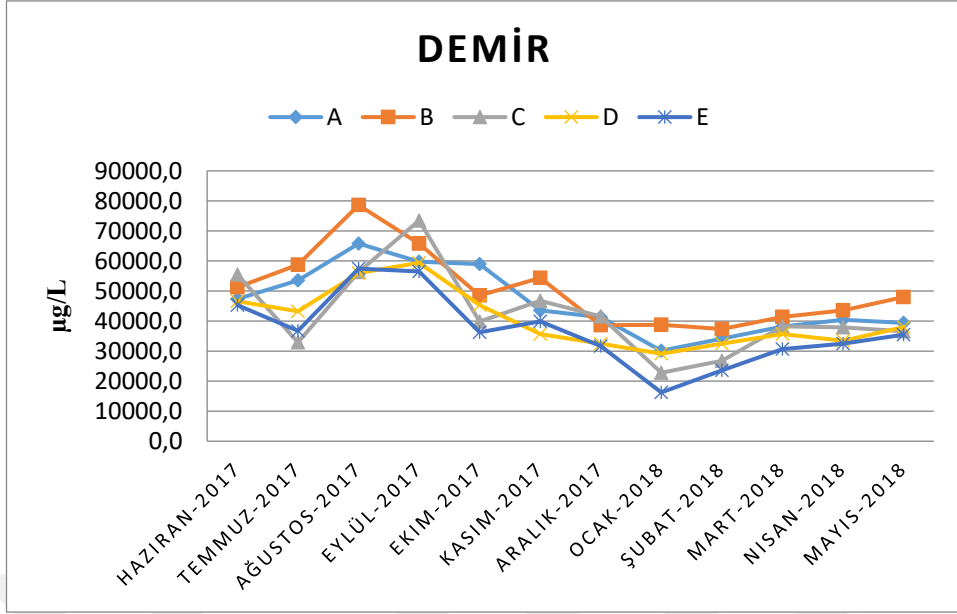
Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen Fe konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.6’da verilmiştir. İstasyonlara göre yıllık Fe konsantrasyonu en yüksek B istasyonunda ve en düşük E istasyonunda bulunmuştur. A ve B istasyonlarında yıllık Fe konsantrasyonu açısından anlamlı bir farklılık bulunmazken ($P<0.05$) diğer istasyonlarla aralarında anlamlı bir farklılık ($P<0.05$) bulunmuştur. Fe konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla $B>A>C>D>E$ sırasını izleyerek azalmıştır. Aylara göre Fe konsantrasyonu istasyon ortalamaları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Ağustos ve Eylül aylarında ($P<0.05$) ve en düşük Ocak ($P<0.05$) ayında tespit edilmiştir.

Çizelge 3.6. Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen demir konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları ($\mu\text{g/L}$)

Ay	İstasyon					
	A	B	C	D	E	Ortalama
Haziran-2017	47367	51237	55478	46578	45321	49196 $\pm$ 4149 ^b
Temmuz-2017	53498	58759	32899	43239	36742	45027 $\pm$ 10945 ^b
Ağustos-2017	65784	78597	56280	55987	57462	62822 $\pm$ 9694 ^a
Eylül-2017	59765	65792	73476	59398	56487	62984 $\pm$ 6771 ^a
Ekim-2017	58984	48519	39829	45321	36247	45780 $\pm$ 8780 ^b
Kasım-2017	43564	54376	46754	35679	39876	44050 $\pm$ 7101 ^b
Aralık-2017	41256	38597	41523	32456	31679	37102 $\pm$ 4744 ^{ce}
Ocak-2018	30133	38759	22800	29128	16247	27413 $\pm$ 8441 ^d
Şubat-2018	34156	37345	26765	32489	23567	30864 $\pm$ 5602 ^d
Mart-2018	38167	41367	38213	35679	30654	36816 $\pm$ 3992 ^c
Nisan-2018	40398	43567	37895	33456	32465	37556 $\pm$ 4665 ^c
Mayıs-2018	39396	47984	36589	37980	35481	39486 $\pm$ 4973 ^{ce}
Yıllık	46039 $\pm$ 11137 ^p	50408 $\pm$ 12436 ^p	42375 $\pm$ 13968 ^q	40616 $\pm$ 9654 ^{qr}	36852 $\pm$ 11980 ^r	43258 $\pm$ 11070 ^{beq}

abcde: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).



Şekil 3.4. Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen demir konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları (µg/L)

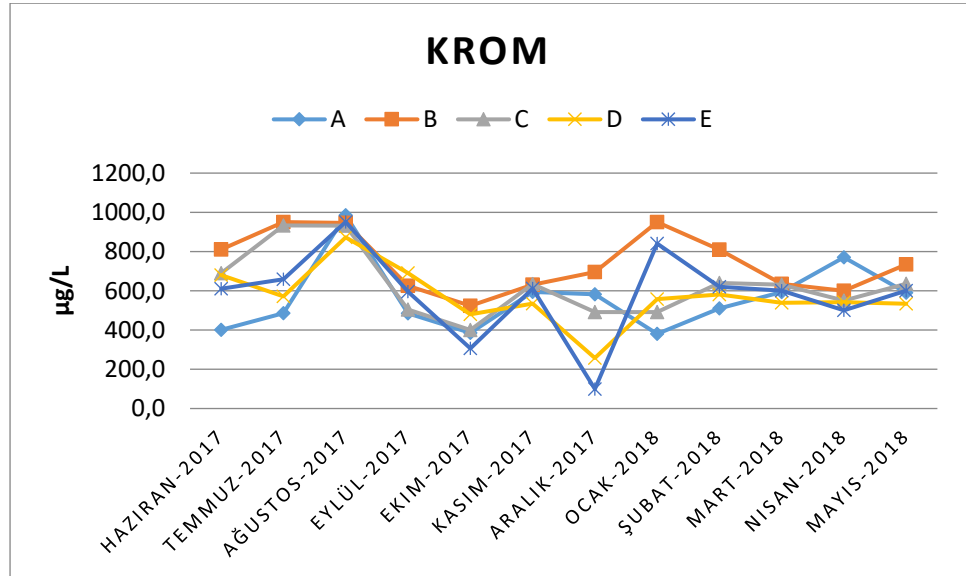
Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen Cr konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.7’de verilmiştir. İstasyonlara göre yıllık Cr konsantrasyonu en yüksek B istasyonunda ve en düşük A istasyonunda bulunmuştur. B istasyonundaki bu farklılık diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında anlamlıdır ($P<0.05$). Cr konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla $B>C>E>D>A$ sırasını izleyerek azalmıştır. Aylara göre Cr konsantrasyonu istasyon ortalamaları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Ağustos ayında ($P<0.05$) ve en düşük Ekim ayında ($P<0.05$) tespit edilmiş, ama Aralık ayıyla aralarında bir farklılık ($P>0.05$) görülmemiştir.

Çizelge 3.7. Mogan Göl suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen krom konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları (µg/L)

Ay	İstasyon					
	A	B	C	D	E	Ortalama
Haziran-2017	401.3	810.2	690.2	680.1	610.4	638.4±151 ^c
Temmuz-2017	485.5	950.4	933.2	571.6	659.2	720.0±212 ^b
Ağustos-2017	985.3	946.2	932.3	872.4	951.2	937.5±41 ^a
Eylül-2017	485.2	625.5	504.4	690.7	595.9	580.3±86 ^{df}
Ekim-2017	385.4	523.5	400.3	480.4	306.7	419.3±85 ^e
Kasım-2017	594.6	631.3	634.6	534.8	611.3	601.3±41 ^{cf}
Aralık-2017	582.5	695.6	491.3	257.4	99.5	425.3±243 ^e
Ocak-2018	380.5	950.0	491.3	557.5	840.6	644.0±241 ^c
Şubat-2018	510.1	810.1	640.0	581.2	620.1	632.3±111 ^c
Mart-2018	593.3	635.5	631.3	539.2	601.2	600.1±39 ^{cf}
Nisan-2018	770.4	600.2	550.2	542.4	500.9	592.8±105 ^{cf}
Mayıs-2018	590.5	734.3	636.1	534.3	601.2	619.3±74 ^c
Yıllık	563.7±173 ^f	742.7±149 ^f	627.9±165 ^g	570.2±144 ^f	583.2±219 ^f	617.5±133 ^{cq}

abcdef: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).



Şekil 3.5. Mogan Göl suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen krom konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları (µg/L)

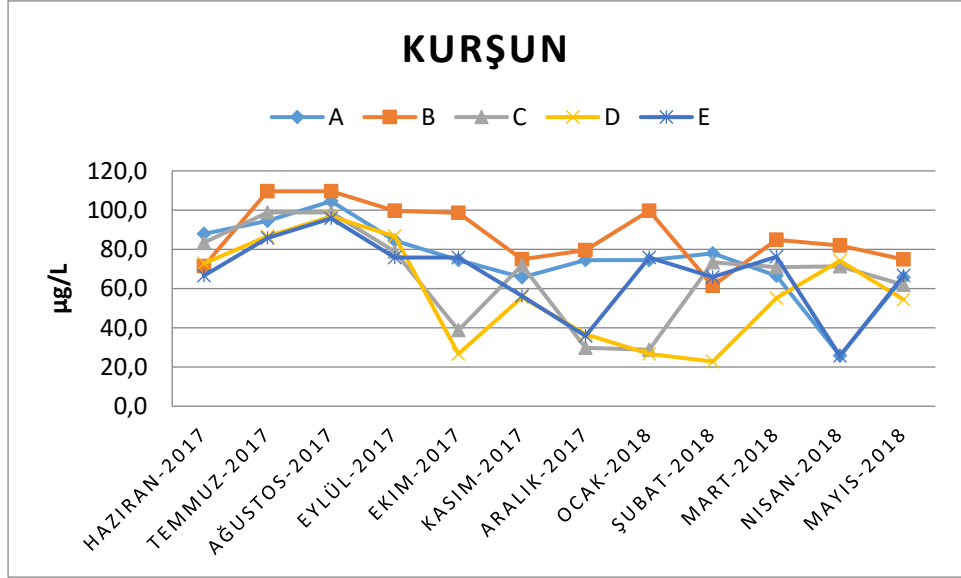
Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen Pb konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.8’de verilmiştir. İstasyonlara göre yıllık Pb konsantrasyonu en yüksek B istasyonunda ve en düşük ise D istasyonunda bulunmuştur. B ve D istasyonlarındaki bu farklılıklar diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında anlamlıdır ($P<0.05$). Pb konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla $B>A>C>E>D$ sırasını izleyerek azalmıştır. Aylara göre Pb konsantrasyonu istasyon ortalamaları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Ağustos ayında ($P<0.05$) ve en düşük Aralık ayında ($P<0.05$) tespit edilmiş, ama Temmuz ve Ağustos aylarıyla, Nisan ve Aralık aylarında anlamlı bir farklılık ($P>0.05$) görülmemiştir.

Çizelge 3.8. Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen kurşun konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları ($\mu\text{g/L}$) .

Ay	İstasyon					
	A	B	C	D	E	Ortalama
Haziran-2017	87.9	71.4	83.4	72.8	66.6	76.4 $\pm$ 8.9 ^b
Temmuz-2017	94.5	108.3	96.6	86.7	85.8	95.1 $\pm$ 9.8 ^a
Ağustos-2017	104.5	110.9	101.0	96.7	95.8	101.1 $\pm$ 5.8 ^a
Eylül-2017	84.5	99.6	78.8	86.7	75.8	85.1 $\pm$ 9.2 ^b
Ekim-2017	74.5	98.6	38.8	26.7	75.8	62.9 $\pm$ 29.4 ^{cd}
Kasım-2017	65.7	74.9	71.9	55.6	56.2	64.9 $\pm$ 8.8 ^{cd}
Aralık-2017	74.5	79.6	29.8	36.7	35.8	51.3 $\pm$ 23.7 ^e
Ocak-2018	74.5	99.6	28.8	26.7	75.8	61.1 $\pm$ 32.0 ^d
Şubat-2018	77.9	61.4	73.4	22.8	65.9	60.3 $\pm$ 21.9 ^d
Mart-2018	66.5	84.9	70.9	55.2	76.2	70.7 $\pm$ 11.1 ^c
Nisan-2018	25.8	81.9	71.3	74.2	25.6	55.8 $\pm$ 27.7 ^{de}
Mayıs-2018	65.6	74.8	61.9	54.3	66.6	64.6 $\pm$ 7.4 ^c
Yıllık	74.7 $\pm$ 19.5 ^q	87.2 $\pm$ 15.8 ^p	67.2 $\pm$ 23.7 ^q	57.9 $\pm$ 25.8 ^r	66.8 $\pm$ 19.8 ^q	70.58 $\pm$ 15.6 ^{cq}

abcde: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).



Şekil 3.6. Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen kurşun konsantrasyonları(µg/L).

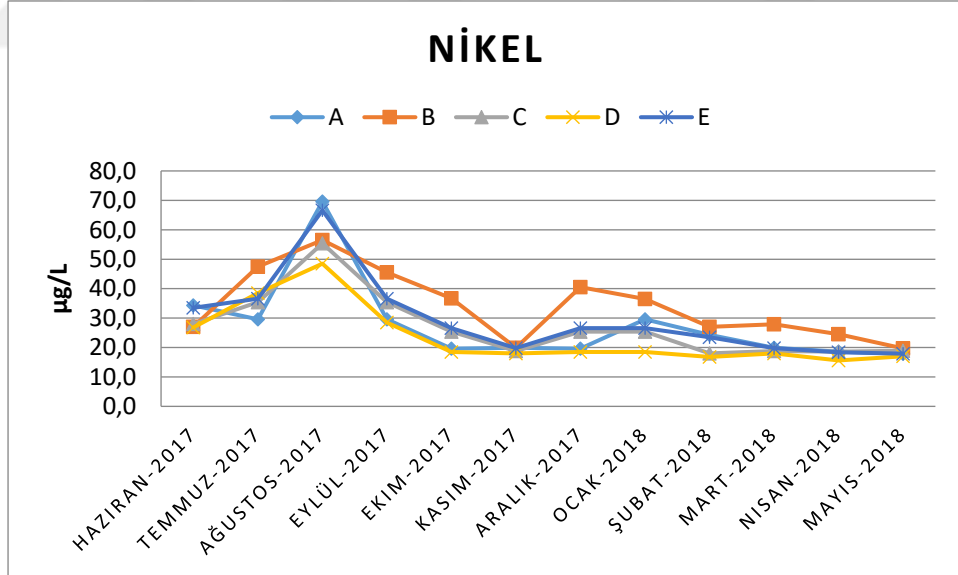
Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen nikel konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.9’da verilmiştir. İstasyonlara göre yıllık Ni konsantrasyonu en yüksek B istasyonunda ve en düşük ise D istasyonunda bulunmuştur. B istasyonundaki bu farklılık diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında anlamlıdır ($P<0.05$). Ni konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla $B>E>A>C>D$ sırasını izleyerek azalmıştır. Aylara göre Ni konsantrasyonu istasyon ortalamaları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Ağustos ayında ($P<0.05$) ve en düşük Mayıs ayında tespit edilmiş, ama Mayıs ayında ölçülen bu azalma Şubat, Mart, Nisan ve Kasım aylarıyla karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık ($P>0.05$) görülmemiştir.

Çizelge 3.9. Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen nikel konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları (µg/L).

Ay	İstasyon					
	A	B	C	D	E	Ortalama
Haziran-2017	34.3	27.0	28.0	26.8	33.5	29.9±3.7 ^c
Temmuz-2017	29.6	47.5	35.4	38.5	36.6	37.5±6.5 ^b
Ağustos-2017	69.6	56.5	55.4	48.5	66.6	59.3±8.6 ^a
Eylül-2017	29.6	45.5	35.4	28.5	36.6	35.1±6.8 ^b
Ekim-2017	19.6	36.7	25.4	18.5	26.6	25.4±7.3 ^c
Kasım-2017	19.9	19.9	18.8	18.0	19.8	19.3±0.9 ^d
Aralık-2017	19.6	40.5	25.4	18.5	26.6	26.1±8.8 ^c
Ocak-2018	29.6	36.5	25.4	18.5	26.6	27.3±6.5 ^c
Şubat-2018	24.3	27.0	18.0	16.8	23.5	21.9±4.3 ^d
Mart-2018	19.9	27.9	18.8	18.0	19.8	20.9±4.0 ^d
Nisan-2018	18.6	24.5	18.6	15.6	18.4	19.1±3.3 ^d
Mayıs-2018	17.9	19.7	18.9	17.0	17.9	18.3±1.0 ^d
Yıllık	27.7±14.3 ^q	34.1±11.7 ^p	27.0±10.9 ^q	23.6±10.3 ^q	29.4±13.5 ^q	28.3±11.6 ^{cq}

abcd: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).

pq: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).



Şekil 3.7. Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen nikel konsantrasyonları(µg/L).

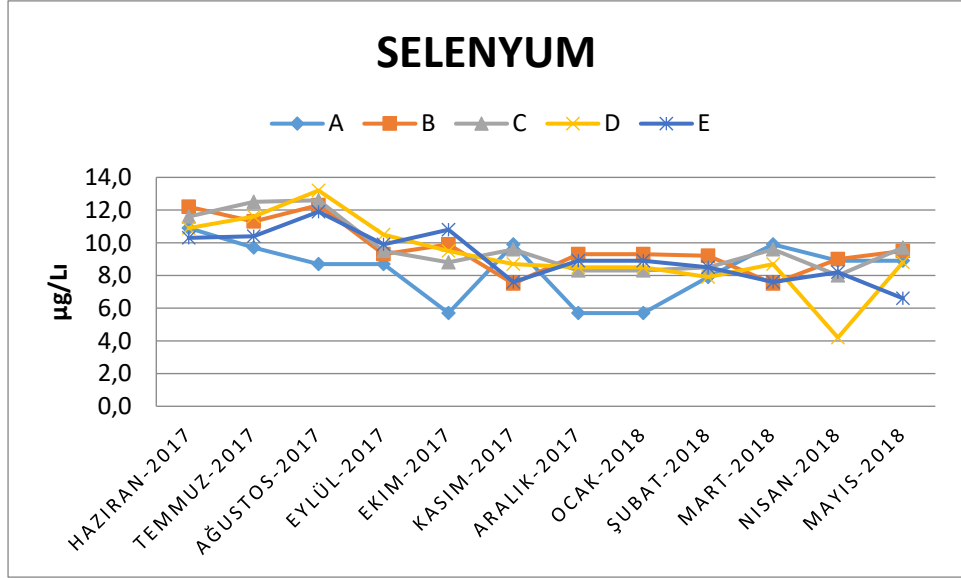
Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen Se konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.10'da verilmiştir. İstasyonlara göre yıllık ortalama Se konsantrasyonu en yüksek C istasyonunda ve en düşük ise A istasyonunda bulunmuştur. Bununla beraber istasyonlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$). Se konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla $C>B>D>E>A$ sırasını izleyerek azalmıştır. Aylara göre Se konsantrasyonu istasyon ortalamaları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Ağustos ayında ($P<0.05$) ve en düşük Nisan ayında tespit edilmiştir. Bununla beraber Haziran, Temmuz Ağustos ve Eylül ayları arasında ve aynı şekilde Ocak, Şubat, Nisan ve Aralık ayları arasında da anlamlı bir farklılık ($P>0.05$) tespit edilmemiştir.

Çizelge 3.10. Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen selenyum konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları ($\mu\text{g/L}$).

Ay	İstasyon					
	A	B	C	D	E	Ortalama
Haziran-2017	10.9	12.2	11.6	10.9	10.3	11.2±0.7 ^a
Temmuz-2017	9.7	11.3	12.5	11.6	10.4	11.1±1.1 ^a
Ağustos-2017	8.7	12.3	12.6	13.2	11.9	11.7±1.8 ^a
Eylül-2017	8.7	9.3	9.5	10.5	9.9	9.6±0.7 ^a
Ekim-2017	5.7	9.9	8.8	9.5	10.8	8.9±2.0 ^b
Kasım-2017	9.9	7.5	9.6	8.7	7.6	8.7±1.1 ^b
Aralık-2017	5.7	9.3	8.3	8.5	8.9	8.1±1.4 ^{cd}
Ocak-2018	5.7	9.3	8.3	8.5	8.9	8.1±1.4 ^{cd}
Şubat-2018	7.9	9.2	8.5	7.9	8.5	8.4±0.5 ^{bd}
Mart-2018	9.9	7.5	9.6	8.7	7.6	8.7±1.1 ^b
Nisan-2018	8.9	9.0	8.0	4.2	8.2	7.7±2.0 ^d
Mayıs-2018	8.9	9.5	9.7	8.8	6.6	8.7±1.2 ^b
Yıllık	8.4±1.8 ^p	9.7±1.6 ^p	9.8±1.6 ^p	9.3±2.2 ^p	9.1±1.6 ^p	9.2±1.4 ^{bp}

abcd: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).

p: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$). Burada yıllık istasyon ortalamaları arasında anlamlı farklılık ($P>0.05$) bulunamamıştır.



