



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İSKENDERUN KÖRFEZİ'NE (KUZEYDOĞUAKDENİZ) DÖKÜLEN
BAZI TATLISU KAYNAKLARINDA SEDİMENT, SESTON VE BAZI
MAKROALG TÜRLERİNDE AĞIR METAL BİRİKİMİNİN
BELİRLENMESİ**

Beşir AKMAN

**SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY
EYLÜL-2015**



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSKENDERUN KÖRFEZİ'NE (KUZEYDOĞUAKDENİZ) DÖKÜLEN
BAZI TATLISU KAYNAKLARINDA SEDİMENT, SESTON VE BAZI
MAKROALG TÜRLERİNDE AĞIR METAL BİRİKİMİNİN
BELİRLENMESİ**

BEŞİR AKMAN

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
EYLÜL-2015**

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSKENDERUN KÖRFEZİ'NE (KUZEYDOĞUAKDENİZ) DÖKÜLEN BAZI
TATLISU KAYNAKLARINDA SEDİMENT, SESTON VE BAZI MAKROALG
TÜRLERİNDE AĞIR METAL BİRİKİMİNİN BELİRLENMESİ**

BEŞİR AKMAN
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doç. Dr. Meltem EKEN danışmanlığında hazırlanan bu tez **10/09/2015** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Meltem EKEN
Başkan

Yrd. Doç. Dr. Önder DUYSAK
Üye

Yrd. Doç. Dr. Meltem MANAŞIRLI
Üye

Kod No:

Prof. Dr. Okan ŞENER
Enstitü Müdür V.

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 11000

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

10.09.2015

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Beşir AKMAN

ÖZET

İSKENDERUN KÖRFEZİ'NE (KUZEYDOĞUAKDENİZ) DÖKÜLEN BAZI TATLISU KAYNAKLARINDA SEDİMENT, SESTON VE BAZI MAKROALG TÜRLERİNDE AĞIR METAL BİRİKİMİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada İskenderun Körfezi'ne dökülen 3 farklı deşarj noktası (Ceyhan Nehri, Payas Deresi ve Arsuz Çayı)'ndan sediment, seston ve bazı makroalg örnekleri ağır metal (Zn, Cd, Pb, Cu, Fe, Cr) birikim düzeylerini belirlemek amacı ile alınarak uygun metod uyguladıktan sonra, ağır metal okumaları Mikrodalga Plazma Atomik Emisyon Spektrometresi (MP AES) AGILENT 4100 cihazında yapılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri suyunda fiziko-kimyasal parametreler sıcaklık 12,15-26,00 °C, tuzluluk ‰0,20-1,80, çözülmüş oksijen 5,40-10,75 mg l⁻¹, elektriksel iletkenlik 316-742 µS/cm, pH 6,00-8,15 arasında tespit edilmiştir.

Sedimentte ağır metal birikim düzeyleri Arsuz Çayı'nda Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd, Payas Deresi'nde Fe>Zn>Pb>Cr>Cu>Cd ve Ceyhan Nehri'nde Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd şeklinde belirlenmiştir. Sestonda ağır metal birikim düzeyleri Arsuz Çayı'nda Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd, Payas Deresi'nde Fe>Zn>Pb>Cr>Cu>Cd ve Ceyhan Nehri'nde Fe>Zn>Cr>Cu>Pb>Cd olarak belirlenmiştir. Makroalglerde ağır metal birikimi Arsuz Çayı makroalginde Fe>Cu>Zn>Cr>Pb>Cd, Payas Deresi makroalginde Fe>Zn>Pb>Cu>Cr>Cd ve Ceyhan Nehri makroalginde Fe>Pb>Cu>Cr>Zn>Cd şeklinde bulunmuştur.

Çalışmada belirlenen bulgular değerlendirildiğinde, sediment, seston ve makroalgde en fazla birikim gösteren ağır metal Fe, en az birikim gösteren ağır metal ise Cd olduğu tespit edilmiştir.

2015, 41 sayfa

Anahtar Kelimler: Çevre Kirliliği, Su Kirlenmesi ve Kontrolü, Ağır Metal Birikimi, İskenderun Körfezi

ABSTRACT

DETERMINATION OF HEAVY METAL BIOACCUMULATION OF SEDIMENT, SESTON AND SOME MACROALGAE SPECIES OF SOME FRESHWATER RESOURCES FLOWING INTO THE GULF OF ISKENDERUN

Samples of sediment, seston and some macroalgae samples were collected from 3 different discharge point (Ceyhan river, Payas stream, Arsuz brook) spilled into the Gulf of İskenderun. The concentrations of heavy metals (Zn, Cd, Pb, Cu, Fe, Cr) were determined by using Microwave Plasma Atomic Emission Spectrometry (MP AES) AGILENT 4100 after applying the appropriate method based on heavy metals.

As a result of the analyses physico-chemical Arsuz brook, Payas stream and Ceyhan river water temperature 12,15-26,00 °C, salinity ‰0,20-1,80, dissolved oxygen 5,40-10,75 mg l⁻¹, electrical conductivity 316-742 µS/cm, pH 6,00-8,15 were fasten down. Heavy metal accumulation levels in the sediment was determined Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd in Arsuz brook, Fe>Zn>Pb>Cr>Cu>Cd in Payas stream and Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd Ceyhan river. Heavy metal accumulation levels in the seston was determined Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd in Arsuz brook, Fe>Zn>Pb>Cr>Cu>Cd in Payas stream and Fe>Zn>Cr>Cu>Pb>Cd Ceyhan river. In macroalge heavy metal accumulation levels was determined Fe>Cu>Zn>Cr>Pb>Cd in the Arsuz brook macroalgae, Fe>Zn>Pb>Cu>Cr>Cd in the Payas stream macroalgae and Fe>Pb>Cu>Cr>Zn>Cd in the Ceyhan river macroalgae.

The results in this study showed that, high accumulation levels in sediment, seston and macroalge were determined Fe while low accumulation levels Cd.

2015, 41 pages

Key words: Environmental Pollution, Water Pollution and Control, Heavy Metal Bioaccumulation, Iskenderun Bay

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konusunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı yönlendiren ve her türlü yardımı esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Meltem EKEN'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmaları sırasında tüm bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan MKÜ Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Akademik Personellerine ve MKÜ MARGEM çalışanlarına içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal	12
3.2. Yöntem	13
3.2.1. Sediment.....	13
3.2.2. Seston	13
3.2.3. Makroalg	14
3.3. Değerlendirme yöntemi.....	14
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	16
4.1. Araştırma Bulguları.....	16
4.1.1. Fiziko-Kimyasal Parametreler	16
4.1.1.1. Arsuz Çayı Fiziko-Kimyasal Parametreleri	16
4.1.1.2. Payas Deresi Fiziko-Kimyasal Parametreleri.....	16
4.1.1.3. Ceyhan Nehri Fiziko-Kimyasal Parametreleri	17
4.1.2. Ağır Metal Değerleri	18
4.1.2.1. Arsuz Çayı.....	18
4.1.2.1.(1). Sediment	18
4.1.2.1.(2). Seston	19
4.1.2.2. Payas Deresi	19
4.1.2.2.(1). Sediment.....	19
4.1.2.2.(2). Seston	20
4.1.2.3. Ceyhan Nehri	21
4.1.2.3.(1). Sediment	21
4.1.2.3.(2). Seston	22
4.1.2.4. Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri Makroalgleri.....	23
4.2. Tartışma.....	24
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	34
KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	İskenderun Körfezi örnekleme istasyonları.	10
Şekil 3.2.	Arsuz Çayı istasyonundan genel bir görünüm.....	11
Şekil 3.3.	Payas Deresi istasyonundan genel bir görünüm	11
Şekil 3.4.	Ceyhan Nehri istasyonundan genel bir görünüm.....	12

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	MP AES’de ağır metallerin okunduğu dalga boyları	15
Çizelge 3.2.	Referans Madde (DORM-3) Değerleri.....	15
Çizelge 4.1.	Arsuz Çayı fiziko-kimyasal parametrelerin ölçüm ortalamaları	16
Çizelge 4.2.	Payas Deresi fiziko-kimyasal parametrelerin ölçüm ortalamaları.....	17
Çizelge 4.3.	Ceyhan Nehri fiziko-kimyasal parametrelerin ölçüm ortalamaları	17
Çizelge 4.4.	Arsuz Çayı sedimentinde saptanan ağır metallerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları (μgg^{-1} yaş ağırlık)	18
Çizelge 4.5.	Arsuz Çayı sestonunda saptanan ağır metallerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları (μgg^{-1} kuru ağırlık)	19
Çizelge 4.6.	Payas Deresi sedimentinde saptanan ağır metallerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları (μgg^{-1} yaş ağırlık)	20
Çizelge 4.7.	Payas Deresi sestonunda saptanan ağır metallerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları (μgg^{-1} kuru ağırlık)	21
Çizelge 4.8.	Ceyhan Nehri sedimentinde saptanan ağır metallerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları (μgg^{-1} yaş ağırlık)	21
Çizelge 4.9.	Ceyhan Nehri sestonunda saptanan ağır metallerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları (μgg^{-1} kuru ağırlık)	22
Çizelge 4.10.	Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri makroalglerinde saptanan ağır metallerin ortalamaları ve yıllık ortalamaları (μgg^{-1} yaş ağırlık)	23
Çizelge 4.11.	Kıta içi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (YSKYY, 2012).....	30
Çizelge 4.12.	Kalite Sınıflarına Göre Suların Özellikleri (YSKYY, 2012)	31
Çizelge 4.13.	Su Kalite Sınıfı Renk Kodları (YSKYY, 2012)	31
Çizelge 4.14.	Fiziko-kimyasal Parametrelerin Mevsimsel Değerlendirilmesi	31
Çizelge 4.15.	Fiziko-kimyasal Parametrelerin Yıllık Ortalamalara Göre Değerlendirilmesi	32
Çizelge 4.16.	Sediment kalite yönergesi (mg/kg kuru ağırlık) (EPA, 2006).....	33

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

cm	Santimetre
g	Gram
kg	Kilogram
l	Litre
µg	Mikrogram
µm	Mikrometre
µmol	Mikromol
µS	Mikrosiemens
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
nm	Nanometre
ppm	Milyonda bir birim
Ag	Gümüş
Al	Alüminyum
As	Arsenik
B	Bor
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
Hg	Civa
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Mo	Molibden
Na	Sodyum
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
Se	Selenyum
Sn	Kalay
Zn	Çinko

Kısaltmalar

HCl	Hidroklorik asit
HNO ₃	Nitrik asit
MP AES	Microwave Plasma Atomic Emission Spectrometry

1. GİRİŞ

Çevresel problemlerin en önemli konularından birisi olan su kirliliği, hem doğal hem de yapay su ortamlarında önemli problemlere yol açar. Yüzey sularının kalitesi genellikle endüstri merkezleri ve nüfus artışıyla olumsuz yönde etkilenmektedir (Buckley ve ark., 1995).

Su kirliliği, insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan, kullanımı kısıtlayan veya engelleyen ve ekonomik dengeleri bozan kalite değişimleridir. Su kirliliğinin bir başka tanımı ise; su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, su ürünlerinde, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde ve enerji atıklarının boşaltılmasını ifade etmektedir (Sönmez ve ark., 2008).

Su kirliliği fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere 3'e ayrılmaktadır. Suların fiziksel olarak kirlenmesi dışarıdan herhangi bir maddenin su bünyesine alınarak bu bünyede olumsuz değişiklik yapması şeklinde tanımlanabilir. Biyolojik kirlilik ise su ekosistemindeki bireylerin aktiviteleri sonucu meydana gelen kirlenme şeklidir. Suda meydana gelen kirliliğin büyük bir çoğunluğu kimyasal kirlenme ile meydana gelmektedir. Bu tip kirliliğin birçok kaynağı vardır. Özellikle son yıllarda tarımsal mücadelede pestisit ve kimyasal ilaç kullanımından dolayı su ortamlarında bu tip kirliliğe sıkça rastlanmaktadır. Sanayi atıkları, tarımsal ilaç atıkları ve endüstri (petrol, deri, deterjan) atıkları su kimyasında özellikle balıklar ve su canlıları aleyhine önemli değişiklikler yapmakta ve bunların ölümlerine sebep olmaktadır (Sönmez ve ark., 2008).

Sulardaki inorganik kirlenmenin en önemli kaynağını ağır metaller oluşturmaktadır. Bazı ağır metaller uygun konsantrasyonlarda canlı yaşamı için gerekli olup eksikliklerinde çeşitli semptomatik bozukluklar ortaya çıkmaktadır. Ancak bu metaller doğal konsantrasyonları aştığında önemli bir enzim engelleyici grubu oluştururlar. Gümüş, civa, bakır, kadmiyum ve kurşun gibi metaller bu nedenle zehirlidirler. Ağır metaller, organizmalara gerekli olsun ya da olmasın yüksek konsantrasyonlarda potansiyel olarak zehirlidirler (Ağcasulu, 2007).

Çevresel kirleticilerin birikimi, onların depolanmasının farklı mekanizmalara,

meteorolojik koşullara ve bir bölgeden diğetine değışen başka faktörlere bağılı olması nedeniyle çok karmaşıktır. Metallerin çözünlükleri, emilimleri ve taşınmaları insan vücudunda farklı özellikte toksisiteye neden olur. Toksisite, metallerin proteinlerdeki sülfidril grubuna bağlanması sonucu oluşur. Bu da proteinin işlevlerinin inhibisyonuna ve yapısının bozulmasına neden olur (Van Assche ve Clijters, 1990).

Sediment tabakası kirleticiler için bir rezervuardır. Dayanıklılık gösteren inorganik ve organik kirleticiler sedimentte birikebilir ve uzun yıllar birikimi sonucu, akuatik organizmalar ve insan sağığı için toksik etkiye sebep olabilir. Sediment kalitesinin korunması, akuatik yaşam, insan yaşamı ve ekolojik dengenin korunması ile birlikte, ulusal sınırdaki su kütlelerinin biyolojik olarak korunması ve tekrar iyileştirilmesi için de önemlidir. Sediment kirleticileri ya direk etkilerle veya sürdürülebilir popülasyonların ihtiyacı olan besin zincirlerini etkileyerek, rekreasyonel, genel veya ekolojik önemi olan türleri elimine edebilir veya azaltır. Daha ötesinde, bazı sediment kirleticileri, fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerin bir sonucu olarak besin zinciri boyunca biyoakümüle olabilir veya serbest kalarak sediment üzerindeki su tabakasına geçiş yapabilir (USEPA, 2001).

Sediment içindeki ağır metaller ve metal bileşikleri gibi inorganik maddeler aşırı miktarda bulundukları zaman potansiyel kirleticiler olarak göz önünde tutulmalıdırlar. Bu potansiyel kirleticiler insanın ve sucul organizmaların, su ortamındaki canlıların sağıklarını tehdit edebilirler. Sediment tabakaları su kalitesini belirler. Aynı zamanda çevresel sedimentoloji çalışmaları su kalitesi analizlerinden ayrı düşünülmez ve beraber yapılması gerekir. Çünkü sediment tabakasının bünyesinde biriken kirleticiler için (organik madde, fosfat, azot bileşikleri, çeşitli metaller) belirli bir doygunluk seviyesi vardır ve bu doygunluk seviyesine erişen sediment tabakası bir süre sonra bünyesinde tuttuğı kirleticileri tekrar suya bırakır. Böylece sadece su kirliliğı problemi çözülen bir su külesinde tekrar çevre kirliliğı problemi yaşanabilir (Lijklema, 1993).

