

**T.C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**KARS ÇAYI'NIN SUYUNDA, SEDİMENTİNDE VE BAZI SUCUL
ORGANİZMALARDA İZ ELEMENTLERİN DERİŞİM
DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Burcu ERCİŞLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Yusuf ERSAN

2016

KARS

Bu alışma 2014 – FEF – 08 numaralı proje ile Kafkas Üniversitesi BAP Proje Birimi tarafından desteklenmiştir.

T.C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**KARS ÇAYI'NIN SUYUNDA, SEDİMENTİNDE VE BAZI SUCUL
ORGANİZMALARDA İZ ELEMENTLERİN DERİŞİM
DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Burcu ERCİŞLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN


Yrd. Doç. Dr. Yusuf ERSAN

2016

KARS

T.C. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Burcu ERCİŞLİ'nin Yrd. Doç. Dr. Yusuf ERSAN danışmanlığında Yüksek Lisans tezi olarak hazırladığı “Kars Çayı'nın Suyunda, Sedimentinde, Ve Bazı Sucul Organizmalarda İz Elementlerin Derişim Düzeylerinin İncelenmesi” adlı bu çalışma, yapılan tez savunması sınavı sonunda jüri tarafından Lisanüstü Eğitim Yönetmenliği uyarınca değerlendirilerek *oy birliği ile* kabul edilmiştir.

1002 / 2016

	Adı ve Soyadı	İmza
Başkan	: Yrd. Doç. Dr. Yusuf ERSAN	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Evren KOÇ	

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../2016 gün ve .../... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Özlem GÜRSOY KOL

Enstitü Müdürü V.

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Kars Çayı'nın suyunda, sedimentinde ve bu çayda avlanan Karabalık (*Capoeta capoeta capoeta* Guldenstaedt 1772) ile çayın çevresinde yetişen Gevrek Söğüt (*Salix fragilis*) ve Tilki Kuyruğu (*Ceratophyllum demersum* L.) bitkilerinde bulunan bazı ağır metallerin (Fe, Cu, Mn, Zn, Pb, Cd ve Cr) düzeyleri incelenmiştir.

Tez çalışmam sırasında yardımlarını esirgemeyen sevgili hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Yusuf ERSAN'a, çalışmamın metal analizlerini gerçekleştiren Yeditepe Üniversitesi Mimarlık-Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Metin TURAN'a, istatistik analizlerini gerçekleştiren Bozok Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü öğretim üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Hülya DOĞAN'a ve çalışmam sırasında yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Mutlucan ÇETİNKAYA, Özkan SEYHAN, Soner ÖZTÜRK ve Merve ÖZÇELİK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans çalışmamın başından sonuna desteğini benden esirgemeyen aileme ve çalışma sırasında beni yardımlarıyla yalnız bırakmayan Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü öğretim üyesi sevgili amcam Sayın Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ'ye sonsuz şükranlarımı sunarım.

KARS-2016

Burcu ERCİŞLİ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
RESİMLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	14
2. GENEL BİLGİLER	16
2.1. Çalışılan Metaller Hakkında Kısa Bilgi	16
2.1.1. Kurşun (Pb).....	16
2.1.2. Bakır (Cu).....	16
2.1.3. Demir(Fe)	17
2.1.4. Çinko (Zn)	17
2.1.5. Manganez (Mn).....	17
2.1.6. Kadmiyum (Cd)	18
2.1.7. Krom (Cr)	18
2.2. Çalışmada Kullanılan Balık Ve Sucul Bitkiler Hakkında Kısa Bilgi	19
2.2.1. <i>Capoeta capoeta capoeta</i> (Kara Balık)	19
2.3 <i>Salix fragilis</i> (Gevrek Söğüt).....	21
2.3. Çalışma Alanı Hakkında Kısa Bilgi	22
3. MATERYAL VE METOT	23
3.1. Çalışma İstasyonları	23
3.3. Balık Örneklerinin Değerlendirilmesi	24

3.4. Balık Örneklerinin Özütleme	24
3.5. Bitki Örneklerinin Özütleme	25
3.6. Sediment Örneklerinin Özütleme	26
3.7. Su Örneklerinin Özütleme	26
3.8. Atomik Absorbsiyon Spektrometresi	26
4. BULGULAR	28
4.1.1. <i>Capoeta capoeta capoeta</i> 'nın Kas Dokusundaki Ağır Metal Düzeyleri	28
4.1.2 <i>Capoeta capoeta capoeta</i> 'nın Solungaç Dokusundaki Ağır Metal Düzeyleri	32
4.1.3 <i>Capoeta capoeta capoeta</i> 'nın Deri Dokusundaki Ağır Metal Düzeyleri	36
4.2 Su Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri	40
4.3 <i>Salix fragilis</i> Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri	44
4.3.1 <i>Salix fragilis</i> Dallarındaki Ağır Metal Düzeyleri	44
4.3.2 <i>Salix fragilis</i> 'in Yapraklarındaki Ağır Metal Düzeyleri	48
4.4 <i>Ceratophyllum demersum L.</i> Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri	52
4.5 Sediment Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri	56
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	61
6. KAYNAKLAR	71
7. ÖZGEÇMİŞ	75

ÖZET

Bu çalışma 06.07.2013 – 06.09.2013 tarihleri arasında; Kars Çayı'nın suyu, sedimenti, Tilki Kuyruğu (*Ceratophyllum demersum L.*), Gevrek Söğüt'ün (*Salix fragilis*) dal ve yapraklarında ve Kars Çayı'ndan avlanan Kara balığın (*Capoeta capoeta capoeta* Guldenstaedt 1772) deri, kas ve solungaç dokularında Fe, Cu, Zn, Mn, Cd ,Pb ve Cr metallerinin birikim düzeyleri araştırıldı.

Çalışma süresince; 120 adet Kara Balık (*Capoeta capoeta capoeta*), Kars Çayı'nın Selim Devlet Hastanesi'nin arkası, Akyar, Kırmızı köprü, Boğazköy, Akçakale, Akçalar istasyonlarından mevsimlik periyotlarla yakalanarak incelenmiştir. Örneklerin ağır metal analizi, Yeditepe Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesinde Atomik Absorbsiyon Spektrometresi ile yapıldı.

Kars Çayı'nın suyunda yapılan metal analizi sonucunda en çok biriken metalin Fe olduğu saptanırken, sedimentte ve Tilki Kuyruğu'nda (*Ceratophyllum demersum*) en çok biriken metalin Pb olduğu görüldü. Gevrek Söğüt'ün dal ve yapraklarında en çok Fe metali birikirken, Kara Balığın (*Capoeta capoeta capoeta*) çeşitli dokularında yapılan metal analizi sonucuna göre en çok biriken metalin Fe olduğu belirlendi.

Suda yapılan metal analizi sonucuna göre metaller Fe > Pb > Cd > Zn > Mn > Cu > Cr şeklinde birikirken, Sedimentte; Pb > Fe > Cd > Cr > Mn > Zn > Cu, Tilki Kuyruğu'nda (*Ceratophyllum demersum L.*); Pb > Fe > Cd > Mn > Cu > Cr > Zn, Gevrek Söğüt'ün (*Salix fragilis*) dallarında; Fe > Pb > Cd > Mn > Zn > Cu > Cr, Gevrek Söğüt'ün yapraklarında; Fe > Pb > Cd > Mn > Zn > Cu > Cr, Kara balığın (*Capoeta capoeta capoeta*) kas dokusunda; Fe > Zn > Pb > Cu > Mn > Cr > Cd, solungaç dokusunda; Fe > Zn > Pb > Cu > Mn > Cr > Cd, ve deri dokusunda; Fe > Zn > Pb > Cu > Mn > Cr > Cd şeklinde biriktiği belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, *Capoeta capoeta caopeta*, *Ceratophyllum demersum*, *Salix fragilis*, Sedimet, Su, Kars Çayı, Türkiye

ABSTRACT

This study was conducted for accumulation levels of Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Pb, and Cr metals in both Black fishes' several tissues (*Capoeta capoeta capoeta* Guldenstaedt 1772) (skin and muscle and gill) and branches leaves of willow (*Salix fragilis*) and hornwort plants (*Ceratophyllum demersum* L.) between 06th July 2013 and 06th September 2013.

During the study, 120 black fishes (*Capoeta capoeta capoeta*) caught from various station in seasonal period (behind of Selim National hospital and Akyar and Kırmızı köprü and Boğazköy and Akçakale and Akçalar and around the Kars Stream) were examined. Heavy metal analysis of samples were performed by Atomic Absorption Spectrometer in Yeditepe University Faculty of Engineering and Architecture.

As a result of metal analysis of water samples taken from Kars Stream, the most accumulated metal was Pb in sediment and *Ceratophyllum demersum* L. while the most accumulated metal was Fe in the water samples. As a result, while the most accumulated metal Fe was determined both in branches, leaves of *Salix fragilis* and several tissues of black fish.

As a result of metal analysis in water samples were determined to accumulate as follow; Fe > Pb > Cd > Zn > Mn > Cu > Cr, Pb > Fe > Cd > Cr > Mn > Zn > Cu in sediment and Pb > Fe > Cd > Mn > Cu > Cr > Zn in *Ceratophyllum demersum* L. and Fe > Pb > Cd > Mn > Zn > Cu > Cr in branches of *Salix fragilis* and Fe > Pb > Cd > Mn > Zn > Cu > Cr in leaves of *Salix fragilis* and Fe > Zn > Pb > Cu > Mn > Cr > Cd in muscle tissue of black fish and Fe > Zn > Pb > Cu > Mn > Cr > Cd in gill tissue of black fish, and Fe > Zn > Pb > Cu > Mn > Cr > Cd in skin tissue of black fish.

Keywords: Heavy metal, *Capoeta capoeta capoeta*, *Ceratophyllum demersum* L., *Salix fragilis*, Sediment, Water, Kars Stream, Turkey.

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

1. Simgeler

ppm : Milyonda bir kısım

Fe : Demir

Cu : Bakır

Zn : Çinko

Cd : Kadmiyum

Pb : Kurşun

Cr : Krom

Mn : Manganez

μg : Mikrogram

mg : Miligram

kg : Kilogram

2. Kısaltmalar

N : Örnek sayısı

S.d. : Standart sapma

EPA : Çevre Koruma Ajansı

APDC : Amonyum Pirolidin Ditiyokarbomat

MIBK : Metil İsobutil Keton

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Örneklerin alındığı istasyonları gösteren Kars Çayı haritası [2].23



RESİMLER DİZİNİ

Resim 2.1. <i>Capoeta capoeta capoeta</i> Guldenstaedt 1772 (Kara Balık) [2].....	20
Resim 2.2 <i>Ceratophyllum demersum</i> L. (Tilki Kuyruğu) [5].....	21
Resim 2.3 <i>Salix fragilis</i> (Gevrek Söğüt) [12].....	22



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Kara Balığına (<i>Capoeta capoeta capoeta</i>) ait metrik değerler	24
Çizelge 4.1 <i>Capoeta capoeta capoeta</i> 'nın kas dokusundaki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	29
Çizelge 4.2 <i>Capoeta capoeta capoeta</i> 'nın kas dokusundaki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	31
Çizelge 4.3 <i>Capoeta capoeta capoeta</i> 'nın solungaç dokusundaki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	33
Çizelge 4.4 <i>Capoeta capoeta capoeta</i> 'nın solungaç dokusundaki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	35
Çizelge 4.5 <i>Capoeta capoeta capoeta</i> 'nın deri dokusundaki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	37
Çizelge 4.6. <i>Capoeta capoeta capoeta</i> deri dokusundaki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	39
Çizelge 4.7. Su örneklerindeki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	41
Çizelge 4.8. Su örneklerindeki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	43
Çizelge 4.9. <i>Salix fragilis</i> dallarında ölçülen (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	45
Çizelge 4.10 <i>Salix fragilis</i> 'in dallarında ölçülen (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	47
Çizelge 4.11. <i>Salix fragilis</i> 'in yapraklarında ölçülen (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	49
Çizelge 4.12 <i>Salix fragilis</i> 'in yapraklarında ölçülen (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	51
Çizelge 4.13. <i>C. demersum</i> 'da ölçülen (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	53
Çizelge 4.14. <i>C. demersum</i> 'da ölçülen (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	55

Çizelge 4.15. Sediment örneklerindeki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	57
Çizelge 4.16. Sediment örneklerindeki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)	59
Çizelge 5.1. Kars Çayı'nın suyunda yıllara göre ağır metal konsantrasyonları (mg/kg) [13]	67
Çizelge 5.2. Kars Çayı'nın sedimentinde yıllara göre ağır metal düzeyleri (mg/kg) [2, 13]	67
Çizelge 5.3. <i>Capoeta capoeta capoeta</i> 'nin kas dokusundaki yıllara göre ağır metal düzeyleri (mg/kg) [2,13,32]	68
Çizelge 5.4. <i>Capoeta capoeta capoeta</i> 'nin solungaç dokusundaki yıllara göre ağır metal düzeyleri (mg/kg) [2,13]	69

1. GİRİŞ

Hayatın kendisi olarak ifade edilen su, canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için önemli bir unsurdur [1]. İnsanoğlu eski çağlardan günümüze kadar, suyun bulunduğu yerlere yerleşip medeniyet kurmuştur. Hindistan, Mısır, Mezopotamya, Pakistan ve Çin bu medeniyetlere örnek verilebilir. Dünyanın $\frac{3}{4}$ ' ünün sularla kaplı olmasından dolayı, mevcut suyun bütün insanlığın ihtiyacını karşılayacak kadar çok ve tükenmez olduğu düşünülebilir. Fakat su kaynaklarının %3'den kullanma ve içme suyu olarak faydalanılmaktadır. [2]. Artan nüfus, hızlı sanayileşme ve hızlı gelişen teknoloji birçok sorun meydana getirmiştir. Bu sorunlardan biride su kirliliğidir [3]. İnsan kaynaklı meydana gelen, kullanımı kısıtlayan, engelleyen, ekonomik dengeyi bozan değişimler su kirliliği olarak ifade edilmektedir. [4].

Kirlilik; fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirlilik olarak üç grupta incelenmektedir. İnsan faaliyetleri sonucu çevreye atılan, kimyasal ve endüstriyel atıkların karışımı kimyasal kirliliği meydana getirmektedir. Pestisitler, deterjanlar petrol türevleri, yapay tarımsal gübreler, endüstriyel atıklar kimyasal kirliliğe neden olan ve ekosistemin dengesini bozan başlıca unsurlardandır. Çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilme, doğada dayanıklı olma ve besin zincirine kolaylıkla girip canlılarda birikebilme özelliklerinden dolayı günümüzde kimyasal kirleticilerin en başında ağır metal kirliliği yer almaktadır [5].

Yoğunluğu 5 g/cm^3 'ten büyük olan metaller ağır metal olarak adlandırılmaktadır. Mn, Se, Zn, Cu, Pb, Fe, Co, Ni, Hg, Cr, Se, ve Cd ağır metallere örnek olarak verilebilir. Doğada bir kısmı iz element, bir kısmı eser element olarak bulunan ağır metaller, belirli konsantrasyonlarda canlı bünyesinde bulunması gerekmektedir. Deniz suyundaki konsantrasyonları 1 ppm'den düşük olan ağır metaller, insan faaliyetleri sonucunda toksik etkileri artar. [5]. Ağır metaller kayalarda bulunduğu için, sularda, organizmalarda, toprakta ve sedimentte de bulunması doğaldır [6].