Şekil 3.8. Mogan Gölü suyunda aylara göre her istasyonda ölçülen selenyum konsantrasyonları(µg/L).

3.4. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde element analizleri

Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde Hg yönünden yapılan analizlerde A, B ve D istasyonlarında Şubat ayında sırasıyla 1.0; 1.3 ve 0.7 µg/kg, D istasyonunda Mart ve Nisan aylarında sırasıyla 3.5 ve 4.4 µg/kg; E istasyonunda ise 0.9 µg/kg miktarlarında cıvaya rastlanmıştır, C istasyonunda ve diğer aylarda ise cıva tespit edilememiştir. Sonuçlar parametrik test varsayımlarını sağlamadığından elde edilen her bir değişken için gruplar arası farklılık değerlendirilmemiş ve çizelge olarak sunulmamıştır. Yüzey sedimentlerinde de en yoğun rastlanan elementin suda olduğu gibi Fe olduğu görülmüş ve azalan sırayla Fe> Zn> Cu> Ni> Se> Pb> Cr> As> Al> Cd şeklinde sıralanmıştır.

Mogan Göl yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen Al konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.11’de verilmiştir. Al konsantrasyonu yıllık ortalaması en yüksek C istasyonunda en düşük B istasyonunda tespit edilmiştir. Al konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla C>A>E>D>B sırasını izleyerek azalmıştır. Yıllık konsantrasyonlarda A, C, D ve E istasyonlarında

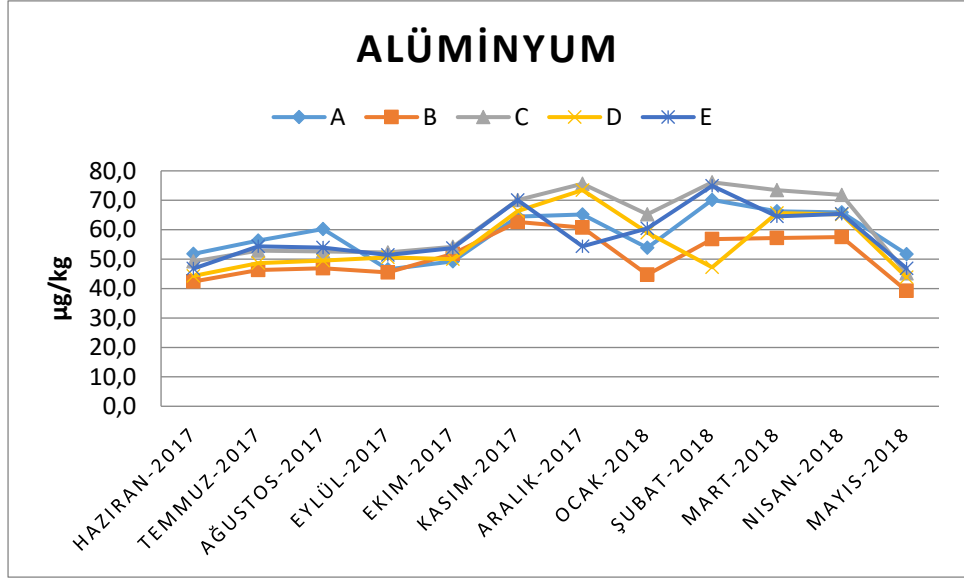
arasında anlamlı bir farklılık ($P>0.05$) bulunmazken, A ve B istasyonu ile B ve C istasyonu arasındaki farklılık ($P<0.05$) anlamlıdır. Aylara göre istasyonlardaki Al ortalama konsantrasyonları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Kasım ayında ve en düşük Mayıs ayında tespit edilmiştir. Bununla beraber Mart, Nisan, Kasım ve Aralık ayları arasında ve aynı şekilde Ocak, Temmuz, Ağustos ve Ekim aylarında ve Mayıs ve Eylül aylarında anlamlı bir farklılık ($P>0.05$) tespit edilmemiştir.

Çizelge 3.11. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen alüminyum konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları ($\mu\text{g/kg}$)

Ay	İstasyon					
	A	B	C	D	E	Ortalama
Haziran-2017	51.8	42.4	49.2	44.3	46.8	46.9 $\pm$ 3.8 ^{cd}
Temmuz-2017	56.3	46.3	52.9	48.6	54.3	51.7 $\pm$ 4.1 ^{bd}
Ağustos-2017	60.2	46.9	52.6	49.5	53.9	52.6 $\pm$ 5.1 ^b
Eylül-2017	46.5	45.5	52.3	50.6	51.4	49.3 $\pm$ 3.1 ^{cd}
Ekim-2017	49.3	51.8	54.2	50.0	53.7	51.8 $\pm$ 2.2 ^{bd}
Kasım-2017	64.5	62.6	70.1	66.3	70.1	66.7 $\pm$ 3.3 ^a
Aralık-2017	65.2	60.7	75.6	73.5	54.4	65.9 $\pm$ 8.8 ^a
Ocak-2018	53.9	44.7	65.2	59.1	60.4	56.7 $\pm$ 7.8 ^b
Şubat-2018	70.1	56.8	76.1	47.2	74.9	65.0 $\pm$ 12.6 ^a
Mart-2018	66.2	57.2	73.4	65.6	64.5	65.4 $\pm$ 5.8 ^a
Nisan-2018	65.9	57.5	71.8	65.2	65.4	65.1 $\pm$ 5.1 ^a
Mayıs-2018	51.7	39.2	45.1	43.8	46.9	45.3 $\pm$ 4.5 ^c
Yıllık	58.5 $\pm$ 7.9 ^{ps}	51.0 $\pm$ 7.8 ^r	61.6 $\pm$ 11.5 ^p	55.3 $\pm$ 10.1 ^{qrs}	58.1 $\pm$ 9.0 ^{ps}	56.9 $\pm$ 8.2 ^{bxt}

abcd: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).

pqrs: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).



Şekil 3.9. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen alüminyum konsantrasyonları(µg/kg).

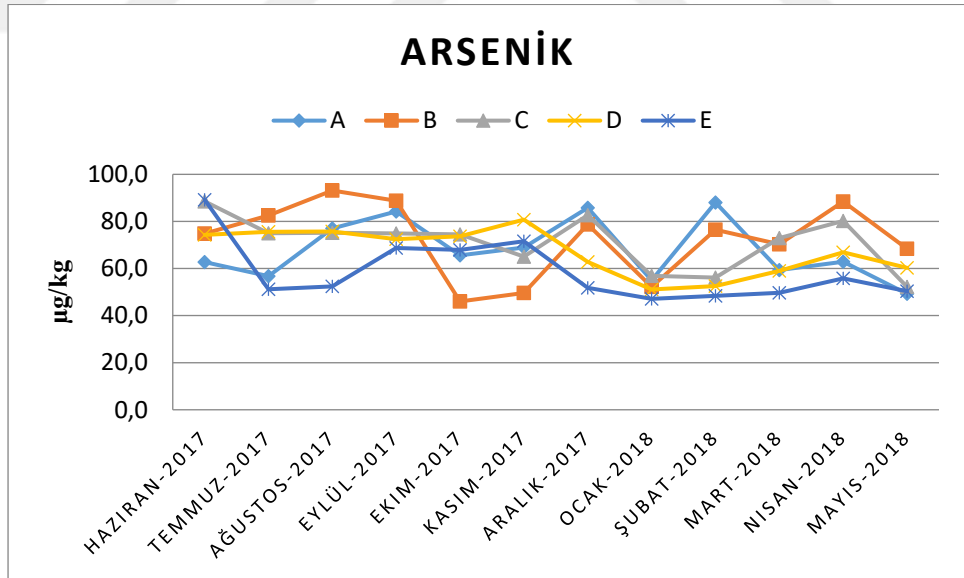
Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen As konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.12’de verilmiştir. As konsantrasyonu yıllık ortalaması en yüksek B istasyonunda en düşük E istasyonunda tespit edilmiştir. As konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla B>C>D>A>E sırasını izleyerek azalmıştır. Yıllık konsantrasyonlarda A, B, C ve D istasyonlarında arasında anlamlı bir farklılık ($P>0.05$) bulunmazken, B ve E istasyonları arasındaki farklılık ($P<0.05$) anlamlıdır. Aylara göre istasyonlardaki arsenik ortalama konsantrasyonları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Haziran ayında ve en düşük Ocak ayında tespit edilmiştir. Bununla beraber Nisan, Haziran, Ağustos ve Aralık ayları arasında ve aynı şekilde Şubat, Mart, Ekim ve Kasım aylarında ve Ocak, Mayıs ve Temmuz aylarında anlamlı bir farklılık ($P>0.05$) tespit edilmemiştir.

Çizelge 3.12. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen arsenik konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları ($\mu\text{g/kg}$).

Ay	İstasyon					Ortalama
	A	B	C	D	E	
Haziran-2017	55.0	52.2	56.9	51.1	47.1	52.5 $\pm$ 3.8 ^c
Temmuz-2017	88.0	76.5	56.2	52.6	48.4	64.3 $\pm$ 17.1 ^{be}
Ağustos-2017	59.3	70.3	73.0	59.0	49.7	62.3 $\pm$ 9.4 ^b
Eylül-2017	62.9	88.4	80.2	66.9	55.8	70.8 $\pm$ 13.2 ^{ae}
Ekim-2017	49.3	68.4	52.2	60.3	50.3	56.1 $\pm$ 8.1 ^c
Kasım-2017	62.7	74.8	88.5	74.3	89.2	77.9 $\pm$ 11.1 ^a
Aralık-2017	6.8	82.5	74.9	75.6	51.2	58.2 $\pm$ 31.1 ^c
Ocak-2018	77.0	93.1	75.2	75.8	52.4	74.7 $\pm$ 14.5 ^{ad}
Şubat-2018	84.2	88.8	74.9	72.4	68.7	77.8 $\pm$ 8.4 ^a
Mart-2018	65.6	46.0	74.5	73.7	67.9	65.5 $\pm$ 11.5 ^b
Nisan-2018	68.9	49.6	65.1	80.8	71.6	67.2 $\pm$ 11.4 ^{bd}
Mayıs-2018	85.8	78.7	82.7	62.8	51.8	72.4 $\pm$ 14.5 ^a
Yıllık	63.8 $\pm$ 21.9 ^{pr}	72.5 $\pm$ 15.9 ^p	71.2 $\pm$ 11.3 ^p	67.1 $\pm$ 9.8 ^p	58.7 $\pm$ 12.9 ^{qr}	66.6 $\pm$ 8.4 ^{bdp}

abcd: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).



Şekil 3.10. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen arsenik konsantrasyonları ($\mu\text{g/kg}$).

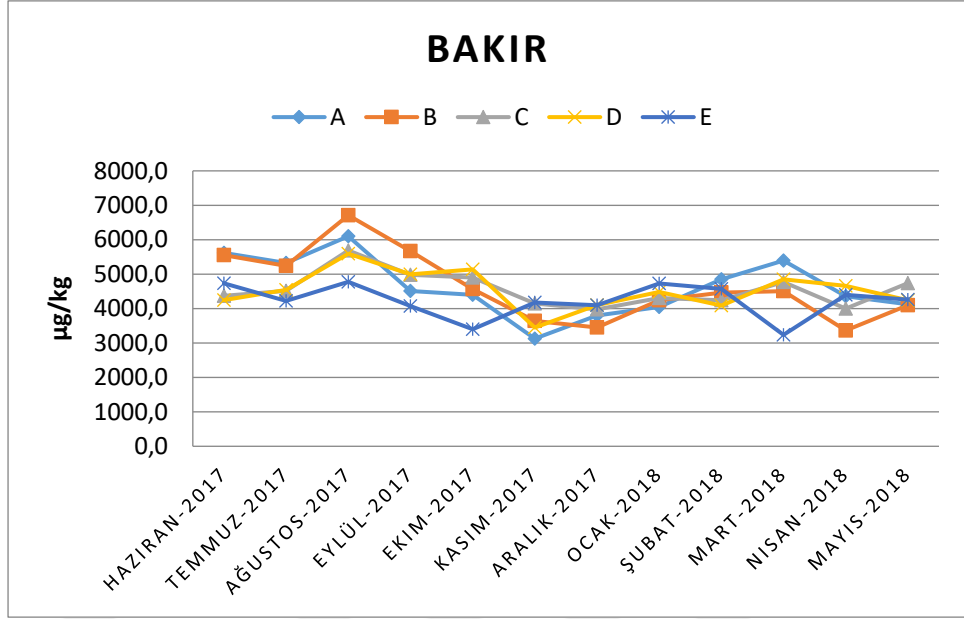
Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen Cu konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.13'te verilmiştir. Cu konsantrasyonu yıllık ortalaması en yüksek A istasyonunda en düşük E istasyonunda tespit edilmiştir. Cu konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla A>B>C>D>E sırasını izleyerek azalmıştır. Bununla beraber yıllık konsantrasyonlarda istasyonlar arasında anlamlı bir farklılık ($P>0.05$) bulunamamıştır. Aylara göre istasyonlardaki Cu ortalama konsantrasyonları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Ağustos ayında ve en düşük Kasım ayında tespit edilmiştir. Bununla beraber Haziran ve Ağustos ayları arasında ve aynı şekilde Ocak, Şubat, Mart, Mayıs, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarında ve Nisan, Kasım ve Aralık aylarında anlamlı bir farklılık ($P>0.05$) tespit edilmemiştir.

Çizelge 3.13. Mogan Göl yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen bakır konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları ($\mu\text{g/kg}$).

Ay	İstasyon					
	A	B	C	D	E	Ortalama
Haziran-2017	5615	5550	4373	4247	4735	4904±645 ^{ad}
Temmuz-2017	5323	5240	4513	4541	4221	4768±486 ^b
Ağustos-2017	6101	6710	5688	5594	4777	5774±710 ^a
Eylül-2017	4512	5670	4980	4993	4075	4846±597 ^{bd}
Ekim-2017	4400	4566	4902	5140	3401	4482±669 ^b
Kasım-2017	3126	3640	4148	3449	4178	3708±454 ^c
Aralık-2017	3797	3452	3977	4101	4096	3885±271 ^c
Ocak-2018	4048	4242	4306	4485	4729	4362±258 ^{be}
Şubat-2018	4848	4463	4243	4090	4571	4443±294 ^{bf}
Mart-2018	5393	4505	4773	4850	3236	4551±803 ^b
Nisan-2018	4358	3365	4001	4657	4401	4156±501 ^{cef}
Mayıs-2018	4125	4098	4736	4241	4261	4292±258 ^{be}
Yıllık	4637±849 ^p	4625±1004 ^p	4553±492 ^p	4532±568 ^p	4223±493 ^p	4514±537 ^{bp}

abcd: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).

p: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$). Burada yıllık istasyon ortalamaları arasında anlamlı farklılık ($P>0.05$) bulunamamıştır.



Şekil 3.11. Mogan Göl yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen bakır konsantrasyonları (µg/kg).

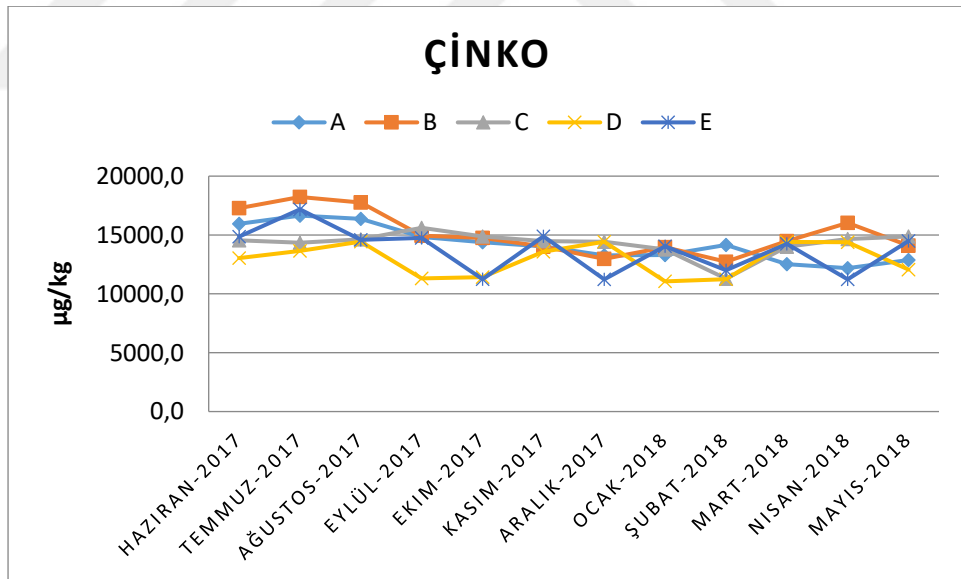
Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen Zn konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.14’te verilmiştir. Zn konsantrasyonu yıllık ortalaması en yüksek B istasyonunda en düşük D istasyonunda tespit edilmiştir. Zn konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla B>C>A>E>D sırasını izleyerek azalmıştır. A, B, C ve E istasyonlarında yıllık Zn konsantrasyonlarında anlamlı bir farklılık ($P>0.05$) bulunamamıştır. Aylara göre istasyonlardaki ortalama Zn konsantrasyonları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Temmuz ayında ve en düşük Şubat ayında tespit edilmiştir.

Çizelge 3.14. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen çinko konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları (µg/kg).

Ay	İstasyon					
	A	B	C	D	E	Ortalama
Haziran-2017	15944	17285	14547.6	13036.5	14855.6	15134±1589 ^a
Temmuz-2017	16648	18228	14343.7	13652.9	17178.5	16010±1938 ^a
Ağustos-2017	16373	17753	14623.2	14437.0	14582.1	15554±1463 ^a
Eylül-2017	14836	14942	15610.3	11315.3	14753.0	14291±1698 ^{ac}
Ekim-2017	14388	14745	14879.3	11416.9	11245.4	13335±1839 ^{bc}
Kasım-2017	14028	14023	14474.9	13587.9	14893.1	14201±498 ^{ac}
Aralık-2017	13269	12973	14427.9	14429.9	11229.8	13266±1317 ^{bc}
Ocak-2018	13300	13962	13772.5	11060.0	14050.6	13229±1247 ^{bc}
Şubat-2018	14148	12730	11289.6	11237.8	12006.4	12282±1207 ^{bc}
Mart-2018	12518	14481	14001.5	14411.1	14249.6	13932±812 ^{bc}
Nisan-2018	12183	16032	14654.7	14384.1	11229.7	13697±1951 ^{bc}
Mayıs-2018	12869	14105	14872.2	12053.1	14491.4	13678±1180 ^{bc}
Yıllık	14209±1495 ^{pr}	15105±1824 ^p	14292±1051 ^{pr}	12919±1408 ^{qr}	13730±1880 ^{pr}	14051±1068 ^{acpr}

abc: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).



Şekil 3.12. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen çinko konsantrasyonları (µg/kg).

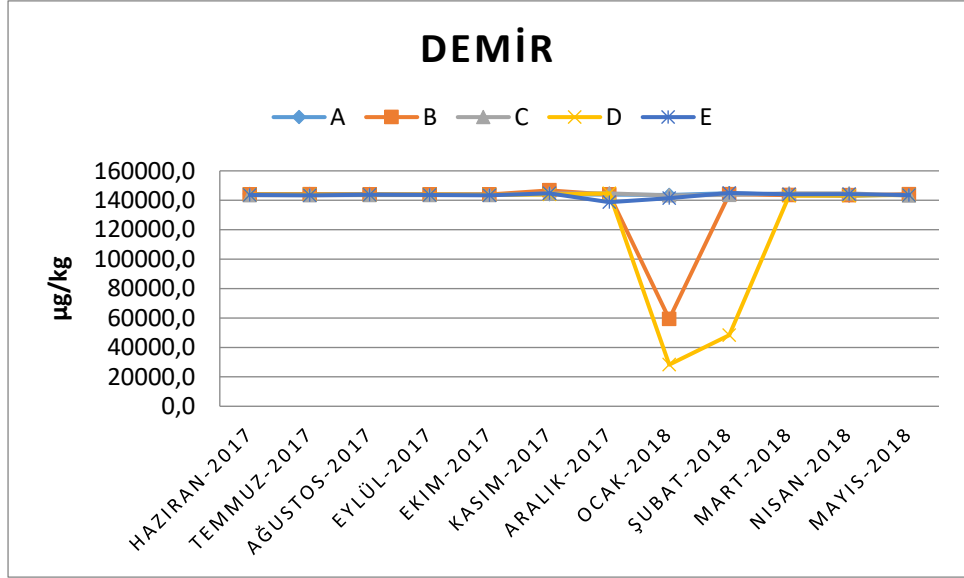
Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen Fe konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.15'te verilmiştir. Fe konsantrasyonu yıllık ortalaması en yüksek A istasyonunda en düşük D istasyonunda tespit edilmiştir. Fe konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla A>C>E>B>D sırasını izleyerek azalmıştır. A, B, C ve E istasyonlarında yıllık Fe konsantrasyonlarında anlamlı bir farklılık ($P>0.05$) bulunamamıştır. Aylara göre istasyonlardaki ortalama Fe konsantrasyonları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Kasım ayında ve en düşük Ocak ayında tespit edilmiş, bununla beraber Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($P>0.05$).