Sediment tabakasının çevresel tehlike boyutunun belirlenmesi ve sediment kalitesi için standart veya kalite kriterlerinin oluşturulması, sedimentde bulunan türlerle, maddelerin bu türler üzerindeki toksisitesi ve kimyasal analizlerle, kirleticilerin konsantrasyonlarının belirlenerek, karşılaştırma yapılmasıyla anlaşılabilir (Pedersen ve Bjornested, 1998).

Çeşitli şekillerde sucul ekosisteme ulaşan ve değışik şekillerde bulunabilen

metaller su canlılarının vücuduna ortamda bulunan su, besin maddeleri, yüzeylerine ağır metalleri adsorbe etmiş sestonlar ve absorpsiyon yoluyla geçerler (Merlini, 1980).

Algler yüzeylerinde sahip oldukları yüksek negatiflikten dolayı, sudaki birçok ağır metal iyonunu kendilerine çekme ve depolama özelliğine sahiptirler. Buda sudaki kirliliğinin belirlenmesinde ve mücadelesinde alglerin kullanımını önemli bir hale getirmiştir (Rao, 1986).

Su ortamındaki metalin canlı üzerindeki etkisi, ekolojik ihtiyaçlar, metabolizma, besin, sediment ve diğer faktörlerle (mevsimsel değişimler, tuzluluk, sıcaklık, interaktif ajanlar) değişebilmektedir (Bryan, 1976).

Bu çalışma Körfez'e dökülen bazı tatlısu kaynaklarında sediment, seston ve bazı makroalg türlerinde ağır metal (Zn, Cd, Pb, Cu, Fe, Cr) birikim düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

İskenderun Körfezi'nin kirliliği ile ilgili birçok çalışma yapılsa da Körfez'e dökülen kaynaklarla ilgili çalışma oldukça azdır. Bu sayede körfeze kirlilik yükü açısından dökülen tatlısu kaynaklarının bir etkisi olup olmadığı incelenmiştir.

İskenderun Körfezi ülkemiz açısından önemli bir yere sahiptir. Elde edilen veriler ilerideki gelişmeler ve değerlendirmeler açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ağır metal birikimi hakkında, hem yurdumuzda, hem de diğer ülkelerde birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar çoğunlukla, ağır metallerin sediment, su, çeşitli bentik canlılarda, sestonda ve balıkların çeşitli dokularındaki birikimi ile ilgilidir. Çalışmaların bir bölümü aşağıda özetlenmiştir.

Martin ve Broenkow (1975), Kuzeydoğu Pasifik Okyanusundan topladıkları plankton örneklerinde Cd içeriğini genelde 2,00-5,00 μgg^{-1} olarak belirlemişlerdir.

Kapustka ve ark. (1976), Oklahoma'daki bir lagünde sedimentte 7,30 μgg^{-1} Cd, 372,80 μgg^{-1} Cr, 1722,00 μgg^{-1} Cu, 959,10 μgg^{-1} Fe, 192,60 μgg^{-1} Pb, 545,10 μgg^{-1} Zn, saptamışlardır.

Sunlu ve ark. (1996), Güllük Lagünü sedimentinde ağır metal birikimini mevsimsel olarak araştırmışlar. Araştırmada ağır metal birikimini sonbahar ayı için Cd 1,40 μgg^{-1} , Pb 21,05 μgg^{-1} , Cu 26,17 μgg^{-1} , Zn 10,28 μgg^{-1} , Fe 3039,90 μgg^{-1} ; kış için Cd 0,90 μgg^{-1} , Pb 13,50 μgg^{-1} , Cu 25,54 μgg^{-1} , Zn 9,69 μgg^{-1} , Fe 2781,70 μgg^{-1} ; ilkbahar için Cd 1,70 μgg^{-1} , Pb 14,9 μgg^{-1} , Cu 25,38 μgg^{-1} , Zn 10,30 μgg^{-1} , Fe 2742,10 μgg^{-1} ; yaz için Cd 0,85 μgg^{-1} , Pb 19,9 μgg^{-1} , Cu 26,38 μgg^{-1} , Zn 10,39 μgg^{-1} , Fe 2910,30 μgg^{-1} olarak tespit edilmiştir.

Abdel-Baky ve ark. (1998), Mısır'ın Manzala Gölü'nde yaptıkları çalışmada sediment örneklerinde ağır metal seviyelerini ve bazı kimyasal parametreleri incelemişlerdir. Sedimentte ağır metal konsantrasyon düzeyini Zn>Pb>Cu>Cd şeklinde sıralamışlardır. Çalışılan metal konsantrasyonlarının istasyonlar arası önemli bir değişikliği olmamasına rağmen mevsimsel olarak önemli değişimler gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çetingül ve ark. (2000), Ege Denizi sahillerinde yayılış gösteren *Cladophora dalmatica* ve *Ceramium ciliatum* var. *robustum*'da ağır metal içeriği üzerine yaptıkları çalışmada, her iki türde ağır metal birikim düzeyine göre sıralamanın Fe>Zn>Mn>Cu şeklinde olduğunu belirlemişlerdir.

Karadede ve Ünlü (2000), Atatürk Baraj Gölü'nün sedimentinde Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn'yu tespit etmişler ve Cd, Co, Hg, Mo ve Pb'un analiz limitinin altında olduğunu belirtmişlerdir. En fazla biriken metalin Fe olduğunu bildirmişlerdir.

Rubio ve ark. (2000), kuzey batı İspanya'daki Rio de Vigo kıyılarından aldıkları

66 sediment örneğinde majör ve iz elementlerin analizini yapmışlardır. Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Co konsantrasyonlarını sırasıyla 10,85; 188; 99,08; 36,16; 160,1; 546; 23,04 ppm olarak Fe ve Mn değerlerini ise ölçülebilir limitlerin altında bulmuşlardır. Ria'nın güney bölgeleri ile iç kısımlarında kirliliğin yüksek olduğunu saptamışlardır.

Bu-Olayan ve ark. (2001), Kuveyt kıyılarından toplanan plankton örneklerinde Zn için 13,25-61,55, Cu için 3,79-56,58, Ni için 2,99-39,01, Pb için 4,75-47,06 μgg^{-1} birikim değerlerini bildirmektedirler.

Campanella ve ark. (2001), İtalya kıyılarında belirlenen beş istasyondan topladıkları kahverengi alg örneğinde Cd, Cr, Cu, Pb ve Zn derişimlerini araştırmışlardır. *P. pavonia*'da Cd derişimini 0.66-2.06 μgg^{-1} , Cu derişimini 10.4-13.3 μgg^{-1} , Pb derişimini 5.2-11.4 μgg^{-1} ve Zn derişimini 44-84 μgg^{-1} olarak belirlemişlerdir.

Edwards ve ark. (2001), Avusturalya'da yaptıkları mevsimsel bir çalışmada, sestonda Cd, Fe ve Cu düzeylerinin mevsime göre değiştiğini ve en yüksek kış aylarında bulunduğunu; ağır metal birikimlerini ise sestonda; Cd için <0,050-6,693 ppm, Pb için 10,01-158,70 ppm, Cu için 19,60-66,30 ppm olarak bildirmektedirler.

Rashed (2001), Mısır'ın Nasser Gölü'nde yaptığı çalışmada sedimentte ağır metal birikimlerini incelemişlerdir. Sedimentte Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Sr ve Zn konsantrasyonlarını sırasıyla 89,5; 79; 109; 51500; 1000; 122; 455; 143 μgg^{-1} olarak bulmuştur.

Samecka-Cymerman and Kempers (2001), Kuzey Polonya'daki kirlenmiş göllerinden sediment ve bitki örnekleri almış, N, P, K, Ca, Mg, S gibi makroelementlerin yanı sıra Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, V ve Zn gibi metallerin konsantrasyonunu tespit etmişlerdir.

Storelli ve ark. (2001), İtalya'nın Güney Adriyatik kıyısında makroalg ve çökel örneklerinde ağır metal birikimini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, makroalglerde (*U. lactuca*, *Codium vermilaria*, *Enteromorpha prolifera*) belirlenen metal birikim düzeyleri sıralamasını $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu}$ olarak belirlemişlerdir. Fe derişiminin 337.10–553.01 μgg^{-1} , Zn derişiminin 58.79-127.27 μgg^{-1} ve Cu derişiminin 10.33-12.07 μgg^{-1} arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca çökel örneklerinde ortalama 0.20 μgg^{-1} Cd, 4.43 μgg^{-1} Pb, 16.98 μgg^{-1} Cu, 95.8 μgg^{-1} Zn ve 8838 μgg^{-1} Fe değerlerini belirlemişlerdir.

Swadis ve ark. (2001), Ege Denizi'nin farklı bölgelerinde dağılım gösteren

kırmızı, kahverengi ve yeşil alglerin en yaygın bulunan türlerinde iz element derişimlerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda en yüksek düzeylerin, Cu için *Cladophora* sp.'de 29.3 mgkg^{-1} , Zn için *Gracilaria verrucosa*'da 155.3 mgkg^{-1} , Cd için *Corralina officinalis*'de 2.9 mgkg^{-1} ve Pb için *Cladophora* sp.'de 24.7 mgkg^{-1} olduğunu bildirmişlerdir.

Villares ve ark. (2001), İspanya kıyılarından topladıkları *Enteromorpha* sp.'de yaptıkları analizler sonucu $10.58 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Cu, $696 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Fe ve $41.3 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Zn bulunurken, *Ulva* sp.'de, $7.84 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Cu, $365 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Fe ve $23.6 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Zn rapor etmişlerdir.

Caliceti ve ark. (2002), Venedik lagününden (İtalya) topladıkları yedi makroalg türünde Fe, Zn, Cu, Cd ve Pb derişimlerini belirlemişlerdir. *U. rigida*'da ortalama $1033 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Fe, $64 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Zn, $13 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Cu, $0.2 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Cd, $7.3 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Pb, *Cystoseira barbata*'da ortalama $444 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Fe, $38 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Zn, $7 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Cu, $0.1 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Cd, $3.2 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ Pb, değerlerini rapor etmişlerdir.

Martino ve ark. (2002), İngiltere'de Mersey halicinde yaptıkları çalışmada sedimentte ve askıda çözünmüş maddede Cd, Co, Cu, Ni, Pb ve Zn düzeylerini incelemişler, Cu dışındaki çözünmüş metal konsantrasyonlarının normal davranışından pozitif bir sapma gösterdiğini ve sedimentte $<63 \mu\text{m}$ 'luk parça büyüklüğü olan kısmında Cd, Co, Ni ve Pb konsantrasyonların askıda çözünmüş maddeye göre daha fazla olduğunu belirtmektedirler. Konsantrasyonları Cd için $0,14 \pm 0,05$, Cu için $0,55 \pm 0,09$, Pb için $2,61 \pm 0,39$, Zn için $5,05 \pm 0,69$, Fe için $190 \pm 16 \text{ } \mu\text{molg}^{-1}$ olarak saptamışlardır.

Lozano ve ark. (2003), Tenerife Adasının (İspanya) kıyıları boyunca 6 istasyondan topladıkları makroalg örneklerinde Pb ve Cd seviyelerini belirlemeye çalışmışlardır. *Cystoseira abiyas*'de ortalama Pb derişimini $0.21 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$, Cd derişimini $0.20 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ olarak, *Sargassum vulgare*'de ortalama Pb derişimini $0.15 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$, Cd derişimini $0.16 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ olarak, *P. pavonia*'da ortalama Pb derişimini $0.22 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$, Cd derişimini $0.18 \text{ } \mu\text{gg}^{-1}$ olarak rapor etmişlerdir.

Landajo ve ark. (2004), kuzey İspanya'daki çalışmalarında Bilbao nehir koyundan aldıkları sediment örneklerinde As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn birikimlerinin mevsimsel karşılaştırmasını yapmışlardır. Tüm örnekleri nehrin 3 farklı kolundan toplamışlardır. Yaptıkları çalışmada Cd için 1,2-381,4, Cr için 51-1650, Cu için 53-1290, Fe için 14190-86560, Mn için 123-1011, Ni için 29-1270, Pb için 60-4570 ve Zn için 320-11570 μgg^{-1} olarak bulmuşlardır. En yüksek konsantrasyonların yaz

aylarında, en düşük konsantrasyonların ise kış aylarında olduğunu tespit etmişlerdir.

Özmen ve ark. (2004), Hazar Gölü'nün sedimentinde bazı ağır metal (Zn, Fe, Mn, Ni, Cu, Cr, Co ve Pb) birikimini araştırmışlardır. Sedimentte Pb dışında tüm metallere rastlamışlardır. Sedimentte en fazla Fe'in, en az ise Pb'un biriktiğini kaydetmişlerdir.

Çalışkan (2005), Asi Nehri'nde yaptığı çalışmada nehirden alınan sediment örneklerinde Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonlarını bir yıl süreyle mevsimsel olarak incelemiştir. Çalışma sonucunda metal birikimlerinin mevsimler arasında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Genellikle en yüksek birikim sedimentte ise kış mevsiminde ölçülmüştür.

Duman (2005), Sapanca ve Abant gölleri sediment ve bazı sucul makrofitlerde ağır metal akümülyasyonunun mevsimsel değişimini incelemiştir. Sapanca Gölü'nden 9 ve Abant Gölü'nden 3 istasyon seçilmiştir ve bu istasyonlardan sediment ve makrofit örnekleri alınmıştır. Sapanca Gölü sedimentinde ağır metal kirliliğinin trafik, fosseptik atık, tarımsal gübre ve zirai ilaçlar, Abant Gölü sedimentinde ise trafik ve fosseptik atık kaynaklı olduğu belirlenmiştir.

Nguyen ve ark. (2005), Macaristan'daki Balaton Gölü'nde yaptıkları çalışmada sedimentteki ağır metal konsantrasyonlarını ölçmüşlerdir. Sedimentteki Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb konsantrasyonlarını sırasıyla 5,7-66; 160-760; 1,7-17; 4,4-55; 0,7-36; 13-150; 0,1-0,7; 2,4-160 μgg^{-1} olarak bulmuşlardır.

Dural ve Göksu (2006), Çamlık lagününde seston ve sediment örneklerinde ağır metallerden Pb, Cu, Zn, Cd, Fe'in birikim miktarlarını ve bunların mevsimsel değişimini belirlemişlerdir. Yaptıkları çalışmada belirledikleri bulguları değerlendirdiklerinde ise en çok Zn (2295,06 μgg^{-1}) ve Cd (17,06 μgg^{-1})'un sestonda; Fe (30441,70 μgg^{-1}) ve Pb (67,29 μgg^{-1})'un sedimentte biriktiğini görmüşlerdir.

Parlak vd. (2006), Gediz Deltasından toplanmış sediment örneklerinde bazı ağır metalleri (As, Pb, Cd, Ni, Cu, Co ve Cr) analiz ederek kirliliğin etkisini tayin etmeye çalışmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre, As, Cu, Cd, Co, Ni ve Pb için bir kirlilik riski olmadığı sonucuna varmışlardır.

Kır vd. (2007), Kovada Gölü'nün sedimentindeki bazı ağır metallerin birikimini incelemişlerdir. Kovada Gölü'nün sedimentinde yaptıkları ağır metal analizinde Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni tüm mevsimlerde belirlenirken Cd Yaz-2005 ve Sonbahar-

2005’de analiz limitinin altında bulmuşlardır. Sedimentte en fazla biriken metalin Al olduğunu bulmuşlardır. Metal birikiminin yaz aylarında en yüksek düzeye ulaştığını belirtmişlerdir.