Ağır metallerin sedimentteki birikimi, kayaların çözünmesi, erozyon, inorganik partiküllerin ve ölü organizmaların dibe çökmesiyle meydana gelmektedir. Suda asılı partiküllere hızlıca tutunan ağır metaller zamanla çökerek sedimentte birikirler. Sedimentte biriken metaller biyojeokimyasal döngü üzerinde etkilidirler. Sedimentin ağır metalleri bünyesinde tutabileceği bir doygunluk seviyesi vardır. Bu doygunluk

seviyesine ulaşıldığında sediment tabakası, bünyesinde biriken metalleri suya bırakır. Suyu bırakılan metaller önemli bir kirlilik kaynağı oluşturmaktadır [7].

Sucul ekosistemlerdeki kirlenme derecesinin belirlenmesinde sediment ve su örnekleri yeterli değildir. Doğru sonuçlara ulaşabilmek için sucul bitki örneklerinden de yararlanmak gerekmektedir [5].

Metallerin balıkların bünyesinde birikmesi deri, besin, su ve solungaçlar ile gerçekteşmektedir. Ağır metallerin balıklarda en önemli birikme şekli, solungaç absorpsiyonu iken, vücut yüzeyinden bu metallerin alınması ise azdır. Balıkların bünyesinde biriken metaller vücutta kan ile doku ve organlara taşınarak zamanla toksik etkilerini arttırlar. Bu nedenlerden dolayı canlılar ağır metal yönünden sürekli izlenmekte, ekolojik sisteme ve insanlara doğrudan veya dolaylı etkileri araştırılmaktadır. Son yıllarda ülkemizde de ağır metal çalışmaları sürekli yapılmaktadır [2,8].

Çalışmamız, Kars Çayı'nın suyu, sedimenti ve çevresinde yetişen Gevrek Söğüt (*Salix fragilis*), Tilki Kuyruğu (*Ceratophyllum demersum L.*) ve Çay'dan avlanan yöre halkı tarafından sevilerek yenilen Kara Balığın (*Capoeta capoeta capoeta*) deri, kas ve solungaç dokularındaki ağır metallerin birikim düzeylerini belirlemek amacıyla yapıldı.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Çalışılan Metaller Hakkında Kısa Bilgi

Ağır metallerin sucul ortamdaki birikim ve etkilerinin bilinmesi için bu metallerin özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir [9].

2.1.1. Kurşun (Pb)

Eski çağlardan bugüne kadar insanlar tarafından çokça kullanılmış bir element olan Pb, doğada gri, mavi ve yumuşak levha şeklinde bulunmaktadır. 327 °C erime ve 1749 °C kaynama noktasına sahip olan Pb, kaynama noktasına ulaşmadan önce çevreye zehirli buhar yaymaktadır. Kurşunun suya geçmesi; havadaki kurşunun yağmurla taşınması ve doğal erozyonlarla gerçekleşmektedir.

Solunum ve sindirim yoluyla absorbe edilen kurşun, kanda, mide suyunda, metalik kurşun doku sıvılarında çözünebilir. Vücuda girmiş olan kurşun yavaş yavaş çözünerek kurşun zehirlenmesine neden olur. Bünyeden atılımı zor olan kurşun, canlı dokularında birikir ve kana geçtiği zaman akciğer, dalak, pankreas, böbrek, kas ve kıkırdaklara dağılır. Vücuda dağılan bu ağır metal canlılarda büyüme gelişmeyi, davranışları ve öğrenmeyi etkiler [10].

2.1.2. Bakır (Cu)

Erime noktası 1083°C, kaynama noktası 2595°C olan Cu, atom numarası 29, atom ağırlığı 63.546 g/mol, yoğunluğu 8.9 g/cm³ olan bir metaldir.

Doğal yollarla çevreye yayılan bakır, insanlar tarafından tarımda ve endüstride çokça kullanılmaktadır. Bu kullanım sonucu çevrede bakır miktarı artmış durumdadır. Bakır kirliliğine neden olan başka temel kaynaklar ise; bakır sanayi ve madenleri, kimyasal endüstrileri atık suları, bünyesinde bakır bulunduran böcek ilaçları, kağıt, metal endüstrisi ve rafinerilerdir [4].

İnsanlarda belirli bir dozda bulunması gereken bakır, önemli bir metalloenzim bileşenidir. Dokularda, omuriliğin miyelinleşmesinde, kalp fonksiyonlarında, doku pigmentasyonunda, bağışıklık sisteminin düzenlenmesinde etkin rol oynamaktadır [10].

2.1.3. Demir(Fe)

Erime noktası 1538°C, kaynama noktası 2861 °C olan Fe, atom numarası 26, atom ağırlığı 55.845(2) g/mol, yoğunluğu 7.86 g/cm³ olan bir elementtir.

Demir doğada element halinde bulunmaz. Tabiatta bileşikleri yaygın olan demirin element haline meteorların yapısında rastlanır. Doğada sülfür, oksit, karbonat bileşikleri şeklinde bulunur. Toprakta bileşikleri yaygın olan demir akarsular ile göllere ve denizlere taşınmakta ve taşındığı bu yerlerde kirlilik oluşturmaktadır. Hemoglobinin işlevsel bir parçası olan demir, sitokrom, katalaz, peroksidaz sistemlerinde ve kasların miyoglobininde etkin rol oynayan bir elementtir. [4].

2.1.4. Çinko (Zn)

Kaynama noktası 970°C erime noktası 420°C olan çinko, atom numarası 30, atom ağırlığı 65.37 gr/mol, yoğunluğu 20°C'de 7.11 gr/cm³ ve doğada izotopları bulunan bir elementtir.

Hava, toprak ve suda doğal olarak bulunmasının yanı sıra yiyecek ve içme sularında belirli oranlarda bulunan çinko, insan faaliyetleri sonucu çevrede hızlıca artmaktadır. Çinkonun birçok kullanım alanı vardır. Seramikler, kauçuk sanayi, kozmetik ve plastik sanayi, ilaç yapımı bu kullanım alanlarından bazılarıdır.

Bitkiler, hayvanlar ve insanlar için önem arz eden çinko, yumurta olgunlaşması, deri bütünlüğü ve yaraların iyileşmesi, bağışıklık gücü ve vücutta bazı metabolik faaliyetlerin (nükleik asit, karbonhidrat, protein ve yağ sentezi) gerçekleşmesi için canlı organizmalarda belirli konsantrasyonlarda bulunması gereken önemli bir metaldir.

İnsan vücuduna az miktarda alınan çinko, tat ve koku duyularında azalma, iştah kaybı, yaraların geç iyileşmesi, bağışıklık sisteminde zayıflama ve gençlerde büyüme ve gelişme gibi önemli sağlık sorunlarını meydana getirmektedir [4].

2.1.5. Manganez (Mn)

Yeryüzünde her yerde çokça bulunan mangan, 7B grubunda yer alan, atom numarası 25 olan bir metaldir [4].

Büyük bir bölümü volkanik, tortul ve metamorfik kayaç kaynaklı olan mangan, toprak, kaya, göl ve okyanus diplerine dağılmış olan birçok tuz ve mineral bileşiğinin yapısında yer almaktadır.

Mangan birçok element ve bileşikle farklı formlar oluşturabilirken, toprakta çözünmeyen mangan oksit formunda bulunmaktadır. Sularda ise kolloidal ve partiküler formlarda bulunması ortamın pH'ına ve çözülmüş oksijen miktarına göre değişebilmektedir [7].

Mangan da canlı organizmaların yapısal bütünlüğü için önem arz eden bir elementtir. İnsan vücuduna az miktarda alındığı zaman kısırlık, solunum ve sinirsel bozukluklara neden olur [10].

2.1.6. Kadmiyum (Cd)

Yapı olarak çinkoya benzeyen kadmiyum, erime noktası 321°C, kaynama noktası 767°C, atom numarası 48, atom ağırlığı 112.4 g/mol, 20°C'deki yoğunluğu 8.7 g/cm³ olan bir elementtir. [4].

Kadmiyum, canlılar üzerinde zehir etkisi oldukça fazla olan bir elementtir. Doğada çinko mineralleri ile bulunmaktadır. Endüstriyel ve insan faaliyetleri sonucu doğada giderek artan kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır üretiminde ortaya çıkan atıklarla birlikte çevreye bırakılır. [7].

Kadmiyum insan vücudunda karaciğer ve böbreklerde birikir. Canlılar üzerinde zehir etkisi oldukça fazla olan kadmiyum, vücuda fazla alındığında kişilerde adrenal bezler etkilenir, hemoglobin seviyesinde düşme ve üreme sistemi bozukluklarına neden olur [10].

2.1.7. Krom (Cr)

Krom kaynama noktası 2665°C, erime noktası 1875°C, atom numarası 24, atom ağırlığı 51.996 g/mol, yoğunluğu 7.19 g/cm³ olan bir metaldir. Çevrede en yaygın; Cr⁰, Cr⁺³, Cr⁺⁶ şeklinde formları bulunan krom, kayalar, toprak, bitki ve hayvanların bünyesinde yaygın olarak bulunan bir elementtir. Birçok kullanım alanı olan krom, metal ve

kimyasal madde endüstrisinde, alaşım yapımında, çelik üretiminde, krom kaplamada, paslanmayı kontrol edici madde olarak kullanılmaktadır [4].

Kromatlar parlak oluşları ve yüksek oksitlenme özelliğinden dolayı sanayi kuruluşlarında çok kullanılmakta, bu nedenle krom zehirlenmesi en çok sanayi bölgelerinde görülmektedir. Krom, glikoz metabolizmasında kofaktör olarak rol oynamakta, vücuda birkaç gram fazla alındığında insanlarda karaciğer, böbrek ve gastrolojik problemlere neden olur [10].

2.2. Çalışmada Kullanılan Balık Ve Sucul Bitkiler Hakkında Kısa Bilgi

Çalışmamızda kullanılan *Capoeta capoeta capoeta* Guldentstaedt 1772 (Kara Balık) *Ceratophyllum demersum* L. (Tilki Kuyruğu) ve *Salix fragilis* (Gevrek Söğüt) hakkında kısa bilgiler aşağıda verilmiştir.

2.2.1. *Capoeta capoeta capoeta* (Kara Balık)

Boyları en fazla 70 cm olan Kara Balıkların, vücutları iri pullarla örtülü yuvarlak, gelişmiş dudakları ve ağız köşelerinde bir çift kısa bıyık bulunmaktadır.

Karın bölgesi kirli sarı, sırt bölgesi ise koyu esmer renktedir. Küçük bireylerde vücut yüzeyinde siyah renkte küçük noktalar görülür. Olgun bireylerde ise bu noktalar kaybolur. Akarsuların çağlayanlı, dibi taşlı yerlerinde bulunan Kara Balıklar, gece taşların arasına oyuklara çekilip gündüz beslenirler. Aras ve Kura nehirlerinde yayılış gösteren bu balıklar, Türkiye’de sadece Kuzeydoğuda yer alan nehirlerin kaynak ve kollarında yayılış göstermektedir [2].



Resim 2.1. *Capoeta capoeta capoeta* Guldenstaedt 1772 (Kara Balık) [2]

2.2.2. *Ceratophyllum demersum* L.(Tilki Kuyruğu)

Ceratophyllum demersum L. (Tilki Kuyruğu) çok yıllık su altı bitkisidir. Sert sarmal dallı bir gövde ve gövdeyi kaplayan çatallı koyu yeşil yapraklara sahiptir.

Yüzey altında serbestçe yüzen ve yüzeye yakın yerlerde koloni oluşturan bu köksüz bitkinin yaprakları, bazen kireçle kaplı olmaktadır. Bu durum yapraklara kırılğan bir yapı kazandırmaktadır. Bitkinin yaprakları tek kenarlı küçük dişlere sahip yassı ya da lineer 2 (bazen 4) çatala ayrılabilir. Yapraklar 1.5–4 cm uzunluğundadır. Gövde ise 3–4 m uzunluğa ulaşabilir. Gövde ucunda yoğunlaşan 5–12 yapraklı sarmallar halinde düzenlen bu bitkinin, küçük su altı çiçekleri yaprak tabanında lokalize olur. Petaller küçük yeşil yapılar olup, dişi ve erkek çiçekler aynı bitkide ayrı ayrı meydana gelmektedir. Haziran ve Eylül aylarında çiçeklenme olur. Bitki ve tohum parçalarıyla çoğalırlar.

Yavaş akan dere, ırmak ve göllerde yaşayan bu bitki, düşük ışık düzeyine ve sert suya dayanıklıdır. Küçük su böcekleri ve balıklar için iyi bir yaşam ortamı sağlar [5].



Resim 2.2 *Ceratophyllum demersum* L. (Tilki Kuyruğu) [5]

2.3 *Salix fragilis* (Gevrek Söğüt)

Erkek ve dişi çiçekler ayrı bitkiler üzerindedir. Koyu kabuklu, tacı yuvarlak bazılarında ise uzun ve incedir. Parlak, düz ve yeşil kahverengi dallar ilk önce tüylü sonra ise tüsüzdür. Dallar kolayca kırılır. Tomurcuklar tüsüz, parlak ve kahverengidir. Erkek çiçekler 2 stamenli (erkek organ), filamentlerin dibi bazen tüylüdür. Anterler ise sarıdır. Yapraklar tüsüzdür ve yaprakların üzerinde (12-15) belirgin damar çiftleri görülür. Çiçeklenme zamanı ise Haziran ayıdır [11].



Resim 2.3 *Salix fragilis* (Gevrek Söğüt) [12]

2.3.Çalışma Alanı Hakkında Kısa Bilgi

Doğu Anadolu Bölgesi'nde birçok göl ve gölet bulunmaktadır. Bölge, Çoruh, Fırat ve Aras nehirlerinin kaynağını oluşturmaktadır. Zengin bir akarsu potansiyeline sahip olan bölgede 40'a yakın balık türü yaşamaktadır.

Uzunluğu 93 km olan Kars Çayı birçok yan kolun birleşmesiyle oluşmuştur. Soğanlı Dağları'nın Ağıt Tepe eteklerinden doğan Sarıkamış Çayı, Kars Çayı'nın en uzun koludur. Su potansiyeli açısından en önemli kollarından biride Kekeç Çayı'dır. Katranlı Çayı ve Bayburt Suyu ile birleşip Selim ilçesi Killik Düzü mevkiinde Kars Çayı'na karışır. Doğu yönünde akışını sürdüren Kars Çayı, Kars İlinin içinden geçerek Kuzeyden gelen Susuz Çayı ve Çıldır Gölü ayağını da alarak Arpaçay Baraj Gölü'ne dökülür.