Çizelge 3.15. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen demir konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları ($\mu\text{g/kg}$).

Ay	İstasyon					
	A	B	C	D	E	Ortalama
Haziran-2017	144220	143952	143385	143849	143598	143801 $\pm$ 322 ^a
Temmuz-2017	144296	144087	143446	143876	143425	143826 $\pm$ 386 ^a
Ağustos-2017	144288	143853	143490	143688	143732	143810 $\pm$ 297 ^a
Eylül-2017	144091	143978	143528	143816	143649	143812 $\pm$ 231 ^a
Ekim-2017	144057	143970	143468	143704	143446	143729 $\pm$ 280 ^a
Kasım-2017	144058	146737	144628	143980	144672	144815 $\pm$ 1120 ^a
Aralık-2017	143808	143835	144666	144667	138706	143136 $\pm$ 2513 ^a
Ocak-2018	143571	59360	143288	28291	141432	103188 $\pm$ 55299 ^c
Şubat-2018	144838	144019	143599	48289	144974	125144 $\pm$ 42967 ^{bd}
Mart-2018	143603	143479	144742	143102	144058	143797 $\pm$ 629 ^a
Nisan-2018	143046	143427	144662	143183	144193	143702 $\pm$ 696 ^a
Mayıs-2018	144026	144019	143169	143630	143462	143661 $\pm$ 369 ^a
Yıllık	143992 $\pm$ 445 ^p	137060 $\pm$ 24484 ^{pr}	143839 $\pm$ 627 ^p	126173 $\pm$ 41273 ^{qr}	143279 $\pm$ 1682 ^p	138869 $\pm$ 12457 ^{adpr}

abcd: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).



Şekil 3.13. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen demir konsantrasyonları (µg/kg).

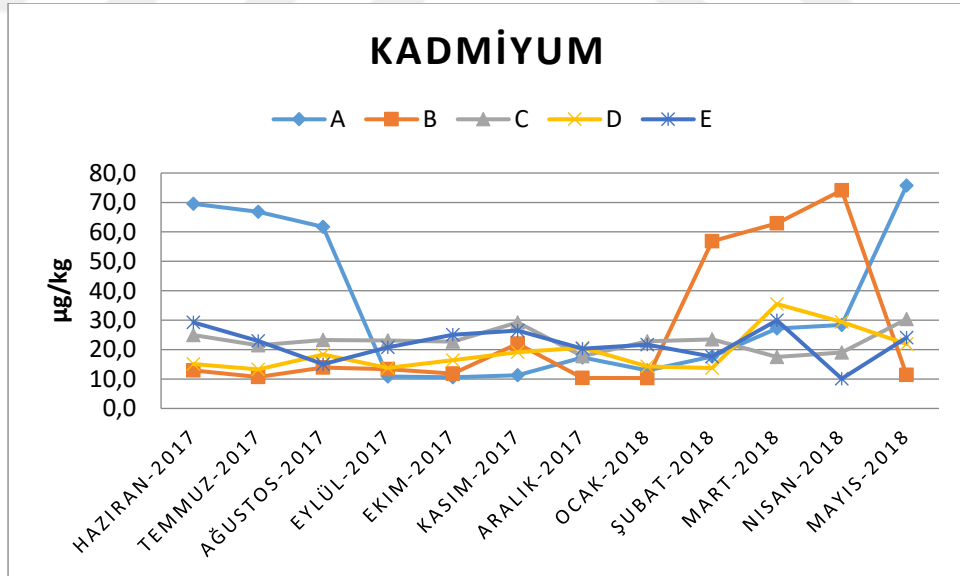
Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen Cd konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.16’da verilmiştir. Cd konsantrasyonu yıllık ortalaması en yüksek A istasyonunda en düşük D istasyonunda tespit edilmiştir. Cd konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla $A > B > C > E > D$ sırasını izleyerek azalmıştır. A istasyonu diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık ($P < 0.05$) tespit edilmiştir. Aylara göre istasyonlardaki Cd ortalama konsantrasyonları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Mart ayında ve en düşük Ocak ayında tespit edilmiş, bununla beraber Mart, Nisan ve Mayıs aylarında ve Ocak, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında anlamlı bir farklılık yoktur ($P > 0.05$).

Çizelge 3.16. Mogan Göl yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen kadmiyum konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları ($\mu\text{g/kg}$).

Ay	İstasyon					Ortalama
	A	B	C	D	E	
Haziran-2017	69.5	12.9	24.9	15.1	29.2	30.3 $\pm$ 22.9 ^{ad}
Temmuz-2017	66.8	10.7	21.4	13.3	22.9	27.0 $\pm$ 22.9 ^{bd}
Ağustos-2017	61.7	13.9	23.3	18.3	15.1	26.4 $\pm$ 20.0 ^{bd}
Eylül-2017	10.9	13.3	23.1	13.8	20.8	16.4 $\pm$ 5.3 ^c
Ekim-2017	10.6	11.8	22.7	16.4	25.1	17.3 $\pm$ 6.4 ^c
Kasım-2017	11.3	22.0	29.2	19.1	26.5	21.6 $\pm$ 7.0 ^{ce}
Aralık-2017	17.3	10.4	17.8	20.6	20.3	17.3 $\pm$ 4.1 ^c
Ocak-2018	12.9	10.3	22.8	14.3	21.7	16.4 $\pm$ 5.5 ^c
Şubat-2018	17.6	56.8	23.5	13.7	17.6	25.8 $\pm$ 17.6 ^{be}
Mart-2018	27.2	62.9	17.5	35.5	29.9	34.6 $\pm$ 17.1 ^a
Nisan-2018	28.4	74.1	19.0	29.4	10.1	32.2 $\pm$ 24.7 ^a
Mayıs-2018	75.7	11.4	30.4	21.9	24.1	32.7 $\pm$ 25.0 ^a
Yıllık	34.2 $\pm$ 26.1 ^p	25.9 $\pm$ 23.9 ^q	23.0 $\pm$ 4.0 ^q	19.3 $\pm$ 6.9 ^r	21.9 $\pm$ 5.7 ^{qr}	24.8 $\pm$ 6.9 ^{beq}

abcd: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).



Şekil 3.14. Mogan Göl yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen kadmiyum konsantrasyonları ($\mu\text{g/kg}$).

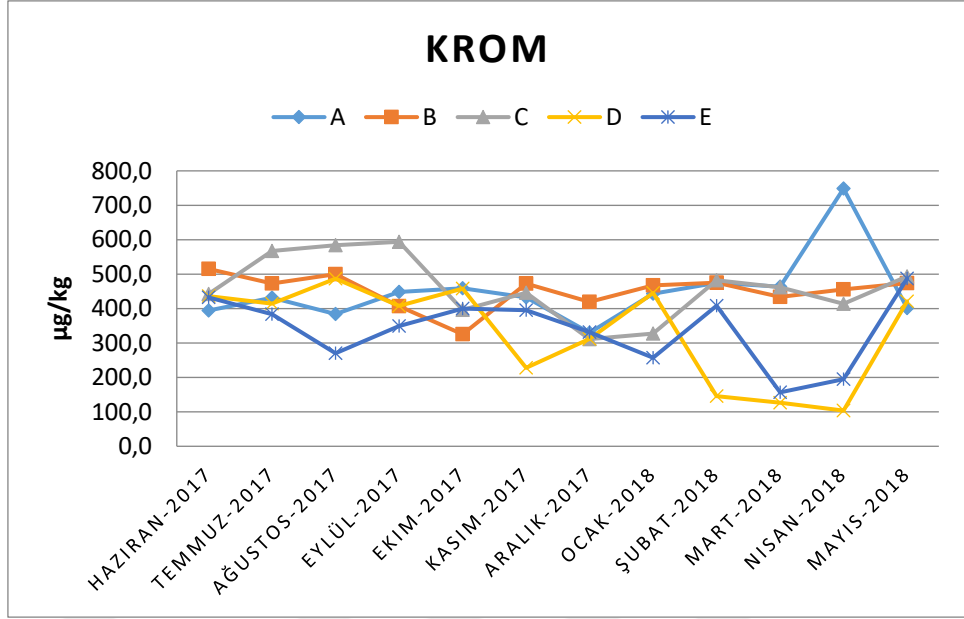
Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen Cr konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.17’de verilmiştir. Cr konsantrasyonu yıllık ortalaması en yüksek C istasyonunda en düşük E istasyonunda tespit edilmiştir. Cr konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla C>B>A>E>D sırasını izleyerek azalmıştır. C istasyonu, A ve B istasyonlarla karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık ($P<0.05$) tespit edilmemiş ancak D ve E istasyonlarıyla anlamlı bir farklılık ($P<0.05$) olduğu görülmüştür. Aylara göre istasyonlardaki Cr ortalama konsantrasyonları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Temmuz ayında ve en düşük Mart ayında tespit edilmiş, bununla beraber Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ve Ocak, Şubat, Nisan ve Kasım aylarında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($P>0.05$).

Çizelge 3.17. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen krom konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları ($\mu\text{g/kg}$).

Ay	İstasyon					
	A	B	C	D	E	Ortalama
Haziran-2017	394.5	515.2	442.2	436.3	432.7	444.2±43.9 ^a
Temmuz-2017	431.3	473.1	567.5	414.3	383.7	454.0±71.2 ^a
Ağustos-2017	384.3	499.7	584.1	486.9	270.1	445.0±120.8 ^a
Eylül-2017	448.1	406.8	593.9	407.7	349.2	441.1±92.4 ^a
Ekim-2017	459.1	325.4	396.3	458.2	399.9	407.8±55.1 ^{ad}
Kasım-2017	432.5	472.5	446.0	227.9	395.4	394.8±97.4 ^b
Aralık-2017	329.9	419.4	311.3	312.3	331.5	340.9±44.9 ^c
Ocak-2018	443.1	467.3	327.6	445.7	257.2	388.2±91.4 ^{bd}
Şubat-2018	474.9	475.2	482.1	145.6	408.2	397.2±143.8 ^{bd}
Mart-2018	463.7	434.0	461.7	126.6	156.7	328.5±171.3 ^c
Nisan-2018	748.4	455.7	413.8	103.7	194.9	383.3±251.5 ^{bd}
Mayıs-2018	401.1	473.9	493.3	420.7	487.1	455.2±41.7 ^a
Yıllık	450.9±102.2 ^p	451.5±50.3 ^p	460.0±91.9 ^p	332.1±142.8 ^r	338.9±100.0 ^r	406.7±65.1 ^{adq}

abcd: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).



Şekil 3.15. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen krom konsantrasyonları (µg/kg).

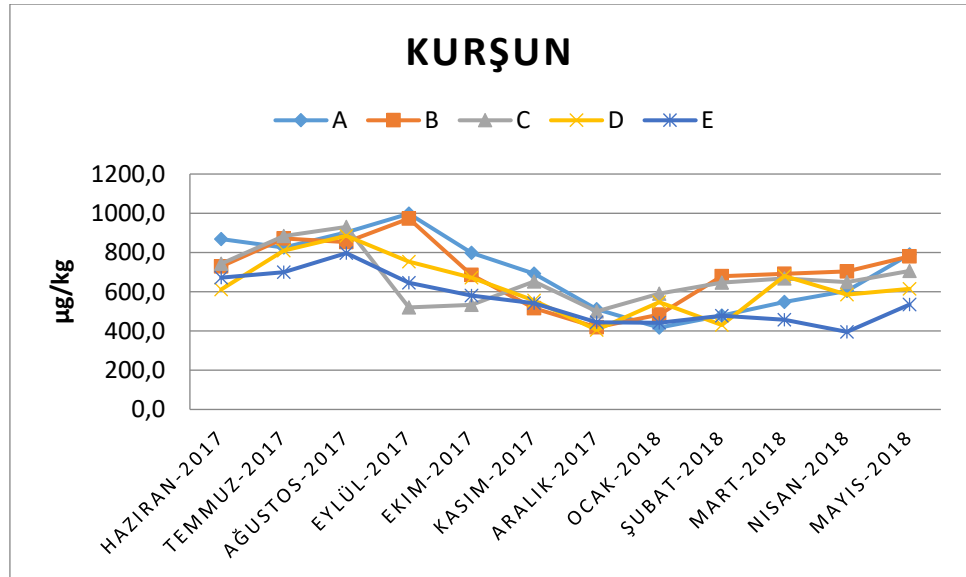
Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen Pb konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.18’de verilmiştir. Kurşun konsantrasyonu yıllık ortalaması en yüksek A istasyonunda en düşük E istasyonunda tespit edilmiştir. Pb konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla A>B>C>D>E sırasını izleyerek azalmıştır. A, B, C ve D istasyonları arasında ise anlamlı bir farklılık ($P<0.05$) bulunamamıştır. Aylara göre istasyonlardaki Pb ortalama konsantrasyonları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Temmuz ayında ve en düşük Aralık ayında tespit edilmiş, bununla beraber Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ve Mayıs, Haziran ve Ekim aylarında aylarında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($P>0.05$).

Çizelge 3.18. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen kurşun konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları (µg/kg).

Ay	İstasyon					
	A	B	C	D	E	Ortalama
Haziran-2017	868.1	728.6	742.6	611.4	672.1	724.6±95.5 ^b
Temmuz-2017	825.5	871.9	883.7	809.5	700.0	818.1±72.9 ^a
Ağustos-2017	903.1	852.7	930.4	885.2	796.8	873.6±51.4 ^a
Eylül-2017	997.9	972.9	520.0	753.8	645.7	778.1±206.7 ^a
Ekim-2017	798.3	686.1	533.6	671.5	580.8	654.1±102.5 ^{bf}
Kasım-2017	692.5	516.2	652.6	555.3	540.9	591.5±76.6 ^c
Aralık-2017	511.5	418.8	499.9	405.4	444.2	455.9±47.7 ^d
Ocak-2018	417.2	483.8	590.6	547.0	441.4	496.0±72.3 ^{de}
Şubat-2018	478.5	679.6	646.8	430.2	477.5	542.5±112.5 ^{ce}
Mart-2018	548.0	691.5	667.8	680.2	457.3	609.0±102.5 ^{cf}
Nisan-2018	604.1	704.1	648.8	585.7	395.6	587.7±116.7 ^c
Mayıs-2018	789.8	780.1	706.3	614.9	534.8	685.2±109.5 ^b
Yıllık	702.9±187.9 ^p	698.8±163.7 ^p	668.6±134.1 ^p	629.2±142.2 ^{pr}	557.3±123.9 ^{qr}	651.3±129.1 ^{bfp}

abcdef: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).



Şekil 3.16. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen kurşun konsantrasyonları (µg/kg).

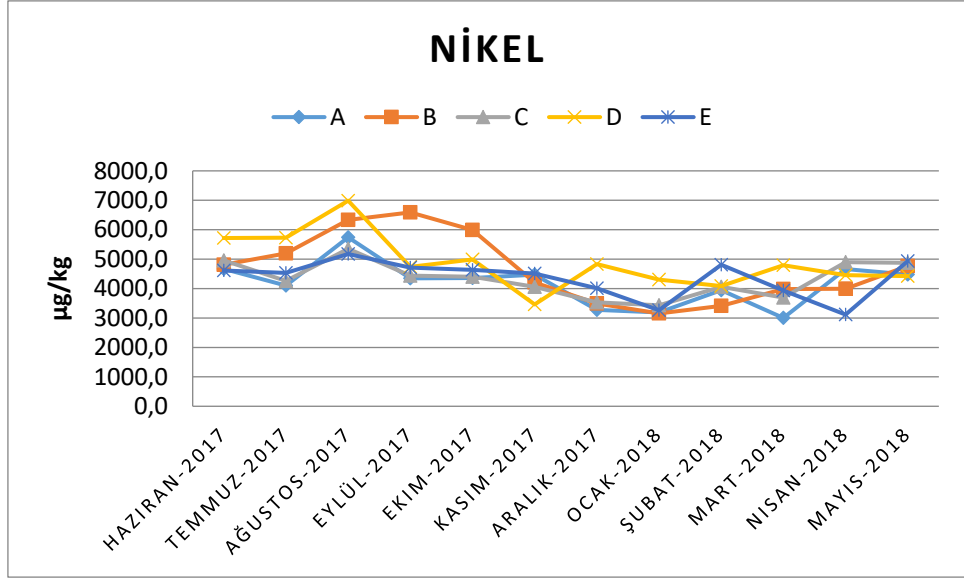
Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen Ni konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.19’da verilmiştir. Ni konsantrasyonu yıllık ortalaması en yüksek D istasyonunda en düşük A istasyonunda tespit edilmiştir. Ni konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla D>B>E>C>A sırasını izleyerek azalmıştır. D ve B istasyonları arasında ve A, B, C ve E istasyonları arasında anlamlı bir farklılık ($P<0.05$) bulunamamıştır. Aylara göre istasyonlardaki Ni ortalama konsantrasyonları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Ağustos ayında ve en düşük Ocak ayında tespit edilmiştir. Ağustos ayında bulunan Ni konsantrasyonu diğer aylardan anlamlı ölçüde farklıdır ($P<0.05$).

Çizelge 3.19. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen nikel konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları ($\mu\text{g/kg}$).

Ay	İstasyon					
	A	B	C	D	E	Ortalama
Haziran-2017	4668	4809	4955	5720	4612	4953±449 ^b
Temmuz-2017	4103	5196	4259	5727	4533	4763±682 ^b
Ağustos-2017	5742	6332	5352	6987	5175	5918±745 ^a
Eylül-2017	4345	6588	4441	4737	4712	4964±923 ^b
Ekim-2017	4356	5990	4401	4988	4635	4874±672 ^b
Kasım-2017	4473	4204	4057	3461	4510	4141±424 ^{cf}
Aralık-2017	3275	3495	3531	4830	4010	3828±621 ^{ce}
Ocak-2018	3190	3155	3431	4306	3262	3469±480 ^{de}
Şubat-2018	3946	3411	4059	4087	4811	4063±500 ^{cf}
Mart-2018	3002	3984	3692	4793	3936	3881±643 ^{ce}
Nisan-2018	4664	3992	4899	4454	3116	4225±705 ^{bf}
Mayıs-2018	4479	4764	4877	4425	4933	4696±231 ^b
Yıllık	4187±762 ^{qr}	4660±1164 ^{pr}	4330±609 ^{qr}	4876±918 ^p	4354±644 ^{qr}	4481±672 ^{bfpqr}

abcd: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P<0.05$).



Şekil 3.17. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen nikel konsantrasyonları(µg/kg).