Mendil ve Uluözlü (2007), Tokat’ın göllerinden alınan sediment örneklerinde metal konsantrasyonlarını ölçmüşlerdir. Sediment örneklerinde ki maksimum metal değerlerini Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cr ve Ni de sırasıyla 2138, 232, 38.9, 8.2, 7.0, 10.7 ve 55.4 μgg^{-1} olarak bulmuşlardır.

Türkoğlu (2008), Van Gölü’nden alınan sediment örneklerinde ağır metallerden Cd, Cu, Zn ve Pb konsantrasyonlarını belirlemiştir. Araştırma sonucunda, sedimentte özellikle Pb ve Cd konsantrasyonları yüksek düzeylerde bulunmuştur.

Akbulut ve Akbulut (2009), Kızılırmak Nehri sedimentinde ağır metal birikimlerini belirlemişlerdir. Sedimentte tespit etmiş oldukları metal sıralaması; $\text{Cr} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Co} > \text{Hg} > \text{Br}$ şeklinde bulmuşlardır.

Akçalı (2009), Türkiye’nin Ege Denizi kıyısı boyunca sekiz istasyonda mevsimsel olarak kırmızı, kahverengi ve yeşil makroalglerde bazı ağır metallerin (Hg, Cd, Pb, Cr, Cu, Zn, Fe) konsantrasyonları tayin edilmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda ağır metal konsantrasyonlarının sıralaması makroalgde $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Cr} > \text{Cd} > \text{Hg} > \text{Pb}$, sedimentte ise $\text{Fe} > \text{Cr} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Hg} > \text{Cd}$ olarak belirlenmiştir.

Öztürk ve ark. (2009) yapmış oldukları çalışmada; Avşar Baraj Gölü’nün sedimentinde ağır metal birikimini mevsimsel olarak araştırmışlardır. Sediment örneklerinde Fe’nin fazla biriktiğini bunu Ni, Cu, Cr, Pb ve Cd’nin takip ettiğini belirlemişlerdir.

Kır ve Tumantozlu (2012), Karacaören II Baraj Gölü’ndeki kirliliği belirlemek için sedimentte Fe, Cu, Zn, Mn, Al, Sr, Cr, Pb, Cd ve Hg seviyeleri tespit edilmiştir. Sedimentte Fe, Zn, Mn, Al, Sr ve Cr tüm mevsimlerde belirlenirken, en fazla biriken metalin Fe olduğu tespit edilmiştir. Pb ilkbaharda Cu, Cd ve Hg tüm mevsimlerde tayin sınırının altında çıkmıştır.

Özbay ve ark. (2013), Mersin İli’nin önemli akarsularından birisi olan Berdan Çayı’nda mevsimsel olarak toplanan sediment örneklerinde Kadmiyum (Cd), Krom (Cr), Mangan (Mn), Nikel (Ni), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Kurşun (Pb), Demir (Fe) ve Alüminyum (Al) gibi ağır metallerin birikim düzeyleri araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre sedimentte ağır metal birikim düzeyleri, Fe; 18521,91 μgg^{-1} ,

Al; 12907,70 μgg^{-1} , Mn; 377,40 μgg^{-1} , Ni; 167,68 μgg^{-1} , Cr; 57,81 μgg^{-1} , Zn; 45,59 μgg^{-1} , Cu; 28,38 μgg^{-1} , Pb; 22,82 μgg^{-1} ve Cd; 4,54 μgg^{-1} olarak tespit edilmiş ve ağır metaller Fe>Al>Mn>Ni>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd olarak sıralama göstermiştir. Sonuç olarak Berdan Çayı'nın kirlilik tehdidi altında olduğu saptanmıştır.

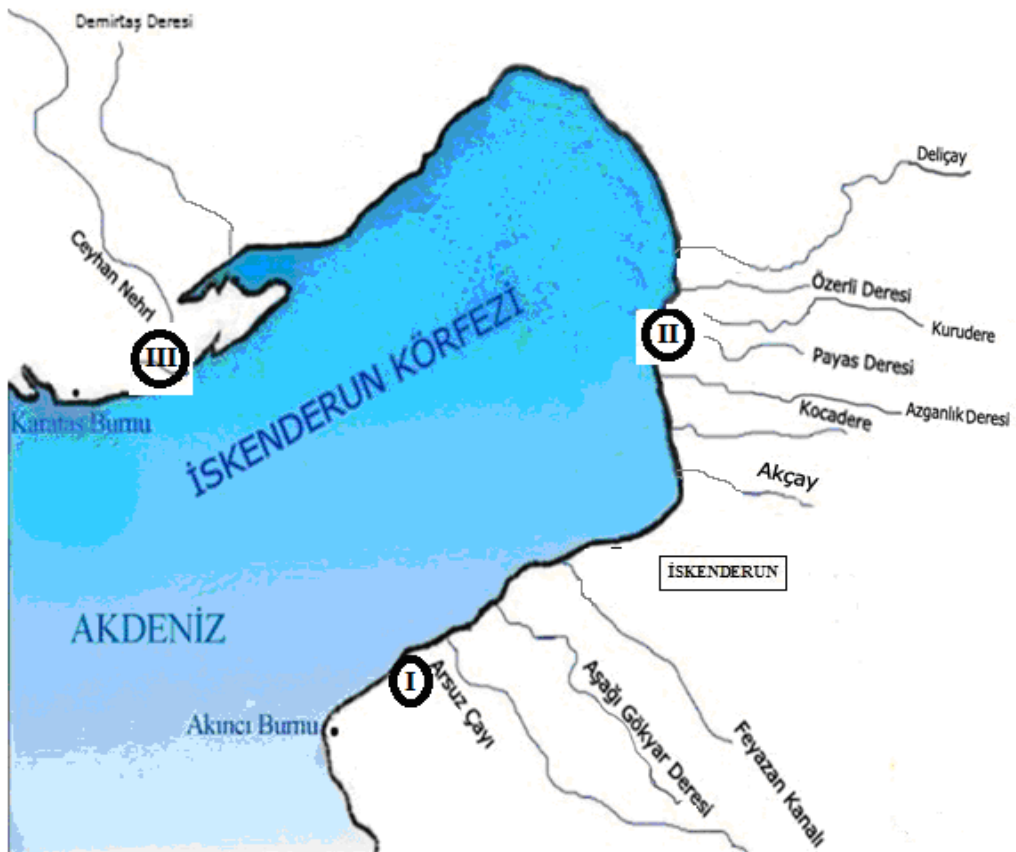
Erdoğan (2014), Karacaören I Baraj Gölü'nün sedimentinde ağır metal birikimini incelenmişlerdir. Sedimentte yapılan ağır metal analizinde Fe, Cu, Al, Zn, Pb, Ni, Co ve Mn tüm mevsimlerde, Cd Yaz mevsiminde, Cr Yaz ve Sonbahar mevsimlerinde belirlenirken, en fazla biriken metalin Fe olduğu görülmüştür. Hg ve B tüm mevsimlerde analiz sınırının altında bulunmuştur.

Kaçar (2015), Dicle Nehri'nin Ilısu Baraj Göl Bölgesi'nde farklı lokalitelerden mevsimsel olarak alınan sediment örneklerinde Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd ve Pb gibi ağır metallerin konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Dicle Nehri sedimentinde ağır metal konsantrasyonları Ilısu Barajı ve Hasankeyf'te Fe>Mn>Cr>Ni>Zn>Cu>Co, Batman Barajı'nda Fe>Mn>Ni>Cr >Zn>Cu>Co olarak tespit edilmiş ve en yüksek ağır metal birikimi Ilısu Barajı'nda gözlenmiştir. Sedimentte mevsimsel metal birikimi Ilısu Barajı'nda ilkbahar, Hasankeyf'te sonbahar, Batman Barajı'nda ise kışın yüksek olarak belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

İskenderun Körfezi son 40-50 yıl içinde hızlı nüfus artışına paralel olarak gelişen plansız kentleşme ve endüstrileşme sonucunda çok önemli kirlilik problemlerinin yaşandığı bir bölge durumuna gelmiştir. İskenderun Körfezi, çevrenin sanayi bölgesi olmasından ve Seyhan ile Ceyhan Nehirleri'nin buraya dökülmesinden dolayı Türkiye'nin kirlilik tehdidi altındaki olası kirli bölgelerindendir. Körfezden tankerlerin geçmesi ve İskenderun'un petrol endüstrisi bir yana, Irak petrollerinin ihraç edilmesi için hizmete giren Yumurtalık petrol terminali ve bunun yanında bölgedeki demir-çelik endüstrisi, arıtılmadan Seyhan Nehri'ne boşaltılan Adana'nın kanalizasyon suları körfezin su kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Anonymous, 1997).

İstasyonların tespitinde, İskenderun Körfezi'ni en çok kirleten tatlısu kaynakları seçilmiştir. İstasyonlar Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.1. İskenderun Körfezi örnekleme istasyonları

I. istasyon Arsuz Çayı olup, koordinatları $36^{\circ} 24' N$ ve $35^{\circ} 53' E$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.2. Arsuz Çayı istasyonundan genel bir görünüm

II. istasyon Payas Deresi olup, koordinatları $36^{\circ} 45' N$ ve $36^{\circ} 12' E$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.3. Payas Deresi istasyonundan genel bir görünüm

III. istasyon ise Ceyhan Nehri olup, koordinatları 37° 01' N ve 35° 48' E olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.4. Ceyhan Nehri istasyonundan genel bir görünüm

3.1. Materyal

Araştırma, İskenderun Körfezi'ne dökülen Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehrinde sediment, seston ve bazı makroalg türlerinde ağır metal (Zn, Cd, Pb, Cu, Fe, Cr) birikim düzeylerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Sediment, seston ve makroalg örnekleri polietilen şişelerde buzluk içerisinde laboratuvara getirilerek, analize kadar -18 °C'de derin dondurucuda saklanmıştır.

Örneklemeler Şubat 2014 - Ocak 2015 tarihleri arasında yapılmış olup her istasyondan 2 örnek olmak üzere mevsimsel olarak 3 aylık aralıklarla toplam 24 sediment, 24 seston ve bazı makroalg örnekleri alınarak çalışılmıştır. Bütün istasyonlarda makroalg örnekleri sadece ilkbahar mevsiminde toplanmıştır, diğer mevsimlerde makroalg örnekleri bulunamamıştır. Toplanan makroalg örneklerinin tümü

Chlorophyta taksonlarından oluşmaktadır. Seston örnekleri, plankton ve triptonndan oluşmaktadır.

Su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH, elektriksel iletkenlik parametreleri arazi çalışmaları sırasında YSI marka cihaz ile ölçülmüştür.

Araştırmada, Mustafa Kemal Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Temel Bilimler Laboratuvarı ve MARGEM (Mustafa Kemal Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Uygulama Merkezi)'nin tüm imkânlarından yararlanılmıştır.

3.2. Yöntem

Çalışmada, İskenderun Körfezi'ne dökülen 3 farklı deşarj noktası (Ceyhan Nehri, Payas Deresi ve Arsuz Çayı)'ndan alınan sediment, seston ve makroalg örneklerinin toplanması, analize kadar saklanması, analize hazırlanması ve analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ile ilgili yöntemler aşağıda verilmiştir.

3.2.1. Sediment

Polietilen kavanozlarda buzluğa konularak ve laboratuvara getirilen ve analize kadar derin dondurucuda -18°C 'de korunan sediment örnekleri daha sonra $63\text{ }\mu\text{m}$ 'lik plastik elekten geçirilmiş ve $63\text{ }\mu\text{m}$ 'den küçük olan sediment örneklerinden yaklaşık 2 gr kadar tartılmıştır. Isıya dayanıklı cam erlenlere konulan sediment örneklerinin üzerine $\text{HCl}:\text{HNO}_3$ (3:1) (Aqua-regia) eklenmiş ve 24 saat asitte bekletilmiştir. Daha sonra hotplate üzerinde ağız kısımlarına saat camı konularak beyaz duman çıkana kadar 120°C 'de buharlaştırılmıştır. Berraklaşan örnekler soğutulularak mavi bant süzme kağıdından filtre edildikten sonra 50 ml'ye bidistile su ile tamamlanmış ve ölçüme hazır hale getirilmiştir (UNEP, 1984).

3.2.2. Seston

Seston örnekleri, $45\text{ }\mu\text{m}$ 'lik yüzeysel plankton kepçesi ile sabit hız ve 20 dakikalık çekimler yapılarak istasyonlardan toplanmıştır. Örnekler polietilen şişelerde buzluk içinde laboratuvara getirilmiş ve analize kadar derin dondurucuda -18°C 'de korunmuştur.

Analiz yapılacağı zaman örnekler çözdürülmüş, etüvde kurutularak sabit tartıma getirilmiş olan 0.45 µ'luk filtre kağıdından 500 ml seston örneği su trombu yardımı ile süzildükten sonra, etüvde 102 °C'de 12 saat kurutulmaya bırakılmıştır. Kuruyan örnek etüvden çıkartıldıktan sonra tartılıp üzerine 10 ml HNO₃ konulmuştur. Örnekler 24 saat asitte bekletilmiştir. Beklemiş olan örnekleri su banyosunda 60 °C'de tutulmuş ve tüpler içinde gaz birikimi gözlemlenince kapakları hafifçe gevşetilerek gazı çıkartılmıştır. Üzerinde beyaz duman oluşana kadar su banyosunda tutulan örnekler berraklaştıktan sonra soğutularak filtre edilmiştir. Filtre edilmiş örnekler 50 ml'ye tamamlanarak ölçüme hazır hale getirilmişlerdir (UNEP, 1984).

3.2.3. Makroalg

Makroalg örnekleri, çözünmeleri amacıyla bir gece önceden buzdolabında (-2 ile +4 °C'de) bekletilmiştir. Daha sonra örnekler önce çeşme suyu daha sonra bidistile su ile yıkanmıştır. Her istasyonun örneklerinden yaklaşık 2 gr tartılarak plastik falcon tüplere konulmuştur. Falcon tüplere konulan örneklerinin üzerine 10 ml HNO₃ konularak ağızları kapatılmıştır. Örnekler renklenme işlemi bitene kadar su banyosunda 60 °C'de tutulmuş ve arasına kapakları hafifçe gevşetilerek gazı çıkartılmıştır. Organik parçalanması biten örnekler filtre kağıdı ile süzülerek bidistile su ile 50 ml'ye tamamlanarak ölçüme hazır hale getirilmiştir (UNEP, 1984).

3.3. Değerlendirme yöntemi

Analize hazır hale getirilen sediment, seston ve makroalg örnekleri için analizi yapılacak elementlerin (Zn, Cd, Pb, Cu, Fe, Cr) standart aralığı belirlenmiştir. Multi IV (Merck) element stok çözeltisinden (1000 ppm) sediment, seston ve makroalg örnekleri için 1,2,3,4 ve 5 ppm'lik standartlar hazırlanmış ve bu standartlarla cihaz kalibre edilmiştir. Kalibrasyondan sonra örnekler Mikrodalga Plazma Atomik Emisyon Spektrometresi (MP AES) AGILENT 4100 cihazı kullanılarak Çizelge 3.1.'de verilen dalga boylarında okutulmuştur.