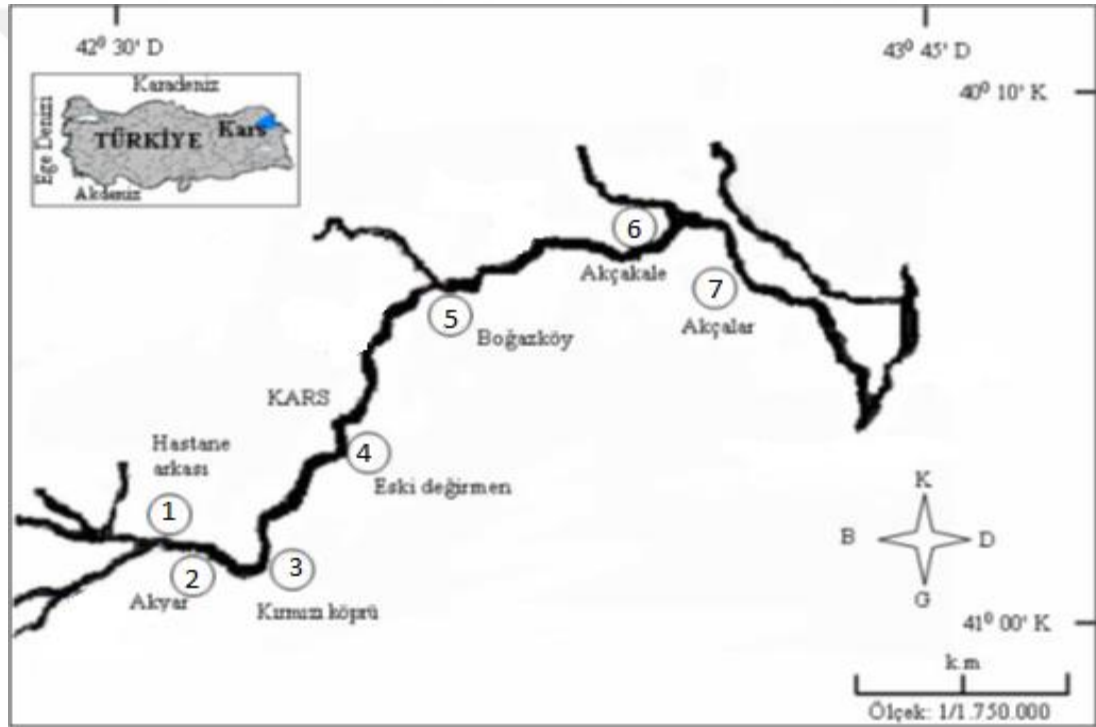
Doğu Anadolu'nun en soğuk bölgesinde yer alan Kars İli, ağır karasal iklim özellikleri göstermektedir. Karasal iklimden dolayı bölgede kışlar uzun ve soğuk, yazlar ise serindir. Çalışma alanımız olan Kars Çayı kış aylarında tamamen donduğu için, çalışmamızda kullanılan su, sediment, sucul bitki ve balık örnekleri Temmuz ve Eylül ayında toplandı [13].

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Çalışma İstasyonları

Araştırmamız, Kars Çayı üzerinde belirlenen 7 istasyonda yürütülmüştür. Bu istasyonların yerleri sırası ile; Hastane arkası (1. istasyon), Akyar (2. istasyon), Kırmızı köprü (3. istasyon), Eski değirmen (4. istasyon), Boğazköy (5. istasyon), Akçakale (6. istasyon), Akçalar (7. istasyon) dır .

Balık, sediment, su bitkisi ve su örnekleri, belirlenen bu istasyonlardan 2013 yılının Temmuz ve Eylül aylarında toplandı.



Şekil 3.1. Örneklerin alındığı istasyonları gösteren Kars Çayı haritası [2].

3.2. Örneklerin Toplanması

Temmuz ve Eylül 2013 tarihlerinde Kars Çayı'nda belirlenen istasyonlardan (Şekil 3.1) *Capoeta capoeta capoeta*, *Ceratophyllum demersum*, *Salix fragilis*, sediment ve su örnekleri toplandı.

Çalışmada kullanılan *Capoeta capoeta capoeta* şoker ile yakalandı. *Salix fragilis*, *Ceratophyllum demersum L.* ve sediment örnekleri plastik kürek ile kazılarak çıkarılıp, torbalara konuldu. Su örnekleri HNO₃ ile asitlendirildi. Örnekler, sıcaklık değişimi, gün ışığı ve dış etkenlerden dolayı zarar görmemesi için muhafazalı bir şekilde laboratuvara getirildi.

3.3. Balık Örneklerinin Değerlendirilmesi

Kara Balıkların avlandıkları istasyonlara göre boy ve ağırlıklarının ortalama değerleri Çizelge 3.1 'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Kara Balığına (*Capoeta capoeta capoeta*) ait metrik değerler

İSTASYONLAR	N	ÇATAL BOY Ç.B±S.D (Min-Max) Cm.	TOTAL AĞIRLIK T.A±S.D (Min-Max) Gr.
Akçalar	10	20.72±1.72 (17.56-22.54)	375.5±91.68 (226.18-514.57)
Akçakale	10	20.70±1.76 (17.54±22.60)	284.78±66.36 (183.90-408.70)
Akyar	10	19.15±1.26 (17.19-21.28)	254.06±81.62 (184.88-354.68)
Hastane Arkası	10	18.15±1.19 (16.11-20.21)	266.80±62.20 (178.70-344.60)
Boğazköy	10	20.95±1.14 (19.19±23.31)	404.52±62.03 (317.48-551.09)
Kırmızı Köprü	10	20.84±1.70 (19.20-22.28)	401.50±61.02 (312.48-555.10)

3.4. Balık Örneklerinin Özütleme

Çalışmada, 120 adet Kara Balığının (*Capoeta capoeta capoeta*) doku ve organları (kas, deri ve solungaç) alınarak, üç tekrar çalışılarak 108 örnekte ağır metal ölçümleri yapıldı. Kars Çayı'ndan tutulan balıklar Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Laboratuvarı'na getirilerek boy ve Kern EW(0,001 g hassasiyetinde) marka hassas terazide ağırlık ölçümleri yapıldı.

Balık örnekleri saf su ile yıkanıp, pens, makas ve bisturi yardımı balığın her iki tarafının dorsalinden, pektoral yüzgecin hemen arkasından, kuyruk tarafından da kuyruk yüzgecinin biraz önünden kesildi. Kas dokusundaki tüm kılçıklar temizlenip, yenilebilen kas dokusunun ağırlığı ölçüldü. Balıkların yenilebilir kas dokularından 5.0-6.0 g, solungaçlardan 3.0-4.0 g, derilerinden ise 4.0-5.0 g, alınarak daraları bilinen 40 ml'lik porselen kroze içerisine konuldu. 105 °C 'ye ayarlı etüvde 24 saat bekletilip kuru ağırlıkları ölçüldü. Kuru ağırlıkları belirlenen örnekler kül fırınına yerleştirilerek 550 °C'de 5 saat süreyle yakıldı ve oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra tartılarak kül ağırlıkları bulundu. Kül ağırlıkları belirlenen her bir örneğin üzerine HNO₃: HCl (1/3) oranında asit karışımı (Kral suyu = Aqua-regia) ilave edilerek çözünmesi sağlandı. Çözünmüş örnekler sıcak tablada (Hot-plate) ısıtılarak (85-90 °C) kral suyu buharlaştırıldı. Bu asit karışımı buharlaştırıldıktan sonra her bir örneğin üzerine 0.1 N' lik Hidroklorik Asit (HCl) ilave edilerek hacim 25 ml'ye tamamlandı [2,5].

3.5. Bitki Örneklerinin Özütleme

Çalışmada, 14 adet *Salix fragilis* (Gevrek söğüt) bitkisi kısımlarına (dal ve yaprak) ayrılarak, iki tekrar çalışılarak toplam 28 örnekte ağır metal ölçümü yapıldı. 14 adet Tilki Kuyruğu (*Ceratophyllum demersum*) bitkisi de kısımlarına ayrılmadan alınarak ve yine iki paralel çalışılarak toplam 28 örnekte ağır metal ölçümleri yapılmıştır. *Salix fragilis* 'in dal kısmından 4-5 g, yaprak kısmından 5-6 g alınmıştır. *Ceratophyllum demers* 'dan ise 5-6 g, alınarak daraları bilinen porselen krozelere konuldu. 105 °C' ye ayarlı etüvde 24 saat kurutulduktan sonra etüvden çıkarılan bu örnekler tartılıp, kuru ağırlıkları bulundu. Havanda dövülerek toz haline getirildi ve 63 µm'lik göz açıklığına sahip elek ile elendi. Elenmiş olan bitki örneklerinden 1.0-1.2 g alınarak darası bilinen porselen krozeler içerisine konuldu.

Bitki örneklerinin üzerine 5 ml Kral suyu eklenip, bir gün asitte bekletildi. Sıcak tablada (Hot plate) üzerinde 85-90 °C 'de asitler tamamen buharlaşmaya kadar ısıtıldı. Daha sonra örneklerin üzeri deiyonize su ile 25 ml. ye tamamlanıp 589/3 Ø 110 mm mavi band filtre kağıdından süzüldü [5].

3.6. Sediment Örneklerinin Özütleme

Çalışmada 14 adet sediment örneği kullanılarak, iki paralel çalışılarak toplam 28 örnekte ağır metal ölçümleri yapılmıştır. Sediment örneklerinden 12 gr alınarak krozelere konuldu. 105 °C'ye ayarlı etüvde 24 saat kurutulduktan sonra örneklerin kuru ağırlıkları bulundu. Havanda dövülerek toz haline getirilen örnekler 63 µm'lik göz açıklığına sahip elek ile elendi. Elenmiş olan sediment örneklerinden 2.4-2.5 g alınarak darası bilinen krozeler içerisine konuldu.

Sediment örneklerinin üzerine 5 ml Kral suyu eklenip, bir gün asitte bekletildi. Sıcak tabla (Hot plate) üzerinde 85-90 °C de asitler tamamen buharlaşmaya kadar ısıtıldı. Daha sonra örneklerin üzeri deiyonize su ile 25 ml'ye tamamlanıp 589/3 Ø 110 mm mavi band filtre kağıdından süzüldü [2,5].

3.7. Su Örneklerinin Özütleme

14 örnek kullanılarak, iki paralel çalışılarak toplam 28 örnekte ağır metal ölçümü yapıldı. 5 litrelik bidonlarla alınan su örneklerine sudaki ağır metallerin adsorbsiyonlarını önlemek amacı ile 1 litre suya 10 ml % 65 saflıkta HNO₃ (Merck) ve 30 ml HNO₃ damlatıldı. Su örnekleri 589/3 110 mm mavi band filtre kağıdından geçirildi ve her bir örnek mezürle bir litre ölçülerek cam şişelere konuldu. Bu örneklerdeki ağır metaller, Amonyum pirilodin ditiyokarbamat (APDC) ve Metil isobütil keton (MIBK) ile özütleme, ölçüme hazır hale getirildi. Tüm örneklerin ağır metal düzeyleri Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile ölçülerek belirlenmiştir [5].

3.8. Atomik Absorbsiyon Spektrometresi

Atomik Absorbsiyon Spektrometresi diğer spektroskopik cihazlara benzemektedir. Başlıca önemli kısımları; atomlaştırıcı, ışın kaynağı, dalga boyu seçici, mercekler, dedektör sinyal işlemci ve göstergedir. Işın kaynağı olarak tek dalga boyulu ışın üreten primer ışın kaynakları ve katot lambalarıdır. Atomlaştırıcı absorpsiyonun gerçekleştiği bölümdür, monokromatör ise çalışılan dalga boyunu diğer dalga boylarından ayıran kısımdır. Mercekler, prizmalar ve ayna sisteminden oluşurken dedektör ise dalga boyundaki enerjiyi elektrik enerjisine çevirir. Sinyal işlemci ve gösterge, tüm bilgileri dış ortama aktaran kısımdır [14].

3.9. Verilerin İstatiksel Değerlendirilmesi

Mevcut alışmamızda yararlanılan su, sediment, su bitkisi ve balık örneklerinde, paralel kullanarak, çinko, demir, mangan, krom, bakır, kurşun ve kadminyum metallерinin derişimleri bulunmuştur. Bulunan değerlerin ortalamaları alınmıştır. Ortalama verileri karşılaştırmak için tek yönlü varyans analizi ANOVA'da LSD testi uygulanmıştır. Ortalamalar arası farklar $p < 0.05$ olduğu zaman önemli kabul edilmiştir [5].



4. BULGULAR

Kars ayı'nın suyunda, sedimentinde, *Capoeta capoeta capoeta*, *Salix fragilis* ve *Ceartophyllum demersum* bitkilerinde incelenen Fe, Cu, Mn, Zn, Pb, Cd ve Cr metallerinin derişim düzeylerinin sonuçları bu bölümde verilmiştir.

4.1. *Capoeta capoeta capoeta* Örneklerindeki Ağır Metal düzeyleri

Capoeta capoeta capoeta'nın kas, deri, solungaç dokusundaki ağır metal derişim düzeyleri 4.1.1, 4.1.2 ve 4.1.3 konu başlıklarında verilmiştir.

4.1.1. *Capoeta capoeta capoeta*'nın Kas Dokusundaki Ağır Metal Düzeyleri

Kars ay'ından avlanan *Capoeta capoeta capoeta*'nın kas dokusunda ölçülen ağır metal konsantrasyonları Çizelge 4.1 ve 4.2' de verildi.

Çizelge 4.1. *Capoeta capoeta capoeta* 'nın kas dokusundaki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

İstasyonlar	N	Ağır Metaller						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
1.Hastane arkası	6	33.62±2.36 ^{ab}	37.88±5.16 ^{ac}	71.99±1.97	167.92±13.31 ^b	24.86±7.87	0.46±0.03 ^b	0.86±0.04 ^a
2.Akyar	6	28.27±3.33 ^{bc}	31.95±6.11 ^{bc}	67.06±11.85	156.74±30.52 ^b	16.79±5.80	0.35±0.05 ^c	0.65±0.11 ^b
3.Kırmızı köprü	6	24.52±3.30 ^c	28.56±3.86 ^c	62.39±11.30	164.06±13.0 ^b	16.72±2.0	0.39±0.03 ^{bc}	0.64±0.09 ^b
4.Boğazköy	6	37.74±5.64 ^a	45.04±5.25 ^a	77.15±14.75	244.99±36.52 ^a	24.32±4.46	0.59±0.06 ^a	0.84±0.11 ^a
5.Akçakale	6	34.15±5.49 ^{ab}	40.70±8.05 ^{ab}	79.75±14.84	204.98±40.93 ^{ab}	24.60±4.77	0.48±0.05 ^b	0.91±0.03 ^a
6.Akçalar	6	31.66±4.0 ^{ac}	34.24±6.78 ^{bc}	74.30±14.66	175.15±34.33 ^b	20.82±3.88	0.40±0.06 ^{bc}	0.81±0.07 ^a
ORTALAMA	36	31.66±5.82	36.4±7.88	72.11±12.95	185.64±41.76	21.35±5.93	0.44±0.09	0.8±0.13

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05).

Çizelge 4.1. incelendiğinde, *Capoeta capoeta capoeta* örneklerinin kas dokusundaki ağır metalleri istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları; Cu 37.74-24.52, Pb 45.04-28.56, Zn 79.75-62.39, Fe 244.99-156.74, Mn 24.86-16.72, Cd 0.59-0.39, Cr 0.91-0.64 mg/kg arasında değiştiği görüldü.