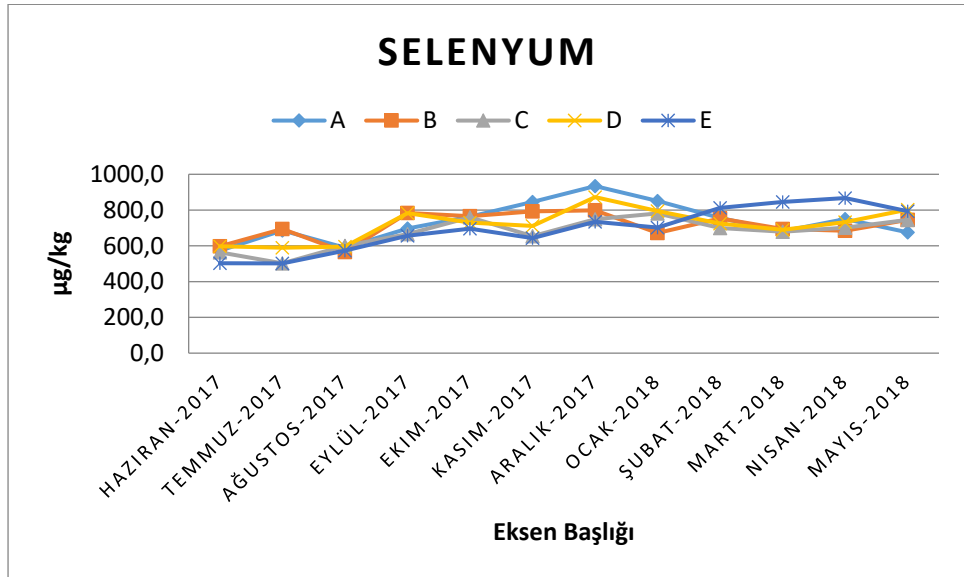
Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen Se konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.20’de verilmiştir. Se konsantrasyonu yıllık ortalaması en yüksek A istasyonunda en düşük C istasyonunda tespit edilmiştir. Se konsantrasyonu istasyonlara göre azalan sırayla A>D>B>E>C sırasını izleyerek azalmıştır. Bununla beraber istasyonlar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir farklılık ($P>0.05$) bulunamamıştır. Aylara göre istasyonlardaki ortalama Se konsantrasyonları incelendiğinde diğer aylara göre en yüksek Aralık ayında ve en düşük Haziran ayında tespit edilmiştir. Bununla beraber Ocak, Şubat, Mart, Nisan Mayıs, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarındaki değerleri arasında anlamlı bir farklılık ($P<0.05$) tespit edilememiştir.

Çizelge 3.20. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen selenyum konsantrasyonları, aylık ve yıllık ortalamaları ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

Ay	İstasyon					Ortalama
	A	B	C	D	E	
Haziran-2017	573.0	597.3	563.9	597.4	502.5	566.8 $\pm$ 38.9 ^b
Temmuz-2017	686.3	694.6	502.2	589.5	501.8	594.9 $\pm$ 94.3 ^b
Ağustos-2017	589.5	565.3	599.9	595.7	573.1	584.7 $\pm$ 94.3 ^b
Eylül-2017	697.2	784.0	665.4	783.2	656.8	717.3 $\pm$ 62.3 ^a
Ekim-2017	763.0	765.4	759.7	729.7	695.8	742.7 $\pm$ 29.9 ^a
Kasım-2017	845.2	793.1	654.3	711.2	642.8	729.3 $\pm$ 87.9 ^a
Aralık-2017	934.1	798.5	749.2	872.5	734.5	817.8 $\pm$ 84.5 ^a
Ocak-2018	851.0	672.0	781.1	794.6	701.9	760.1 $\pm$ 72.5 ^a
Şubat-2018	756.0	753.1	699.8	724.8	812.6	749.3 $\pm$ 42.2 ^a
Mart-2018	682.0	693.9	678.6	689.7	845.8	718.0 $\pm$ 71.7 ^a
Nisan-2018	750.1	684.6	701.3	732.6	867.3	747.2 $\pm$ 71.9 ^a
Mayıs-2018	675.0	745.3	745.4	802.1	793.2	752.2 $\pm$ 50.6 ^a
Yıllık	733.5 $\pm$ 106.3 ^p	712.3 $\pm$ 75.4 ^p	675.1 $\pm$ 84.5 ^p	718.6 $\pm$ 89.6 ^p	694.0 $\pm$ 124.7 ^p	706.7 $\pm$ 79.6 ^{ap}

ab: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P < 0.05$).

p: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir ($P < 0.05$). Burada yıllık istasyon ortalamaları arasında anlamlı farklılık ($P > 0.05$) bulunamamıştır.



Şekil 3.18. Mogan Gölü yüzey sedimentlerinde aylara göre her istasyonda ölçülen selenyum konsantrasyonları ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

3.5. Balık dokularındaki element analizleri

Mogan Gölü'nden her ay avlanan sazan, turna ve kadife balıklarının kas, karaciğer, böbrek, solungaç ve beyin dokularında yapılan analizlerde bulunan Al konsantrasyonları Çizelge 3.21'de, As konsantrasyonları Çizelge 3.22'de, Cu konsantrasyonları Çizelge 3.23'te, Hg konsantrasyonları Çizelge 3.24'te, Zn konsantrasyonları Çizelge 3.25'te, Fe konsantrasyonları Çizelge 3.26'da, Cr konsantrasyonları Çizelge 3.27'de, Pb konsantrasyonları Çizelge 3.28'de, Ni konsantrasyonları Çizelge 3.29'da, Se konsantrasyonları Çizelge 3.30'da gösterilmiştir. Cd konsantrasyonlarına yalnız Mart ayında avlanan kadife balığının karaciğer, böbrek, solungaç ve beyinde sırasıyla 1.3, 3.3, 1.2 ve 1.5 µg/kg düzeyinde rastlanması ve bunun dışında hiçbir balıkta bulunamaması nedeniyle çizelge şeklinde gösterilmemiştir. Balık kas dokuları gözönüne alındığında en yoğun kalıntısına rastlanan metalin Se olduğu görülmüştür. Balık dokularında en yoğun kalıntısına rastlanan metaller azalan sırayla Se> Fe> Zn> Cr> Al> Pb> Cu> Ni> As> Hg> Cd şeklinde olmuştur. Yıllık ortalamalara göre balık dokularındaki metal miktarlarının dağılımı Şekil 3.19'da şematize edilmiştir.

Çizelgelerde görüldüğü gibi diğer dokulara göre karaciğer ve böbreklerde en fazla Al, Cu, Cr, Pb ve Ni'in biriktiği, ayrıca Al'un beyin dokusuna ve Cr'un solungaçlarda da biriktiği görülmektedir. Zn, diğer dokulardan daha çok solungaçlarda birikmektedir. Kas dokuda en az biriken metaller Al, Cr ve Pb, beyin dokusunda en az biriken metaller ise Cu, Zn, Fe, Ni ve Se olmuştur. Dikkat çeken diğer bulgu sazanın solungaçlarındaki Pb konsantrasyonları hariç (diğer balık türlerinden daha düşük bulunmuştur) balık türleri arasında fark olmamasıdır. Hg ve As ise dokulara dağılım yönünden homojenlik göstermişlerdir. Se ise beyin dokusuna daha az dağılım göstermesi dışında Hg ve As gibi diğer dokulara neredeyse homojen bir şekilde dağılmıştır.

Çizelge 3.21. Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen alüminyum konsantrasyonları (µg/kg).

Ay	Kas			Karaciğer			Böbrek			Solungaç			Beyin		
	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife
Haziran-2017	14.7	29.1	19.4	52.2	43.2	44.9	37.3	49.2	49.3	28.3	31.3	36.3	29.9	38.4	43.1
Temmuz-2017	23.8	19.5	18.3	49.2	39.6	49.8	39.5	41.6	36.5	22.4	32.1	34.6	31.3	46.1	42.8
Ağustos-2017	29.2	17.2	19.4	26.5	51.2	39.7	49.5	39.3	38.4	27.1	29.5	40.4	34.2	42.7	49.6
Eylül-2017	21.5	9.3	21.2	59.9	53.5	71.7	43.0	47.2	41.2	19.8	25.2	31.2	45.6	49.3	51.2
Ekim-2017	19.8	11.5	24.2	46.2	59.2	39.6	49.8	39.7	50.6	23.6	41.3	42.3	47.1	39.4	41.4
Kasım-2017	18.9	14.3	21.4	45.9	49.4	34.5	51.2	51.6	51.2	32.1	38.9	33.1	39.8	<DL	45.3
Aralık-2017	18.3	19.7	20.4	44.2	44.5	41.5	52.3	49.7	50.1	33.1	37.1	25.2	32.7	67.7	59.0
Ocak-2018	12.3	12.4	14.3	40.2	40.0	51.2	39.7	49.4	40.9	16.7	12.4	31.0	66.1	48.0	53.2
Şubat-2018	11.2	13.4	16.8	43.9	50.7	50.3	41.2	42.6	39.6	15.6	19.9	34.2	68.0	44.8	49.2
Mart-2018	10.3	18.9	23.1	39.3	47.6	53.1	45.6	45.3	49.2	59.3	23.5	32.5	51.2	43.2	38.4
Nisan-2018	21.2	27.6	21.3	43.9	45.3	40.9	49.2	51.2	43.6	51.5	29.5	29.3	43.7	54.2	46.2
Mayıs-2018	15.7	28.6	25.2	41.3	44.2	45.6	48.2	29.9	45.8	38.2	21.5	28.2	44.2	39.8	45.8
Yıllık	18.1± 5.6 ^r	18.5± 6.8 ^r	20.4± 3.1 ^r	44.4± 8.0 ^p	47.4± 5.7 ^p	46.9± 9.6 ^p	45.5± 5.2 ^p	44.7± 6.4 ^p	44.7± 5.3 ^p	30.6± 13.5 ^q	28.5± 8.5 ^q	33.2± 4.9 ^q	44.5± 12.5 ^p	46.7± 8.4 ^p	47.1± 5.7 ^p

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).

Çizelge 3.22. Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen arsenik konsantrasyonları (µg/kg).

Ay	Kas			Karaciğer			Böbrek			Solungaç			Beyin		
	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife
Haziran-2017	2.8	<DL	<DL	2.3	<DL	<DL	1.4	<DL	<DL	5.3	<DL	<DL	9.0	<DL	<DL
Temmuz-2017	<DL	<DL	<DL	1.8	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL
Ağustos-2017	<DL	8.3	<DL	1.2	10.2	<DL	<DL	9.3	<DL	2.2	8.4	<DL	1.3	2.3	<DL
Eylül-2017	<DL	0.5	<DL	<DL	<DL	2.3	<DL	0.5	2.2	<DL	1.6	3.4	<DL	<DL	<DL
Ekim-2017	1.1	2.8	3.7	1.3	4.1	7.3	1.3	5.2	4.3	6.5	2.6	4.5	7.4	2.3	2.7
Kasım-2017	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL
Aralık-2017	3.1	<DL	<DL	11.1	<DL	<DL	9.2	<DL	<DL	10.7	<DL	<DL	7.3	<DL	<DL
Ocak-2018	<DL	<DL	4.7	<DL	<DL	1.8	<DL	<DL	12.3	<DL	<DL	11.8	<DL	<DL	9.1
Şubat-2018	3.8	5.3	10.3	<DL	11.4	5.3	<DL	6.0	3.2	<DL	3.1	5.4	<DL	6.7	4.2
Mart-2018	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	1.3	<DL	<DL	<DL
Nisan-2018	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL
Mayıs-2018	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	2.7	<DL	<DL	2.3	<DL	<DL	4.2	<DL	<DL	9.1
Yıllık	1.6±	2.1±	2.3±	2.1±	2.9±	2.2±	1.7±	2.4±	2.6±	2.7±	2.0±	3.1±	2.8±	1.7±	2.8±
	1.0	2.4	2.8	2.9	3.8	2.0	2.4	2.8	3.2	3.1	2.1	3.2	3.1	1.7	3.1

<DL: Ölçüm sınırının altında

Çizelge 3.23. Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen bakır konsantrasyonları (µg/kg).

Ay	Kas			Karaciğer			Böbrek			Solungaç			Beyin		
	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife
Haziran-2017	3.5	3.6	3.1	6.6	6.6	6.4	6.1	6.2	6.3	3.6	3.8	3.9	2.3	2.5	2.7
Temmuz-2017	3.1	2.9	2.8	5.4	6.2	6.2	5.2	5.1	5.0	4.1	4.0	4.3	2.1	2.3	2.4
Ağustos-2017	4.2	4.0	4.4	7.6	7.8	7.9	7.2	6.4	6.5	3.4	3.2	3.2	1.9	1.8	2.0
Eylül-2017	3.9	3.9	4.0	6.9	6.2	6.3	7.2	6.1	6.2	2.5	2.6	2.7	1.7	1.6	1.8
Ekim-2017	4.2	4.1	4.0	7.1	8.1	8.0	6.9	6.8	7.1	4.1	3.2	3.6	2.1	3.1	2.9
Kasım-2017	4.2	4.1	4.9	5.3	5.7	6.2	5.9	6.0	6.7	3.1	3.2	3.5	1.2	1.4	1.6
Aralık-2017	3.5	3.7	3.9	4.7	4.9	5.2	6.2	6.4	6.9	4.1	4.1	4.0	2.1	2.3	2.6
Ocak-2018	1.2	1.3	1.9	3.3	4.5	4.9	2.9	3.1	3.9	1.5	1.6	1.8	0.9	1.1	1.2
Şubat-2018	2.3	1.2	1.7	3.9	4.8	4.5	4.1	3.9	3.8	2.8	2.6	2.9	1.9	2.3	2.1
Mart-2018	2.0	3.5	2.9	4.1	4.2	4.2	3.3	3.6	4.3	2.9	3.2	3.5	1.4	1.3	1.2
Nisan-2018	4.3	3.8	3.9	5.6	6.0	5.9	5.1	5.2	5.1	4.8	4.7	4.2	2.5	2.4	2.5
Mayıs-2018	2.6	2.4	2.1	5.2	5.2	5.4	5.4	6.3	5.4	3.4	3.1	3.0	2.1	2.3	2.5
Yıllık	3.3± 1.0 ^q	3.2± 1.0 ^q	3.3± 1.0 ^q	5.5± 1.4 ^p	5.9± 1.2 ^p	5.9± 1.2 ^p	5.5± 1.4 ^p	5.4± 1.2 ^p	5.6± 1.2 ^p	3.4± 0.9 ^q	3.3± 0.8 ^q	3.4± 0.7 ^q	1.9± 0.5 ^r	2.0± 0.6 ^r	2.1± 0.6 ^r

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).

Çizelge 3.24. Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen civa konsantrasyonları (µg/kg).

Ay	Kas			Karaciğer			Böbrek			Solungaç			Beyin		
	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife
Haziran-2017	0.7	1.2	0.8	1.1	0.9	1.0	<DL	1.2	0.9	1.1	<DL	<DL	0.9	0.9	0.8
Temmuz-2017	0.7	1.5	1.1	0.9	1.1	1.3	0.8	1.1	1.3	<DL	<DL	<DL	<DL	0.9	<DL
Ağustos-2017	0.8	<DL	<DL	0.7	0.9	1.4	1.3	1.3	1.7	<DL	0.7	<DL	<DL	0.7	<DL
Eylül-2017	0.8	1.5	0.7	1.0	0.7	<DL	0.9	2.2	1.1	<DL	<DL	<DL	<DL	0.9	0.9
Ekim-2017	<DL	1.9	<DL	0.9	<DL	1.2	<DL	1.0	0.9	<DL	0.7	<DL	<DL	<DL	0.8
Kasım-2017	<DL	1.7	<DL	1.0	1.2	0.9	0.7	0.9	0.8	<DL	0.9	<DL	<DL	0.9	<DL
Aralık-2017	<DL	1.7	0.8	0.8	1.5	0.9	0.8	1.0	1.6	<DL	<DL	<DL	<DL	0.7	0.8
Ocak-2018	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	0.9	<DL	<DL	0.7	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	0.7
Şubat-2018	0.8	2.2	0.7	1.1	0.8	0.8	<DL	1.5	1.2	<DL	<DL	1.8	<DL	0.9	0.8
Mart-2018	1.9	1.2	0.9	0.7	0.9	0.9	0.7	<DL	1.8	<DL	0.8	0.9	<DL	<DL	2.1
Nisan-2018	0.7	1.0	0.7	<DL	0.9	1.2	<DL	1.1	0.7	<DL	0.9	<DL	<DL	0.9	0.8
Mayıs-2018	<DL	0.9	0.7	<DL	1.0	<DL	0.9	1.2	0.8	<DL	<DL	<DL	0.7	1.3	0.9
Yıllık	0.8±	1.3±	0.7±	0.8±	0.9±	1.0±	0.8±	1.1±	1.1±	0.6±	0.7±	0.7±	0.6±	0.8±	0.9±
	0.4	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	0.4	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.4

<DL: Ölçüm sınırının altında

Çizelge 3.25. Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen çinko konsantrasyonları (µg/kg).

Ay	Kas			Karaciğer			Böbrek			Solungaç			Beyin		
	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife
Haziran-2017	73.2	30.0	26.5	121.1	104.4	109.5	115.4	132.2	102.6	296.4	288.5	270.8	20.6	16.3	18.5
Temmuz-2017	17.4	25.3	31.4	106.1	183.6	130.4	163.0	169.5	183.5	264.2	257.4	218.0	13.3	25.7	25.7
Ağustos-2017	30.0	48.0	25.0	116.7	133.8	132.6	164.9	175.5	152.7	192.1	265.4	248.1	25.8	18.4	20.0
Eylül-2017	19.8	25.0	22.6	110.1	124.0	126.0	107.6	172.9	179.6	203.8	238.3	228.3	29.7	19.5	17.7
Ekim-2017	25.6	67.6	36.1	117.5	113.5	191.7	120.2	164.3	179.7	202.4	271.0	272.3	25.1	25.2	23.4
Kasım-2017	60.6	42.6	52.0	121.0	173.8	123.2	130.6	187.0	166.9	240.4	306.5	274.7	28.7	32.0	28.4
Aralık-2017	50.2	24.5	39.0	123.3	169.9	197.7	128.2	161.6	156.4	274.0	206.5	208.7	27.9	18.0	14.7
Ocak-2018	21.8	22.5	23.3	163.6	137.6	189.7	100.1	188.2	159.8	244.3	212.5	272.4	27.1	22.2	33.8
Şubat-2018	49.2	45.0	23.2	109.7	153.8	137.9	153.8	114.4	187.4	263.2	175.4	278.7	30.9	33.1	14.5
Mart-2018	36.9	17.0	39.1	145.2	104.2	199.7	152.4	100.0	167.3	251.8	294.0	297.6	38.1	28.6	32.4
Nisan-2018	27.5	17.6	28.7	188.9	179.0	160.9	126.2	131.1	101.3	219.3	243.7	247.7	33.8	28.2	26.9
Mayıs-2018	21.2	19.3	29.2	178.8	190.5	153.3	146.0	166.5	134.9	172.0	286.0	228.7	19.2	14.1	41.0
Yıllık	36.1± 18.1 ^r	32.0± 15.5 ^r	31.3± 8.8 ^r	133.5± 28.6 ^q	147.3± 31.8 ^q	154.4± 32.7 ^q	134.0± 21.7 ^q	155.3± 28.8 ^q	156.0± 29.3 ^q	235.3± 37.5 ^p	253.8± 39.9 ^p	253.8± 28.0 ^p	26.7± 6.7 ^s	23.4± 6.3 ^s	24.7± 8.2 ^s

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).

Çizelge 3.26. Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen demir konsantrasyonları (µg/kg).

Ay	Kas			Karaciğer			Böbrek			Solungaç			Beyin		
	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife
Haziran-2017	34.6	28.9	61.2	450.7	258.2	386.0	219.6	263.4	303.2	50.6	38.4	43.2	24.6	35.7	33.7
Temmuz-2017	54.3	39.7	60.2	348.6	260.8	378.9	376.4	249.0	256.8	49.1	47.2	44.3	39.1	32.6	43.2
Ağustos-2017	65.3	32.1	48.2	376.6	135.7	399.0	345.3	135.9	291.5	47.8	49.4	51.2	42.6	29.5	27.4
Eylül-2017	44.2	33.2	38.4	416.7	245.3	394.0	236.2	236.7	342.2	50.9	36.6	47.5	49.3	39.1	39.2
Ekim-2017	48.4	48.5	37.3	404.7	265.6	212.3	285.4	224.5	183.5	52.6	36.7	51.6	23.1	34.6	29.5
Kasım-2017	58.2	54.2	39.7	253.5	371.7	254.4	343.2	198.8	184.5	46.1	49.4	51.6	29.6	33.2	23.5
Aralık-2017	61.6	46.9	47.8	234.7	282.5	426.5	321.3	217.2	267.3	39.8	53.2	28.0	43.8	26.7	36.1
Ocak-2018	38.2	43.4	37.8	292.8	200.1	290.1	259.1	265.6	156.9	47.8	45.6	43.7	35.7	45.3	38.0
Şubat-2018	43.1	84.0	39.5	210.0	188.1	244.0	280.7	284.6	287.3	27.2	39.6	39.7	39.1	34.6	39.1
Mart-2018	63.2	42.1	45.7	168.9	309.2	272.8	189.5	310.3	234.2	34.7	38.8	45.4	41.6	36.1	32.6
Nisan-2018	56.4	24.5	74.2	380.3	274.6	371.0	173.1	245.6	298.1	46.2	32.1	25.1	21.5	61.2	45.6
Mayıs-2018	44.2	26.7	65.3	125.5	213.7	389.2	233.9	372.3	213.3	51.6	29.6	41.9	23.7	29.5	29.3
Yıllık	51.0± 10.2 ^q	42.0± 16.2 ^q	49.6± 12.6 ^q	305.2± 106.1 ^p	250.4± 61.1 ^p	334.8± 74.1 ^p	272.0± 64.9 ^p	250.3± 58.6 ^p	251.6± 57.2 ^p	45.4± 7.7 ^q	41.4± 7.4 ^q	42.8± 8.5 ^q	34.5± 9.5 ^r	36.5± 9.2 ^r	34.8± 6.6 ^r

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).