MP AES okumalarında sonuçların doğruluğu ve cihazın kontrolü açısından Referans Madde DORM-3 (Fish Protein Certified Reference Material For Trace Metals) kullanılmıştır. Sertifika değerleri, okunan değerler ve geri alım oranları Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. MP AES’de ağır metallerin okunduğu dalga boyları

Metaller	Dalga Boyu (nm)
Fe	371,993
Zn	213,857
Cd	228,802
Cu	324,754
Pb	405,781
Cr	425,433

Çizelge 3.2. Referans Madde (DORM-3) Değerleri

Metaller	Sertifika Değerleri (mg/kg)	Okunan Değerler (mg/kg)	Geri Alım Oranları(%)
Fe	347±20	351.6±1.52	%101.3
Zn	51.3±3.1	50.12±0.39	%97.6
Cd	0.29±0.02	0.29±0.01	%100
Cu	15.5±0.63	14.92±0.98	%96.2
Pb	0.39±0.050	0.37±0.02	%93.6
Cr	1.89±0.17	1.91±0.10	%101.0

Analizler ve ağır metal okumaları 2 paralelli olarak yapılmıştır. Ağır metal birikim düzeyleri seston örneklerinde μgg^{-1} kuru ağırlık, sediment ve makroalg örneklerinde μgg^{-1} yaş ağırlık olarak matematiksel yöntemlerle hesaplanmıştır. Hesaplama yöntemi (3.1)’de aşağıda verildiği şekilde yapılmıştır.

$$\text{Metal Konsantrasyonu (mg l}^{-1}\text{)} = A \times B / C \text{ (Sulandırma Faktörü)} \quad (3.1)$$

A: Okunan solusyonun ağır metal konsantrasyonu

B: Okunan solusyonun son hacmi

C: Örnek miktarı

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA), farklılıkların istatistiksel olarak önemliliğini belirlemek için One Way ANOVA Post-Hoc testi (Duncan) uygulanmıştır (Özdamar, 2001). Bütün istatistiksel analizler SPSS 17.0 paket programıyla yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Bulguları

Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri araştırmasında yapılan fiziko-kimyasal parametreler ile sediment, seston ve makroalg örneklerine ait ağır metal analiz değerleri aşağıda verilmiştir.

4.1.1. Fiziko-Kimyasal Parametreler

4.1.1.1. Arsuz Çayı Fiziko-Kimyasal Parametreleri

Arsuz Çayı suyunda ölçülen fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Arsuz Çayı fiziko-kimyasal parametrelerin ölçüm ortalamaları

Parametre	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık Ortalama
S (°C)	23,75	26,00	23,00	17,10	22,46
T (‰)	1,20	1,65	1,45	1,80	1,52
Ç.O (mg ^l ⁻¹)	9,00	7,90	8,61	10,20	8,92
E.İ (µS/cm)	573	588	721	637	629
pH	8,00	6,70	7,95	7,80	7,61

S: Sıcaklık, T: Tuzluluk, Ç.O: Çözünmüş oksijen, E.İ: Elektriksel iletkenlik

Çizelge 4.1’e göre en düşük sıcaklık 17,10 °C ile kışın, en yüksek sıcaklık 26,00 °C ile yazın; en düşük tuzluluk ‰1,20 ile ilkbaharda, en yüksek tuzluluk ‰1,80 ile kışın; en düşük çözünmüş oksijen 7,90 mg^l⁻¹ ile yazın, en yüksek çözünmüş oksijen 10,20 mg^l⁻¹ ile kışın; en düşük elektriksel iletkenlik 573 µS/cm ile ilkbaharda, en yüksek elektriksel iletkenlik 721 µS/cm ile sonbaharda; en düşük pH 6,70 ile yazın, en yüksek pH 8,00 ile ilkbaharda bulunmuştur.

Yıllık ortalamalara göre, sıcaklık 22,46 °C, tuzluluk ‰1,52, çözünmüş oksijen 8,92 mg^l⁻¹, elektriksel iletkenlik 629 µS/cm, pH 7,61 olarak tespit edilmiştir.

4.1.1.2. Payas Deresi Fiziko-Kimyasal Parametreleri

Payas Deresi suyunda ölçülen fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2’e göre en düşük sıcaklık 12,15 °C ile kışın, en yüksek sıcaklık 25,50 °C ile yazın; en düşük tuzluluk ‰0,20 ile yaz ve sonbaharda, en yüksek tuzluluk ‰0,40

ile ilkbaharda; en düşük çözünmüş oksijen 6,41 mg^l⁻¹ ile sonbaharda, en yüksek çözünmüş oksijen 10,75 mg^l⁻¹ ile kışın; en düşük elektriksel iletkenlik 316 µS/cm ile ilkbaharda, en yüksek elektriksel iletkenlik 494 µS/cm ile sonbaharda; en düşük pH 6,00 ile yazın, en yüksek pH 8,00 ile sonbaharda bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Payas Deresi fiziko-kimyasal parametrelerin ölçüm ortalamaları

Parametre	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık Ortalama
S (°C)	20,25	25,50	19,55	12,15	19,36
T (‰)	0,40	0,20	0,20	0,25	0,26
Ç.O (mg ^l ⁻¹)	9,00	7,92	6,41	10,75	8,52
E.İ (µS/cm)	316	348	494	383	385
pH	7,50	6,00	8,00	7,80	7,32

S: Sıcaklık, T: Tuzluluk, Ç.O: Çözünmüş oksijen, E.İ: Elektriksel iletkenlik

Yıllık ortalamalara göre, sıcaklık 19,36 °C, tuzluluk ‰0,26, çözünmüş oksijen 8,52 mg^l⁻¹, elektriksel iletkenlik 385 µS/cm, pH 7,32 olarak tespit edilmiştir.

4.1.1.3. Ceyhan Nehri Fiziko-Kimyasal Parametreleri

Ceyhan Nehri suyunda ölçülen fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Ceyhan Nehri fiziko-kimyasal parametrelerin ölçüm ortalamaları

Parametre	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık Ortalama
S (°C)	23,15	25,75	24,60	13,75	21,81
T (‰)	0,30	0,30	0,35	0,35	0,32
Ç.O (mg ^l ⁻¹)	7,60	6,10	5,40	8,50	6,90
E.İ (µS/cm)	531	535	742	689	624
pH	7,70	6,50	8,15	7,72	7,51

S: Sıcaklık, T: Tuzluluk, Ç.O: Çözünmüş oksijen, E.İ: Elektriksel iletkenlik

Çizelge 4.3’e göre en düşük sıcaklık 13,75 °C ile kışın, en yüksek sıcaklık 25,75 °C ile yazın; en düşük tuzluluk ‰0,30 ile yaz ve ilkbaharda, en yüksek tuzluluk ‰0,35 ile kış ve sonbaharda; en düşük çözünmüş oksijen 5,40 mg^l⁻¹ ile sonbaharda, en yüksek çözünmüş oksijen 8,50 mg^l⁻¹ ile kışın; en düşük elektriksel iletkenlik 531 µS/cm ile ilkbaharda, en yüksek elektriksel iletkenlik 742 µS/cm ile sonbaharda; en düşük pH 6,50 ile yazın, en yüksek pH 8,15 ile sonbaharda bulunmuştur.

Yıllık ortalamalara göre, sıcaklık 21,81 °C, tuzluluk ‰0,32, çözünmüş oksijen 6,90 mg^l⁻¹, elektriksel iletkenlik 624 µS/cm, pH 7,51 olarak tespit edilmiştir.

4.1.2. Ağır Metal Değerleri

Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri tatlısu kaynakları için sediment, seston ve makroalg örneklerine ait ağır metal değerlerinin mevsimlere göre incelenmesi aşağıda verilmiştir.

4.1.2.1. Arsuz Çayı

4.1.2.1.(1). Sediment

Arsuz Çayı sedimentinde saptanan ağır metallerin istatistik analizi sonuçlarına göre mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Arsuz Çayı sedimentinde saptanan ağır metallerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları (μgg^{-1} yaş ağırlık)

Metaller	İlkbahar $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Yaz $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Sonbahar $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Kış $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Yıllık ortalama $\bar{X} \pm S \bar{X}$
Fe	6366,1 $\pm$ 4315,3 ^{ab}	9060,1 $\pm$ 2256,2 ^{ab}	17215,2 $\pm$ 3237,9 ^b	3079,8 $\pm$ 1549,0 ^a	8930,3 $\pm$ 2283,9
Zn	38,10 $\pm$ 0,78 ^a	19,77 $\pm$ 8,91 ^b	14,66 $\pm$ 2,15 ^b	2,92 $\pm$ 1,03 ^c	18,86 $\pm$ 5,10
Cd	0,12 $\pm$ 0,12	0,36 $\pm$ 0,21	0,21 $\pm$ 0,01	0,08 $\pm$ 0,08	0,19 $\pm$ 0,06
Cu	3,73 $\pm$ 1,70 ^{ab}	11,43 $\pm$ 3,69 ^a	6,65 $\pm$ 1,53 ^{ab}	1,12 $\pm$ 0,41 ^b	5,73 $\pm$ 1,66
Pb	2,75 $\pm$ 0,35 ^{ab}	3,90 $\pm$ 1,60 ^{ab}	5,50 $\pm$ 0,17 ^a	0,83 $\pm$ 0,36 ^b	3,24 $\pm$ 0,71
Cr	45,03 $\pm$ 32,47	63,85 $\pm$ 15,91	97,45 $\pm$ 12,91	18,97 $\pm$ 9,84	56,32 $\pm$ 13,14

a,b ve c harfleriyle sembolize edilen ortalamalar istatistiksel olarak farklı olup, ($p<0,05$); veriler, aritmetik ortalama $\pm$ standart hata olarak gösterilmiştir. Her satır için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır ($p<0,05$).

$\bar{X} \pm S \bar{X}$: Aritmetik ortalama $\pm$ Standart hata

Çizelge 4.4’deki test istatistiği sonuçlarına göre, Arsuz Çayından alınan sediment örneklerinde, Cd ve Cr ortalamaları bakımından mevsimler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmazken ($p>0,05$); Fe, Cu ve Pb sonbahar ve yazın, Zn ise yaz ve ilkbaharda, diğer mevsimlere göre daha yüksek miktarlarda bulunmuştur. Mevsimlere göre saptanan en yüksek ortalamalar, Fe için 17215,2 $\pm$ 3237,9 μgg^{-1} , Pb için 5,50 $\pm$ 0,17 μgg^{-1} ve Cr için 97,45 $\pm$ 12,91 μgg^{-1} olarak sonbaharda; Cd için 0,36 $\pm$ 0,21 μgg^{-1} , Cu için 11,43 $\pm$ 3,69 μgg^{-1} olarak yazın; Zn için 38,10 $\pm$ 0,78 μgg^{-1} olarak ilkbaharda bulunmuştur.

Arsuz Çayı sedimentinde yıllık ortalama olarak en yüksek miktarda 8930,3 $\pm$ 2283,9 μgg^{-1} ile Fe ölçülmüş olup, ağır metallerin Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd şeklinde sıralandığı belirlenmiştir.

4.1.2.1.(2). Seston

Arsuz Çayı sestonunda saptanan ağır metallerin istatistik analizi sonuçlarına göre mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Arsuz Çayı sestonunda saptanan ağır metallerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları (μgg^{-1} kuru ağırlık)

Metaller	İlkbahar $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Yaz $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Sonbahar $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Kış $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Yıllık ortalama $\bar{X} \pm S \bar{X}$
Fe	25794,7 $\pm$ 2262,9 ^a	102389,4 $\pm$ 76110,0 ^b	31925,5 $\pm$ 570,6 ^a	32000,1 $\pm$ 926,1 ^a	48027,4 $\pm$ 18674,6
Zn	24,76 $\pm$ 3,30 ^a	105,32 $\pm$ 1,18 ^c	47,19 $\pm$ 4,27 ^b	42,14 $\pm$ 7,78 ^{ab}	54,85 $\pm$ 11,59
Cd	0,18 $\pm$ 0,18 ^a	2,49 $\pm$ 0,26 ^b	0,49 $\pm$ 0,12 ^a	1,29 $\pm$ 0,82 ^{ab}	1,11 $\pm$ 0,37
Cu	16,11 $\pm$ 0,49 ^a	53,71 $\pm$ 1,16 ^c	23,59 $\pm$ 1,20 ^b	20,51 $\pm$ 2,85 ^{ab}	28,48 $\pm$ 5,63
Pb	6,11 $\pm$ 1,78 ^a	17,38 $\pm$ 0,59 ^b	10,24 $\pm$ 0,91 ^a	11,67 $\pm$ 2,13 ^{ab}	11,35 $\pm$ 1,62
Cr	206,76 $\pm$ 24,84	208,03 $\pm$ 4,72	252,24 $\pm$ 2,32	220,69 $\pm$ 4,47	221,93 $\pm$ 8,46

a,b ve c harfleriyle sembolize edilen ortalamalar istatistiksel olarak farklı olup, ($p<0,05$); veriler, aritmetik ortalama $\pm$ standart hata olarak gösterilmiştir. Her satır için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır ($p<0,05$).

$\bar{X} \pm S \bar{X}$: Aritmetik ortalama $\pm$ Standart hata

Çizelge 4.5’deki test istatistiği sonuçlarına göre, Arsuz Çayından alınan seston örneklerinde, Cr ortalamaları bakımından mevsimler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmazken ($p>0,05$); Fe, Zn ve Cu yazın, Cd ve Pb ise kış ve yazın, diğer mevsimlere göre daha yüksek miktarlarda bulunmuştur. Mevsimlere göre saptanan en yüksek ortalamalar, Fe için 102389,4 $\pm$ 76110,0 μgg^{-1} , Zn için 105,32 $\pm$ 1,18 μgg^{-1} , Cd için 2,49 $\pm$ 0,26 μgg^{-1} , Cu için 53,71 $\pm$ 1,16 μgg^{-1} ve Pb için 17,38 $\pm$ 0,59 μgg^{-1} olarak yazın; Cr için 252,24 $\pm$ 2,32 μgg^{-1} olarak sonbaharda bulunmuştur.

Arsuz Çayı sestonunda yıllık ortalama olarak en yüksek miktarda 48027,4 $\pm$ 18674,6 μgg^{-1} ile Fe ölçülmüş olup, ağır metallerin Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd şeklinde sıralandığı belirlenmiştir.