Belirlenen istasyonlara göre ağır metallerin birikim düzeyleri Fe>Zn>Pb>Cu>Mn>Cr>Cd şeklinde sıralandığı görülmektedir. Kas dokusunda en yüksek Cu, Pb, Fe ve Cd derişimleri 4. istasyonda, Zn ve Cr derişimleri 5. İstasyonda ve Mn derişiminin 1. İstasyonda olduğu tespit edildi.

Capoeta capoeta capoeta'nın kas dokusundaki ağır metal düzeylerini belirlemek için yapılan istatistiksel analizler sonucuna göre Boğazköy istasyonu ile diğer istasyonlar arasında Cu, Pb, Zn, Fe metalleri için % 5 düzeyinde istatistiki olarak önemli fark olduğu görüldü.

Çizelge 4.1.'e göre Akçalar istasyonu ile Akçakale-Akyar istasyonları, Hastane arkası istasyonu ile Akçalar-Kırmızı köprü istasyonları arasında Cd için; Akçakale istasyonu ile Hastane arkası- Akyar istasyonları, Boğazköy istasyonu ile Akyar-Akçalar-Kırmızı köprü istasyonları arasında Mn için; Kırmızı köprü istasyonu ile diğer istasyonlar arasında Cr ve Fe için; Akçalar istasyonu ile Akçakale-Hastane arkası-Boğazköy istasyonları, Akyar ile Hastane arkası-Kırmızı köprü istasyonları Pb için; Akçalar istasyonu ile diğer istasyonlar Zn için; Kırmızı köprü istasyonu ile Akçakale-Hastane arkası-Boğazköy istasyonları Cu için % 5 düzeyinde önemli fark olduğu tespit edildi. Kas dokusunda yapılan istatistiksel analizlere göre Zn, Fe, Mn metalleri için Temmuz ayı ile Eylül ayı arasında % 5 düzeyinde önemli fark bulundu ($p<0.05$).

Çizelge 4. 1. *Capoeta capoeta capoeta* 'nın kas dokusundaki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

Aylar	N	Ağır Metaller						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
Temmuz	18	35.02±5.22	41.62±6.39	82.37±8.82 ^a	211.01±38.75 ^a	25.63±4.83 ^a	0.48±0.08	0.84±0.09 ^a
Eylül	18	28.27±4.26	31.16±5.39	61.83±6.66 ^b	160.25±26.94 ^b	17.07±3.21 ^b	0.39±0.07	0.72±0.14 ^b
ORTALAMALAR	36	31.65±5.82	36.39±7.88	72.10±12.95	185.63±41.76	21.35±5.93	0.44±0.09	0.78±0.13

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05)

Çizelge 4.2'ye göre, *Capoeta capoeta capoeta*'nın kas dokusu örneklerinin Temmuz ayı metal konsantrasyonları Cu 35.02±5.22, Pb 41.62±6.39, Zn 82.37±8.82, Fe 211.01±38.75, Mn 25.63±4.83, Cd 0.48±0.08, Cr 0.84±0.09 mg/kg, Eylül ayı konsantrasyonları ise Cu 28.27±4.26, Pb 31.16±5.39, Zn 61.83±6.66, Fe 160.25±26.94, Mn 17.07±3.21, Cd 0.39±0.07, Cr 0.72±0.14 mg/kg olduğu bulundu.

Çizelge 4.2.'ye göre, *Capoeta capoeta capoeta*'nın kas dokusu örneklerinde mevsim ve istasyon farkı gözetmeksizin incelenen ağır metallerin derişim düzeylerinin aylık ortalamaları; Cu 31.65±5.82, Pb 36.39±7.88, Zn 72.10±12.95, Fe 185.63±41.76, Mn 21.35±5.93, Cd 0.44±0.09, Cr 0.78±0.13 mg/kg olduğu belirlendi.

Örneklerin toplandığı Temmuz ve Eylül aylarında metal birikim düzeyleri kas dokusunda sırasıyla Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr değerleri tespit edildi (Çizelge 4.2).

Kas dokusunda yapılan istatistiksel analizlere göre Zn, Fe, Mn metalleri için Temmuz ayı ile Eylül ayı arasında % 5 düzeyinde önemli fark bulundu ($p<0.05$).

4.1.2 *Capoeta capoeta capoeta*'nın Solungaç Dokusundaki Ağır Metal Düzeyleri

Kars Çayı'ndan avlanan *Capoeta capoeta capoeta*'nın solungaç dokusunda ölçülen ağır metal ortalama konsantrasyonları Çizelge 4.3. ve 4.4.'de verildi.

Çizelge 4.3 *Capoeta capoeta capoeta*'nin solungaç dokusundaki(Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

İstasyonlar	N	Ağır Metaller						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
1-Hastane arkası	6	32.82±1.79 ^c	43.91±5.95 ^c	71.77±11.54 ^d	144.67±28.35 ^d	12.45±3.24 ^d	0.29±0.06 ^c	0.68±0.15
2-Akyar	6	32.63±2.71 ^c	33.97±9.51 ^d	66.02±9.32 ^d	170.09±12.90 ^{cd}	14.38±4.33 ^d	0.23±0.02 ^c	0.55±0.11
3-Kırmızı köprü	6	33.25±3.48 ^c	49.36±3.77 ^{bc}	104.42±5.51 ^b	226.71±20.56 ^b	24.68±4.23 ^{bc}	0.37±0.06 ^{bc}	0.65±0.20
4-Boğazköy	6	41.48±4.58 ^a	63.37±2.38 ^a	162.02±19.52 ^a	309.39±36.94 ^a	33.55±4.51 ^a	0.68±0.18 ^a	0.68±0.07
5.Akçakale	6	40.44±4.00 ^{ab}	54.94±3.04 ^{ab}	99.37±11.43 ^{bc}	232.69±25.98 ^b	29.74±2.10 ^{ab}	0.48±0.07 ^b	0.79±0.17
6-Akçalar	6	34.64±3.23 ^{bc}	44.61±4.53 ^c	81.03±8.92 ^{cd}	197.90±19.86 ^{bc}	21.79±3.87 ^c	0.28±0.05 ^c	0.65±0.10
ORTALAMALAR	36	35.87±4.88	48.36±10.61	97.44±34.24	213.58±58.25	22.77±8.47	0.39±0.17	0.67±0.15

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05).

Çizelge 4.3 incelendiğinde, *Capoeta capoeta capoeta* örneklerinin solungaç dokusundaki ağır metalleri istasyonlara göre ortalama konsatrasyonları; Cu 41.48-32.63, Pb 63.37-33.97, Zn 162.02-66.02, Fe 309.39-144.67, Mn 33.55-12.45, Cd 0.68-0.23, Cr 0.79-0.55 mg/kg arasında değiştiği görüldü.

Belirlenen istasyonlara göre ağır metallerin birikim düzeyleri Fe>Zn>Pb>Cu>Mn>Cr>Cd şeklinde sıralandığı saptanmıştır. Solungaç dokusunda en yüksek Cu, Pb, Zn, Fe, Mn ve Cd derişimi 4. İstasyonda, Cr derişimi 5. İstasyonda olduğu tespit edildi.

Capoeta capoeta capoeta' nın solungaç dokusundaki ağır metal düzeylerini belirlemek için yapılan istatistiksel analizler sonucuna göre Boğazköy istasyonu ile diğer istasyonlar arasında tüm ağır metal grupları için % 5 düzeyinde istatistiki olarak önemli fark olduğu görüldü.

Çizelge 4.3'e göre Akyar-Hastane arkası-Kırmızı köprü istasyonları ile Akçakale-Boğazköy istasyonları arasında Cu için; Akçalar-Boğazköy istasyonları ile diğer istasyonlar arasında Cr için; Akçakale- Hastane arkası- Boğazköy istasyonları ile Akyar-Kırmızı köprü Cd için; Akçalar-Akyar- Hastane arkası-Boğazköy istasyonları ile Akçakale- Kırmızı köprü Pb için; Fe metali için Akçalar- Akçakale istasyonları ile Akyar- Boğazköy istasyonları arasında % 5 düzeyinde önemli fark olduğu tespit edildi ($p<0.05$).

Çizelge 4.4 *Capoeta capoeta capoeta*'nin solungaç dokusundaki(Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

Aylar	N	Ağır Metaller						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
Temmuz	18	38.71±4.66 ^a	52.58±7.57 ^a	107.07±35.85	235.17±58.89	26.03±7.82	0.45±0.20 ^a	0.78±0.30
Eylül	18	33.03±3.20 ^b	44.13±11.68 ^b	87.79±30.52	191.97±50.28	19.49±7.99	0.31±0.12 ^b	0.54±0.07
ORTALAMALAR	36	35.87±4.88	48.35±10.61	97.43±34.24	213.57±58.25	22.76±8.47	0.38±0.17	0.66±0.15

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05).

Çizelge 4.4'e göre *Capoeta capoeta capoeta*'nın solungaç dokusu örneklerinde incelenen metallerin Temmuz ayı konsantrasyonları Cu 38.71±4.66, Pb 52.58±7.57, Zn 107.07±35.85, Fe 235.17±58.89, Mn 26.03±7.82, Cd 0.45±0.20, Cr 0.78±0.30, Eylül ayı konsantrasyonları ise Cu 33.03±3.20, Pb 44.13±11.68, Zn 87.79±30.52, Fe 191.97±50.28, Mn 19.49±7.99, Cd 0.31±0.12, Cr 0.54±0.07 mg/kg olduğu bulundu.

Çizelge 4.4'e göre, *Capoeta capoeta capoeta* 'nın solungaç dokusu örneklerinde mevsim ve istasyon farkı gözetmeksizin incelenen ağır metallerin derişim düzeylerinin aylık ortalamaları; Cu 35.87±4.88, Pb 48.35±10.61, Zn 97.43±34.24, Fe 213.57±58.25, Mn 22.76±8,47, Cd 0.38±0.17, Cr 0.66±0.15 mg/kg olduğu belirlendi.

Örneklerin toplandığı Temmuz ve Eylül aylarında metal birikim düzeyleri solungaç dokusunda sırasıyla Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr değerleri tespit edildi (Çizelge 4.4).

Solungaç dokusunda yapılan istatistiksel analizlere göre Cu, Pb, Cd metalleri için Temmuz ayı ile Eylül ayı arasında % 5 düzeyinde önemli fark bulundu ($p<0.05$).

4.1.3 *Capoeta capoeta capoeta* 'nın Deri Dokusundaki Ağır Metal Düzeyleri

Kars Çayı'ndan avlanan *Capoeta capoeta capoeta*'nın deri dokusunda ölçülen ağır metal konsantrasyonları Çizelge 4.5 ve 4.6'de verildi.

Çizelge 4.5 *Capoeta capoeta capoeta*'nın deri dokusundaki(Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

İstasyonlar	N	Ağır Metaller						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
1.Hastane arkası	6	29.31±4.51 ^{ab}	32.08±3.89	67.91±15.48	202.63±42.48	22.85±2.81 ^{ab}	0.21±0.01 ^a	0.56±0.03
2.Akyar	6	28.14±1.28 ^{ab}	34.81±1.19	69.09±3.50	175.51±2.78	15.62±2.11 ^{bc}	0.15±0.03 ^{ab}	0.44±0.02
3.Kırmızı köprü	6	25.59±2.17 ^c	37.04±4.11	82.06±7.37	192.67±32.37	24.68±3.68 ^a	0.21±0.07 ^{ab}	0.52±0.03
4.Boğazköy	6	32.03±2.58 ^a	37.02±10.52	78.10±15.24	205.81±57.69	23.08±9.15 ^{ab}	0.24±0.08 ^a	0.56±0.10
5.Akçakale	6	32.11±5.05 ^a	38.93±1.74	78.94±7.81	199.13±14.71	21.83±1.73 ^{ab}	0.19±0.02 ^{ab}	0.53±0.10
6.Akçalar	6	27.98±4.07 ^{ab}	32.89±2.99	63.93±12.32	169.84±18.43	13.38±2.76 ^c	0.12±0.01 ^b	0.44±0.12
ORTALAMALAR	36	29.19±4.03	35.46±5.32	73.34±12.36	190.93±33.97	20.24±5.94	0.19±0.06	0.51±0.09

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05).

Çizelge 4.5'e göre *Capoeta capoeta capoeta*'nın deri dokularındaki ağır metal konsantrasyonları Cu 32.11-5.05, Pb 38.93-32.08, Zn 82.06-63.93, Fe 205.81-169.84, Mn 24.68-13.38, Cd 0.24-0.12, Cr 0.56-0.44 mg/kg olduğu tespit edildi.

İstasyonlara göre ağır metallerin birikim düzeyleri Fe>Zn>Pb>Cu>Mn>Cr>Cd şeklinde sıralandığı saptanmıştır. Deri dokusunda en yüksek Cu, Pb derişimi 5. İstasyonda, Zn, Mn derişimi 3. İstasyonda, Fe, Cd ve Cr derişimi 4. İstasyonda olduğu bulundu.

Capoeta capoeta capoeta'nın deri dokusundaki ağır metal düzeylerini belirlemek için yapılan istatistiksel analizler sonucuna göre Kırmızı köprü istasyonu ile diğer istasyonlar arasında tüm ağır metal grupları için % 5 düzeyinde istatistiki olarak önemli fark olduğu görüldü.

Çizelge 4.5'e göre Kırmızı köprü-Hastane arkası-Kırmızı köprü istasyonları ile Akçakale-Boğazköy istasyonları arasında Cu için; Akçalar-Boğazköy istasyonları ile diğer istasyonlar arasında Cr için; Akçakale- Hastane arkası- Boğazköy istasyonları ile Akyar-Kırmızı köprü Cd için; Akçalar-Akyar- Hastane arkası-Boğazköy istasyonları ile Akçakale- Kırmızı köprü Pb için; Fe metali için Akçalar- Akçakale istasyonları ile Akyar- Boğazköy istasyonları arasında % 5 düzeyinde önemli fark olduğu tespit edildi (p<0.05).

Çizelge 4.6. *Capoeta capoeta capoeta* deri dokusundaki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

Aylar	N	Ağır Metaller						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
Temmuz	18	31.75±3.71 ^a	38.76±4.55	82.58±7.52	215.79±30.18 ^a	22.87±6.46 ^a	0.20±0.07 ^a	0.55±0.08
Eylül	18	26.63±2.41 ^b	32.15±3.80	64.08±8.78	166.07±12.50 ^b	17.59±4.01 ^b	0.16±0.03 ^b	0.45±0.07
ORTALAMALAR	36	29.19±4.03	35.46±5.32	73.33±12.36	190.93±33.97	20.23±5.94	0.18±0.06	0.50±0.09

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05).

Çizelge 4.6'ya göre *Capoeta capoeta capoeta*'nın deri dokusu örneklerinin Temmuz ayı konsantrasyonları Cu 31.75±3.71, Pb 38.76±4.55, Zn 82.58±7.52, Fe 215.79±30.18, Mn 22.87±6.46, Cd 0.20±0.07, Cr 0.55±0.08 mg/kg, Eylül ayında ise Cu 26.63±2.41, Pb 32.15±3.80, Zn 64.08±8.78, Fe 166.07±12.50, Mn 17.59±4.01, Cd 0.16±0.03, Cr 0.45±0.07 mg/kg olduğu bulundu.