Çizelge 3.27. Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen krom konsantrasyonları (µg/kg).

Ay	Kas			Karaciğer			Böbrek			Solungaç			Beyin		
	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife
Haziran-2017	17.5	14.2	14.8	45.2	44.0	53.2	46.1	52.9	44.7	53.9	54.7	46.1	13.2	15.5	14.1
Temmuz-2017	14.3	13.7	12.6	44.4	46.0	55.6	43.3	46.7	42.0	49.7	54.8	54.8	14.2	13.1	13.8
Ağustos-2017	13.4	16.8	15.6	42.4	55.0	55.8	43.8	42.4	43.0	50.4	57.0	46.8	16.2	12.3	12.7
Eylül-2017	14.3	15.1	20.0	43.1	46.7	47.5	46.8	43.8	44.8	51.1	81.3	41.6	13.2	15.5	15.9
Ekim-2017	19.8	21.3	22.4	41.6	52.6	51.7	45.7	46.2	48.3	43.2	40.5	52.0	17.1	16.7	17.7
Kasım-2017	18.8	33.2	16.5	58.4	51.0	45.2	40.3	48.7	45.0	57.7	47.5	49.3	21.3	15.0	15.9
Aralık-2017	17.3	14.2	16.0	45.3	44.8	53.2	44.1	56.5	42.8	47.6	57.6	43.2	14.9	14.0	12.6
Ocak-2018	15.7	18.2	14.8	43.2	43.7	54.3	43.6	40.3	45.9	56.2	46.6	47.4	14.9	23.5	15.2
Şubat-2018	38.4	36.4	20.3	54.5	48.1	25.2	42.8	37.1	37.7	54.6	44.6	45.7	28.2	19.8	32.4
Mart-2018	37.7	29.3	17.5	45.5	44.8	43.1	45.5	46.5	37.5	51.2	41.2	49.0	23.6	21.5	28.1
Nisan-2018	18.7	24.7	15.1	49.4	57.5	45.2	44.8	43.8	46.6	58.4	39.2	51.2	13.7	14.2	23.7
Mayıs-2018	13.8	25.1	15.8	44.4	45.8	51.1	43.6	49.6	36.4	56.1	42.1	49.6	15.0	32.5	22.4
Yıllık	20.0± 8.7 ^q	21.9± 7.9 ^q	16.8± 2.8 ^q	46.5± 5.1 ^p	48.3± 4.6 ^p	48.4± 8.5 ^p	44.2± 1.7 ^p	46.2± 5.3 ^p	42.9± 3.8	52.5± 4.5 ^p	50.6± 11.8 ^p	48.1± 3.7 ^p	17.1± 4.8 ^q	17.8± 5.8 ^q	18.7± 6.5 ^q

pq: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).

Çizelge 3.28. Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen kurşun konsantrasyonları (µg/kg).

Ay	Kas			Karaciğer			Böbrek			Solungaç			Beyin		
	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife
Haziran-2017	13.8	17.0	16.6	32.8	48.5	35.1	25.3	25.5	27.9	17.1	18.9	14.5	14.2	14.4	13.8
Temmuz-2017	14.3	13.9	12.7	34.7	44.8	52.0	22.9	32.9	25.8	12.9	12.7	11.9	13.5	13.0	16.6
Ağustos-2017	12.8	12.0	11.0	39.3	45.5	53.3	26.4	19.9	23.5	18.1	13.9	16.1	15.5	10.7	13.5
Eylül-2017	12.5	12.2	13.5	51.3	54.1	48.8	22.9	29.3	23.2	14.8	20.6	17.9	12.4	13.2	13.1
Ekim-2017	16.1	17.5	16.1	63.2	58.2	56.1	27.9	35.7	38.9	16.4	16.8	19.0	16.6	17.7	16.6
Kasım-2017	17.5	17.2	16.3	69.2	56.3	66.9	28.5	26.3	36.1	19.2	18.6	16.6	15.7	16.4	24.3
Aralık-2017	15.6	15.5	16.6	56.2	55.9	65.4	28.2	25.5	25.6	30.6	16.7	16.0	17.9	16.5	13.4
Ocak-2018	14.9	15.6	17.3	32.5	33.6	35.2	24.4	34.7	33.9	15.2	27.6	38.3	12.4	24.6	36.3
Şubat-2018	32.7	36.5	14.5	62.8	70.0	53.1	37.5	26.0	21.9	32.7	50.6	94.4	35.4	15.3	11.4
Mart-2018	15.6	17.7	17.6	51.8	61.7	77.5	17.6	25.8	31.3	19.4	17.1	18.3	17.7	18.5	19.5
Nisan-2018	18.1	15.7	16.5	36.9	36.0	44.5	25.3	25.2	26.4	13.7	16.3	17.2	16.1	15.3	15.8
Mayıs-2018	12.1	14.3	12.6	34.9	45.3	54.4	23.8	32.4	33.4	16.5	50.7	16.1	13.2	14.4	13.2
Yıllık	16.3± 5.5 ^s	17.1± 6.4 ^s	15.1± 2.2 ^s	47.1± 13.5 ^p	50.8± 10.6 ^p	53.5± 12.4 ^p	25.9± 4.7 ^{qt}	28.3± 4.7 ^q	29.0± 5.6 ^q	18.9± 6.3 ^s	23.4± 13.3 ^{rt}	24.7± 22.9 ^{qt}	16.7± 6.2 ^s	15.9± 3.5 ^s	17.3± 6.9 ^s

pqrst: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).

Çizelge 3.29. Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen nikel konsantrasyonları (µg/kg).

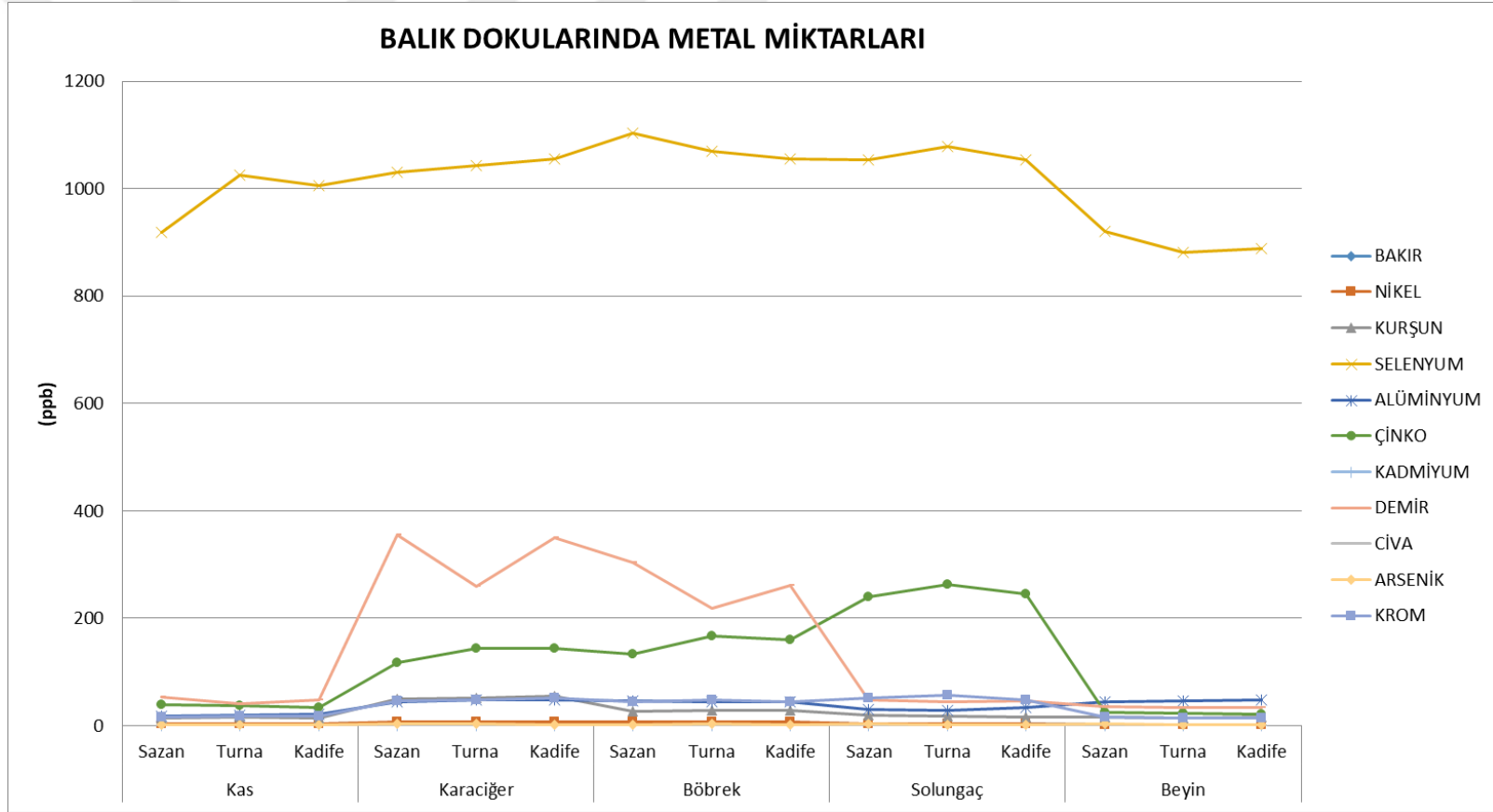
Ay	Kas			Karaciğer			Böbrek			Solungaç			Beyin		
	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife
Haziran-2017	3.5	3.6	3.1	6.6	6.6	6.4	6.1	6.2	6.3	3.6	3.8	3.9	2.3	2.5	2.7
Temmuz-2017	3.1	2.9	2.8	5.4	6.2	6.2	5.2	5.1	5.0	4.1	4.0	4.3	2.1	2.3	2.4
Ağustos-2017	4.2	4.0	4.4	7.6	7.8	7.9	7.2	6.4	6.5	3.4	3.2	3.2	1.9	1.8	2.0
Eylül-2017	3.9	3.9	4.0	6.9	6.2	6.3	7.2	6.1	6.2	2.5	2.6	2.7	1.7	1.6	1.8
Ekim-2017	4.2	4.1	4.0	7.1	8.1	8.0	6.9	6.8	7.1	4.1	3.2	3.6	2.1	3.1	2.9
Kasım-2017	4.2	4.1	4.9	5.3	5.7	6.2	5.9	6.0	6.7	3.1	3.2	3.5	1.2	1.4	1.6
Aralık-2017	3.5	3.7	3.9	4.7	4.9	5.2	6.2	6.4	6.9	4.1	4.1	4.0	2.1	2.3	2.6
Ocak-2018	2.4	2.5	3.3	4.7	4.9	5.5	4.0	3.7	4.1	3.3	3.4	5.6	2.1	3.1	2.2
Şubat-2018	2.3	1.2	1.7	3.9	4.8	4.5	4.1	3.9	3.8	2.8	2.6	2.9	1.9	2.3	2.1
Mart-2018	2.0	3.5	2.9	4.1	4.2	4.2	3.3	3.6	4.3	2.9	3.2	3.5	1.4	1.3	1.2
Nisan-2018	4.3	3.8	3.9	5.6	6.0	5.9	5.1	5.2	5.1	4.8	4.7	4.2	2.5	2.4	2.5
Mayıs-2018	2.6	2.4	2.1	5.2	5.2	5.4	5.4	6.3	5.4	3.4	3.1	3.0	2.1	2.3	2.5
Yıllık	3.4± 0.8 ^q	3.3± 0.9 ^q	3.4± 0.9 ^q	5.6± 1.2 ^p	5.9± 1.2 ^p	6.0± 1.2 ^p	5.5± 1.3 ^p	5.5± 1.1 ^p	5.6± 1.2 ^p	3.5± 0.7 ^q	3.4± 0.6 ^q	3.7± 0.8 ^q	1.9± 0.4 ^r	2.2± 0.6 ^r	2.2± 0.5 ^r

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).

Çizelge 3.30. Mogan Gölünden avlanan balık dokularında aylara göre ölçülen selenyum konsantrasyonları (µg/kg).

Ay	Kas			Karaciğer			Böbrek			Solungaç			Beyin		
	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife	Sazan	Turna	Kadife
Haziran-2017	923	1031	923	1116	965	1072	1170	1034	1130	1038	1128	1023	921	915	918
Temmuz-2017	917	1043	1017	944	1054	1044	1121	1022	1129	1023	1019	1021	921	926	816
Ağustos-2017	916	1023	1020	962	984	1063	1126	1028	1028	1020	1124	1121	929	949	820
Eylül-2017	817	1020	1019	1058	1058	1049	1028	1129	1026	1026	1027	1125	920	816	915
Ekim-2017	1019	1026	1028	1046	1053	1068	1130	1127	1029	1122	1115	1032	921	827	917
Kasım-2017	918	1017	1018	1050	1043	1050	1030	1026	1024	1021	1115	1026	910	815	918
Aralık-2017	922	1018	1020	1039	1148	1047	1126	1128	1025	1126	1021	1024	922	917	914
Ocak-2018	745	918	1019	937	1133	1038	1128	1028	1127	1119	933	943	916	923	827
Şubat-2018	906	937	1023	963	1084	1041	1033	1038	1017	1040	1031	1034	927	919	916
Mart-2018	1013	1019	1018	1044	1051	1067	1044	1025	1125	1024	1022	1122	921	926	823
Nisan-2018	919	1019	1022	1139	1039	1037	1132	1028	1029	1122	1020	1032	924	917	918
Mayıs-2018	818	1019	1020	1153	1060	1055	1044	1034	1028	1123	1026	1123	915	921	923
Yıllık	903± 78 ^p	1007± 38 ^p	1013± 28 ^p	1038± 74 ^p	1056± 52 ^p	1053± 12 ^p	1093± 52 ^p	1054± 45 ^p	1060± 50 ^p	1067± 49 ^p	1048± 59 ^p	1052± 57 ^p	921± 5.1 ^{pr}	898± 48 ^{qr}	886± 47 ^{qr}

pqr: Aynı satırda farklı harfleri taşıyanlar istatistiksel yönden önemlidir (P<0.05).



Şekil 3.19.Yıllık ortalamalara göre balık dokularındaki metal miktarları dağılımının şematik gösterimi.

4.TARTIŞMA

Suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri doğal ve antropojenik etkinliklerden etkilenir. Bu özellikler ayrıca su sisteminin derinliğine de bağlıdır (Karakoç ve ark.,2003). Mevcut çalışmada Mogan Gölü su sıcaklığı en düşük Şubat ayında 2,3°C ve en yüksek Ağustos ayında 25,8°C olarak ölçülmüştür. O dönemde meteorolojiden alınan hava sıcaklıkları ile karşılaştırıldığında su sıcaklığının hava sıcaklığıyla uyumlu olduğu görülmektedir. Numune alındığı gün ölçülen su pH'sı ise 8,6 ile 9,1 arasında alkali yapısıyla dikkat çekmiştir. Mogan Gölü'nde ölçülen bu değerler 2000-2004 yılları arasında mevsimsel olarak inceleme yapan Atıcı ve ark. (2010), ile 2009 yılında yine mevsimsel olarak numune alan Olgun ve Kocaemre (2011) tarafından ölçülen değerlerle uyumludur. Suyun yüksek pH değerlerinin çevreden göle dökülen atık sulardan kaynaklanabileceği, ayrıca bu türden dışarıya açık birçok gölün fazla değişkenlik göstermeksizin alkali olabileceği bildirilmiştir (Karakoç ve ark., 2003). Çözünmüş oksijen de gölün su kalitesini ve organik madde üretimini gösteren önemli bir limnolojik parametredir. Sucul organizmaların ve özellikle de balıkların yaşayabilmesi, özellikle sudaki çözünmüş oksijene bağlıdır (Filazi ve ark., 2016). Mevcut çalışmada sudaki çözünmüş oksijen oranı en düşük Ağustos ayında 7,7 mg/L ve en yüksek Şubat ayında 11,5 mg/L olarak ölçülmüştür. Bunun nedeni sıcaklık arttıkça sudaki çözünmüş oksijen oranında da buna paralel olarak düşme görülmesidir. Benzer sonuçlar diğer araştırmalarda da (Atıcı ve ark., 2010; Olgun ve Kocaemre, 2011) elde edilmiş ve göl suyunda ölçülen çözünmüş oksijenin yaz mevsiminde en düşük ama kış mevsiminde en yüksek olduğu bildirilmiştir. Çözünmüş oksijen oranı kışın sıcaklığın düşmesi ile oksijenin suda çözünürlüğünün artması arasındaki ilişkiden kaynaklanır. Tüm aylarda çözünmüş oksijen oranının suyun yüzeyinde balık yaşamını tehdit eden değerin altında olmadığı görülmektedir. Çünkü 5 mg/L'nin altındaki çözünmüş oksijen oranı balık yaşamını ciddi bir şekilde tehdit edebilir (Olgun ve Kocaemre, 2011).

Sıcaklık, en önemli ekolojik parametrelerden biridir. Sudaki organizmaların davranış özelliklerini, gaz ve tuzların çözünürlüğünü kontrol eder (Dixit ve Tiwari, 2008). Mogan gölünde elde edilen yüzey suyu sıcaklığında aylara göre hava

sıcaklığına bağlı olarak oldukça değişkenlik görülmüş, bununla beraber istasyonlar arasında anlamlı bir değişkenlik görülmemiştir. Suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerine yönelik olarak elde edilen değerler 2007-2008 yılları arasında meteorolojik koşulların Mogan Gölü su kalitesine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmaya benzerlik göstermektedir (Yenilmez ve ark., 2010).

Mevcut çalışmada analizi yapılan 11 elementten suda en yüksek konsantrasyonda Fe metale rastlandığı, ama Al ve Cd'a rastlanmadığı görülmektedir. Mogan gölünde Aralık 1991 ile Haziran 1992 ayları yapılan diğer bir çalışmada 6 su ve 17 sediment örneğinde (istasyon ve aylık ortalamalar verilmemiştir), su örneklerinde eser miktarda Mn, Cu ve Fe bulunduğu, Pb, Cd ve Zn düzeylerinin ise sırasıyla ortalama 190, 12 ve 4 µg/L olduğu, sediment örneklerindeki Fe, Pb, Mn, Cu, Zn ve Cd düzeylerinin de sırasıyla ortalama 770, 270, 121, 75, 49 ve 6 µg/kg olarak ölçüldüğü bildirilmiştir (Yavuz ve Filazi, 1995). Bununla beraber aynı gölde 2008 yılında yapılan bir çalışmada analizi yapılan 4 elementten suda en yüksek konsantrasyondaki metallerin azalan sırayla ilkbaharda Pb > Cr > Cd > Hg; yazın Pb > Cd > Cr > Hg; sonbaharda Pb > Cr > Cd > Hg ve kışın Pb > Cd > Cr > Hg olduğu bildirilmiştir. En yüksek konsantrasyonun kurşun (307 µg/L), en düşük konsantrasyonun ise Hg (1,0 µg/L) olduğu bildirilmiştir (Atıcı ve ark., 2009). Halbuki mevcut çalışmada metal konsantrasyonlarının her ay için en yoğunundan itibaren Fe > Cu > Cr > Zn > Pb > Ni > As > Se > Hg olarak belirlendiği görülmektedir. Böylece aradan geçen yaklaşık 10 yıl içinde belediyenin Mogan Gölü'nü içme suyu amacıyla kullanımı neticesinde gölde insanlara zarar verebilecek düzeylerdeki Cd'u tamamen ve Pb'u ise kısmen temizlediği anlaşılmaktadır.