4.1.2.2. Payas Deresi

4.1.2.2.(1). Sediment

Payas Deresi sedimentinde saptanan ağır metallerin istatistik analizi sonuçlarına göre mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6’daki test istatistiği sonuçlarına göre, Payas Deresinden alınan sediment örneklerinde ortalamalar bakımından mevsimseller arasında istatistiksel olarak Fe, Zn, Cd, Cu, Pb ve Cr kış ve ilkbaharda, diğer mevsimlere göre daha yüksek

miktarlarda bulunmuştur. Mevsimlere göre saptanan en yüksek ortalamalar, Fe için $24395,6 \pm 2259,8 \mu\text{gg}^{-1}$, Zn için $1083,94 \pm 16,83 \mu\text{gg}^{-1}$, Cu için $73,32 \pm 2,06 \mu\text{gg}^{-1}$ ve Pb için $202,12 \pm 9,96 \mu\text{gg}^{-1}$ olarak kışın; Cd için $5,18 \pm 0,73 \mu\text{gg}^{-1}$, Cr için $112,23 \pm 9,54 \mu\text{gg}^{-1}$ olarak ilkbaharda bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Payas Deresi sedimentinde saptanan ağır metallerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları (μgg^{-1} yaş ağırlık)

Metaller	İlkbahar $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Yaz $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Sonbahar $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Kış $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Yıllık ortalama $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Fe	13211,2 $\pm$ 811,1 ^a	4899,5 $\pm$ 1960,3 ^b	1657,9 $\pm$ 938,9 ^b	24395,6 $\pm$ 2259,8 ^c	11041,1 $\pm$ 3376,9
Zn	805,19 $\pm$ 61,19 ^a	27,77 $\pm$ 15,53 ^b	6,43 $\pm$ 1,07 ^b	1083,94 $\pm$ 16,83 ^c	480,83 $\pm$ 179,63
Cd	5,18 $\pm$ 0,73 ^a	0,24 $\pm$ 0,12 ^b	0,99 $\pm$ 0,08 ^b	3,95 $\pm$ 0,52 ^a	2,59 $\pm$ 0,78
Cu	35,50 $\pm$ 2,76 ^a	14,13 $\pm$ 6,79 ^b	1,69 $\pm$ 0,35 ^b	73,32 $\pm$ 2,06 ^c	31,16 $\pm$ 10,37
Pb	116,75 $\pm$ 10,24 ^a	5,47 $\pm$ 2,90 ^b	1,67 $\pm$ 0,60 ^b	202,12 $\pm$ 9,96 ^c	81,50 $\pm$ 31,71
Cr	112,23 $\pm$ 9,54 ^a	23,54 $\pm$ 10,85 ^b	17,45 $\pm$ 8,06 ^b	106,76 $\pm$ 14,03 ^a	64,99 $\pm$ 17,34

a,b ve c harfleriyle sembolize edilen ortalamalar istatistiksel olarak farklı olup, ($p < 0,05$); veriler, aritmetik ortalama $\pm$ standart hata olarak gösterilmiştir. Her satır için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır ($p < 0,05$).

$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$: Aritmetik ortalama $\pm$ Standart hata

Payas Deresi sedimentinde yıllık ortalama olarak en yüksek miktarda 11041,1 $\pm$ 3376,9 μgg^{-1} ile Fe ölçülmüş olup, ağır metallerin Fe>Zn>Pb>Cr>Cu>Cd şeklinde sıralandığı belirlenmiştir.

4.1.2.2.(2). Seston

Payas Deresi sestonunda saptanan ağır metallerin istatistik analizi sonuçlarına göre mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7’deki test istatistiği sonuçlarına göre, Payas Deresinden alınan seston örneklerinde ortalamalar bakımından mevsimseller arasında istatistiksel olarak Fe ve Cr ilkbahar ve yazın, Zn, Cd ve Pb ilkbaharda, Cu ise ilkbahar ve kışın, diğer mevsimlere göre daha yüksek miktarlarda bulunmuştur. Mevsimlere göre saptanan en yüksek ortalamalar, Fe için 19822,1 $\pm$ 1873,4 μgg^{-1} , Zn için 3102,53 $\pm$ 692,33 μgg^{-1} , Cd için 7,76 $\pm$ 1,35 μgg^{-1} , Cu için 170,84 $\pm$ 4,18 μgg^{-1} , Pb için 1625,64 $\pm$ 93,59 μgg^{-1} ve Cr için 146,67 $\pm$ 13,58 μgg^{-1} olarak ilkbaharda bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Payas Deresi sestonunda saptanan ağır metallerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları (μgg^{-1} kuru ağırlık)

Metaller	İlkbahar $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Yaz $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Sonbahar $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Kış $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Yıllık ortalama $\bar{X} \pm S \bar{X}$
Fe	19822,1 $\pm$ 1873,4 ^a	17587,1 $\pm$ 3906,6 ^{ab}	11834,3 $\pm$ 1834,3 ^{ab}	8641,8 $\pm$ 704,8 ^b	14471,3 $\pm$ 1907,8
Zn	3102,53 $\pm$ 692,33 ^a	1006,76 $\pm$ 250,41 ^b	34,19 $\pm$ 5,47 ^b	315,56 $\pm$ 42,08 ^b	1114,76 $\pm$ 474,83
Cd	7,76 $\pm$ 1,35 ^a	1,96 $\pm$ 0,73 ^b	1,88 $\pm$ 0,23 ^b	0,38 $\pm$ 0,09 ^b	2,99 $\pm$ 1,10
Cu	170,84 $\pm$ 4,18 ^a	78,56 $\pm$ 17,40 ^b	13,94 $\pm$ 2,34 ^c	107,80 $\pm$ 17,14 ^b	92,78 $\pm$ 21,84
Pb	1625,64 $\pm$ 93,59 ^a	320,54 $\pm$ 87,03 ^b	14,57 $\pm$ 2,42 ^c	53,88 $\pm$ 8,11 ^c	503,65 $\pm$ 250,02
Cr	146,67 $\pm$ 13,58 ^a	126,79 $\pm$ 25,95 ^{ab}	105,73 $\pm$ 16,78 ^{ab}	72,03 $\pm$ 6,64 ^b	112,80 $\pm$ 12,30

a,b ve c harfleriyle sembolize edilen ortalamalar istatistiksel olarak farklı olup, ($p<0,05$); veriler, aritmetik ortalama $\pm$ standart hata olarak gösterilmiştir. Her satır için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır ($p<0,05$).

$\bar{X} \pm S \bar{X}$: Aritmetik ortalama $\pm$ Standart hata

Payas Deresi sestonunda yıllık ortalama olarak en yüksek miktarda 14471,3 $\pm$ 1907,8 μgg^{-1} ile Fe ölçülmüş olup, ağır metallerin Fe>Zn>Pb>Cr>Cu>Cd şeklinde sıralandığı belirlenmiştir.

4.1.2.3. Ceyhan Nehri

4.1.2.3.(1). Sediment

Ceyhan Nehri sedimentinde saptanan ağır metallerin istatistik analizi sonuçlarına göre mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Ceyhan Nehri sedimentinde saptanan ağır metallerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları (μgg^{-1} yaş ağırlık)

Metaller	İlkbahar $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Yaz $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Sonbahar $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Kış $\bar{X} \pm S \bar{X}$	Yıllık ortalama $\bar{X} \pm S \bar{X}$
Fe	13914,2 $\pm$ 539,9 ^a	10781,3 $\pm$ 2252,1 ^a	14652,7 $\pm$ 656,7 ^a	4643,7 $\pm$ 1401,6 ^b	10998,0 $\pm$ 1581,6
Zn	42,92 $\pm$ 3,04 ^a	23,96 $\pm$ 6,66 ^{ab}	19,69 $\pm$ 3,09 ^b	22,88 $\pm$ 5,63 ^b	27,36 $\pm$ 3,90
Cd	0,32 $\pm$ 0,14	0,12 $\pm$ 0,05	0,10 $\pm$ 0,02	0,08 $\pm$ 0,08	0,15 $\pm$ 0,04
Cu	12,11 $\pm$ 0,17 ^{ab}	10,11 $\pm$ 0,72 ^{ab}	15,10 $\pm$ 1,39 ^a	7,86 $\pm$ 2,31 ^b	11,29 $\pm$ 1,13
Pb	3,44 $\pm$ 0,61 ^a	1,65 $\pm$ 1,34 ^b	1,66 $\pm$ 0,59 ^b	3,47 $\pm$ 0,93 ^a	2,56 $\pm$ 0,48
Cr	44,54 $\pm$ 1,80 ^a	30,13 $\pm$ 6,65 ^{ab}	43,82 $\pm$ 3,01 ^a	18,19 $\pm$ 5,57 ^b	34,17 $\pm$ 4,47

a,b ve c harfleriyle sembolize edilen ortalamalar istatistiksel olarak farklı olup, ($p<0,05$); veriler, aritmetik ortalama $\pm$ standart hata olarak gösterilmiştir. Her satır için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır ($p<0,05$).

$\bar{X} \pm S \bar{X}$: Aritmetik ortalama $\pm$ Standart hata

Çizelge 4.8’deki test istatistiği sonuçlarına göre, Ceyhan Nehrinden alınan sediment örneklerinde, Cd ortalamaları bakımından mevsimler arasında istatistiksel bir

farklılık bulunmazken ($p>0,05$); Fe, Cu ve Cr ilkbahar ve sonbaharda, Pb ilkbahar ve kışın, Zn ise ilkbaharda, diğer mevsimlere göre daha yüksek miktarlarda bulunmuştur. Mevsimlere göre saptanan en yüksek ortalamalar, Fe için $14652,7 \pm 656,7 \mu\text{gg}^{-1}$, Cu için $15,10 \pm 1,39 \mu\text{gg}^{-1}$ olarak sonbaharda; Zn için $42,92 \pm 3,04 \mu\text{gg}^{-1}$, Cd için $0,32 \pm 0,14 \mu\text{gg}^{-1}$ ve Cr için $44,54 \pm 1,80 \mu\text{gg}^{-1}$ olarak ilkbaharda; Pb için $3,47 \pm 0,93 \mu\text{gg}^{-1}$ olarak kışın bulunmuştur.

Ceyhan Nehri sedimentinde yıllık ortalama olarak en yüksek miktarda $10998,0 \pm 1581,6 \mu\text{gg}^{-1}$ ile Fe ölçülmüş olup, ağır metallerin $\text{Fe} > \text{Cr} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Cd}$ şeklinde sıralandığı belirlenmiştir.

4.1.2.3.(2). Seston

Ceyhan Nehri sestonunda saptanan ağır metallerin istatistik analizi sonuçlarına göre mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Ceyhan Nehri sestonunda saptanan ağır metallerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları (μgg^{-1} kuru ağırlık)

Metaller	İlkbahar $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Yaz $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Sonbahar $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Kış $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Yıllık ortalama $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Fe	$10312,5 \pm 4050,4^a$	$16475,3 \pm 844,5^b$	$12921,7 \pm 1296,9^{ab}$	$12846,8 \pm 3923,4^{ab}$	$13139,1 \pm 1381,6$
Zn	$39,92 \pm 8,61^a$	$199,72 \pm 5,26^b$	$62,65 \pm 12,46^a$	$277,75 \pm 64,90^b$	$145,01 \pm 39,14$
Cd	$0,35 \pm 0,35^a$	$0,30 \pm 0,30^a$	$5,97 \pm 1,95^b$	$2,67 \pm 0,60^{ab}$	$2,32 \pm 0,95$
Cu	$18,13 \pm 5,47^a$	$43,56 \pm 3,56^{ab}$	$26,62 \pm 0,20^a$	$91,01 \pm 23,88^b$	$44,83 \pm 11,63$
Pb	$5,43 \pm 0,51^a$	$56,36 \pm 2,83^b$	$11,98 \pm 1,42^a$	$41,34 \pm 13,51^b$	$28,78 \pm 8,32$
Cr	$47,18 \pm 20,10^a$	$92,88 \pm 7,96^b$	$119,25 \pm 16,22^b$	$100,03 \pm 34,54^b$	$89,83 \pm 12,98$

a,b ve c harfleriyle sembolize edilen ortalamalar istatistiksel olarak farklı olup, ($p<0,05$); veriler, aritmetik ortalama $\pm$ standart hata olarak gösterilmiştir. Her satır için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır ($p<0,05$).

$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$: Aritmetik ortalama $\pm$ Standart hata

Çizelge 4.9’daki test istatistiği sonuçlarına göre, Ceyhan Nehrinden alınan seston örneklerinde ortalamalar bakımından mevsimler arasında istatistiksel olarak Fe yazın, Zn ve Pb kış ve yazın, Cd kış ve sonbaharda, Cu kışın, Cr ise kış, yaz ve sonbaharda, diğer mevsimlere göre daha yüksek miktarlarda bulunmuştur. Mevsimlere göre saptanan en yüksek ortalamalar, Fe için $16475,3 \pm 844,5 \mu\text{gg}^{-1}$, Pb için $56,36 \pm 2,83 \mu\text{gg}^{-1}$ olarak yazın; Zn için $277,75 \pm 64,90 \mu\text{gg}^{-1}$, Cu için $91,01 \pm 23,88 \mu\text{gg}^{-1}$ olarak kışın; Cd için $5,97 \pm 1,95 \mu\text{gg}^{-1}$, Cr için $119,25 \pm 16,22 \mu\text{gg}^{-1}$ olarak sonbaharda bulunmuştur.

Ceyhan Nehri sestonunda yıllık ortalama olarak en yüksek miktarda 13139,1±1381,6 µgg⁻¹ ile Fe ölçülmüş olup, ağır metallerin Fe>Zn>Cr>Cu>Pb>Cd şeklinde sıralandığı belirlenmiştir.

4.1.2.4. Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri Makroalgleri

Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri makroalglerinde saptanan ağır metallerin ortalamaları istatistik analizi sonuçlarına göre Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri makroalglerinde saptanan ağır metallerin ortalamaları (µgg⁻¹ yaş ağırlık)

Metaller	Arsuz Çayı Makroalg $\bar{X} \pm S_X$	Payas Deresi Makroalg $\bar{X} \pm S_X$	Ceyhan Nehri Makroalg $\bar{X} \pm S_X$
Fe	275,50±32,50 ^a	2580,00±220,00 ^b	9126,66±486,66 ^c
Zn	16,30±3,00 ^a	246,20±245,80 ^b	14,86±6,86 ^a
Cd	0,50±0,00	0,70±0,30	0,86±0,60
Cu	17,35±5,25 ^a	14,45±14,05 ^a	30,46±20,33 ^b
Pb	0,55±0,05 ^a	83,55±83,45 ^b	143,06±133,60 ^c
Cr	2,40±0,30 ^a	11,55±11,55 ^b	28,26±4,13 ^c

a,b ve c harfleriyle sembolize edilen ortalamalar istatistiksel olarak farklı olup, (p<0,05); veriler, aritmetik ortalama ± standart hata olarak gösterilmiştir. Her satır için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır (p<0,05).

$\bar{X} \pm S_X$: Aritmetik ortalama ± Standart hata

Çizelge 4.10’daki test istatistiği sonuçlarına göre, Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehrinden alınan makroalg örneklerinde Cd ortalamaları bakımından bölgeler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmazken (p>0,05); Fe, Cu, Pb ve Cr Ceyhan Nehri makroalgde, Zn ise Payas Deresi makroalgde, diğer bölgelere göre daha yüksek miktarlarda bulunmuştur. Bölgelere göre saptanan en yüksek ortalamalar, Fe için 9126,66±486,66 µgg⁻¹, Cd için 0,86±0,60 µgg⁻¹, Cu için 30,46±20,33 µgg⁻¹, Pb için 143,06±133,60 µgg⁻¹ ve Cr için 28,26±4,13 µgg⁻¹ olarak Ceyhan Nehri makroalg de; Zn için 246,20±245,80 µgg⁻¹ olarak Payas Deresi makroalg de bulunmuştur.

Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri makroalglerinde bölgelere göre ağır metallerin sıralaması Fe için Ceyhan>Payas>Arsuz, Zn için Payas>Arsuz>Ceyhan, Cd

için Ceyhan>Payas>Arsuz, Cu için Ceyhan>Arsuz>Payas, Pb için Ceyhan>Payas>Arsuz, Cr için ise Ceyhan>Payas>Arsuz olarak belirlenmiştir.

Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri makroalglerinde ağır metallerin birikim düzeyleri Arsuz Çayı makroalginde Fe>Cu>Zn>Cr>Pb>Cd, Payas Deresi makroalginde Fe>Zn>Pb>Cu>Cr>Cd ve Ceyhan Nehri makroalginde Fe>Pb>Cu>Cr>Zn>Cd şeklinde bulunmuştur.