Çizelge 4.6'ya göre *Capoeta capoeta capoeta* 'nın deri dokusu örneklerinde mevsim ve istasyon farkı gözetmeksizin incelenen ağır metal konsantrasyonlarının aylık ortalamaları; Cu 29.19±4.03, Pb 35.46±5.32, Zn73.33±12.36, Fe190.93±33.97, Mn20.23±5.94, Cd 0.18±0.06, Cr 0.50±0.09 mg/kg olarak belirlendi.

Örneklerin toplandığı Temmuz ve Eylül aylarında metal birikim düzeyleri deri dokusunda sırasıyla Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr değerleri tespit edildi (Çizelge 4.6).

Deri dokusunda istatistiksel analizlere göre Cu, Pb, Fe, Mn ve Cd değerleri için Temmuz ayı ve Eylül ayı arasında önemli fark vardır (p<0,05).

4.2 Su Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri

Kars Çayı'ndan alınan su örneklerinde ölçülen ağır metal konsantrasyonları Çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Su örneklerindeki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

İstasyonlar	N	Ağır Metaller						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
1.Hastane arkası	6	0.35±0.03	2.90±0.21	0.60±0.09	3.89±0.78	0.48±0.03	0.61±0.02	0.02±0.00
2.Akyar	6	0.43±0.05	3.50±0.06	0.61±0.02	4.90±0.99	0.54±0.13	0.66±0.11	0.02±0.00
3.Kırmızı köprü	6	0.40±0.02	3.29±0.68	0.68±0.11	4.59±0.57	0.49±0.09	0.60±0.08	0.02±0.00
4.Eski Değirmen	6	0.46±0.08	3.44±0.43	0.59±0.11	5.26±0.85	0.64±0.22	0.73±0.16	0.03±0.01
5.Boğazköy	6	0.41±0.10	3.51±0.49	0.60±0.10	4.75±1.13	0.53±0.10	0.68±0.06	0.02±0.00
6.Akçakale	6	0.42±0.02	3.64±0.74	0.60±0.13	4.11±0.06	0.64±0.10	0.61±0.18	0.03±0.00
7.Akçalar	6	0.37±0.06	2.99±0.34	0.60±0.12	4.15±1.72	0.43±0.13	0.55±0.21	0.02±0.00
ORTALAMALAR	36	0.41±0.06	3.33±0.50	0.61±0.10	4.52±0.99	0.53±0.13	0.63±0.13	0.02±0.00

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05).

Çizelge 4.7'ye göre Su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları; Cu 0.46-0.35, Pb 3.64-2.990,Zn 0.68-0.59,Fe 5.26-3.89,Mn 0.64-0.43,Cd 0.73-0.55,Cr 0.03-0.02 mg/kg arasında olduğu tespit edildi.

İstasyonlara göre ağır metallerin birikim düzeyleri Fe>Pb>Zn>Cd>Mn>Cu>Cr şeklinde sıralandığı saptanmıştır. Su örneklerinde en yüksek Cu derişimi 4. İstasyonda, Pb derişimi 6. İstasyonda, Zn derişimi 3. İstasyonda, Fe, Mn, Cd ve Cr derişimi 4. İstasyonda olduğu bulundu.

Su örneklerindeki istatistiksel analizler sonucunda istasyonlar arasında bir fark ($p>0.05$) bulunamadı.



Çizelge 4.8. Su örneklerindeki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

Aylar	N	Ağır Metaller						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
Temmuz	14	0.40±0.06	3.29±0.52	0.59±0.09	4.53±1.06	0.53±0.14	0.62±0.13	0.02±0.0
Eylül	14	0.41±0.06	3.35±0.49	0.62±0.10	4.51±0.95	0.53±0.14	0.63±0.14	0.02±0.0
ORTALAMALAR	28	0.40±0.06	3.32±0.50	0.61±0.10	4.52±0.99	0.53±0.13	0.63±0.13	0.02±0.0

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir ($p<0,05$).

Çizelge 4.8'e göre su örneklerinin Temmuz ayı konsantrasyonu Cu 0.40 ± 0.06 , Pb 3.29 ± 0.52 , Zn 0.59 ± 0.09 , Fe 4.53 ± 1.06 , Mn 0.53 ± 0.14 , Cd 0.62 ± 0.13 , Cr 0.02 ± 0.0 , Eylül ayında ise Cu 0.41 ± 0.06 , Pb 3.29 ± 0.52 , Zn 0.59 ± 0.09 , Fe 4.53 ± 1.06 , Mn 0.53 ± 0.14 , Cd 0.62 ± 0.13 , Cr 0.02 ± 0.0 mg/kg olduğu bulundu.

Çizelge 4.8'e göre mevsim ve istasyon farkı gözetmeksizin incelenen ağır metal konsantrasyonlarının aylık ortalamaları; Cu 0.40 ± 0.06 , Pb 3.32 ± 0.50 , Zn 0.61 ± 0.10 , Fe 4.52 ± 0.99 , Mn 0.53 ± 0.13 , Cd 0.63 ± 0.13 , Cr 0.02 ± 0.0 mg/kg olarak belirlendi.

Su örneklerinin toplandığı Temmuz ve Eylül aylarında metal birikim düzeyleri sırasıyla Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr değerleri tespit edildi (Çizelge 4.8).

Yapılan istatistiksel analizlere göre su örneklerinde istasyonlar arasında bir fark ($p>0.05$) bulunamadı.

4.3 *Salix fragilis* Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri

Salix fragilis'in dal ve yaprak kısımlarındaki ağır metal derişim düzeyleri 4.3.1 ve 4.3.2 konu başlıklarında verildi.

4.3.1 *Salix fragilis* Dallarındaki Ağır Metal Düzeyleri

Kars Çayı'ndan toplanan *Salix fragilis*'in dallarında ölçülen ağır metal konsantrasyonları Çizelge 4.9 ve 4.10'da verildi.

Çizelge 4.9. *Salix fragilis* dallarında ölçülen (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

İstasyonlar	N	Ağır Metaller						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
1.Hastane arkası	4	56.55±8.49 ^{ab}	469.60±65.89	73.68±14.89	798.56±131.26	75.90±12.78 ^{ab}	101.84±14.42	27.01±5.54
2.Akyar	4	48.93±7.55 ^{ab}	444.94±34.69	73.28±10.29	718.99±182.81	79.45±18.75 ^{ab}	103.33±10.60	33.62±4.46
3.Kırmızı köprü	4	50.57±4.37 ^{ab}	397.05±50.12	81.51±9.32	779.60±172.80	67.93±12.80 ^{ab}	96.79±19.27	34.73±4.01
4.Eski Değirmen	4	42.96±5.45 ^b	382.37±25.37	73.64±12.97	541.24±151.76	58.08±15.29 ^b	77.03±21.24	25.79±4.35
5.Boğazköy	4	58.63±6.44 ^a	465.10±68.15	73.0±15.77	769.48±171.75	99.75±21.50 ^a	98.56±35.85	38.56±10.06
6.Akçakale	4	51.27±4.15 ^{ab}	499.50±23.98	82.84±12.33	713.23±96.21	69.61±14.06 ^{ab}	91.12±8.81	28.95±4.52
7.Akçalar	4	47.05±7.26 ^{ab}	468.37±124.82	76.82±13.89	567.23±75.12	83.30±20.99 ^{ab}	97.98±11.68	35.59±5.88
ORTALAMALAR	28	50.85±7.61	446.70±69.76	76.40±12.09	698.33±161.10	76.29±19.49	95.23±19.09	32.04±6.88

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05).

Çizelge 4.9'a göre *Salix fragilis*'in dal kısmındaki ağır metal konsantrasyonları; Cu 58.63-42.96, Pb 499.50-397.05, Zn 81.51-73.0, Fe 798.56-541.24, Mn 99.75-58.08, Cd 103.33-77.03, Cr 38.56-25.79 mg/kg arasında olduğu bulundu.

İstasyonlara göre ağır metallerin birikim düzeyleri Fe>Pb>Cd>Mn>Zn>Cu>Cr şeklinde sıralandığı saptanmıştır. En yüksek Cu derişimi 5. İstasyonda, Pb derişimi 6. İstasyonda, Zn derişimi 6. İstasyonda, Fe derişimi 1. İstasyonda, Mn derişimi 5. İstasyonda, Cd derişimi 2. İstasyonda, Cr derişimi 5. İstasyonda olduğu bulundu.

Salix fragilis'in dal kısımlarındaki ağır metal düzeylerini belirlemek için yapılan istatistiksel analizler sonucuna göre Boğazköy istasyonu ile diğer istasyonlar arasında tüm ağır metal grupları için % 5 düzeyinde istatistiki olarak önemli fark olduğu görüldü.

Çizelge 4.9'a göre Boğazköy istasyonu ile, Eski değirmen istasyonu arasında, Kırmızı köprü istasyonu ile Akçalar istasyonu arasında Cu için; Hastane arkası-Akçalar istasyonları ile, Boğazköy istasyonu arasında Pb için, Boğazköy-Eski değirmen istasyonları ile, Hastane arkası istasyonu arasında Zn için; Hastane arkası-Akçalar istasyonları ile, Akçakale istasyonu arasında Fe için; Boğazköy-Eski değirmen istasyonları ile, Kırmızı köprü istasyonu arasında Mn için; Hastane arkası –Akçalar istasyonları ile, Kırmızı köprü istasyonu arasında, Akyar istasyonu ile, Eski değirmen istasyonu arasında Cd için; Eski değirmen-Akçakale istasyonları ile, Boğazköy istasyonu arasında Cr metali için % 5 düzeyinde önemli fark olduğu tespit edildi ($p<0.05$).

Çizelge 4.10 *Salix fragilis* 'in dallarında ölçülen (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

Aylar	N	Ağır Metal						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
Temmuz	14	56.04±5.85	495.04±56.53	87.31±3.99	819.22±119.29	90.61±15.30	110.22±11.0	36.67±6.03
Eylül	14	45.65±5.27	398.36±43.35	65.47±5.56	577.43±90.50	61.96±10.65	80.24±12.33	27.39±3.97
ORTALAMALAR	28	5.85±7.60	446.70±69.76	76.39±12.09	698.33±161.10	76.28±19.49	95.23±19.09	32.03±6.88

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05).

Çizelge 4.10'a göre *Salix fragilis*'in dal örneklerinin Temmuz ayı konsantrasyonu Cu 56.04±5.85, Pb 495.04±56.53, Zn 87.31±3.99, Fe 819.22±119.29, Mn 90.61±15.30, Cd 110.22±11.0, Cr 36.67±6.03 mg/kg, Eylül ayı konsantrasyonları ise, Cu 45.65±5.27, Pb 398.36±43.35, Zn 65.47±5.56, Fe 577.43±90.50, Mn 61.96±10.65, Cd 80.24±12.33, Cr 27.39±3.97 mg/kg olduğu bulundu.

Çizelge 4.10'a göre mevsim ve istasyon farkı gözetmeksizin incelenen ağır metal konsantrasyonlarının aylık ortalamaları; Cu 5.85±7.60, Pb 446.70±69.76, Zn 76.39±12.09, Fe 698.33±161.10, Mn 76.28±19.49, Cd 95.23±19.09, Cr 32.03±6.88 mg/kg olarak belirlendi.

Örneklerin toplandığı Temmuz ve Eylül aylarında metal birikim düzeyleri kök kısmında sırasıyla Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr değerleri tespit edildi (Çizelge 4.10).

Salix fragilis 'in dal kısımlarında yapılan istatistiksel analizlere göre bütün metaller için Temmuz ayı ile Eylül ayı arasında % 5 düzeyinde önemli fark bulunamadı ($p>0.05$).

4.3.2 *Salix fragilis*'in Yapraklarındaki Ağır Metal Düzeyleri

Kars Çayı'ndan toplanan *Salix fragilis*'in yapraklarına ölçülen ağır metal konsantrasyonları Çizelge 4.11 ve 4.12.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. *Salix fragilis* 'in yapraklarında ölçülen (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

İstasyonlar	N	Ağır Metaller						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
1.Hastane arkası	4	35.92±5.85 ^{ab}	277,76±40,61	52.16±10.46	539.61±91.61	46.71±7.90 ^{ab}	71.63±9.67	17.76±1.75
2.Akyar	4	30.01±6.32 ^{ab}	261,95±22,63	52.01±5.69	480.88±114.31	50.25±11.98 ^{ab}	71.91±8.97	21.48±1.41
3.Kırmızı köprü	4	32.87±3.05 ^{ab}	244,35±32,49	58.05±5.59	515.85±118.76	43.45±7.49 ^{ab}	66.74±11.98	21.83±1.65
4.Eski Değirmen	4	27.44±2.71 ^b	226,0±20,14	51.20±10.98	366.29±120.65	36.61±9.33 ^b	53.54±12.77	16.95±1.91
5.Boğazköy	4	37.64±3.90 ^a	270,72±43,11	51.97±10.27	516.11±110.11	62.85±13.83 ^a	69.15±24.95	25.24±3.57
6.Akçakale	4	31.70±2.26 ^{ab}	296,02±11,98	58.99±6.76	472.41±57.10	43.36±8.61 ^{ab}	62.29±7.0	18.50±1.04
7.Akçalar	4	29.52±3.70 ^{ab}	272,92±73,52	53.61±8.22	376.70±52.26	53.58±12.44 ^{ab}	69.38±8.20	23.27±1.69
ORTALAMALAR	28	32.16±5.05	264,25±41,18	54.0±8.12	466.83±108.70	48.11±12.22	66.38±13.17	20.72±0.87

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05).

Çizelge 4.11'e göre *Salix fragilis*'in yaprak kısmındaki ağır metal konsantrasyonları; Cu 37.64-27.44, Pb 296.02-226.0, Zn 58.99-51.20, Fe 539.61-366.29, Mn 62.85- 36.61, Cd 71.91-53.54, Cr 25.24-16.95 mg/kg arasında olduğu bulundu.

İstasyonlara göre ağır metallerin birikim düzeyleri Fe>Pb>Cd>Mn>Zn>Cu>Cr şeklinde sıralandığı saptanmıştır. En yüksek Cu derişimi 5. İstasyonda, Pb, Zn derişimi 6. İstasyonda, Fe derişimi 1. İstasyonda, Mn derişimi 5. İstasyonda, Cd derişimi 2. İstasyonda, Cr derişimi 5. İstasyonda olduğu belirlendi.

Salix fragilis'in yaprak kısımlarındaki ağır metal düzeylerini belirlemek için yapılan istatistiksel analizler sonucuna göre Kırmızı köprü istasyonu ile diğer istasyonlar arasında tüm ağır metal grupları için % 5 düzeyinde istatistiki olarak önemli fark olduğu görüldü.