Mart 2007'de Benzer ve ark. (2013), tarafından Mogan gölünde yapılan bir çalışmada, su, sediment ve balık (*Cyprinus carpio*) dokularında bazı metallerin (Al, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn ve V) ve metaloid (Si) konsantrasyonlarının ölçüldüğü, su örneklerinde sadece Al (0,13-2,33 µg/L), Fe (0,59-2,62 µg/L) ve Si (101-476 µg/L) bulunduğu, sediment örneklerinde Cr (22190 – 41310 µg/kg, Cu (9910 – 30190 µg/kg), Fe (3091-4007 mg/kg), Pb (460 – 1780 µg/kg) ve Zn (11270 – 18010 µg/kg) olduğu, Al'a rastlanmadığını bildirmiştir. Benzer ve ark. (2013), tarafından bulunan

sudaki metal konsantrasyonları mevcut çalışmada bulunan konsantrasyonlardan oldukça düşük olmasına rağmen, sediment sonuçları tersi olarak oldukça yüksektir. Aynı çalışmada sazan balıklarının kas, solungaç ve karaciğerlerinde ölçülen metal konsantrasyonları azalan sırayla sırasıyla $Si > Fe > Zn > Al > Pb > V > Cr > Mn$, $Zn > Fe > Si > Al > Mn > Pb > Cr > V$ ve $Fe > Zn > Al > Si > Pb > Mn > V > Cr > Cu$ olarak kaydedilmiş ve sıralama olarak mevcut çalışmayla uyumluluk göstermesine rağmen, konsantrasyon olarak oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Buna göre, gelecekte metal kirlenmesini önlemek için önlemler alınması gerektiği ifade edilmiştir. 10 yıl önce yapılmış bir çalışmayla mevcut çalışmada görülen metal konsantrasyonları açısından görülen bu farklılıklar belediyenin Mogan Gölünü içme suyu amacıyla kullanımı neticesinde gölde insanlara zarar verebilecek düzeylerdeki kirliliği kısmen temizlemesiyle açıklanabilir.

Olgun ve Kocaemre (2011) tarafından 2009'da Mogan Gölü'nde yapılan su ve sedimentlerdeki mevsimsel örneklemelerde suda Hg, Cd ve Pb'a rastlanmadığı, ama sedimentte 200 µg/kg Hg, 1000 µg/kg Cd ve 10000-25000 µg/kg Pb bulunduğu bildirilmiştir. Bulunan değerler su hariç mevcut çalışmada bulunan değerlerden oldukça yüksektir. Araştırmacılara göre sedimentte Hg bulunmasının nedeni olarak tekneler gösterilmiş ve kırmızı civa sülfürün vermilion ismiyle kırmızı boya olarak teknelerin su altındaki kısmının boyanarak su ortamındaki canlıların tekneye yapışmasını önlemek amacıyla kullanıldığı ifade edilmiştir. Ayrıca Hg içeren kayaların kırılması ve atık pillerin de Hg kirliliği açısından önem taşıdığı sanılmaktadır. Aynı çalışmada Cu ve Zn'un suda sırasıyla 1-2 ve 2070 µg/L arasında, sedimentte ise yine sırasıyla 15000-40000 ve 60000-100000 µg/kg arasında değiştiği, As ve Ni'in ise suda sırasıyla 50 ve <20000 µg/L, sedimentte ise sırasıyla yaklaşık 25000 ve 100000 µg/kg olduğu ve Ni'in göl tabanındaki dağılımının oldukça heterojen olduğunu, As'in ise tarım zararlılarına karşı kullanılan ilaçların yapımında, ayrıca renk açıcı olarak cam üretiminde ve koruyucu madde olarak deri endüstrisinde kullanıldığını ifade etmişlerdir. Bununla beraber ileri sürdükleri gerekçelerin bugün için ortadan kalkması nedeniyle mevcut çalışmada bu kadar yoğunlukta metal konsantrasyonuna rastlanmamıştır.

O dönemki adıyla T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Göller ve Sulak Alanlar Eylem Planı:2016-2018 ile ilgili bir raporda, 25-28 Ağustos 2014 tarihlerinde düzenlenen VI.Ulusal Limnoloji Sempozyumunda 2007-2010 tarihleri arasında Mogan Gölü'nde su, sediment, bentoz ve balık örnekleri toplanarak yapılan çalışmanın sonuçlarından Mogan Gölü'nde, tarımsal faaliyetlere bağlı olarak ilkbahar mevsiminde metal konsantrasyonlarında artış görüldüğü, ilkbaharda Cd, Fe, Mn ve Ni elementleri yüksek iken sonbaharda ise bor (B), Cr, Al, Zn metallerinin yüksek seviyede olduğu ve konsantrasyon miktarı bakımından Fe elementinin en yüksek konsantrasyona sahip olduğu ifade edilmiş, diğer yandan, gölde bulunan kadife balığının (*Tinca tinca*) kaslarında yüksek miktarda metal konsantrasyonlarının tespit edildiği ve bu nedenle gölde amatör balıkçılık yapılmasının durdurulması gerektiği ifade edilmiştir (Göller ve Sulak Alanlar Eylem Planı, 2017). Eylem planında adı geçen çalışmaya ulaşılamamış ve hangi tarihte yapıldığı ve hangi istasyonlardan örnekleme yapıldığı anlaşılamamıştır. Bununla beraber su, sediment ve balık dokularında bulunan konsantrasyonlar açısından değerlendirildiğinde en yüksek konsantrasyonun Fe olması dışında mevcut çalışmada bulunan sonuçlarla uyumlu olmadığı görülmektedir. Çünkü mevcut çalışmada örneklerdeki metal konsantrasyonlarının genellikle yazın yükseldiği ve kışın düştüğü görülmektedir. Bu durum hava sıcaklığı, göle düşen yağmur miktarı, resmi makamların yapmış olduğu göl temizliği ve daha birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Adı geçen çalışmanın ayrıntılarına ulaşamadığından sağlıklı bir değerlendirme yapma olanağı bulunamamıştır.

Bilgilerimize göre günümüze kadar Mogan Gölü'ndeki metal konsantrasyonlarına yönelik olarak yapılan başka bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla beraber başka göller ve diğer içsularda yapılan benzeri birçok çalışma bulunmaktadır. Örneğin Hazar Gölünde (Elazığ, Türkiye) yapılan bir çalışmada, 8 istasyondan alınan su ve sedimentlerde yapılan analizlerde, sudaki elementlerin azalan sırayla Na> Mg> K> Ca> Fe> Zn> Cu> Ni, sedimentteki elementlerin ise yine azalan sırayla Fe> Mg> Ca> Mn> Zn> Ni> Cr> Cu> Co olduğu, suda kobalta ve sedimentte kurşuna rastlanmadığı bildirilmiştir (Özmen ve ark. 2004). Meksika'daki bir barajın sedimentlerinde azalan sırayla Fe > Zn > Cr >Cu> Ni> Pb>

Cd bulunduğu gösterilmiştir (Avila-Perez ve ark., 1999). Karadede ve Ünlü (2000), Atatürk Barajında sudaki metal konsantrasyonlarını $\mu\text{g/L}$ olarak Cu için 25-220, Fe için $<\text{DL}-62$, Mn için 3,9-4,1; Ni için 11-15,4 ve Zn için 64-97 olarak bildirmiştir. Tanzania'nın Victoria Gölü Mwanza Körfezindeki sedimentlerde yapılan analizlerde $\mu\text{g/kg}$ olarak Cu için $26,1 \pm 4,8$ ve Zn için $45,4 \pm 13,1$ olarak bulunduğu rapor edilmiştir (Kishe ve Machiwa, 2003). Mevcut alışma ile diğerk çalışmalar değerkendirildiğinde metallerin kaynaklarının genellikle endüstriyel ve evsel atıklar olarak göze çarpmakta ve bazı durumlarda sucul ortamda bu tür atıkların metallerin seviyesine önemli ölçüde katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Talbot ve Chegwidde, 1983). Kentsel alanlara ve işletmelere yakın örnekleme istasyonlarından gelen sedimentlerde Fe, Se, Cu ve Zn konsantrasyonunun yüksek olması kentsel etkinliklerin gölün kirlenmesine neden olduğu sanılmaktadır.

Hindistan'ın Shahpura gölünde yapılan bir çalışmada 2004 yılının Mayıs ayından Ekim ayına kadar her ay 4 farklı istasyondan alınan su örneklerinde Cu, Pb, Cd ve Cr yönünden yapılan analizlerde, Cu, Pb ve Cr'un maksimum konsantrasyonlarının (Cu için 1400; Pb için 2900 ve Cr için 200 $\mu\text{g/L}$) Mayıs ayında antropojenik etkinliğin en fazla olduğu istasyonlarda görüldüğü, halbuki antropojenik etkinliğin çok az olduğu istasyonlarda minimum konsantrasyonların Cu için (160 $\mu\text{g/L}$) Haziran ayında, Pb için (100 $\mu\text{g/L}$) Eylül ayında ve Cr için ($<\text{DL}$) Ekim ayında ölçüldüğü bildirilmiştir. Hatta antropojenik etkinliğin çok az olduğu bazı istasyonlarda tüm aylarda Cr tespit edilmediği gösterilmiştir (Dixit ve Tiwari, 2008). Aynı alışmada Cd için maksimum konsantrasyon (110 $\mu\text{g/L}$) Temmuz ayında yine antropojenik etkinliğin en yüksek olduğu istasyonda ölçülmüş, bununla beraber diğerk istasyonlarda ölçülemediği belirtilmiştir. Ancak Ağustos ayında oldukça düşen Cd konsantrasyonunun Eylül ve Ekim aylarında yeniden yükselmesini, o bölgede Eylül ayında yapılan ve bir tür dini festival olan "idol" boyama etkinliğinde kullanılan boyaların göl suyuna karışmasıyla açıklamaktadırlar. Yazarlar, metallerin göl suyunun yüksek oranda buharlaştığı en sıcak dönemlerde daha yüksek oranlarda bulunabileceğini ve aşırı sağanak yağmurlar yağmaya başladıktan sonra konsantrasyonlarının düşeceğini kaydetmişlerdir (Dixit ve Tiwari, 2008).

Hindistan'ın Upper gölünde yapılan başka bir çalışmada 3 mevsim (yaz, sonbahar ve kış) 5 farklı istasyondan alınan su örneklerinde metallerin ortalama su konsantrasyonlarının azalan düzeyde $\mu\text{g/L}$ olarak $\text{Zn (294)} > \text{Ni(170)} > \text{Cr(91)} > \text{Pb(31)} > \text{Cu (12.1)} > \text{Cd(9.7)} > \text{Hg (1)}$ olduğu ve su içeriğindeki en yüksek konsantrasyonda bulunan metalin Zn, en düşüğünün ise Hg olduğu bildirilmiştir (Malik ve ark., 2010). Benzer bir sonuç yine Hindistan'ın Hindon ırmağı (Jain ve Sharma, 2001) ve Ganj ırmağı (Sarkar ve ark., 2007) için de bildirilmiştir. Benzer şekilde bu yazarlar da sudaki metal konsantrasyonlarının yaz mevsiminde en yüksek ve "seyreltme etkisi" nedeniyle sağanak yağmurların başlamasıyla daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bununla beraber yine Hindistan'ın Gomti ırmağından 3 mevsim (yaz, sonbahar ve kış) toplanan su ve sediment örneklerinde Cd, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn yönünden yapılan analizlerde en yüksek metal konsantrasyonuna sağanak yağmurların en fazla olduğu dönemde rastlandığı, en yüksek konsantrasyona sahip metalin Zn (su-91 $\mu\text{g/L}$ ve sedimentlerde- 182130 $\mu\text{g/kg}$), en düşüğününse Cd olduğu (suda 1 $\mu\text{g/L}$ ve sedimentte 17260 $\mu\text{g/kg}$) olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar bunu yağmur sularının tarımsal alanlar ile endüstriyel alanlardan herhangi bir ön işlemeye tabi tutulmadan atıkları doğrudan nehir sularına ulaştırmasına bağlamışlardır (Gaur ve ark., 2005). Halbuki mevcut çalışmada Mogan gölünde seyrelme etkisine rastlandığı ve ilkbaharda yağın yağmurların bu konsantrasyonu düşürdüğü, yazın ise atık miktarının artması ve suyun buharlaşması nedeniyle metal konsantrasyonlarında artış olduğu görülmektedir.

Su yataklarındaki dip çamuru olarak da adlandırılan sediment, birçok canlı için beslenme, barınma ve yumurtlama alanı olarak değerlendirilir (Pulatsü ve Topçu, 2015). Bununla beraber metalleri ve diğer toksik maddeleri de biriktirebileceği ve sucul ekosisteme dökülen metallerin genellikle partiküllere bağlanıp dip taraflara çökeceği ve böylece sedimentte toplanacağı ifade edilmektedir (Al-Ani ve ark., 2014; Bagheri ve ark., 2011). Yapılan çalışmada sedimentte ölçülen Fe konsantrasyonlarının tüm aylarda oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Fe, genellikle yer kabuğunda bulunan en yaygın elementlerden biridir ve bu nedenle tüm rezervuarlarda en bol bulunma olasılığı olan bir metaldir (Usero ve ark., 2004). Benzeri olarak Dicle ırmağının Bağdat şehrinden geçen kolunda 4 farklı istasyondan

alınan su ve sediment örneklerinde yapılan analizlerde suda en fazla Fe'e rastlandığı, Mn ve Zn'un düşük olduğu, Pd, Cd, Co ve Cu'a rastlanmadığı, sedimentlerde ise yine azalan sırayla Fe> Mn> Zn> Cu> Co bulunduğu bildirilmiştir. Buna göre Dicle ırmağında Fe, Mn ve Zn konsantrasyonlarının en fazla olduğu diğerlerinin ise oldukça düşük veya hiç bulunmadığı gösterilmiştir (Al-Ani ve ark., 2014). Yazarlara göre Bağdat'taki Dicle ırmağının suyundaki metallerin su sıcaklığı artıka konsantrasyonlarının arttığı, ama yağmurlar başladıktan sonra seyreltiği, çinkonun çoğu kez sedimentlerde kaldığı ve suda yağışlarla beraber azaldığını ifade etmişlerdir.

Yukarıda özetlenen literatür verilerinden görüldüğü gibi neredeyse birçok çalışmada Fe birikiminin en fazla olduğu, olumsuz etkilere neden olabilecek metallerin de evsel, endüstriyel veya atmosferik birikimle içsulara biriktiği ve bu nedenle, göl sularının düzenli olarak kontrol edilmesi ve özellikle gölün ekosistemindeki deşarjlar, atıklar ve kirleticilerin uzun süreli etkilerinin düzenli olarak gözden geçirilmesi gerektiği belirtilmelidir. Mevcut çalışmada sudaki metal konsantrasyonları yönünden en kirlili istasyonun lokanta ve çay bahçelerinin bulunduğu ve atıklarını boşalttığı bölgeden (B istasyonu) temin edilmesi, üstelik en yoğun metal kirliliğine sıcak aylarda rastlanması, Mogan Gölü'nün en çok insan etkinliklerinden kirlendiğini göstermektedir. Bununla beraber sedimentlerdeki metal konsantrasyonları yönünden değerlendirme yapıldığında yerleşim yeri olarak seçilen C istasyonunda en yoğun olarak Al ve Cr, lokanta ve çay bahçelerinin deşarj noktası B istasyonunda As, Zn, Cu, Fe, Cd, Pb ve Se'un Çölova deresinin döküldüğü yer olan A istasyonunda, Ni'in ise Sukesen deresinin döküldüğü yer olan D istasyonunda daha yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu ve ay olarak daha çok yine havaların sıcak olduğu dönemlerde (Al, Fe ve Se hariç) konsantrasyonlarının arttığı görülmüştür.

Balık dokularında elde edilen sonuçlar, Mısır'da Kızıl Denizin 3 farklı bölgesinden toplanan bentik (deniz zemininde yaşayan) ve pelajik (zemine bağlı olmaksızın suda aktif olarak hareket edebilen) balıkların karaciğer, solungaç ve kaslarında Cu, Zn, Pb, Cd, Fe ve Mn yönünden yapılan analizlerde de görülmektedir.

Metal seviyelerinin balık türleri ve organlar arasında önemli ölçüde değiştiği, beklendiği gibi, kasların metalleri daha az biriktirdiği gösterilmiştir. Balıkların çoğunda karaciğerin Cu, Zn ve Fe birikimi için hedef organ olduğu, ancak Pb ve Mn için solungaçların daha çok tercih edildiği bildirilmiştir. Aynı türden balıklar bile metal birikimi açısından farklılıklar göstermiş ve bu farklılıkların yaş, coğrafi dağılım ve türlerin spesifik özelliklerine bağlı olabileceği belirtilmiştir (El-Moselhy ve ark., 2014). Mevcut çalışmada seçilen balıkların dip balıkları olduğu, bu nedenle aralarında fark olmadığı ve böylece Kızıl Deniz’de pelajik balıklardan elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır.

İki ayrı balık türünün metal düzeylerini göstermek amacıyla yapılan yapılan başka bir çalışmada (Malik ve ark., 2010), metallerin değişen düzeylerde biyobirikime uğradığı ve bu farklılığın Hindistan’ın Upper gölünden avlanan *Labeo rohita* (sazangillerden rohu balığı) ve *Ctenopharyngodon idella* (Ot sazanı) balıklarının farklı dokularında açıkça ayırt edilebildiği bildirilmiştir. *L. rohita*’da metal konsantrasyonları Pb için 210-1170 µg/kg, Cd için 210-977 µg/kg, Zn için 182-1290 µg/kg, Ni için 100-1630 µg/kg, Cu için 80-1310 µg/kg, Cr için 10-1220 µg/kg, Hg için 20-1030 µg/kg arasında değişirken, *C. idella* için bu değerler µg/kg olarak sırasıyla 800-1770, 110-830, 800-3170, 350-1440, 190-1640, 250-1010 ve 10-310 olarak kaydedilmiştir. Mevcut çalışmada diğer dokulara kıyasla balıkların karaciğer ve böbreklerinde en fazla Al, Cu, Cr, Pb ve Ni’nin birikim gösterdiği ayrıca Al’un beyin dokusunda ve Cr’un solungaçlara da aynı şekilde geçtiği görülmektedir. Bununla beraber Zn diğer dokulardan daha çok solungaçlarda birikmektedir. Kas dokuda en az biriken metaller Al, Cr ve Pb, beyin dokusunda en az biriken metaller ise Cu, Zn, Fe, Ni ve Se olmuştur. Dikkat çeken diğer bulgu sazanın solungaçlarındaki Pb konsantrasyonları hariç (diğer balık türlerinden daha düşük bulunmuştur) balık türleri arasında fark olmamasıdır. Hg ve As ise dokulara dağılım yönünden homojenlik göstermişlerdir. Se ise beyin dokusuna daha az dağılım göstermesi dışında civa ve arsenikte olduğu gibi diğer dokulara neredeyse homojen bir şekilde dağılmıştır. Hindistan’ın Upper Gölünden avlanan balıklarda en yüksek Pb birikimi *C. idella*’da solungaçta *L. rohita*’da ise mevcut çalışmaya benzer şekilde karaciğerde, en yüksek Cd birikimi her iki tür için solungaçlarda (mevcut çalışmada

Cd tespit edilememiştir), en yüksek Cr birikimi mevcut çalışmaya benzer şekilde böbreklerde, en yüksek Hg konsantrasyonu ise solungaç ve kaslarda, en yüksek Zn konsantrasyonu karaciğer ve böbreklerde, en yüksek Ni ve Cu konsantrasyonları mevcut çalışmaya benzer şekilde karaciğerde görüldüğü kaydedilmiştir. Coetzee ve ark (2002) ise *Clarias gariepinus* (Karabalık) ve *Labeo umbratus* (Moggel balığı)'ta solungaçların yüksek oranda Pb biriktirici organlar olarak görüldüğünü ileri sürmüşlerdir. Cd ve Cr için benzeri bir sonuç Demirak ve ark. (2006) tarafından, İpsiz ırmağında (Muğla, Yatağan) yapılan çalışmada *Leuciscus cephalus* (Akbalık) solungaçlarında da bildirilmiştir. Bununla beraber Canlı ve Kalay (1998) Seyhan ırmağından topladıkları *Chondrostoma regium* (Kababurun balığı) balıklarında da Pb için en yüksek konsantrasyon karaciğerde belirlenmiştir. Bununla beraber Cd konsantrasyonunun Wong ve ark. (2001), tarafından yapılan 3 tür deniz balığında ise en yüksek karaciğerde tespit edildiği bildirilmiştir. Mevcut çalışmada Hg balık dokularında oldukça düşük konsantrasyonlarda rastlanmıştır ve bilindiği gibi beyin dokusuna ilgi duyar. Bununla beraber düşük sıklıkta rastlanması nedeniyle mevcut sonuçlara göre dokular arasında homojen bir şekilde dağıldığı görülmektedir. Olası insan kanserojeni olarak da değerlendirilen Hg kaynakları arasında balıklar önemli bir yer tutarlar (Sivaperumal ve ark., 2007). Zn ise hem hayvanlar hem de insanlar için esansiyel bir mineraldir. Ayrıca Cd ve Pb toksisitesine karşı koruyucu bir etki gösterir (Malik ve ark., 2010). Zn konsantrasyonunun mevcut çalışmada en çok solungaçlarda birikmesine rağmen, bazı çalışmalarda en yüksek kas dokuda (Yang ve ark., 2007) ve diğer dokulara göre en az solungaçlarda (Ayejuyo ve ark., 2003; Malik ve ark., 2010) görülmesi balık türündeki farklılıktan kaynaklanabilmektedir. Mevcut çalışmada Zn için bulunan sonuçlar Coetzee ve ark. (2002), tarafından yapılan çalışmayla uyumludur. Ni ve Cu açısından mevcut çalışmada karaciğerde görülen konsantrasyon Malik ve ark. (2010), Dallinger ve Kautzky (1985) ile Coetzee ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmalara benzerlik göstermiştir. Bununla beraber Canlı ve Kalay (1998) solungaçların da karaciğerle aynı düzeyde Ni'e maruz kaldığını ifade etmişlerdir.