4.2. Tartışma

Araştırmada, İskenderun Körfezi'ne dökülen Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehrinde sediment, seston ve bazı makroalg örneklerinde ağır metallerin mevsimsel ortalamaları ve yıllık ortalamaları belirlenmiştir. Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri suyunda ölçülen fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel ve yıllık ortalamaları da tespit edilmiştir.

Akarsu sistemlerinde en önemli elemanlardan birisi sedimentlerdir. Sediment sucul sistemde hayatını devam ettiren canlılar için barınma, üreme ve beslenme alanlarıdır. Ağır metal içerikleri sucul sistem içerisinde mikro boyutlu taneciklere tutunarak çökmek suretiyle sedimentte birirmektedirler. Sedimentlerin su kalitesi ve suda yaşayan canlılar üzerinde doğrudan ve dolaylı olarak etkileri vardır. Dolayısı ile sediment kalitesi biyolojik çeşitliliğin ve su kalitesinin de önemli belirleyicilerindendir (Köse 2012; Gale ve ark. 2006).

Sediment kirliliği özellikle sucul yaşamın devamlılığını olumsuz yönde etkilemektedir. Sediment yapısında biriken ağır metaller sucul yaşamda ve çevresel koşullarda değişimlere yol açmaktadır. Biyoakümülyasyon ile bu kirlilik ve değişimler ekolojik zincirin üst halkalarına kadar taşınırlar (Köse 2012).

Kapustka ve ark.(1976), Oklahoma'daki bir lagünde sedimentte $7,30 \mu\text{gg}^{-1}$ Cd, $372,80 \mu\text{gg}^{-1}$ Cr, $1722,00 \mu\text{gg}^{-1}$ Cu, $959,10 \mu\text{gg}^{-1}$ Fe, $192,60 \mu\text{gg}^{-1}$ Pb, $545,10 \mu\text{gg}^{-1}$ Zn, saptamışlardır. Bu çalışmada ağır metal birikimi Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri sedimentinde Fe daha yüksek, diğer ağır metaller daha düşük düzeyde bulunmuştur.

Abdel-Baky ve ark. (1998), Mısır'ın Manzala Gölü'nde yaptıkları çalışmada sediment örneklerinde ağır metal seviyelerini ve bazı kimyasal parametreleri incelemişlerdir. Sedimentte ağır metal konsantrasyon düzeyini sırasıyla Zn>Pb>Cu>Cd

şeklinde sıralamışlardır. Bu çalışmada Arsuz Çayı sedimentinde Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd, Payas Deresi sedimentinde Fe>Zn>Pb>Cr>Cu>Cd ve Ceyhan Nehri sedimentinde Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd şeklinde sıralandığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmayla karşılaştırıldığında Payas Deresi sedimentindeki sıralama ile aynı olduğu, Arsuz Çayı ve Ceyhan Nehri sedimentindeki sıralama ile birbirine benzer olduğu görülmektedir.

Rashed (2001), Mısır'ın Nasser Gölü'nde yaptığı çalışmada sedimentte ağır metal birikimlerini incelemişlerdir. Sedimentte Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Sr ve Zn konsantrasyonlarını sırasıyla 89,5; 79; 109; 51500; 1000; 122; 455; 143 μgg^{-1} olarak bulmuştur. Bu çalışmamızda Arsuz Çayı ve Ceyhan Nehri sedimentinde Fe, Zn, Cu, Cr konsantrasyonları daha düşük bulunmuştur. Payas Deresi sedimentinde ise Zn daha yüksek Fe, Cu, Cr daha düşük konsantrasyonda bulunmuştur.

Landajo ve ark. (2004), kuzey İspanya'daki çalışmalarında Bilbao nehir koyundan aldıkları sediment örneklerinde As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn birikimlerinin mevsimsel karşılaştırmasını yapmışlardır. Tüm örnekleri nehrin 3 farklı kolundan toplamışlardır. Yaptıkları çalışmada Cd için 1,2-381,4, Cr için 51-1650, Cu için 53-1290, Fe için 14190-86560, Mn için 123-1011, Ni için 29-1270, Pb için 60-4570 ve Zn için 320-11570 μgg^{-1} olarak bulmuşlardır. En yüksek konsantrasyonların yaz aylarında, en düşük konsantrasyonların ise kış aylarında olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri sedimentinde Fe, Zn, Cd, Cu, Pb, Cr ağır metallerinin benzer değerler arasında olduğu belirlenmiştir. En yüksek ve en düşük konsantrasyonlar mevsimlere ve örnekleme istasyonlarına göre değişkenlik göstermektedir.

Özmen ve ark. (2004), Hazar Gölü'nün sedimentinde bazı ağır metal (Zn, Fe, Mn, Ni, Cu, Cr, Co ve Pb) birikimini araştırmışlardır. Sedimentte Pb dışında tüm metallere rastlamışlardır. Sedimentte en fazla Fe'in, en az ise Pb'un biriktiğini kaydetmişlerdir. Bu çalışmada Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri sedimentinde ağır metallerden en fazla Fe, en az ise Cd birikiminin olduğu gözlenmiştir.

Nguyen ve ark. (2005), Macaristan'daki Balaton Gölü'nde yaptıkları çalışmada sedimentteki ağır metal konsantrasyonlarını ölçmüşlerdir. Sedimentteki Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb konsantrasyonlarını sırasıyla 5,7-66; 160-760; 1,7-17; 4,4-55; 0,7-36; 13-150; 0,1-0,7; 2,4-160 μgg^{-1} olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada Arsuz Çayı, Payas

Deresi ve Ceyhan Nehri sedimentinde Zn, Cd, Pb, Cr ağır metal konsantrasyonları genel olarak daha yüksek bulunmuştur.

Mendil ve Uluözlü (2007), Tokat'ın göllerinden alınan sedimet örneklerinde metal konsantrasyonlarını ölçmüşlerdir. Sediment örneklerinde ki maksimum metal değerlerini Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cr ve Ni de sırasıyla 2138, 232, 38.9, 8.2, 7.0, 10.7 ve 55.4 μgg^{-1} olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada Payas Deresi sedimentinde Zn, Cu, Pb, Cr değerleri daha yüksek bulunmuştur. Arsuz Çayı ve Ceyhan Nehri sedimentinde ise Zn, Cu, Cr değerleri daha yüksek Pb değeri ise daha düşük bulunmuştur.

Akbulut ve Akbulut (2009), Kızılırmak Nehri sedimentinde ağır metal birikimlerini belirlemişlerdir. Sedimentte tespit etmiş oldukları metal sıralaması; $\text{Cr} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Co} > \text{Hg} > \text{Br}$ şeklinde bulmuşlardır. Bu çalışmamızda ağır metal birikim sıralaması Arsuz Çayı sedimentinde $\text{Fe} > \text{Cr} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Cd}$, Payas Deresi sedimentinde $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cr} > \text{Cu} > \text{Cd}$ ve Ceyhan Nehri sedimentinde $\text{Fe} > \text{Cr} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Cd}$ olarak belirlenmiştir.

Öztürk ve ark. (2009) yapmış oldukları çalışmada; Avşar Baraj Gölü'nün sedimentinde ağır metal birikimini mevsimsel olarak araştırmışlardır. Sediment örneklerinde Fe'nin fazla biriktiğini bunu Ni, Cu, Cr, Pb ve Cd'nin takip ettiğini belirlemişlerdir. Bu çalışmamızda Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri sedimentinde ağır metallerden en fazla Fe'nin birikim gösterdiği tespit edildiğinden yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Kır ve Tumantozlu (2012), Karacaören II Baraj Gölü'ndeki kirliliği belirlemek için sedimentte Fe, Cu, Zn, Mn, Al, Sr, Cr, Pb, Cd ve Hg seviyeleri tespit edilmiştir. Sedimentte Fe, Zn, Mn, Al, Sr ve Cr tüm mevsimlerde belirlenirken, en fazla biriken metalin Fe olduğu tespit edilmiştir. Pb ilkbaharda Cu, Cd ve Hg tüm mevsimlerde tayin sınırının altında çıkmıştır. Bu çalışmada sedimentte en fazla birikim gösteren metalin Fe olduğu belirlendiğinden çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Özbay ve ark. (2013), Mersin İli'nin önemli akarsularından birisi olan Berdan Çayı'nda mevsimsel olarak toplanan sediment örneklerinde Kadmiyum (Cd), Krom (Cr), Mangan (Mn), Nikel (Ni), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Kurşun (Pb), Demir (Fe) ve Alüminyum (Al) gibi ağır metallerin birikim düzeyleri araştırılmıştır. Sedimentte ağır metal birikim düzeyleri, $\text{Fe} > \text{Al} > \text{Mn} > \text{Ni} > \text{Cr} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Cd}$ olarak sıralama göstermiştir. Sonuç olarak Berdan Çayı'nın kirlilik tehdidi altında olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızda ağır metaller Arsuz Çayı sedimentinde Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd, Payas Deresi sedimentinde Fe>Zn>Pb>Cr>Cu>Cd ve Ceyhan Nehri sedimentinde Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd olarak sıralama göstermiştir.

Erdoğan (2014), Karacaören I Baraj Gölü'nün sedimentinde ağır metal birikimini incelenmişlerdir. Sedimentte yapılan ağır metal analizinde Fe, Cu, Al, Zn, Pb, Ni, Co ve Mn tüm mevsimlerde, Cd Yaz mevsiminde, Cr Yaz ve Sonbahar mevsimlerinde belirlenirken, en fazla biriken metalin Fe olduğu görülmüştür. Hg ve B tüm mevsimlerde analiz sınırının altında bulunmuştur. Bu çalışmada da sedimentlerde en fazla biriken metalin Fe olduğu tespit edilmiştir.

Kaçar (2015), Dicle Nehri'nin Ilısu Baraj Göl Bölgesi'nde farklı lokalitelerden mevsimsel olarak alınan sediment örneklerinde Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd ve Pb gibi ağır metallerin konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Dicle Nehri sedimentinde ağır metal konsantrasyonları Ilısu Barajı ve Hasankeyf'te Fe>Mn>Cr>Ni>Zn>Cu>Co, Batman Barajı'nda Fe>Mn>Ni>Cr >Zn>Cu>Co olarak tespit edilmiş ve en yüksek ağır metal birikimi Ilısu Barajı'nda gözlenmiştir. Sedimentte mevsimsel metal birikimi Ilısu Barajı'nda ilkbahar, Hasankeyf'te sonbahar, Batman Barajı'nda ise kışın yüksek olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmamızda sedimentlerde ağır metal birikimi Arsuz Çayı sedimentinde Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd, Payas Deresi sedimentinde Fe>Zn>Pb>Cr>Cu>Cd ve Ceyhan Nehri sedimentinde Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd olarak belirlenmiştir.

Makroalg türlerinde ağır metal düzeylerinin mevsimlere ve örnekleme istasyonlarına göre farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Bu farklılıklar, algin morfolojik özelliklerine, gel-git zonunda bulunan algin pozisyonuna, algin yaşına, diğer ağır metallerle etkileşimlerine, mevsime ve çevresel faktörlere bağlı olabilmektedir (Kalesh ve Nair, 2005; Fytianos ve ark. 1999). Makroalglerde belirlenen metal derişiminin mevsimsel değişimi, alglerin büyüme dinamiklerine, algin yaşına ve ortamda bulunan farklı metal kirleticilere ve bu metallerin kimyasal yapısına bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Haritonidis ve Malea, 1994). Mohamed ve Khaled (2005) makroalglerde metal birikimindeki varyasyonların büyük ölçüde metalin alg yüzeyine bioabsorbsiyonunu etkileyen fiziko-kimyasal çevresel faktörlere bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Çeşitli şekillerde sucul ekosisteme ulaşan ve değişik şekillerde bulunabilen metaller su canlılarının vücuduna ortamda bulunan su, besin maddeleri, yüzeylerine ağır metalleri adsorbe etmiş sestonlar ve absorbsiyon yoluyla geçerler (Merlini, 1980).

Martin ve Broenkow (1975), Kuzeydoğu Pasifik Okyanusundan topladıkları plankton örneklerinde Cd içeriğini genelde 2,00-5,00 μgg^{-1} olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri sestonunda Cd değeri aynı aralıklarda bulunmuştur. Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri makroalglerinde Cd değeri daha düşük seviyede bulunmuştur.

Bu-Olayan ve ark. (2001), Kuveyt kıyılarından toplanan plankton örneklerinde Zn için 13,25-61,55, Cu için 3,79-56,58, Ni için 2,99-39,01, Pb için 4,75-47,06 μgg^{-1} birikim değerlerini bildirmektedirler. Bu çalışmada Arsuz Çayı ve Ceyhan Nehri sestonunda Zn, Cu, Pb değerleri benzer aralıklarda, Payas Deresi sestonunda ise Zn, Cu, Pb değerleri daha yüksek bulunmuştur. Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri makroalglerinde Zn, Cu, Pb değerleri benzer aralıklarda bulunmuştur.

Campanella ve ark. (2001), İtalya kıyılarında belirlenen beş istasyondan topladıkları kahverengi alg örneğinde Cd, Cr, Cu, Pb ve Zn derişimlerini araştırmışlardır. *P. pavonia*'da Cd derişimini 0.66–2.06 μgg^{-1} , Cu derişimini 10.4-13.3 μgg^{-1} , Pb derişimini 5.2-11.4 μgg^{-1} ve Zn derişimini 44-84 μgg^{-1} olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri makroalglerinde Cd, Cr, Cu, Pb ve Zn derişimleri benzer aralıklarda bulunmuştur.

Edwards ve ark. (2001), Avusturalya'da yaptıkları mevsimsel bir çalışmada, sestonda Cd, Fe ve Cu düzeylerinin mevsime göre değiştiğini ve en yüksek kış aylarında bulunduğunu; ağır metal birikimlerini ise sestonda; Cd için <0,050-6,693 ppm, Pb için 10,01-158,70 ppm, Cu için 19,60-66,30 ppm olarak bildirmektedirler. Bu çalışmada Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri sestonunda ağır metal birikimleri benzer değerler arasında bulunmuş ve ağır metal düzeylerinin mevsimlere göre değiştiği belirlenmiştir.

Storelli ve ark. (2001), İtalya'nın Güney Adriyatik kıyısında makroalg ve çökel örneklerinde ağır metal birikimini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, makroalglerde (*U. lactuca*, *Codium vermilaria*, *Enteromorpha prolifera*) belirlenen metal birikim düzeyleri sıralamasını $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu}$ olarak belirlemişlerdir. Fe derişiminin 337.10-553.01 μgg^{-1} , Zn derişiminin 58.79-127.27 μgg^{-1} ve Cu derişiminin

10.33-12.07 μgg^{-1} arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca çökel örneklerinde ortalama 0.20 μgg^{-1} Cd, 4.43 μgg^{-1} Pb, 16.98 μgg^{-1} Cu, 95.8 μgg^{-1} Zn ve 8838 μgg^{-1} Fe değerlerini belirlemişlerdir. Bu şalışmada Arsuz çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri makroalglerinde ağır metal birikim düzeyleri Arsuz çayı makroalginde Fe>Cu>Zn>Cr>Pb>Cd, Payas Deresi makroalginde Fe>Zn>Pb>Cu>Cr>Cd ve Ceyhan Nehri makroalginde Fe>Pb>Cu>Cr>Zn>Cd şeklinde bulunmuştur.