Çizelge 4.11'e göre Boğazköy istasyonu ile, Eski değirmen istasyonları arasında, Kırmızı köprü istasyonu ile, Akçalar istasyonu arasında Cu için; Eski değirmen-Akçakale istasyonları ile, Kırmızı köprü istasyonu arasında Pb için; Boğazköy-Eski değirmen istasyonları ile, Hastane arkası istasyonu arasında Zn için; Hastane arkası-Akçalar istasyonları ile, Akçakale istasyonları arasında Fe için; Boğazköy-Eski değirmen istasyonları ile, Kırmızı köprü istasyonu arasında Mn için; Hastane arkası-Akçalar istasyonları ile, Kırmızı köprü istasyonu arasında, Boğazköy istasyonu ile, Eski değirmen istasyonu arasında Cd için; Eski değirmen-Akçakale istasyonları ile, Boğazköy istasyonu arasında Cr metali için için % 5 düzeyinde önemli fark olduğu tespit edildi (p<0.05).

Çizelge 4.12 2. *Salix fragilis*'in yapraklarında ölçülen (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

Aylar	N	Ağır Metaller						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
Temmuz	14	35.43±4.09	293.34±30.30	61.02±2.48 ^a	548.85±76.41	56.94±9.92 ^a	76.62±8.26	23.83±4.05
Eylül	14	28.87±3.62	235.15±27.94	46.96±4.93 ^b	384.81±64.91	39.28±6.60 ^b	56.12±8.12	17.60±2.46
ORTALAMALAR	28	32.15±5.05	264.24±41.18	53.99±8.12	466.83±108.70	48.11±12.21	66.37±13.17	20.71±4.57

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05).

Çizelge 4.12'ye göre *Salix fragilis*'in yaprak örneklerinin Temmuz ayı konsantrasyonları, Cu 35.43±4.09, Pb 293.34±30.30, Zn 61.02±2.48, Fe 548.85±76.41, Mn 56.94±9.92, Cd 76.62±8.26, Cr 23.83±4.05, Eylül ayı konsantrasyonları ise, Cu 28.87±3.62, Pb 235.15±27.94, Zn 46.96±4.93, Fe 384.81±64.91, Mn 39.28±6.60, Cd 56.12±8.12, Cr 17.60±2.46 mg/kg olduğu bulundu.

Çizelge 4.12'ye göre mevsim ve istasyon farkı gözetmeksizin incelenen ağır metal konsantrasyonlarının aylık ortalamaları; Cu 32,15±5,05,Pb 264,24±41,18,Zn 53,99±8,12,Fe 466,83±108,70,Mn 48,11±12,21,Cd 66,37±13,17,Cr 20,71±4,57 mg/kg olarak belirlendi.

Örneklerin toplandığı Temmuz ve Eylül aylarında metal birikim düzeyleri bitkinin yaprak kısmında sırasıyla Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr değerleri tespit edildi (Çizelge 4.12).

Salix fragilis 'in yaprak kısımlarında yapılan istatistiksel analizlere göre Zn ve Mn metalleri için Temmuz ayı ile Eylül ayı arasında % 5 düzeyinde önemli fark bulundu ($p<0.05$).

4.4 *Ceratophyllum demersum* L. Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri

Kars Çayı'ndan toplanan *Ceratophyllum demersum* 'da ölçülen ağır metal konsantrasyonları Çizelge 4.13 ve 4.14'de verildi.

Çizelge 4.13. *C. demersum*'da ölçülen (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

İstasyonlar	N	Ağır Metaller						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
1.Hastane arkası	4	77.49±10.97	2607.50±237.24	54.28±11.29	807.91±200.93 ^{ab}	93.39±24.15	141.14±57.61	62.11±11.01
2.Akyar	4	71.73±8.83	2383.25±579.84	53.65±8.73	781.25±156.10 ^{ab}	84.55±24.27	148.39±50.90	52.69±20.37
3.Kırmızı köprü	4	71.16±9.46	2333.25±166.84	42.49±8.03	633.05±109.74 ^{ab}	70.59±10.26	131.82±40.25	46.77±7.37
4.Eski Değirmen	4	52.36±18.68	2024.0±281.18	41.48±12.11	550.49±112.35 ^b	78.97±16.59	137.0±47.90	52.74±7.60
5.Boğazköy	4	74.32±12.27	2705.50±648.23	66.0±13.04	945.28±208.48 ^a	101.62±27.30	172.87±34.37	66.50±12.74
6.Akçakale	4	69.07±12.63	2249.0±418.22	43.41±9.44	675.54±123.97 ^{ab}	69.37±20.90	151.17±33.34	51.21±10.11
7.Akçalar	4	63.11±7.82	2083.50±230.18	51.19±11.57	630.83±203.36 ^{ab}	71.01±23.93	149.74±31.58	49.46±5.84
ORTALAMALAR	28	68.46±13.21	2340.86±428.88	50.36±12.57	717.68±192.64	81.36±22.50	147.44±40.18	54.50±12.26

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05).

Çizelge 4.13'e göre *C. demersum*'daki ağır metal konsantrasyonları; Cu 77.49-52.36, Pb 2705.50-2024.0, Zn 66.0-41.48, Fe 945.28-630.83, Mn 101.62-69.37, Cd 172.87-131.82, Cr 66.50-46.77 mg/kg arasında olduğu tespit edildi .

İstasyonlara göre ağır metallerin birikim düzeyleri Pb>Fe>Cd>Mn>Cu>Cr>Zn şeklinde sıralandığı görülmüştür. En yüksek Cu derişimi 1. İstasyonda, Pb derişimi 5. İstasyonda, Zn derişimi 5. İstasyonda, Fe, Mn, Cd ve Cr derişimi 5. İstasyonda, olduğu saptandı.

Ceratophyllum demersum 'daki ağır metal düzeylerini belirlemek için yapılan istatistiksel analizler sonucuna göre Kırmızı köprü istasyonu ile diğer istasyonlar arasında tüm ağır metal grupları için % 5 düzeyinde istatistiki olarak önemli fark olduğu görüldü.

Çizelge 4.13'e göre Boğazköy istasyonu ile, Eski değirmen istasyonu arasında, Kırmızı köprü istasyonu ile, Akçalar istasyonu arasında Cu için; Eski değirmen-Akçakale istasyonları ile, Kırmızı köprü istasyonu arasında, Akçalar istasyonu ile, Boğazköy istasyonu arasında Pb için; Boğazköy-Eski değirmen istasyonları ile, Hastane arkası istasyonu arasında Zn için; Hastane arkası-Akçalar istasyonları ile, Akçakale istasyonu arasında Fe için; Boğazköy-Eski değirmen istasyonları ile, Kırmızı köprü istasyonu arasında Mn için; Hastane arkası-Akçalar istasyonları ile, Kırmızı köprü istasyonu arasında Cd için; Eski değirmen-Akçakale istasyonları ile Boğazköy istasyonu arasında Cr metali için % 5 düzeyinde önemli fark olduğu tespit edildi ($p<0.05$).

Çizelge 4.14. *C.demersum* ' da ölçülen (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

Aylar	N	Ağır Metaller						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
Temmuz	14	78.28±6.89	26.71±349.62	59.43±9.48	854.76±157.18	99.47±15.70	183.96±12.02 ^a	63.61±9.24 ^a
Eylül	14	58.63±10.34	20.28±221.31	41.28±7.81	580.59±109.06	63.23±9.91	110.92±18.32 ^b	45.38±6.91 ^b
ORTALAMALAR	28	68.46±13.21	23.85±428.88	50.35±12.57	717.67±192.64	81.35±22.50	147.44±40.18	54.49±12.26

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05).

Çizelge 4.14'e göre *C. demersum* örneklerinin Temmuz ayı konsantrasyonları, Cu 78.28±6.89, Pb 26.71±349.62, Zn 59.43±9.48, Fe 854.76±157.18, Mn 99.47±15.70, Cd 183.96±12.02, Cr 63.61±9.24, Eylül ayı konsantrasyonları ise, Cu 58.63±10.34, Pb 20.28±221.31, Zn 41.28±7.81, Fe 580.59±109.06, Mn 63.23±9.91, Cd 110.92±18.32, Cr 45.38±6.91 mg/kg olarak bulundu.

Çizelge 4.14'e göre mevsim ve istasyon farkı gözetmeksizin incelenen ağır metal konsantrasyonlarının aylık ortalamaları; Cu 68,46±13,21, Pb 2340,85±428,88, Zn 50,35±12,57, Fe 717,67±192,64, Mn 81,35±22,50, Cd 147,44±40,18, Cr 54,49±12,26 mg/kg olarak bulundu.

Örneklerin toplandığı Temmuz ve Eylül aylarında metal birikim düzeyleri *C. demersum*'da sırasıyla Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr değerleri tespit edildi (Çizelge 4.14).

Ceratophyllum demersum 'da yapılan istatistiksel analizlere göre Cd ve Cr metalleri için Temmuz ayı ile Eylül ayı arasında % 5 düzeyinde önemli fark bulundu ($p<0.05$).

4.5 Sediment Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri

Kars Çayı'ndan alınan sediment örneklerinde ölçülen ağır metal konsantrasyonları Çizelge 4.15 ve 4.16'de verildi.

Çizelge 4.15. Sediment örneklerindeki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

İstasyonlar	N	Ağır Metaller						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
1.Hastane arkası	4	30.31±9.56	1821.76±457.45	36.78±9.43	623.64±137.55	45.33±12.89	117.08±30.26	43.56±11.51
2.Akyar	4	24.42±10.01	1903.65±482.75	33.31±9.82	600.36±171.20	42.94±10.80	144.69±29.07	43.59±8.39
3.Kırmızı köprü	4	29.85±8.06	1547.01±394.82	30.72±7.70	584.01±144.63	44.08±12.97	119.50±32.40	51.07±11.71
4.Eski Değirmen	4	29.97±9.25	1975.10±566.97	30.27±8.43	526.97±140.72	36.44±12.11	121.60±32.76	40.18±6.90
5.Boğazköy	4	30.18±8.10	1774.04±425.82	29.74±7.73	594.95±154.47	35.87±9.44	123.0±36.02	46.36±9.95
6.Akçakale	4	31.78±10.53	1717.16±427.90	31.80±7.85	657.94±172.77	49.34±14.26	127.13±33.77	35.39±10.27
7.Akçalar	4	24.53±7.12	1945.42±533.76	38.68±11.44	573.39±161.95	36.55±11.94	138.28±39.92	47.35±12.76
ORTALAMALAR	28	28.72±8.43	1812.02±440.59	33.04±8.58	594.47±142.30	41.51±11.81	127.32±31.21	43.93±10.34

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05).

Çizelge 4.15'e göre Sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları; Cu 31.78-24.42 ,Pb 1975.10-1717.16, Zn 38.68-29.74, Fe 657.94-526.97, Mn 49.34-35.87, Cd 144.69-117.08 ,Cr 51.07-35.39 mg/kg olduğu tespit edildi.

Kars Çayı'nda belirlenen istasyonlara göre ağır metallerin birikim düzeyleri Pb>Fe>Cd>Cr>Mn>Zn>Cu şeklinde sıralandığı saptanmıştır. Sedimentte en yüksek Cu derişimi 6. İstasyonda, Pb derişimi 4. İstasyonda, Zn derişimi 7. İstasyonda, Fe derişimi 6. İstasyonda, Mn derişimi 6. İstasyonda, Cd derişimi 2. İstasyonda, Cr derişimi 3. İstasyonda olduğu bulundu.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda sedimentte istasyonlar arasında bir fark ($p>0.05$) yoktur.

Çizelge 4.16. Sediment örneklerindeki (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr) metallerin mevsimsel ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

Aylar	N	Ağır Metaller						
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
Temmuz	14	36.40±3.61	2216.57±200.33 ^a	40.73±4.49 ^a	728.25±46.32	51.87±6.36	156.21±10.86	52.67±6.04
Eylül	14	21.04±2.77	1407.46±102.62 ^b	25.35±2.37 ^b	460.67±36.86	31.14±4.22	98.43±10.38	35.18±4.58
ORTALAMA	28	28.72±8.43	1812.01±440.59	33.04±8.58	594.46±142.30	41.50±11.81	127.32±31.21	43.92±10.34

Her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05).

Çizelge 4.16'ya göre sediment örneklerinin Temmuz ayı konsantrasyonu, Cu 36.40 ± 3.61 , Pb 2216.57 ± 200.33 , Zn 40.73 ± 4.49 , Fe 728.25 ± 46.32 , Mn 51.87 ± 6.36 , Cd 156.21 ± 10.86 , Cr 52.67 ± 6.04 , Eylül ayı konsantrasyonu ise, Cu 21.04 ± 2.77 , Pb 1407.46 ± 102.62 , Zn 25.35 ± 2.37 , Fe 460.67 ± 36.86 , Mn 31.14 ± 4.22 , Cd 98.43 ± 10.38 , Cr 35.18 ± 4.58 mg/kg olduğu bulundu.

Çizelge 4.16'ya göre mevsim ve istasyon farkı gözetmeksizin incelenen ağır metal konsantrasyonlarının aylık ortalamaları; Cu 28.72 ± 8.43 , Pb 1812.01 ± 440.59 , Zn 33.04 ± 8.58 , Fe 594.46 ± 142.30 , Mn 41.50 ± 11.81 , Cd 127.32 ± 31.21 , Cr 43.92 ± 10.34 mg/kg olarak belirlendi.

Örneklerin toplandığı Temmuz ve Eylül aylarında metal birikim düzeyleri sedimentte sırasıyla Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr değerleri tespit edildi (Çizelge 4.16).

Sediment sonuçlarındaki istatistiksel analizlere göre Pb, Mn metalleri için Temmuz ayı ve Eylül ayı arasında anlamlı fark vardır ($p < 0,05$).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Toprak, su ve havada oluşan kirlilik insan sağlığını tehdit etmektedir. Doğal su kaynaklarının baraj ve göletlerde toplanması, sanayi, kanalizasyon ve tarımda kullanılan kimyasal ilaçların arıtılmadan bu sulara bırakılması, suyun özelliğini kaybedip kirlenmesine neden olmaktadır [2].

Ağır metallerin belirli dozlarda canlı bünyesine alınması zorunlu olduğu için, balıklar ve balıkların içinde buldukları ortamın sedimentinde ki zehir etkilerini belirlemek, insan sağlığı açısından önem taşımaktadır [2,5,13].

Bahsedilen nedenlerden dolayı mevcut çalışmada Kars Çayı'nda tutulan ve burada yaşayan insanlardan tarafından bol miktarda tüketilen *Capoeta capoeta capoeta*'nın (Kara Balık) kas, solungaç deri dokuları ile bu balıkların yaşadıkları ortam sedimentinde ve Kars Çayı'ı etrafında yetişen *Salix fragilis* (Gevrek Söğüt), *Ceratophyllum demersum* L. (Tilki Kuyruğu) bitkilerinde saptanan ortalama Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Cr ve Pb düzeyleri belirlendi [2].

Bu değerler *Capoeta capoeta capoeta*'nin kas dokusunda ortalama Cu 31.66, Pb 36.40, Zn 72.11 , Fe 185.64, Mn 21.35, Cd 0.44, Cr 0,78 mg/kg ,solungaç dokusunda ortalama Cu 35.87, Pb 48.36, Zn 97.44, Fe 213.58, Mn 22.77, Cd 0,39, Cr 0.67 mg/kg, deri dokusunda ortalama Cu 29.19, Pb 35.46, Zn 73.34, Fe 190.93 , Mn 20.24, Cd 0.19, Cr 0.51 mg/kg olarak tespit edildi.