Metal konsantrasyonları diğer araştırmacıların da gösterdiği gibi, türler arasındaki farklı ekolojik ihtiyaçlar, metabolik aktiviteler ve beslenme alışkanlıkları

nedeniyle önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Metallerin çoğunun karaciğer, böbrek ve solungaçlarda, diğer organlara göre daha yüksek seviyelerde biriktiği, çünkü karaciğerin hem birikme hem de detoksifikasyon için, böbreklerin atılmada birincil organlar olduğu ayrıca solungaçların depo organı olarak işlev gördüğü anlaşılmaktadır (Nsikak ve ark., 2007; Yılmaz, 2005). Metal konsantrasyonları solungaç, karaciğer ve böbrek ile karşılaştırıldığında kas ve beyinde daha düşüktür. Bu araştırmada, metallerin birikiminin dokudan dokuya ve metalden metale farklı olduğu görülmüştür. Birikimdeki bu farklılık, dokunun metalin bulunduğu ortama yakınlığı, dokunun fizyolojik durumu, metallere afinitesi olan ligandların varlığı ve/veya detoksifikasyon işlemindeki dokunun rolü ile ilişkilendirilebilir. Analiz edilen çeşitli dokuların zehire yakınlığı açısından bakıldığında, solungaçların ortamlarla doğrudan temas halinde olduğu, oysa karaciğer, böbrekler ve kasların bunları ancak kanla biriktirebileceği görülmektedir. Bu çalışmada ve diğer araştırma sonuçlarında da gösterildiği gibi birikim için başlıca alan olarak etkiyen solungaçlar için temel nedenlerden biri dıştaki pozisyonu ve ortama yakınlığı, solungaçların çok dallı yapısı ve sonuçta oluşan yüksek yüzey alanına sahip olmaları, solungaç yüzeyinden geçen büyük hacimdeki su ve yüksek damarlı fizyolojik durumu ve yüzey alanıyla karşılaştırıldığında nispeten küçük biyokütleyle sahip olmaları solungaçları metal birikimi için ana yer yapar. Ayrıca genellikle balık kafalarının atılması ve dolayısıyla beynin yenmemesi ama kasların gıda olarak tüketilen balığın en önemli bölgesi olduğu gözönüne alındığında önemli olduğu göz önüne alınmalıdır. Bununla beraber karaciğer ve böbrekler, ortam ile doğrudan temas etmese de birikim özellikleri az veya çok solungaçlarla aynı özellikleri izler. Böbreklerin genellikle metallerin birikiminde miktar olarak solungaçlardan sonra geldiği bildirilmiştir (Jithesh ve Radhakrishnan, 2017). Bu organlarda metallerin artan varlığının nedenlerinden biri, kanın vücuttaki diğer kısımlardan getirdiği metalleri biriktirmesi ve metalleri toksik etkilerine karşı onları bağlayarak önemli bir rol oynadığına inanılan metal bağlayıcı protein, metalotiyonein üretiminin indüklemeye kapasiteleri olduğu belirtilmiştir (Bhattacharya ve ark., 1985). Ayrıca, solungaç ve karaciğer, böbrek ile birlikte, metalotiyonein üretimi ve metallerin tutulduğu ana bölgelerdir. Bu, solungaçlarda, böbreklerde ve karaciğerdeki metallerin varlığının artmasının bir başka ana nedeni olabilir. Ek olarak, tüm bu dokular metal bağlayan -SH gruplarınca zengindir ve bu

nedenle metal iyonlarının bu organlarla kompleks oluşturması şaşırtıcı olmamalıdır(Rema ve Philip, 1997).

Bu çalışmada incelenen tüm dokular arasında kas ve beyin en düşük metal seviyesine sahipti. Bu bulgu diğerk araştırmaların raporlarını doğrulamaktadır. Tüm bu gözlemlerin ışığında ve ayrıca, bu çalışmanın sonuçlarından, balık kasında bulunan metal kalıntılarının, ortam suyundaki konsantrasyonlarla tam olarak ilişkili olmadığı sonucuna varılabilir. Kaslardaki metallerin düşük olarak birikmelerinin değışik nedenleri olabilir. Her şeyden önce, kas su ortamı ile doğrudan temas etmez. Bir başka olası neden, kasın en değerkli yenilebilir doku olmasına rağmen, detoksifikasyon için aktif bir alan olmaması ve bu nedenle metallerin diğerk dokulardan kaslara taşınmaması (karaciğerk ve böbrek durumunda olduğu gibi) olabilir (Jithesh ve Radhakrishnan, 2017).

Su kirliliğeri kontrol yönetmeliğindeki (Anon, 2004) değerkler gözönüne alındığında Mogan Gl suyu aylık pH değerklerine göre III. Sınıf, znmş oksijen değerklerine göre I.Sınıf, Al, Cd, As, Zn ve Se değerklerine göre I.Sınıf, Cu, Fe, Cr, Pb değerklerine göre IV.Sınıf, Ni değerklerine (Mayıs ve Kasım aylarında I.Sınıf) göre II.Sınıf, Hg değerklerine göre değışmekle beraber bazen III. Sınıf ve bazen IV.Sınıfa dahil olduğu, bununla beraber Hg lm limitinin 0.6 g/L olması nedeniyle sağlıklı bir değerklendirme yapılamadığı da belirtilmelidir.

Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinde ise sadece Pb, Cd ve Hg için maksimum kalıntı limiti verilmiştir (yaş ağırlık esasına göre Pb için 300 g/kg, Cd için 50 g/kg, Hg için sazan ve kadifede 500 g/kg ve turnada 1000 g/kg) (Anon, 2011). Buna göre göre Mogan Gölü'nden avlanan balıklarda bulunan Pb, Cd ve Hg yönünden sorun olmadığı görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Suda yapılan analiz sonuçları değerlendirildiğinde metaller yönünden en kirli istasyonun Mogan Parkı olarak kullanılan alanda lokanta ve çay bahçelerinin bulunduğu bölge olan B istasyonun olduğu görülmektedir. Bununla beraber özellikle gölü besleyen derelerin en büyük kaynağı olan Çölova (A istasyonu) ve Sukesen (D) Derelerinin göle döküldüğü bölgelerde diğer istasyonlara göre nispeten daha düşük düzeylerde kirlilik görülmesi, özellikle geçmiş yıllarda bu derelerin ıslah edilmesinden kaynaklandığı görülmektedir. B istasyonunda görülen yüksek kirliliğin burada faaliyet gösteren işyerlerinin atıklarından veya buraya gelen ziyaretçilerin atıklarından kaynaklandığı sanılmaktadır. Özellikle havaların sıcak olduğu aylarda buraya gelen ziyaretçilerin piknik yapmaları veya lokanta veya restoranların böyle günlerde yoğun bir iş yüküne maruz kalmaları neticesinde kirliliğin boyutlarının arttığı düşünülmektedir. Ayrıca hemen hemen tüm metal yüklerinin (Al, Cd, Hg hariç) Ağustos ayında en fazla görülmesi de bu durumu destekler niteliktedir. Özellikle yazın metal yüklerinde görülen artışın diğer bir nedeni hava sıcaklığındaki yükselmenin suyu buharlaştırması ve böylece metallerin daha yoğun bir şekilde görülmesinden ileri geldiği düşünülebilir.

Yüzey sedimentlerinde yapılan analiz sonuçları değerlendirildiğinde en yoğun olarak Al ve Cr'un yerleşim yeri olarak seçilen C istasyonunda, As ve Zn'un Mogan Park alanı olarak seçilen B istasyonunda, Cu, Fe, Cd, Pb ve Se'un Çölova deresinin döküldüğü yer olan A istasyonunda, Ni'in ise Sukesen deresinin döküldüğü yer olan D istasyonunda daha yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu ve ay olarak daha çok yine havaların sıcak olduğu dönemlerde (Al, Fe ve Se hariç) konsantrasyonlarının arttığı görülmüştür. Hem suda hem de sedimentte en yüksek konsantrasyona sahip metalin Fe olduğu ve bunları azalan suda $Fe > Cu > Cr > Zn > Pb > Ni > As > Se > Hg$ ve sedimentte $Fe > Zn > Cu > Ni > Se > Pb > Cr > As > Al > Cd > Hg$ olduğu görülmektedir.

Kadmiyum konsantrasyonları yalnız Mart ayında avlanan kadife balığının karaciğer, böbrek, solungaç ve beyinde sırasıyla 1.3, 3.3, 1.2 ve 1.5 µg/kg düzeyinde rastlanmış, bunun dışında hiçbir balıkta rastlanmamıştır. Balık kas dokuları gözönüne alındığında en yoğun kalıntısına rastlanan metalin Se olduğu görülmüştür. Balık dokularında en yoğun kalıntısına rastlanan metaller azalan sırayla Se> Fe> Zn> Cr> Al> Pb> Cu> Ni> As> Hg> Cd şeklinde olmuştur.

Balık dokularında yapılan analiz sonuçları değerlendirildiğinde diğer dokulara göre karaciğer ve böbreklerde en fazla Al, Cu, Cr, Pb ve Ni'in dağılım gösterdiği, ayrıca Al'un beyin dokusuna ve Cr'un solungaçlarda da biriktiği görülmektedir. Zn diğer dokulardan daha çok solungaçlarda birikmektedir. Kas dokuda en az biriken metaller Al, Cr ve Pb, beyin dokusunda en az biriken metaller ise Cu, Zn, Fe, Ni ve Se olmuştur. Dikkat çeken diğer bulgu sazanın solungaçlarındaki Pb konsantrasyonları hariç (diğer balık türlerinden daha düşük bulunmuştur) balık türleri arasında fark olmamasıdır. Hg ve As ise dokulara dağılım yönünden homojenlik göstermişlerdir. Se ise beyin dokusuna daha az dağılım göstermesi dışında Hg ve As için bulunan sonuçlara benzer şekilde diğer dokulara neredeyse homojen bir dağılım göstermiştir.

Fiziko-kimyasal parametreler üzerinde yapılan değerlendirmede bunların balık kültürü için uygun oldukları görülmüştür. Balıkların farklı dokularında metal konsantrasyonları balık tüketimi için önerilen yasal değerler içerisinde ve bu nedenle balıkların bu türlerinin tüketilmesi insan sağlığına yönelik bir olumsuzluğa neden olmayacaktır. Bununla birlikte, balık dokularında olumsuzluğa neden olabilecek metal birikimi olduğu ve önleyici tedbirlerin alınmaması durumunda durumun daha da kötüleşebileceği açıktır.

Analizi yapılan tüm metallerde mevsimsel değişimler belirgindir. Metallerin çoğu, sudaki izin verilen sınırların altında olsa da insanlar, sucul flora ve fauna için zehirli olabilmektedir. Bu nedenle, su kalitesinin periyodik olarak izlenmesi, su

kütlesinin yüzey suyunun durumunu değerlendirmek için gereklidir ve göl çevresindeki antropojenik aktiviteyi kontrol etmek için acil adımlar atılmalıdır. Bu etki gölün metal kirliliğinden korunmasına yardımcı olacaktır.

Mogan Gölü, Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi sınırında olup aynı zamanda Türkiye’de Ramsar’a aday gösterilen önemli kuş alanlarından biridir. Mogan Gölü’ne, Kesikköprü Baraj Gölü’nden yıllık yaklaşık 4.5 milyon m³ su verilmektedir. İlk su takviyesine 2010 yılında başlanmış olup sadece kurak dönemlerde su verilmektedir. 2014 yılında ise su takviyesi 9 Temmuz – 20 Eylül 2014 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle metal konsantrasyonlarının sürekli izlenmesi önem taşımaktadır.

ÖZET

Mogan Gölü Su, Sediment ve Balık örneklerinde Aylık Periyotlarla Bazı Metal Düzeylerinin Araştırılması

Tatlı su sistemlerindeki metal kalıntılarının mevsim koşullarına göre belirlenmesi, çevre sağlığının değerlendirilmesinde önemli kanıtlar sağlar. Bu çalışmada Mogan Gölü'ndeki su, sediment ve 3 farklı balık türünün dokularında alüminyum (Al), arsenik (As), bakır (Cu), civa (Hg), çinko (Zn), demir (Fe), kadmiyum (Cd), krom (Cr), kurşun (Pb), nikel (Ni) ve selenyum (Se) konsantrasyonlarının aylık değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Mogan gölünden, gölü besleyen dereler ve yerleşim yerleri göz önüne alınarak 5 farklı istasyon seçildi. Bu istasyonlardan bir yıl boyunca her ay su ve sediment örnekleri alındı. Sıcaklığı, elektrik iletkenliği ve çözünmüş oksijen içeriği ölçüldü. Her ay avlanan balıklardan (*Cyprinus carpio*, *Esox lucius*, *Tinca tinca*) kas, karaciğer, böbrek, solungaç ve beyin dokuları alındı. 60 sediment, 60 su, 36 solungaç, 36 kas, 36 karaciğer, 36 böbrek ve 36 beyin dokusunda 11 element analizi ICP-OES ile analiz edildi. Su, sediment ve balık dokularında en yoğun rastlanan metaller azalan sırayla suda Fe> Cu> Cr> Zn> Pb> Ni> As> Se> Hg, sedimentte Fe> Zn> Cu> Ni> Se> Pb> Cr> As> Al> Cd> Hg ve balık dokularında Se> Fe> Zn> Cr> Al> Pb> Cu> Ni> As> Hg> Cd olmuştur. Balık türleri arasında fark görülmedi. Göl suyundaki tüm metallerin en yüksek konsantrasyonda görüldüğü en kirli istasyon, özellikle havaların sıcak olduğu Ağustos ayında, lokanta ve çay bahçelerinin atıklarının döküldüğü bölge oldu. Sedimentlerde havanın en sıcak olduğu aylarda yerleşim yerinin yakınındaki bölgede en çok Al ve Cr, lokanta ve çay bahçelerinin atıklarının döküldüğü bölgede en çok As ve Zn, gölü besleyen Çölova deresinin döküldüğü yerde en çok Cu, Fe, Cd, Pb ve Se, Sukesen deresinin döküldüğü bölgede ise en çok Ni tespit edildi. Cd konsantrasyonu Mart ayında avlanan bir balıkta görülmesine rağmen diğer balıklarda ve aylarda tespit edilmedi. Balık dokularındaki analiz sonuçlarına göre diğer dokulara göre karaciğer ve böbreklerde en fazla Al, Cu, Cr, Pb ve Ni'in biriktiği, ayrıca Al'un beyin dokusuna ve Cr'un solungaçlarda da biriktiği görüldü. Zn diğer dokulardan daha çok solungaçlarda birikti. Kas dokuda en az biriken metaller Al, Cr ve Pb, beyin dokusunda en az biriken metaller ise Cu, Zn, Fe, Ni ve Se oldu. Hg ve As ise dokulara dağılım yönünden homojenlik göstermişlerdir. Se ise beyin dokusuna daha az dağılım göstermesi dışında Hg ve As için bulunan sonuçlara benzer şekilde diğer dokulara neredeyse homojen bir dağılım gösterdi. Böylece Mogan Gölü'nde olumsuz etkilere neden olan metallerin daha çok antropojenik etkinlikler nedeniyle su, sediment ve balıklarda biriktiği sonucuna varıldı. Gölün düzenli olarak kontrol edilmesi ve özellikle göl ekosistemindeki deşarjlar ve kirleticilerin uzun süreli etkilerinin düzenli olarak gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler: Aylık değişim, Balık, Metal, Sediment, Su

SUMMARY

Investigation of Some Metals Levels in Mogan Lake Water, Sediment and Fish Samples by Monthly Periods

The determination of trace metals in fresh water systems according to seasonal conditions, provides important evidence in the assessment of environmental health. In this study, it was aimed to determine the monthly changes of aluminium (Al) arsenic (As), copper (Cu), mercury (Hg) zinc (Zn), iron (Fe), cadmium (Cd) chromium (Cr), lead (Pb), nickel (Ni) and selenium (Se) at Lake Mogan's water, sediment and 3 different fish species. 5 different stations were selected from Mogan Lake, considering the streams and settlements feeding the lake. Water and sediment samples were taken from these stations every month for one year. Water temperature, electrical conductivity and dissolved oxygen content were measured. Muscle, liver, kidney, gill and brain tissues were collected from fish that were hunted every month (*Cyprinus carpio*, *Esox lucius*, *Tinca tinca*). The analysis of 11 elements in 60 sediments, 60 water, 36 gills, 36 muscles, 36 liver, 36 kidneys and 36 brain tissues were analyzed by ICP-OES. With diminishing order, the most intense metals in water, sediment and fish tissues are; Fe> Cu> Cr>Zn> Pb>Ni> As> Se> Hg in water, Fe>Zn> Cu>Ni> Se> Pb> Cr> As> Al>Cd> Hg in sediments and Se> Fe>Zn> Cr> Al> Pb> Cu>Ni> As> Hg>Cd in fish tissues. There was no difference between fish species. The most polluted station where all the metals in the lake water were seen at the highest concentration was the area where the wastes of restaurants and tea gardens were dumped, especially in August when the weather was highest temperature. For case of sediment, in the hottest months was found the highest value of Al and Cr in the region near the settlement, As and Zn in the the wastes of restaurants and tea gardens, Cu, Fe, Cd, Pb and Se in the region of Çölova creek feeding, Ni in the region of Sukesen creek feeding. Cd concentration was observed in a fish caught in March but not in other fish and months. According to the results of analysis of fish tissues, the highest value of Al, Cu, Cr, Pb and Ni have been accumulated in the liver and kidneys. In addition, Al in the brain tissue and Cr in the gills have been accumulated. Zn was accumulated in gills more than other tissues. The least accumulated metals in muscle tissue were Al, Cr and Pb, while in the brain they were Cu, Zn, Fe, Ni and Se. Hg and As were distributed in all tissues homogeneity. Se showed an almost homogeneous distribution to the other tissues, similar to the results found for Hg and As, except that it was less distributed to the brain tissue. Thus, it is concluded that the metals that cause negative effects in Mogan Lake accumulate in water, sediment and fish due to anthropogenic activities. It is necessary to regularly check the lake and regularly monitoring the long-term effects of discharges and pollutants in the lake ecosystem.