Villares ve ark. (2001), İşpanya kıyılarından topladıkları *Enteromorpha* sp.'de yaptıkları analizler sonucu 10.58 μgg^{-1} Cu, 696 μgg^{-1} Fe ve 41.3 μgg^{-1} Zn bulurken, *Ulva* sp.'de, 7.84 μgg^{-1} Cu, 365 μgg^{-1} Fe ve 23.6 μgg^{-1} Zn rapor etmişlerdir. Bu şalışmada Arsuz çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri makroalglerinde ağır metal değerlerinde Fe daha yüksek düzeyde Zn, Cu ise daha düşük düzeyde bulunmuştur.

Caliceti ve ark. (2002), Venedik lagününden (İtalya) topladıkları yedi makroalg türünde Fe, Zn, Cu, Cd ve Pb derişimlerini belirlemişlerdir. *U. rigida*'da ortalama 1033 μgg^{-1} Fe, 64 μgg^{-1} Zn, 13 μgg^{-1} Cu, 0.2 μgg^{-1} Cd, 7.3 μgg^{-1} Pb, *Cystoseira barbata*'da ortalama 444 μgg^{-1} Fe, 38 μgg^{-1} Zn, 7 μgg^{-1} Cu, 0.1 μgg^{-1} Cd, 3.2 μgg^{-1} Pb, değerlerini rapor etmişlerdir. Bu şalışmada Arsuz çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri makroalglerinde Fe derişimi daha yüksek Zn, Cu, Cd ve Pb derişimleri genel olarak benzer değerler bulunmuştur.

Lozano ve ark. (2003), Tenerife Adasının (İşpanya) kıyıları boyunca 6 istasyondan topladıkları makroalg örneklerinde Pb ve Cd seviyelerini belirlemeye şalışmışlardır. *Cystoseira abiyes*'de ortalama Pb derişimini 0.21 μgg^{-1} , Cd derişimini 0.20 μgg^{-1} olarak, *Sargassum vulgare*'de ortalama Pb derişimini 0.15 μgg^{-1} , Cd derişimini 0.16 μgg^{-1} olarak, *P. pavonia*'da ortalama Pb derişimini 0.22 μgg^{-1} , Cd derişimini 0.18 μgg^{-1} olarak rapor etmişlerdir. Bu şalışmada Arsuz çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri makroalglerinde Pb ve Cd derişimleri daha yüksek bulunmuştur.

Dural ve Göksu (2006), çamlık lagününde seston ve sediment örneklerinde ağır metallerden Pb, Cu, Zn, Cd, Fe'in birikim miktarlarını ve bunların mevsimsel değerini belirlemişlerdir. Yaptıkları şalışmada belirledikleri bulguları değerlendirdiklerinde ise en çok Zn (2295,06 μgg^{-1}) ve Cd (17,06 μgg^{-1})'un sestonda; Fe (30441,70 μgg^{-1}) ve Pb (67,29 μgg^{-1})'un sedimentte biriktiğini görmüşlerdir. Bu şalışmada Arsuz çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri sestonunda Pb, Cu, Zn, Cd, Fe ağır metal birikimleri benzerlik göstermektedir.

Akçalı (2009), Türkiye'nin Ege Denizi kıyısı boyunca sekiz istasyonda mevsimsel olarak kırmızı, kahverengi ve yeşil makroalglerde bazı ağır metallerin (Hg, Cd, Pb, Cr, Cu, Zn, Fe) konsantrasyonları tayin edilmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda ağır metal konsantrasyonlarının sıralaması makroalgde Fe>Zn>Cu>Cr>Cd>Hg>Pb, sedimentte ise Fe>Cr>Zn>Pb>Cu>Hg>Cd olarak belirlenmiştir. Bu çalışmamızla karşılaştırıldığında ağır metal konsantrasyonlarının sıralaması Arsuz Çayı makroalginde Fe>Cu>Zn>Cr>Pb>Cd, Payas Deresi makroalginde Fe>Zn>Pb>Cu>Cr>Cd ve Ceyhan Nehri makroalginde Fe>Pb>Cu>Cr>Zn>Cd şeklinde bulunmuştur.

Su ortamındaki metalin canlı üzerindeki etkisi, ekolojik ihtiyaçlar, metabolizma, besin, sediment ve diğer faktörlerle (mevsimsel değişimler, tuzluluk, sıcaklık, interaktif ajanlar) değişebilmektedir (Bryan, 1976). Organizmaların içinde yaşadığı su ortamının sıcaklığında meydana gelen değişimler bu organizmaların fizyolojileri ve metabolizmalarında değişikliklere neden olmaktadır. Bu değişiklikler metallerin organizmalar tarafından alınmaları üzerine etkilidirler (Dural, 2004; Ünsal, 1978). Çözülmüş oksijen (Ç.O) konsantrasyonu suyun kirlenme derecesini, sudaki organik madde konsantrasyonunu ve suyun kendi kendini ne derece temizleyebileceğini ifade eder (Ünlü ve ark., 2008).

Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri suyunda ölçülen fiziko-kimyasal parametreler Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

Kıtaıçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Kalite Sınıflarına Göre Suların Özellikleri Çizelge 4.12'de verilmiştir. Su Kalite Sınıfı Renk Kodları ise Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Kıtaıçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (YSKYY, 2012)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
Çözülmüş Oksijen (mg ^l ⁻¹)	> 8	6-8	3-6	< 3
Elektriksel İletkenlik (μS/cm)	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında

Çizelge 4.12. Kalite Sınıflarına Göre Suların Özellikleri (YSKYY, 2012)

Su Kalitesi	Özellik
Sınıf I	Yüksek kaliteli su
Sınıf II	Az kirlenmiş su
Sınıf III	Kirlenmiş su
Sınıf IV	Çok kirlenmiş su

Çizelge 4.13. Su Kalite Sınıfı Renk Kodları (YSKYY, 2012)

Su Kalitesi	Renk
Sınıf I	Mavi
Sınıf II	Yeşil
Sınıf III	Sarı
Sınıf IV	Kırmızı

Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri suyunda ölçülen fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel değerlendirilmesi Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Fiziko-kimyasal Parametrelerin Mevsimsel Değerlendirilmesi

Su Kalite Parametreleri	İlkbahar			Yaz			Sonbahar			Kış		
	A	P	C	A	P	C	A	P	C	A	P	C
Sıcaklık (°C)	23,75	20,25	23,15	26,00	25,50	25,75	23,00	19,55	24,60	17,10	12,15	13,75
Çözülmüş Oksijen(mgl ⁻¹)	9,00	9,00	7,60	7,90	7,92	6,10	8,61	6,41	5,40	10,20	10,75	8,50
Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	573	316	531	588	348	535	721	494	742	637	383	689
pH	8,00	7,50	7,70	6,70	6,00	6,50	7,95	8,00	8,15	7,80	7,80	7,72

A: Arsuz Çayı, P: Payas Deresi ve C: Ceyhan Nehri

Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri suyunda ölçülen fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel ortalamalarına göre su kalite sınıfları belirlenmiştir. Su kalite sınıflarına göre renk kodları oluşturulmuştur. Belirlenen su kalite sınıflarının özellikleri tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14'deki değerlendirme sonucuna göre Mavi Renk kodları Sınıf I-Yüksek kaliteli su, Yeşil Renk kodları Sınıf II-Az kirlenmiş su ve Sarı Renk kodları Sınıf III- Kirlenmiş su olduğunu göstermektedir. Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri yaz mevsiminde sıcaklık parametresine göre Sınıf III- Kirlenmiş su olarak belirlenmiştir. Payas Deresi yaz mevsiminde pH parametresine göre Sınıf III- Kirlenmiş su olduğu belirlenmiştir. Ceyhan Nehri sonbahar mevsiminde çözünmüş oksijen parametresine göre Sınıf III- Kirlenmiş su olduğu bulunmuştur.

Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri diğer mevsimlerde Sınıf I-Yüksek kaliteli su veya Sınıf II-Az kirlenmiş su olduğu görülmektedir.

Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri suyunda ölçülen fiziko-kimyasal parametrelerin yıllık ortalamalara göre değerlendirilmesi Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Fiziko-kimyasal Parametrelerin Yıllık Ortalamalara Göre Değerlendirilmesi

Su Kalite Parametreleri	YILLIK ORTALAMALAR		
	ARSUZ	PAYAS	CEYHAN
Sıcaklık (°C)	22,46	19,36	21,81
Çözünmüş Oksijen (mg/l ⁻¹)	8,92	8,52	6,90
Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	629	385	624
pH	7,61	7,32	7,51

Değerlendirme sıcaklık, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve pH'ın yıllık ortalamalarına göre yapılmıştır. Çizelge 4.15'deki değerlendirme sonucunda Arsuz Çayı sıcaklık, çözünmüş oksijen ve pH parametrelerine göre Sınıf I-Yüksek kaliteli su-Mavi Renk, elektriksel iletkenlik parametresine göre Sınıf II-Az kirlenmiş su-Yeşil Renk olarak belirlenmiştir. Payas Deresi sıcaklık, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve pH parametrelerine göre Sınıf I-Yüksek kaliteli su-Mavi Renk olarak belirlenmiştir. Ceyhan Nehri ise sıcaklık parametresine göre Sınıf I-Yüksek kaliteli su-Mavi Renk, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve pH parametrelerine göre Sınıf II-Az kirlenmiş su-Yeşil Renk olarak belirlenmiştir.

Sediment tabakasının çevresel tehlike boyutunun belirlenmesi ve sediment kalitesi için standart veya kalite kriterlerinin oluşturulması, sedimentde bulunan türlerle, maddelerin bu türler üzerindeki toksisitesi ve kimyasal analizlerle, kirleticilerin konsantrasyonlarının belirlenerek, karşılaştırma yapılmasıyla anlaşılabilir (Pedersen ve Bjornested, 1998).

Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri sedimentinde ağır metallerin yıllık ortalamaları EPA (Environmental Protection Agency) Sediment kalite yönergesine göre değerlendirilmiştir. EPA (Environmental Protection Agency) Sediment kalite yönergesi Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Sediment kalite yönergesi (mg/kg kuru ağırlık) (EPA, 2006)

Metaller	En Düşük Etkili Konsantrasyon	Yüksek Etkili Konsantrasyon
Fe	20000	40000
Zn	120	820
Cd	0,60	10
Cu	16	110
Pb	31	250
Cr	26	110

Değerlendirme sonucunda Arsuz Çayı sedimentinde ağır metal birikimi Fe, Zn, Cd, Cu, Pb EPA (Environmental Protection Agency) Sediment kalite yönergesine göre en düşük etkili konsantrasyonlar seviyesinde, Cr ise en düşük etkili konsantrasyonlar seviyesinin üzerinde bulunmuştur. Payas Deresi sedimentinde ağır metal birikimi Fe en düşük etkili konsantrasyonlar seviyesinde Zn, Cd, Cu, Pb, Cr ise en düşük etkili konsantrasyonlar seviyesinin üzerinde bulunmuştur. Ceyhan Nehri sedimentinde ağır metal birikimi Fe, Zn, Cd, Cu, Pb en düşük etkili konsantrasyonlar seviyesinde, Cr ise en düşük etkili konsantrasyonlar seviyesinin üzerinde bulunmuştur.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

- Araştırma sonucunda İskenderun Körfezi'ne dökülen tatlısu kaynaklarındaki sediment, seston ve makroalg örneklerinde ağır metal birikimi mevsimlere göre değişimler gösterdiği görülmüştür.
- Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri suyunda ölçülen fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel ortalamalarına göre değerlendirme sonucu: Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri yaz mevsiminde sıcaklık parametresine göre Sınıf III- Kirlenmiş su olarak belirlenmiştir. Payas Deresi yaz mevsiminde pH parametresine göre Sınıf III- Kirlenmiş su olduğu belirlenmiştir. Ceyhan Nehri sonbahar mevsiminde çözünmüş oksijen parametresine göre Sınıf III- Kirlenmiş su olduğu bulunmuştur.
- Arsuz Çayı, Payas Deresi ve Ceyhan Nehri suyunda ölçülen fiziko-kimyasal parametrelerin yıllık ortalamalara göre değerlendirme sonucu: Arsuz Çayı sıcaklık, çözünmüş oksijen ve pH parametrelerine göre Sınıf I-Yüksek kaliteli su-Mavi Renk, elektriksel iletkenlik parametresine göre Sınıf II-Az kirlenmiş su-Yeşil Renk olarak belirlenmiştir. Payas Deresi sıcaklık, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve pH parametrelerine göre Sınıf I-Yüksek kaliteli su-Mavi Renk olarak belirlenmiştir. Ceyhan Nehri ise sıcaklık parametresine göre Sınıf I-Yüksek kaliteli su-Mavi Renk, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve pH parametrelerine göre Sınıf II-Az kirlenmiş su-Yeşil Renk olarak belirlenmiştir.
- Sedimentlerde ağır metal birikimi Arsuz Çayı sedimentinde Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd, Payas Deresi sedimentinde Fe>Zn>Pb>Cr>Cu>Cd ve Ceyhan Nehri sedimentinde Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd şeklinde sıralandığı belirlenmiştir.
- Sestonda ağır metal birikim düzeyleri Arsuz Çayı'nda Fe>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd, Payas Deresi'nde Fe>Zn>Pb>Cr>Cu>Cd ve Ceyhan Nehri'nde Fe>Zn>Cr>Cu>Pb>Cd olarak belirlenmiştir.
- Makroalglerde ağır metal birikimi Arsuz Çayı makroalginde Fe>Cu>Zn>Cr>Pb>Cd, Payas Deresi makroalginde Fe>Zn>Pb>Cu>Cr>Cd ve Ceyhan Nehri makroalginde Fe>Pb>Cu>Cr>Zn>Cd şeklinde bulunmuştur.

- Arsuz Çayı sedimentinde ağır metal birikimi en yüksek düzeyde Fe, Pb, Cr için sonbahar mevsiminde; Cd ve Cu için yaz mevsiminde; Zn için ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Arsuz Çayı sestonunda ağır metal birikimi en yüksek düzeyde Fe, Zn, Cd, Cu, Pb için yaz mevsiminde; Cr için sonbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Payas Deresi sedimentinde ağır metal birikimi en yüksek düzeyde Fe, Zn, Cu, Pb için kış mevsiminde; Cd ve Cr için ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Payas Deresi sestonunda ağır metal birikimi en yüksek düzeyde Fe, Zn, Cd, Cu, Pb ve Cr için ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Ceyhan Nehri sedimentinde ağır metal birikimi en yüksek düzeyde Zn, Cd, Cr için ilkbahar mevsiminde; Fe ve Cu için sonbahar mevsiminde; Pb ise kış mevsiminde tespit edilmiştir. Ceyhan Nehri sedimentinde ağır metal birikimi en yüksek düzeyde Fe ve Pb için yaz mevsiminde; Zn ve Cu için kış mevsiminde; Cd ve Cr için sonbahar mevsiminde tespit edilmiştir.
- EPA (Environmental Protection Agency) Sediment kalite yönergesine göre, Arsuz Çayı sedimentinde ağır metal birikimi Fe, Zn, Cd, Cu, Pb en düşük etkili konsantrasyonlar seviyesinde, Cr ise en düşük etkili konsantrasyonlar seviyesinin üzerinde bulunmuştur. Payas Deresi sedimentinde ağır metal birikimi Fe en düşük etkili konsantrasyonlar seviyesinde Zn, Cd, Cu, Pb, Cr ise en düşük etkili konsantrasyonlar seviyesinin üzerinde bulunmuştur. Ceyhan Nehri sedimentinde ağır metal birikimi Fe, Zn, Cd, Cu, Pb en düşük etkili konsantrasyonlar seviyesinde, Cr ise en düşük etkili konsantrasyonlar seviyesinin üzerinde bulunmuştur.
- Çalışmada belirlenen bulgular değerlendirildiğinde, sediment, seston ve makroalgde en fazla birikim gösteren ağır metal Fe, en az birikim gösteren ağır metal ise Cd olduğu tespit edilmiştir.
- Sucul ortamda oluşabilecek ağır metal birikiminin özellikle besin zincirinde üst seviyeleri gidildikçe daha yüksek miktara ulaşması ve insanlara toksik etki oluşturması bakımından önemlidir. Bu nedenle sucul ortamlarda ağır metal birikimleri periyodik olarak analizi yapılmalı, sediment kalitesi belirlenmeli ve uluslararası sediment kalite kriterleri oluşturulmalıdır.
- İskenderun Bölgesindeki endüstri kuruluşları ağır metal birikimi açısından kirlilik oluşturduğu düşünülmektedir. Özellikle son yıllarda artan endüstri kuruluşları ilerleyen yıllarda bu birikimin artacağına göstergesi olduğu düşünülmektedir.