Sedimentte bu değerler ortalama Cu 28.72, Pb 1812.02, Zn 33.04, Fe 594.47, Mn 41.51, Cd 127.32, Cr 43.93 mg/kg olarak hesaplandı.

Salix fragilis'in dal kısmında ortalama Cu 50.85, Pb 446.70, Zn 76.40, Fe 698.33, Mn 76.29, Cd 95.23, Cr 32.04 mg/kg, yaprak kısmında ortalama Cu 32.16, Pb 264.25, Zn 54.0, Fe 466.83, Mn 48.11, Cd 66.38, Cr 20.72 mg/kg olarak tespit edildi.

Ceratophyllum demersum 'da ortalama Cu 68.46, Pb 23.86, Zn 50.36, Fe 717.68, Mn 81.36, Cd 147.44, Cr 54.50 mg/kg olarak tespit edildi.

Sudaki değerler ise ortalama Cu 0.41, Pb 3.33, Zn 0.61, Fe 4.52, Mn 0.53, Cd 0.63, Cr 0.02 mg/kg olarak bulundu.

Metal kirliliği üzerine Türkiye ve başka birçok ülke nehirlerinde yapılmış olan bazı çalışmalarda; Minareci ve Ark. 2004'de Gediz Nehri (Manisa)'nin sedimentinde, Pb 25.5, Cu 346, Mn 145, Zn 631, Cd 0.95 ve Fe 3072 ppm olarak bulunmuştur [15]. Cu, Zn, Fe, Mn konsantrasyonları bizden yüksek, Pb ve Cd konsantrasyonları bizim bulgularımızdan düşüktür.

Ciminli (2005) Antakya Gölbaşı Gölü'nün su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları Zn, Cd, Pb, Cu, Mn, Fe, Ni için sırasıyla 0.05321, 0.0, 0.00522 0.02293, 0.07359, 1.83724 ve 0.01302 mg/L olarak bulunmuştur. Bunun nedeni ise Amik Ovasının tarımsal faaliyetlerin olması ve gölün kaynak suları ile beslenmesi ve buna bağlı olarak göl suyunun pH değerini değiştiğini ve metallerin çözünürlüğünün azaldığını belirtmiştir [16].

Ünlü ve Gümgüm (1993) Tigris Nehri'nde yapmış oldukları çalışmada sedimentte çinko 405 – 891 ppm ve bakırı 641 – 3433 ppm, *Capoeta capoeta umbla*'nın kas dokusunda çinko ve bakırı sırasıyla 29 – 90 ve 125 – 208 ppm olarak bulmuşlardır. Bulunan bu konsantrasyonlar bu çalışmadaki değerlerimizden yüksektir [17].

Köse ve Uysal (2008) Enne Baraj Gölü (Kütahya)'nde tutulan *Cyprinus carpio*'ların solungaç, deri ve kaslarındaki ağır metal birikimlerini karşılaştırmışlardır. Bulunan sonuçlara göre kas dokusundaki metal sıralamasının Ca>Mg>Zn>Fe>Cd şeklinde olduğunu bulmuşlardır. Solungaç dokusunda ağır metal sıralaması ise Ca>Mg>Zn>Fe>Cd şeklinde tespit etmişlerdir. Bu sıralamanın sebebi ise Enne Köyü'nden gölete dökülen çeşitli atıklar ve göl suyuna doğrudan karışan hayvan gübrelerinin olabileceğini belirtmişlerdir [18].

Uzunoğlu (1999) Gediz Nehri (Manisa)'nin suyunda yapmış olduğu çalışmasında, Pb, Mn, Zn, Fe, Cu, Ni, Cd metal konsantrasyonlarını; Pb 0.1515 - 0.2338, Mn 0.0010 – 0.4594, Zn 0.0110 – 2.2362, Fe 0.0029 – 0.5806, Cu 0.0138 – 0.2830, Ni 0.0010-0.2678, Cd 0.0030 – 0.0044 ppm olarak belirtmişlerdir [19]. Yukarıdaki değerler çalışmadaki sonuçlarımız ile karşılaştırıldığında bütün metal konsantrasyonlarının düşük olduğu görülmektedir.

Norrgrren ve Ark. (2000)'de Kafue Nehri (Zambia)'nde *Tilapia*'nın solungaç dokusunda Pb 1,3 – 3,1, Mn 71 – 122, Zn 87 – 100, Fe 400 – 490, Cu 115 – 170, Cd 0,3 µg/g (kuru ağırlık) olarak tespit etmişlerdir [20]. Bordajandi ve Ark.(2003)'de Turia Nehri (İspanya)'nde *Barbus barbus*, *Salmo trutta*, *Anguilla Anguilla* üzerine yaptıkları çalışmada sırasıyla Pb 0.0620, 0.0273, 0.1018, Zn 3.596, 3.969, 16.95, Cd 0.0018, 0.0014, 0.0049, Cu 0.793, 0.446 ve 0.977 µg/g olarak tespit etmişlerdir [21]. Bütün metaller bu çalışmadaki bulgularımızdan daha düşüktür.

Bakaç ve Kumru (2000) Menemen Ovasında (İzmir) yaptıkları çalışmada su örneklerindeki, Cd, Cu, Pb derişimlerini 0.005, 0.017 ve 0.03 ppm olarak saptamışlardır ve Sediment örneklerinde de Cd, Cu, Pb derişimlerini 1.6, 63 ve 15 ppm olarak bulmuşlardır. Bunun yüksek olmasının sebebinin ise Menemen Ovasında yapılan tarımsal faaliyetlerden dolayı olduğunu düşünmüşlerdir [22]. Yapılan bu çalışmada Cu değerlerimizden yüksek, Cd ve Pb değerleri ise düşüktür. Bu veriler bu çalışmadaki sonuçlar ile uyumluluk göstermektedir.

Narin ve ark. (1998) Karasu, Sarmısaklı Çayı ve Kızılırmak Nehrinde yaptıkları çalışmada su örneklerinde; Karasu'da ağır metal konsantrasyonlarını Cu 16.2±1.0, Ni 7.5±0.3, Cd 8.3±1.1, Pb 31.2±1.8, µg/l olarak saptamışlardır. Aynı çalışmada Sarmısaklı Çayı'nda metal konsantrasyonları Cu 30.1±1.3, Ni 9.3±0.4, Cd 11.9±0.3, Pb 27.5±1.1 µg/l olarak bulmuşlardır. Yine çalışmanın devamında Kızılırmak Nehri'nde ağır metal derişimlerini Ni 7.5±0.3, Pb 16.2±0.4, Cd 2.6±0.2 ve Cu 8.2±0.3 µg l⁻¹ olarak belirlemişlerdir [23]. Bu değerler bu çalışmadaki bulgularımızdan yüksektir.

Ali, M.M. ve Soltan, M.E. (1999) Mısır' ın Nil nehrindeki yaptıkları çalışmada *C. demersum*'da ağır metal derişim düzeylerini araştırmıştır. Aswan istasyonunda Fe 5527, Mn 4314, Zn 100, Cu 69.5, Pb 38.2 mg/kg, Mansoura istasyonunda Fe 4520, Mn 3010, Zn 118, Cu 63.3, Pb 7.1 mg/kg, Damietta istasyonunda Fe 2200, Mn 1800, Zn 160, Cu 169, Pb 55.7 mg/kg, Ras-El-Bar istasyonunda Fe 380, Mn 379, Zn 67.2, Cu 118, Pb 1.2 mg/kg olarak tespit etmişlerdir [24].

Aswan istasyonunda Pb, Mansoura istasyonunda Cu ve Pb, Damietta istasyonunda Pb ve Ras-El-Bar istasyonunda ise Fe ve Pb oranlarının bu çalışmadaki oranlardan düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Silva ve Shimizu (2004)'de Hydropower rezervuarın (Sri Lanka)'dan alınan 9 balık türünde çalışmışlar Zn 20.29-92.00 ve Mn'ı 4.30-6.62 $\mu\text{g g}^{-1}$ f(kuru ağırlık) olarak tespit etmişlerdir [25]. Mevcut çalışmamızdaki Mn ve Zn değerleri bu çalışmadaki Zn ve Mn değerlerinden yüksek bulundu.

Ajmal ve Khan (1987)'da Hindon Nehri (Hindistan)'nde yaptıkları çalışmada balıkta Cu 4.50 – 4.65, Mn 4.65 – 23.40, Pb 7.50 – 12.00, Cd 0.82 – 1.50, Fe 98.25 – 507.00 ve Zn 124.80 – 173.55, sedimentte Cu 1.92 – 4.60, Mn 87.34 – 208.84, Pb 1.57 – 3.15, Cd 0.12 – 0.29, Fe 9733.89 – 21733.89 ve Zn 20.25 – 35.25, $\mu\text{g g}^{-1}$ (kuru ağırlık) olarak tespit etmişler [26]. Yukarıdaki araştırmacıların yaptıkları sediment çalışmasında, Cd, Cu, Zn, Pb metalleri bu çalışmadaki değerlerimizden düşük, Mn ve Fe değerleri ise bulgularımızdan yüksektir.

Clark and Maret (1998)'de Lower Snake (USA) Nehri'nden avlanan *Catostomus macrocheilus*'da Cu 20 $\mu\text{g/g}$, Zn 35 $\mu\text{g/g}$, Cd 0.4 $\mu\text{g/g}$; *Cyprinus carpio*'da Cu 18 $\mu\text{g/g}$, Zn 152 $\mu\text{g/g}$, Cd 2 $\mu\text{g/g}$ olarak saptamışlardır [27]. Bu çalışma ile mevcut çalışmamızı karşılaştırdığımızda *Catostomus macrocheilus* için Cu ve Zn değerlerimizin yüksek, bulduğumuz Cd değerinin ise uyumluluk gösterdiği görülmektedir. *Cyprinus carpio* için ise Cu değerimizin yüksek, Zn ve Cd değerimizin düşük olduğu görüldü.

Ağtaş 1994'de Yıldız Irmağı (Sivas)'ndan yakalanan *Leuciscus cephalus*'da Fe 12.24 $\mu\text{g/g}$, Cu 1.68 $\mu\text{g/g}$ ve Zn'yu 11.22 $\mu\text{g/g}$ olarak saptamış olmakla beraber [28], bu değerler mevcut çalışmadaki bulgularımızdan düşüktür.

Yılmaz ve Ark. 2007'de Sarıçay'da, *Leuciscus cephalus* için Mn 0.112-24.230, Pb 0.068 – 0.874, Cu 0.193 – 2.61, Fe 4.240 – 172.000, Zn 6.350 – 28.550, Cd 0.010 – 0.084, ve 29 tane *Lepomis gibbosus* için Mn 12.434, Pb 0.070 – 0.920, Cd 0.008 – 0.082, Cu 0.065 – 4.360, Fe 11.200 – 125.000, Zn 6.540 – 16.064, Cd 0.008 – 0.082 $\mu\text{g g}^{-1}$ (yaş ağırlık) olarak tespit etmişlerdir [29].

Göksu ve ark. (2003) Seyhan Baraj Gölü'nde avladıkları *Stizostedion lucioperca* ve *Cyprinus carpio* 'ların kas dokularındaki metal konsantrasyon sıralaması Fe>Zn>Cd şeklinde bulunmuştur [30].

Ünlü ve Ark. (1994) Dicle Nehri (Diyarbakır)'nde yaptıkları çalışmada *Achantabroma marmid*'te metal derişimlerini incelemişlerdir. Solungaçlarda Cu ve Zn birikiminin yüksek oranda olduğunu belirlemişler, kas dokusunda ise bulunan derişimler Cu ve Zn metalleri için normal değerlerin altında olduğunu saptanmışlardır *Achantabroma marmid*'in organlarındaki yüksek Cu ve Zn birikiminin nedeninin, çalışılan nehrin maden yatakları bakımından zengin olması ve bakır fabrikasının atıklarının buraya atılmasından dolayı olduğunu söylemişlerdir. [31]. Cu ve Zn metallerinin normal değerlerin altında olması Dicle ve Kars Çayı'nda yapılan çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Uslu (2005) Kars Çayı'ndan avlanan *C. capoeta capoeta*'nın Solungaç dokusunda ise Pb 0.666 ± 0.139 , Zn 1.824 ± 0.309 , Fe 0.122 ± 0.041 , Cu 0.084 ± 0.021 , Cd 0.056 ± 0.018 , Mn 1.338 ± 0.289 mg/kg olarak saptamıştır. Bu değerler bütün metal konsantrasyonları yönünden bulgularımızla örtüşmemektedir. Kas dokusunda; Pb 0.711 ± 0.092 , Zn 1.496 ± 0.194 , Fe 0.091 ± 0.014 , Cu 0.112 ± 0.032 , Cd 0.062 ± 0.011 ve Mn 0.562 ± 0.208 mg/kg olarak saptamıştır. Bu bulgular ile bulgularımızı karşılaştırdığımızda, yapılan bu çalışmanın sonuçlarının daha yüksek olduğu görüldü. Uslu (2005) Kars Çayı'nın ortam sedimentinde Pb 1.697 ± 0.147 , Zn 2.239 ± 0.247 , Fe 0.086 ± 0.009 , Cu 1.504 ± 0.306 , Cd 0.112 ± 0.009 , Mn 31.254 ± 4.219 mg/kg olarak saptamıştır [2]. Bulunan konsantrasyonlar bu çalışmadaki değerlerimizden düşüktür. Yapılan bu çalışma ile mevcut çalışmamızı karşılaştırdığımızda geçen zaman (yıl) ve örneklerin farklı aylarda toplanmasından dolayı değerler arasında uyumsuzluklar ortaya çıkmış olduğunu belirtebiliriz.

Karakuş ve Gey (2003) Kars Çayı'nda yakalanan *Capoeta capoeta capoeta*'nın kas dokusunda Cd $0.0018 - 0.0029$, Cr $0.0053 - 0.0140$, Cu $0.0030 - 0.0093$, Co $0.0038 - 0.0373$, Fe $8.22 - 16.33$, Zn $0.610 - 0.757$ µg g⁻¹(yaş ağırlık) olarak saptamışlardır. Bunun nedeni Karakuş ve Gey'in örneklerini topladıkları kış ayında bölgede bir tarımsal faaliyet yapılmaması ve Kars şeker fabrikasının aktif halde olmamasından dolayı olduğunu bildirmişlerdir [32]. Bulunan veriler mevcut çalışmamızın değerlerinden düşüktür, metal konsantrasyonlarımız uyuşmamaktadır. Yapılan aynı çalışmada kas dokusunda ağır metal konsantrasyonu sıralaması Fe>Zn>Cr>Co>Cu>Cd şeklindedir. İncelenen ortak metaller bakımından bu sonuç bu çalışmadaki sıralamamız (Fe>Zn>Pb>Cu>Mn>Cr>Cd) ile uyum göstermektedir.