Keywords: Fish, Metal, Monthly Change, Sediment, Water

KAYNAKLAR

- ABBRUZZİNİ TF, ANDRADE DA, CARNEİRO WJO, SİLVA CA (2014). Influence of digestion methods on the recovery of iron, zinc, nickel, chromium, cadmium and lead contents in 11 organic residues. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **38**: 166-176.
- ADEI E, AKOTO O, DARKO G, ESHUN B (2014). Concentrations and health risk assessments of heavy metals in fish from the fosu lagoon. *International Journal of Environment Research*, **8**: 403-410.
- AL-ANI T, AL-ANSARI N, DAWOOD AH, SIERGIEIEV D, KNUTSSON S (2014). Trace Metals in water and Sediments of the Tigris River, Baghdad City, Iraq. *Journal of Environmental Hydrology*, **22**: 1-17.
- ALTINDAĞ A, YİĞİT S (2005). Assessment of Heavy Metal Concentrations in the Food Web of Lake Beyşehir, Turkey. *Chemosphere*, **60**: 552-556.
- ANON (2004). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete. (Değişik:RG-13/2/2008-26786).
- ANON (2009). Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği, 10.10.2009 tarih ve 27372 sayılı Resmi Gazete.
- ANON (2011). Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. 29.12.2011 tarih ve 28157 sayılı (3.Mükerrer) Resmi Gazete.
- ANON (2017). Gölbaşı. Erişim adresi: <http://tvk.csb.gov.tr/golbasi-i-394>, Erişim tarihi: 9.12.2018.
- APHA (2005) American Public Health Association, Standard Methods for the Examination of Waste and Wastewater, 21 th. Ed., Washington DC. 20005, Washington, p.1134.
- ARSLAN N, KOÇ B, ÇİÇEK A (2010). Metal Contents in Water Sediment and Oligochaeta-Chironomidae of Lake Uluabat a Ramsar Site of Turkey. *The Scientific World Journal*, **10**: 1269-1281.
- ATICI T, OBALI O, ALTINDAG A, AHISKA S, AYDIN D (2010). The accumulation of heavy metals (Cd, Pb, Hg, Cr) and their state in phytoplanktonic algae and zooplanktonic organisms in Beyşehir Lake and Mogan Lake, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, **9**: 475-487.
- AKIN M, AKIN G (2007). Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları Ve Su Kirliliği. *Ankara Üniversitesi Dil Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, **47**: 105-118.
- AVILA-PEREZ P, BALCAZER M, ZARAZUA-ORTEGA G, BARCELO-QUINTAL I, DIAZ-DELGADO C (1999). Heavy metal concentrations in water and bottom sediments of Mexican Reservoir. *Science of The. Total Environment*, **234**: 185-196.
- AYEJUYO OO, OLOWU RA, MEGWA KC, DENLOYE AAB, OWODEHINDE FG (2003). Trace metals in Clarias lazera, water and sediments from Majidun River, Ikorodu, Nigeria. *Research Communications in Fisheries*, **1**: 27-31.

- BAGHERI H, ALINEJAD S, BASTAMI, KD (2011). Heavy Metals (Co, Cr, Cd, Ni, Pb and Zn) in Sediment of Gorganrud River, Iran. *Research Journal of Environmental Toxicology*, **5**: 147-151.
- BARLAS N (1999). A pilot study of heavy metal concentration in various environments and fishes in the upper Sakarya River Basin, Turkey. *Environmental Toxicology*, **14**: 367-373.
- BARLAS N, AKBULUT N, AYDOĞAN M (2005) Assessment of Heavy Metal Residues in the Sediment and Water Samples of Uluabat Lake, Turkey. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **74**: 286-293.
- BAŞYİĞİT B, TEKİN-ÖZAN S (2013) Concentrations of Some Heavy Metals in Water, Sediment and Tissues of Pikeperch (*Sander lucioperca*) from Karataş Lake Related to Physico-Chemical Parameters, Fish Size and Seasons. *Polish Journal of Environmental Studies*, **22**: 633-644.
- BHATTACHARYA T, RAY AK, BHATTACHARYA S (1985). Response of *Channa punctatus* under short term and long term exposure to industrial pollutants. Induction of histopathology in the kidney. *Zeitschrift für mikroskopisch-anatomische Forschung*, **99**: 327-334.
- BENADE A S, MARAİS, D W, OPPERMAN M (2011). Analysis of omega-3 fatty acid content of South African fish oil supplements. *Cardiovascular Journal of Africa*, **22**: 324-329.
- BENZER S, ARSLAN H, UZEL N, GÜL A, YILMAZ M (2013). Concentrations of metals in water, sediment and tissues of *Cyprinus carpio* L., 1758 from Mogan Lake (Turkey). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, **12**: 45-55.
- BEYER WN, DAY D, MELANCON MJ, SİLEO L (2000). Toxicity of Anacostia River, Washington Dc, USA, sediment fed to mute swams (*Cygnus olor*). *Environmental Toxicology and Chemistry*. **19**: 731-735.
- BURAK S, DURANYILDIZ İ, YETİŞ Ü (1997). Ulusal Çevre Eylem Planı: Su Kaynaklarının Yönetimi. Odak Noktası Kuruluş: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- CANLI M, KALAY M (1998) Levels of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu, Cr and Ni) in Tissue of *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* and *Chondrostoma regium* from the Seyhan River, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, **22**: 149-157.
- CENGİZ EI, ÜNLÜ E (2002). Histopathological changes in the gills of mosquitofish, *Gambusia affinis* exposed to endosulfan. *The Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **68**: 290-296.
- COETZEE L, DU PREEZ HH, VAN VUREN JHJ (2002). Metal concentrations in *Clarias gariepinus* and *Labeo umbratus* from the Olifants and Klein Olifants River, Mpumalanga, South Africa: zinc, copper, manganese, lead, chromium, nickel, aluminium and iron. *WaterSouth Africa*, **28**: 433-448
- DALLINGER D, KAUTZKY H (1985). The importance of contaminated food for the uptake of heavy metals by rainbow trout *Salmo gairdneri*: A field study. *Oecologia (Berlin)*, **67**: 82-89.
- DEMİR AK, YILMAZ F, TUNA AL, OZDEMİR N (2006). Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leuciscus cephalus* from a stream in southwestern Turkey. *Chemosphere*, **63**: 1451-1458.
- DIXIT S, TIWARI S (2008). Impact Assessment of Heavy Metal Pollution of Shahpura Lake, Bhopal, India. *International Journal of Environmental Research*, **2**: 37-42.

- DOBARADARAN S, GHAEDI H, NADDAFI K, NAZMARA S (2010). Heavy metals (cd, cu, ni and pb) content in two fish species of persian gulf in bushehr port, Iran. *African Journal of Biotechnology*, **37**: 6191- 6193.
- EL-MOSELHY KM, OTHMAN AI, EL-AZEM HA, EL-METWALLY MEA(2014). Bioaccumulation of heavy metals in some tissues of fish in the Red Sea, Egypt. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, **1**: 97-105.
- ELMACI A, TEKSOY A, OLCAY TOPAÇ F, ÖZENGİN N, KURTOĞLU S, BAŞKAYA HS (2007). Assessment of heavy metals in Lake Uluabat, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, **6**: 2236-2244.
- FARKAS A, SALANKI J, SSPECZIAR A, VARANKA I (2001). Metal pollutionas health indicatorof Lake ecosystems. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, **14**: 163-170.
- FİLAZİ A,YURDAKOK-DİKMEN B, KUZUKİRAN O (2016). Balık toksikolojisi. *Türkiye Klinikleri Veterinary Sciences - Pharmacology and Toxicology - Special Topics*, **2**: 69-84.
- GAUR VK, GUPTA SK, PANDEY SD, GOPAL K, MISRA V (2005). Distribution of heavy metals in sediment and water of river Gomti. *Environmental Monitoring and Assessment*, **102**: 419-433.
- GIGUERE A, CAMPBELL PGC, HARE L, MC DONALD DG, RASMUSSEN JB (2004). Influence of lake chemistry and fish age on cadmium, copper and zinc concentrations in various organs of indigenous yellow perch (*Perca flavescens*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **61**: 702-716.
- GÖLLER VE SULAK ALANLAR EYLEM PLANI (2017). Göller ve Sulak Alanlar Eylem Planı 2017-2013. Erişim adresi: http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Libraries/su/G%C3%96LLER_VE_SULAK_ALANLAR_EYLEM_PLANI_1.sflb.ashx, Erişim tarihi 9.12.2018.
- IKEM A, EGIEBOR O, NYAVOR K (2003). Trace elements in water, fish and sediment from Turkegee Lake, Southeastern USA. *Water Air and Soil Pollution*, **149**: 51-75.
- JAIN C K, SHARMA MK (2001). Distribution of trace metals in the Hindon River system, India. *Journal of Hydrology (Amsterdam)*, **253**: 81-90.
- JINADASA BKKK (2013). A study of trace metals levels in selected fisheries harbours in south and West coast of sri lanka. *Journal of the National Aquatic Resources and Development Agency*, **42**.
- JITHESH M, RADHAKRISHNAN MV (2017). Seasonal variation in accumulation of metals in selected tissues of the Ribbon fish, *Trichiurus lepturus* collected from Chaliyar River, Kerala, India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, **5**: 51-56
- KARADEDE-AKIN H (2009). Seasonal Variations of Heavy Metals in Water, Sediments, Pondweed (*P. Pectinatus* L.) and Freshwaterfish (*C. c. umbla*) of Lake Hazar. Elazığ-Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, **18**: 511-518.
- KARADEDE H, ÜNLÜ E (2000). Concentrations of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Chemosphere*, **41**: 1371-1376.
- KARAKOC G, UNLU-ERKOC F, KATIRCIOGLU H (2003). Water quality and impacts of pollution sources for Eymir and Mogan Lakes (Turkey). *Environment International*, **29**: 21-27.

- KIR I, OZAN TEKİN S, TUNCAY Y (2007) Kovada Gölü'nün su ve sedimentindeki bazı ağır metallerin mevsimsel değişimi. *EU Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, **24**: 155-158.
- KISHE MA, MACHIWA JF (2003). Distribution on heavy metals in sediments of Mwenza Gulf of Lake Victoria, Tanzania. *Environmental International*, **28**: 619–625.
- KURUN A, BALKIS N, ERKAN M, BALKIS H, AKSU A, ERŞAN M S (2010). Total Metal Levels in Crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823), and Surface Sediments in Lake Terkos, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, **169**: 385-395.
- MALIK N, BİSWAS AK, QURESHİ TA, BORANA K, VİRHA R (2010). Bioaccumulation of heavy metals in fish tissues of a freshwater lake of Bhopal. *Environmental Monitoring and Assessment*, **160**: 267-276
- MANSUROĞLU S. (2004). Kentleşmeden kaynaklanan çevre sorunlarının yeraltı sularına etkileri. 1. Yeraltı suları Ulusal Sempozyumu. Konya. sf. 323-331.
- MATHIS BJ, CUMMINGS TF (1973). Selected metals in sediments, water and biota in the Illinois River. *Journal - Water Pollution Control Federation*, **48**: 1913-1918.
- MENDİL D, AND ULUÖZLÜ DÖ (2007). Determination of Tracemetal Levels in Sediment and Five Fish Species from Lakes in Tokat, Turkey. *Food Chemistry*, **101**: 739-745.
- MICO C, PERIS M, SANCHEZ J, RECATALA L (2006). Heavy metal content of agricultural soils in a Mediterranean semiarid area: the Segura River Valley (Alicante, Spain). *Spanish Journal of Agricultural Research (SJAR)*, **4**: 363–372.
- MOORE JW, RAMAMOORTHY S (1984). Heavy Metals in Natural Waters: Applied Monitoring and Impact Assessment, Springer-Verlag; New York, p.28-246.
- NAS B, BERKTAY A, AYGÜN A, ERTUĞRUL T (2004). “Yeraltı suyu kirliliğinde potansiyel kaynaklar ve Konya kenti örneği”. 1. Yeraltı suları Ulusal Sempozyumu. Konya. sf. 287-297.
- NSIKAK UB, JOSEPH P E, AKAN BW, DAVID EB (2007). Mercury accumulation in fishes from tropical aquatic ecosystems in the Niger Delta, Nigeria. *Current Science*, **92**: 781–785.
- OLGUN E, KOCAEMRE TS (2011). Mogan Gölü Su Kalitesinin İncelenmesi. *Tabiat ve İnsan*, **45**: 10-22.
- OROS A (2007). Heavy Metals in Water and Sediments of Tasaul Lake (2005-2006). *Cercetari Marine*, **37**: 66-74.
- ÖZMEN H, KÜLAHCİF, CUKUROVALI A, DOGRU M (2004) Concentrations of Heavy Metal and Radio Activity in Surface Water and Sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey). *Chemosphere*, **55**: 401-408.
- PULATSÜ S, TOPÇU A (2015). Review of 15 Years of Research on Sediment Heavy Metal Contents and Sediment Nutrient Release in Inland Aquatic Ecosystems, Turkey. *Journal of Water Resource and Protection*, **7**: 85-100.
- RADOMYSKI A, LEI K, GIUBILATO E, CRITTO A, LIN C, MARCOMINI A (2018). Bioaccumulation of trace metals in aquatic food web. A case study, Liaodong Bay, NE China. *Marine Pollution Bulletin*, **137**: 555-565.
- RAJESHKUMAR S, LIU Y, ZHANG X, RAVİKUMAR B, BAİ G, Lİ X (2018). Studies on seasonal pollution of heavy metals in water, sediment, fish and oyster from the Meiliang Bay of Taihu Lake in China. *Chemosphere*, **191**: 626-638.

- RANASINGHE P, WEERASINGHE W, KAUMAL MN (2016). Determination of Heavy Metals in Tilapia using Various Digestion Methods. *International Journal of Scientific Research and Innovative Technology*, **3**: 38-48.
- REMA LP, PHILIP B (1997). Accumulation of an essential metal (Zinc) and a non-essential metal (Mercury) in different tissues of *Oreochromis mossambicus* (Peters): *Indian Journal of Experimental Biology*, **35**: 67-69.
- SARKAR S K, SAHA M, TAKADA H, BHATTACHARYA A, MISHRA P, BHATTACHARYA B (2007). Water quality management in the lower stretch of the river Ganga, east coast of India: An approach through environmental education. *Journal of Cleaner Production*, **15**: 1559-1567.
- SCHUURMAN G, MARKERT B (1998). Ecological Fundamentals, Chemical Exposure and Biological Effects. In: *Ecotoxicology. John Wiley & Sons, Inc. and Spektrum Akademischer Verlag*, p. 900.
- SHARIATI F, ESMAILI SARI A, MASHINCHIAN MORADI A, POURKAZEMI M (2012). Metal bioaccumulation in Persian sturgeon after sublethal exposure. *International Journal of Marine Science and Engineering (IJMASE)*, **2**: 81-90.
- SIVAPERUMAL P, SANKAR TV, NAIR VISWANATHAN PG (2007). Heavy metals concentrations in fish, shellfish and fish products from internal markets of India vis-à-vis international standards. *Food Chemistry*, **102**: 612–620.
- SINGH SP, PATHAKD, SINGH R (2002). Hydrobiological Studies of two ponds of Satna (M.P.), India. *EM International*, **8**: 289-292.
- TALBOT H, CHEGWIDDEN A (1983). Heavy metals in the sediment of Cockburn Sound, Western Australia and its surrounding area. *Environmental Pollution*, **5**: 187–205.
- TEKİN-ÖZAN S, AKTAN N (2012). Relationship of Heavy Metals in Water, Sediment and Tissues with Total Length, Weight and Seasons of *Cyprinus carpio* L., 1758 from Işikli Lake (Turkey). *Pakistan Journal of Zoology*, **44**: 1405-1416.
- TUNCA E, ATASAGUN S, SAYGI Y (2012). Yeniçağa Gölü'nde (Bolu-TÜRKİYE) su, sediment ve kerevitteki (*Astacus leptodactylus*) bazı ağır metallerin birikimi üzerine bir ön çalışma. *Ekoloji*, **21**: 68-76.
- USEPA (1998). "Method 6020A (SW-846): Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry," Revision 1.
- USEPA (2007). The National Water Quality Inventory: Report to Congress for the 2002 Reporting Cycle – A Profile." October 2007. Fact Sheet No. EPA 841-F-07-003. Erişim Adresi: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/2007_10_15_305b_2002report_factsheet2002305b.pdf, Erişim Tarihi: 10.12.2018.
- USERO J, IZQUIERDO C, MORILLO J, GRACIA I (2004). Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Environment International*, **29**: 949-956.
- VEENA B, RADHAKRISHNAN CK, CHACKO J (1997). Heavy metal induced biochemical effects in an estuarine teleost. *Indian Journal of Marine Sciences (IJMS)*, **26**: 74-77.
- WANG H, WANG CX, CAO ZH (2004). Fractionation of heavy metals in surface sediments of Taihu Lake, East China. *Environ Geochem Health*, **26**: 303-309.

- WONG CK, WONG PP K, CHU LM (2001). Heavy metals concentrations in marine fishes collected from fish culture sites in Hong Kong. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, **40**: 60-69
- WRIGHT P, MASON CF. (1999). Spatial and seasonal variation in heavy metals in the sediments and biota of two adjacent estuaries, the Orwell and the Stour, in eastern England. *Science of The Total Environment*, **226**: 139-156.
- YANG R, YAO T, XU B, JIANG G, XIX (2007). Accumulation features of organochlorine pesticides and heavy metals in fish from high mountain lakes and Lhasa River in the Tibetan Plateau. *Environment International*, **33**: 151-156
- YAVUZ H, FİLAZİ A (1995): Ankara Mogan Gölünden sağlanan su, çökelti ve balık örneklerinde ağır metal düzeyleri. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, **66**:1-7.
- YENİLMEZ F, KESKİN F, AKSOY A (2010). Meteorolojik Koşulların Mogan Gölü Su Kalitesine Etkileri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, **3**: 33-38.
- YILDIRIM S, ALGAN M, ALKARANLI TF (2004). “Yeraltı Sulamaları”. I. Yeraltı Suları Ulusal Sempozyumu. 23-24 Aralık 2004. Sayfa 3-8, Konya.
- YILMAZ AB (2005). Comparison of heavy metals of grey mullet (*Mugil cephalus* L.) and sea bream (*Sparus aurata* L.) caught in Iskenderun Bay (Turkey). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, **29**: 257-262.

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı : Aslı Gül
Soyadı : KÜÇÜKOSMANOĞLU
Doğum yeri ve tarihi : ANKARA - 1984
Uyruğu : T.C.
Medeni durumu : Bekar
İletişim adresi ve telefonu : Yukarı Bahçelievler Mahallesi 68.Sokak 32/8
0553 158 4504

II- Eğitimi

Lisans : Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi (2002-2008)
Lise : TED Ankara Koleji Vakfı Özel Lisesi (1999-2002)
Ortaokul : TED Ankara Koleji Vakfı Özel Ortaokulu (1995-1999)
İlkokul : Yalçın Eskiyan İlköğretim Okulu (1991-1995)
Yabancı dili : İngilizce (YDS 75)

III- Mesleki Deneyimi

Eksen Çevre Sağlığı- 2008- 2009

Kuğulu Veteriner Kliniği- Ağustos 2009- Kasım 2009

Animed Hayvan Sağlığı İlaçları- 2010- Devam ediyor

IV- Bilimsel Etkinlikleri

VI.A- Makaleler

- 1.Filazi A, Sireli UT, Yurdakok B, Aydın FG, Kucukosmanoglu AG (2014). Depletion of florfenicol and florfenicol amine residues in chicken eggs. British Poultry Science, 55(4), 460-465.
- 2.Filazi A, Sireli UT, Yurdakok-Dikmen B, Aydın FG, Kucukosmanoglu AG. (2015). The effect of cooking and storage on florfenicol and florfenicol amine residues in eggs. Italian Journal of Food Science. 27 (3): 351-356. DOI: 10.14674/1120-1770%2FIJFS.
- 3.Baydan E, Kaya S, Çağırğan H, Yıldırım E, Altıntaş L, Yurdakok B, Ekici H, Aydın FG, Kucukosmanoğlu AG (2015). Investigation of some veterinary drug residues in sea water, sediment, and wild fishes captured around fish farms in the Aegean Sea: Oxytetracycline, ivermectin and emamectin. Ankara Üniv Vet Fak Derg, 62, 171-176.
- 4.Filazi A, Küçükosmanoğlu AG (2016). Vektörlerle mücadelede pestisitlere alternatif yöntemler. Türkiye Klinikleri J Vet Sci Pharmacol Toxicol-Special Topics; 2(2):35-42.

IV.B-Tebliğler

1. Filazi, A., Sireli, UT, Yurdakok, B, Aydın, FG, Kucukosmanoğlu, AG (2012) Determination of the transition kinetics of florfenicol to eggs. 12th International Congress of the European Association for Veterinary Pharmacology and Toxicology (EAVPT). 8-12 July 2012. Noordwijkerhout, The Netherlands. JOURNAL OF VETERINARY PHARMACOLOGY AND THERAPEUTICS, 35(SI, Supplement: 3): 30-30. (Oral presentation)
2. Filazi, A., Sireli, UT, Yurdakok, B, Aydın, FG, Kucukosmanoğlu, AG (2012). Effect of cooking and storage times on florfenicol and florfenicol amine residues in eggs. 12th International Congress of the European Association for Veterinary Pharmacology and Toxicology (EAVPT). 8-12 July 2012. Noordwijkerhout, The Netherlands. JOURNAL OF VETERINARY PHARMACOLOGY AND THERAPEUTICS 35(Special Issue: SI, Supplement: 3): 78-78. (Poster presentation)

IV.C-Seminer: Vektörlerle Mücadelede Pestisitlere Alternatif Yöntemler