Akbaba (2010) Kars Çay'ında yakaladıkları balıkların solungaç dokusunda Zn 2281.0, Cd 1.7, Pb 49.3, Ni 15.7, Cu 245.0, Mn 509.0, Fe 2671.0 mg/kg, yenilebilir kas dokusunda Cd 1.9, Ni 9.85, Pb 58.2, Cu 269.0, Fe 2500.0, Mn 172.0 ve Zn 1759.0 mg/kg, kemik dokusunda Zn 2887.0, Cd 2.2, Pb 42.8, Ni 9.8, Cu 202.0, Mn 616.0, Fe 2112.0 mg/kg, suda Zn 17533, Cd 6.5, Pb 85.6, Ni 5.5, Cu 14.0, Mn 215, Fe 4354.0 mg/kg olarak bulmuştur. Sedimentte Zn 1451.0, Pb 58.1, Ni 582.0, Cu 1261.0, Mn 1061.0, Fe 426200.0 mg/kg olarak tespit edilip Cd metali tespit edilmemiştir [14]. Balığın kas ve solungaç dokularında bulunan değerler ve ırmak suyunda bulunan metal konsantrasyonları bu çalışmadaki değerlerimizden oldukça yüksektir. Bu çalışmanın sonucundaki bulgularımızda Pb metali sediment için yüksek olup, diğer metaller için ise düşüktür.

Çevik (2012), *Carassius gibelio*' un kas dokusunda ortalama Fe 5.40, Mn 0.39, Zn 3.63, Cu 0.03, Pb 0.82 mg/kg, solungaç dokusunda ortalama Fe 15.91, Mn 1.96, Zn 9.83, Cu 0.08, Pb 0.19 mg/kg, karaciğer organında ortalama Fe 7.60, Mn 0.64, Zn 5.50, Cu 0.03, Pb 0.26 mg/kg olarak tespit etmiştir. Sedimentte bu değerler ortalama Fe 50.61, Mn 16.34, Zn 82.31, Cu 0.61, Pb 1.69 mg/kg, Sudaki ortalama Fe 17.17, Mn 0.26, Zn 2.16, Cu 0.63, Pb 2.01 mg/kg olarak belirlemiştir. Son olarak *Ceratophyllum demersum*. ' da ortalama Fe 23.31, Mn 21.34, Zn 73.29, Cu 0.05, Pb 1.42 mg/kg olarak bulmuştur [5]. Balığın kas ve solungaç dokuları için elde edilen metal konsantrasyonları bu değerlerimizden düşüktür Bu çalışmadaki bulgularımıza göre sediment için Fe, Mn, Cu ve Pb metal konsantrasyonları yüksek, Mn konsantrasyonu için ise düşüktür. *Ceratophyllum demersum* için karşılaştırma yaptığımızda, Zn metalinin bu çalışmadaki bulgularımızdan yüksek, diğer metallerin ise düşük olduğu saptandı.

Çizelge 5.1. Kars Çayı'nın suyunda yıllara göre ağır metal konsantrasyonları (mg/kg) [13]

Yıllar	Ağır Metaller						
	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
2010	14.0±2.9	85.6±19.6	17533±12205	4354±1644	215±60	6.5±0.3	-
2016	0.41±0.06	3.33±0.50	0.61±0.10	4.52±0.99	0.53±0.13	0.63±0.13	0.02±0.00

Çizelge 5.2. Kars Çayı'nın sedimentinde yıllara göre ağır metal düzeyleri (mg/kg) [2, 13]

Yıllar	Ağır Metaller						
	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
2005	1.504±0.306	1.697±0.147	2.239±0.247	0.086±0.009	31.254±4.219	0.112±0.009	-
2010	1261±103	5.8±1.9	1451±379	426198±21119	10613±442	-	-
2016	28.72±8.43	1812.02±440.59	33.04±8.58	594.47±142.30	41.51±11.81	127.32±31.21	43.93±10.34

Çizelge 5.3. *Capoeta capoeta capoeta*'nin kas dokusundaki yıllara göre ağır metal düzeyleri (mg/kg) [2,13,32]

Yıllar	Ağır Metaller						
	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
2003	0.003±0.009	-	0.610±0.757	8.220±16.330	-	0.002±0.003	-
2005	0.112±0.032	0.711±0.092	1.496±0.194	0.091±0.014	0.562±0.208	0.062±0.011	-
2010	269±22	58.2±6.0	1759±123	2500±232	172±91	1.9±0.5	-
2016	31.66±5.82	36.40±7.88	72.11±12.95	185.64±41.76	21.35±5.93	0.44±0.09	0.78±0.13

Çizelge 5.4. *Capoeta capoeta capoeta*'nin solungaç dokusundaki yıllara göre ağır metal düzeyleri (mg/kg) [2,13]

Yıllar	Ağır Metaller						
	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd	Cr
2005	0.084±0.021	0.666±0.139	1.824±0.309	0.122±0.041	1.338±0.289	0.056±0.018	-
2010	245±2	49.30±4.95	2280±155	2670±207	509±26	1.75±0.24	-
2016	35.87±4.88	48.36±10.61	97.44±34.24	213.58±58.25	22.77±8.47	0.39±0.17	0.67±0.15

Çizelge 5.1, 5.2, 5.3 ve 5.4 incelendiğinde; Kars Çayı'nın suyunda yapılan çalışmalarda 2010 yılında bulunan bütün metal konsantrasyonlarının 2016 yılında bulunan bütün metal konsantrasyonlarından daha yüksek olduğu, sedimentte yapılan çalışmalarda Cu, Zn, Fe, Mn metal konsantrasyonları en yüksek 2010, en düşük 2005 yılında olduğu tespit edildi. *Capoeta capoeta capoeta*'nın kas dokusunda yapılan çalışmalarda Cu, Fe, Zn, Cd metal konsantrasyonları en yüksek 2010, en düşük 2003 yılında ve Pb, Mn metal konsantrasyonları ise en yüksek 2010, en düşük 2005 yılında olduğu, *Capoeta capoeta capoeta*'nın solungaç dokusunda yapılan çalışmalarda ise incelenen Cu, Pb, Zn, Fe, Mn ve Cd metal konsantrasyonlarının en yüksek 2010, en düşük ise 2005 yılında olduğu görülmektedir. Aynı bölgede farklı zamanlarda yapılan bu dört çalışmanın sonuçlarında görülen farklılıkların örnek toplama dönemlerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünmekteyiz.

Sonuç olarak; Kars Çayı'ndan yakaladığımız *Capoeta capoeta capoeta* (Kara Balık)'nın kas, solungaç ve deri dokularında ve ırmak suyunda en çok Fe, *Salix fragilis* (Gevrek Söğüt)'in dal ve yapraklarında, *Ceratophyllum demersum* L.(Tilki Kuyruğu)'da ve ortam sedimentinde en çok Pb ve Fe metallerinin biriktiği tespit edilmiştir.

Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz değerler, Su Ürünleri Yönetmeliği ve Su Ürünleri Kanununa göre (Pb 1.0, Cu 20.0, Zn 50.0 mg/kg), EPA (Fe 410, Cu 54, Zn 410, Mn 190 mg/kg) ve Türk gıda kodeksi (Cu 20.0, Pb 1.0, Zn 50.0 mg/kg)'ne göre balıklarda kabul edilebilir ağır metal sınır değerler karşılaştırıldığında önemli sayılabilecek bir kirlenmenin olmadığını tespit edilmiştir. EPA (Fe 11, Cu 1.5, Zn 11, Mn 5.1 mg/l)'ya göre de ırmak suyunda da önemli derecede bir kirlenmenin olmadığını gözlemlenmiştir. Çalışmamızda derişimlerini araştırdığımız Fe, Cu, Cd, Mn, Zn, Cr ve Pb metallerinin, Çay'ın etrafında kirlilik artmadığı sürece insan sağlığı açısından risk taşımayacağını düşünölmektedir.

6. KAYNAKLAR

- [1] Baltacı, B.B.(2011). Çıldır gölü'nün suyunda, dip sedimentinde ve buradan çıkarılan midyelerde (*Anodonta cynea* linnaeus, 1758) bazı ağır metallerin derişim düzeylerinin araştırılması. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kars.
- [2] Uslu, H.(2007). Kars Çayı'ndan avlanan siraz (*capoeta capoeta capoeta* guldenstaedt, 1772) balıklarında ve ortam sedimentinde bazı ağır metallerin derişim düzeylerinin incelenmesi. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kars.
- [3] Bölükbaşı Başaran, V.(2011). Seyfe Gölü Su Kalitesi Ve Dip Çamuru Ağır Metal Özelliklerinin Belirlenmesi.Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- [4] Tumantozlu, H.(2010). Karacaören II Baraj Gölün'deki Su, Sediment Ve Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) Örneklerinde Bazı Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- [5] Çevik, M. G.(2012). Çıldır gölü'nün suyunda, sedimentinde, havuz balığında (*carassius gibelio* bloch, 1782), kamış (*phragmites australis* l.) ve tilki kuyruğu (*ceratophyllum demersum* l.) bitkilerinde bazı ağır metallerin derişim düzeylerinin incelenmesi. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kars.
- [6] Özden, Y.(2008). Enne Ve Porsuk Barajı Sedimentine Bağlı Ağır Metallerin *Cyprinus carpio* 'nun Değişik Dokularına Biyoakümülyasyonunun Araştırılması. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kütahya.
- [7] Keskin, F.(2012). Köyceğiz Gölü Sedimentinde Ağır Metal Fraksiyonlarının İncelenmesi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Muğla.

- [8] İsañç, A.T.(2010). Farklı Baraj Göllerindeki Balıkların Ağır Metal Birikimleri Üzerine Araştırmalar. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi, Afyon.
- [9] Türkoğlu, M.(2008). Van Gölünden Alınan Su, Sediment Ve İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) Örneklerinde Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi, Van.
- [10] Tuncay, Y.(2007). Kovada Gölün'de Yaşayan İstakozlarda (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi, Isparta.
- [11] <http://www.luontoportti.com/suomi/en/puut/crack-willow>(Erişim Tarihi : 15 Ocak 2016) .
- [12] <https://www.google.com.tr/search?q=salix+fragilis&biw=667&source=Inms&tm> (Erişim Tarihi 17 Ocak 2016).
- [13] Akbaba, G.B.(2010). Kars Çayı'nın Suyunda, Sedimentinde Ve Buradan Avlanan KaraBalıklarada (*Capoeta capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772) Bazı Ağır Metallerin Derişim Düzeylerinin İncelenmesi. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi, Kars.
- [14] Ünal, Ö.F.(2010). Yeşilırmak Nehri'nden Toplanan Balık Ve Sediment Örneklerinde Eser Element Tayini. Gazi Osman Paşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi, Tokat.
- [15] Minareci, O., Öztürk, M. ve Minareci, E.(2004). "Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisinin, Gediz Nehrinin Ağır Metal Kirliliğine Olan Etkilerinin Belirlenmesi". Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Dergisi 5(2):135-139.
- [16] Ciminli, C.S.(2005). Gölbaşı Gölü'nde Su Ve Bazı Organizmalarda Ağır Metal Birikimi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi, Hatay.

- [17] Ünlü, E., Gümüş, B.(1993) “Concentration of Cooper and Zinc in Fish and Sediment from the Tigris River”. Chemosphere, 26(11): 2055-2061.
- [18] Köse, E., Uysal, K.(2008). “Cinsi Olgunluğa Erişmemiş Pullu Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)’ların Kas, Deri ve Solungaçlarındaki Ağır Metal Akümülyasyon Oranlarının Karşılaştırılması”. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26.
- [19] Uzunoğlu, O.(1999). Gediz Nehrinden Alınan Su Ve Sediment Önekleri’nde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi, Manisa.
- [20] Norrgren, L., Pettersson, U., Orn, and Bergqvist, P.A.(2000), “Environmental monitoring of the Kafu River, located in the Copperbelt, Zambia”.Arch. Environ Contam. Toxicol, 38:334-341.
- [21] Bordajandi, L. R., Gómez, G., Fernández, M. A., Abad, E., Rivera J., And González, M. J.(2003), “Sduty on PCBs, PCDD/Fs, organochlorine pesticides, heavy metal and arsenic content in freshwater fish species from the River Turia (Spain)”. Chemosphere 53: 163-171, 2003.
- [22] Bakaç, M., ve Kumru, M., N. (2000).“Menemen (İzmir) Ovası Su Ve Topraklarında Radyoaktivite Araştırması Ve Ağır Metal Kirliliği”. Çevre Koruma Dergisi 9(35):26-30
- [23] Narin, İ. , S, M. , E, L. ve D, M.(2009). “Analize Yaklaşım Ve Karasu, Sarımsaklı Çayı, Kızılırmak Nehrinde ki Pb, Cu, Ni, Co ve Cd Kirliliğinin Araştırılması. 1. Tıbbi Jeoloji Çalıştayını Ürgüp Belediyesi ,Kültür Merkezi.
- [24] Ali, M., M. and Soltan, M., E.(1999). “Heavy metals in aquatic macrophytes ,water and hydrosols from the river Nile,Egypt”. J.Union Arab.Biol, Cairo, 9(B): 99-115

- [25] Silva, E. I. L., Shimizu, A.(2004). "Concentrations of trace metals in the flesh of nine fish species found in a Hydropower Reservoir in Sri Lanka". Asian Fisheries Sciences, 17:377-384.
- [26] Ajmal, M, R. , Khan, A, U.(1987). "Heavy metals in water, sediment, fish and plants of River Hindon, U.P., India". Hydrobiologia, 148:151-157.
- [27] Clark, G, M. and Maret, T, R.(1998). "Organochlorine compounds and trace elements in fish tissue and bed sediments in the Lower Snake River Basin". Idaho and Oregon, Water Resources Investigations Report, 98-4103.
- [28] Ağtaş, S.(1994). "Concentrations of some heavy metals in water and chub (*Leuciscus cephalus* Linnaeus, 1758) from the River Yıldız". Turkey, Journal of Environmental Biology, 28-45.
- [29] Yılmaz, F., Özdemir, N., Demirak A. and Tuna, L.(2007). "Heavy metal levels in two fish species *Leuciscus cephalus* and *Lepomis gibbosus*". Food Chemistry,100.
- [30] Göksu, M, Z. L., vd.(2003). "Investigation of Fe, Zn and Cd in MirrorCarp (*Cyprinus carpio* L., 1758) and Pike Perch (*Stizostedion lucioperca* L.,1758) from Seyhan Dam Lake". E.U. J. Fish. Aquat, Sci,20-74.
- [31] Ünlü, E., Pakdemir, S., Akba, O.(1994) "Dicle Nehri'nde yaşayan *Acanthabroma marmid* Heckel, 1843'in doku ve organlarında bazı ağır metal birikimlerinin incelenmesi". XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Edirne, 327-334.
- [32] Karakuş, S., Gey, H.(2006)."A preliminary study of heavy metals in transcaucasian barb (*C. capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772) from the Kars Creek".Department of Biology, Faculty of Arts and Science, Kafkas University, Kars.

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı: Burcu ERCİŞLİ

Doğum Yeri: İZMİR/MENEMEN

Doğum Tarihi: 13.03.1989

Meddeni Hali: Bekar

Yabancı Dil: İNGİLİZCE

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise: İZMİR ALİAĞA LİSESİ

Lisans: KAFKAS ÜNİVERSİTESİ FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ BİYOLOJİ BÖLÜMÜ

Yüksek Lisans: KAFKAS ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ HİDROBİYOLOJİ ANABİLİM DALI-2016