- İskenderun Körfezi, etrafında bulunan yerleşim alanları, sanayi kuruluşları ve bundan kaynaklanan deniz trafiğinden dolayı yoğun kirlilik tehdidi altındadır. İskenderun Körfezi kuzeydoğu Akdeniz’de karasal girdilerin en yoğun olduğu bölgelerden biridir. İskenderun Körfezi’ne dökülen tatlısu kaynaklarında oluşacak kirlilik yükünün Körfezde kirlenmeye sebep olacağı düşünülmektedir.
- Endüstri Kuruluşları Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine ve yasal düzenlemelere uymalı, gerekli tedbirleri almalıdır. Aksi takdirde su kaynaklarının kirlenmesi kaçınılmazdır.
- Çevre sağlığı açısından evsel ve endüstriyel atıklara karşı gerekli önlemler ve tedbirler alınmalıdır.
- Çevre Koruma ve Kontrol çalışmalarının devlet kurumları tarafından titizlikle yapılması ve denetlenmesi gerekmektedir.
- Yapılan bu çalışmanın özellikle ilerleyen yıllarda bilim dünyasına kaynak ve fayda sağlayabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Baky, T.E., Hagra, A.E., Hassan, S.H. and Zyadah, M.A., 1998. Environmental Impact Assessment of Pollution in Lake Manzala, I-Distribution of Some Heavy Metals in Water and Sediment, **J. Egypt. Ger. Soc. Zool.**, 26(B): 25-38
- Ağcasulu, Ö., 2007. Sakarya Nehri Çeltikçe Çayı'nda Yaşayan *Capoeta tinca* (Heckel, 1843)'nın Dokularında Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 54s, Ankara.
- Akbulut, A., Akbulut, N.E., 2009. The Study of Heavy Metal Pollution and Accumulation in Water, Sediment, and Fish Tissue in Kızılırmak River Basin in Environ. **Monit. Assess.**, 521-526.
- Akçalı, İ., 2009. Ege Denizi'nin Türkiye kıyılarında bulunan makroalglerdeki ağır metal seviyelerinin izlenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 97s, İzmir.
- Anonymous, 1997. **Türkiye Kıyılarındaki Lagünlerin Yönetim ve Geliştirilme Stratejileri ve Islahı**. 1. Cilt., Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü 578s.
- Bryan, G., 1976. "Heavy metal contamination in the sea in ": R. Johnston Mar. Poll. **Academic Press Mc**. 185-302 s. London.
- Buckley, D. E., Smith, J. N. and Winters, G. V. 1995. Accumulation of contaminant metals in marine sediments of Halifax harbour, Nova Scotia: environmental factors and historical trends. **Appl. Geochem.**, 10:175-195.
- Bu-Olayan, A.H., Al-Hassan, R., Thomas, B.V., 2001. Trace Metal Toxicity to Phytoplankton of Kuwait Coastal Waters. **Ecotoxicology**. Vol 10, pp 185-189.
- Caliceti, M., Argese E., Sfriso A., Pavoni B., 2002. Heavy metal Contamination in the Seaweeds of the Venice Lagoon. **Chemosphere**, Vol: 47, 443-454.
- Campanella, L., Conti, M. E., Cubbada, F., Sucapane, C., 2001. Trace Metals in Seagrass, Algae and Molluscs from An Uncontaminated Area in the Mediterranean. **Environmental Pollution**. Vol. 111,117-126.
- Çalışkan, E., 2005. Asi Nehri'nde Su, Sediment ve Karabalık (*Clarias gariepinu* BURCHELL, 1822)'ta Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 75s, Hatay.
- Çetingül, V., Aysel V., Kurumlu-Kuran Y., 2000. Biochemical Investigation and Heavy Metal Contents of *Cladophora dalmatica* Kütz. And *Ceramium ciliatum* (Ellis) Ducl. var. *robustum* (J.Ag) from Aegean Sea (Turkish Coast). **Turkish J. Marine Sciences** 6 (1):9-22.
- Duman, F., 2005. Sapanca ve Abant Gölü Su, Sediment ve Sucul Bitki Örneklerinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 253s, Ankara.
- Dural, M., 2004. Çukurova Bölgesindeki Akyatan, Tuzla ve Çamlık Lagünlerinde (Adana/Türkiye) Ağır Metal Araştırması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 100s.
- Dural, M., Göksu, M.Z.L., 2006. Çamlık Lagünü (Karataş, Adana), Seston, Bento ve Sedimentinde Mevsimsel Ağır Metal Değişimi. **Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi**, 23 (1), 65-69.
- Edwards, J.W., Edyvane, K.S., Boxall, V.A., Hamann, M., Soole, S.L., 2001. Metal Levels in Seston and Marine Fish Flesh Near Industrial and Metropolitan

- Centres in South Australia. **Marine Pollution Bulletin**. Vol. 42, No. 5, pp 389-396.
- EPA, 2006. Environmental Protection Agency. Sediment kalite yönergesi. <http://www.ene.gov.on.ca/envision/gp/B1-3.pdf>.
- Erdoğan, M., 2014. Karacaören I (Isparta-Burdur) Baraj gölü'ndeki su, sediment ve sazan (*Cyprinus carpio* L.,1758) örneklerinde bazı ağır metal birikiminin incelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 48s, Isparta.
- Fytianos, K., Evgenidou, G., Zachariadis, G., 1999. Use of Macroalgae as Biological Indicators of Heavy Metal Pollution in Thermaikos Gulf, Greece. **Bulletin Environmental Contamination and Toxicology**. 62:630-637.
- Gale, R.J.B., Gale, S.J., Winchester, H.P.M. (2006), Inorganic Pollution Of The Sediments Of The River Torrens, South Australia. **Environ Geol.**, 50: 62-75.
- Handy, R.D. (1994), Intermittent exposure to aquatic pollutants, Assessment toxicity and sublethal responses in fish and invertebrates. **Comp. Biochem. Physiol.**,107-184.
- Haritonidis, S., Malea, P., 1994. Seasonal and Local Variation of Cr, Ni and Co Concentrations in *Ulva rigida* C. Agardh and *Enteromorpha linza* (Linnaeus) from Thermaikos Gulf, Greece. Environmental Pollution. Vol: 3, 319-327.
- Kaçar, E., 2015. Dicle nehrinin Ilisu baraj göl bölgesindeki su, sediment ve bazı balıklardaki ağır metal birikiminin incelenmesi. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 159s, Diyarbakır.
- Kalesh, N. S., Nair, S. M., 2005. The Accumulation Levels of Heavy Metals (Ni, Cr, Sr, Ag) in Marine Algae from Southwest Coast of India. **Toxicological & Environmental Chemistry**, Vol: 87(2), 135-146p.
- Kapustka, A.L., Bermudez, S.V., Morrison, T.H., Wingo, R.D., 1976. Chemical and Biological Analysis of Hazardous waste Disposal Site. **Proc. Okla. Acad. Sci.** Vol. 56, pp. 42-48.
- 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.
- Kır, İ., Tekin-Özan, S., Tuncay, Y., 2007. Kovada Gölü'nün Su ve Sedimentindeki Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi. **Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi**, 24 (1-2), 155–158.
- Kir I, Tumantozlu H (2012) Investigation of Some Heavy Metal Accumulation in Water, Sediment and Carp (*Cyprinus carpio*) Samples of Karacaoren-II Dam Lake. **Ekoloji** 21 (82): 65-70.
- Köse, E. (2012), Porsuk Çayı Su, Sediment ve Bazı Balık Türlerinde Ağır Metal Miktarlarının Araştırılması, Doktora Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Kütahya, Türkiye.
- Landajo, A., Arana G., Diego, A.D., Etxebarria N., Zuloaga, O. And Amouroux, D., 2004. Analysis of Heavy Metal Distribution in Superficial Estuarine Sediments (Estuary of Bilbao, Basque Country) by Open-Focused Microwave-Assisted Extraction and ICP-OES. **Chemosphere** 56: 1033–1041.
- Lijklema, L., Koelmans, A. A., and Portielje, R.,\Water Quality Impacts of Sediment pollution and the Role of Early Diagnosis", **Water Science and Technology**., 28, 1-16, 1993.

- Lozano, G., Hardisson, A., Gutierrez, A. J., Lafuente, M. A., 2003. Lead and Cadmium Levels in Coastal Benthic Algae (Seaweeds) of Tenerife, Canary Island. **Environment International**, Vol. 28, 627-631.
- Martin, J.H., Broenkow, W.W., 1975. Cadmium in Plankton: Elevated Concentrations off Baja California. **Science**. Vol. 190, pp. 884-885.
- Martino, M., Turner, A., Nimmo, M., Millward, G.E., 2002. Resuspension, Reactivity and Recycling of Trace Metals in the Mersey Estuary, UK. **Marine Chemistry**. Vol. 77, pp. 171-186.
- Mendil, D., Uluözlü, Ö.D., 2007. Determination of Heavy metals in sediment and fish species from lakes in Tokat, Turkey. **Food Chemistry**, 101, 739–745.
- Merlini, M., 1980. Some Considerations on Heavy Metals in the Marine Hydrosphere and Biosphere. **Thalassia Jugoslavica** 16(2-4), pp 367-376
- Mohamed, L. A., Khaled, A., 2005. Comparative Study of Heavy Metal Distribution in Some Coastal Seaweeds of Alexandria, Egypt. **Chemistry and Ecology**, Vol:21, No:3, 181-189.
- Nguyen, H.L., Leermakers, M., Osán, J., Török, S. and Baeyens, W., 2005. Heavy Metals in Lake Balaton: Water Column, Suspended Matter, Sediment and Biota. **Science of the Total Environment**, 340: 213– 230.
- Ozbay O, Goksu MZL, Alp MT, Sungur MA (2013) Investigation of Heavy Metal Levels in Sediment of the Berdan River (Tarsus- Mersin). **Ekoloji** 22 (86): 68-74.
- Özdamar, K., 2001. **SPSS ile Biyoistatistik**. Kaan Kitapevi, Yayın No: 3, 4. Baskı, ISBN: 975-6787-03-1, Eskişehir.
- Özmen, H., Külahçı, F., Çukurovalı, A., Doğru, M. 2004. Concentrations of Heavy Metal and Radioactivity in Surface Water and Sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey). **Chemosphere**, 55, 401-408.
- Öztürk, M., Özözen, G., Minareci, O., Minareci, E., 2009. Determination of Heavy Metals in Fish, Water and Sediments of Avşar Dam Lake. Iran. J. Environ. Health. **Sci. Eng.**, 6 (2), 73-80.
- Parlak, H., Çakır, A., Boyacıoğlu, M., Arslan, Ö.Ç., 2006. Heavy Metal Deposition in Sediments from the Delta of the Gediz River (Western Turkey): A Preliminary Study. E.U. **Journal of Fisheries & Aquatic Sciences**, 23 (3-4), 445-448.
- Pedersen, F., and Bjornestad, E. “Characterization of Sediments from Copenhagen Harbour by use of Biotests”, **Water Science & Tech.**, 37/6-7, 233-240., 1998.
- Rashed, M.N., 2001. Monitoring of Environmental Heavy Metal in Fish from Nasser Lake. **Environment International**, 27: 27-33.
- Rao SVR., Cadmium accumulation in fiddler crabs *Uca annulipes* uptake of lead chromium, cadmium and cobalt by *Cladophora glomerata*, **International Journal Environment Studies**, 27, 219-223, (1986).
- Rubio, B., Nombela, M.A. and Vilas, F., 2000. Geochemistry of Major and Trace Elements in Sediments of the Ría De Vigo (NW Spain): an Assessment of Metal Pollution. **Marine Pollution Bulletin**, 40 (11): 968-980.
- Samecka-Cymerman, A. and Kempers A.J. 2001. Concentrations of heavy metals and plant nutrients in water, sediments and aquatic macrophytes of anthropogenic lakes (former open cut brown coal mines) differing in stage of acidification. **The Science of The Total Environment**, 281 (1-3), 87-98.
- Sönmez, A.Y., Hisar, O., Karataş, M., Arslan, G., Aras, M.S., 2008. **Sular Bilgisi**. Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi, Nobel Basımevi, 64, 201. Ankara.

- Storelli M. M., Storelli, A., Marcotrigiano G. O., 2001. Heavy Metals in the Aquatic Environment of the Southern Adriatic Sea, Italy Macroalgae, Sediments and Benthic Species. **Environment International** 26/ 505-509p.
- Sunlu, U., Egemen, Ö., Önen, M., 1996. Güllük Lagünü Girişinde Dağılım Gösteren Mamun(*Upogebia pusilla*)’da Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. **II.International Symposium on aquatic Products September** 21-23, İstanbul-Türkiye.
- Swadis, T., Brown M. T., Zachariadis, G., Sratis, I., 2001. Trace Metal Concentrations in Marine Macroalgae from Different Biotopes in the Aegean Sea. **Environment International** 27/ 43-47p.
- 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 Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 59s, Van.
- UNEP, 1984. Determination of total Cadmium, Zinc, Lead and Copper in Selected marine organisms by Flameless Atomic Absorption Spectrophotometry. **Reference Methods for Marine Pollution Studies** No. 11 Rev 1.
- USEPA, (2001)., Methods for Collection Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual:EPA 823-B-01-002; **US.Environmental Protection Agency**, Office of Water, Washington, D.C.
- Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, M. S. 2008. Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 23 (1): 119-127.
- Ünsal, M., 1978. Contribution a.l’etude de la Toxicite du Vanadium Vis-a-Vis des Organismes Marins. These Dr. 3^e cycle. Universite Pere et Marie Curie (Paris VI), 85p.
- Van Assche, F.; Clijters, H. : “Effect of Metals on Enzyme Activity in Plants”, **Plant Cell and Environment**, 13, (1990)195-206.
- Villares, R, Puente X., Carballeria A., 2001. *Ulva* and *Enteromorpha* as Indicators of Heavy Metal Pollution. **Hydrobiologia**. Vol:462, 221-232.
- YSKYY, 2012. **Yüzeyel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği**. Orman ve Su İşleri Bakanlıgından. **Resmi Gazete**, 30 Kasım 2012, Sayı: 28483.

ÖZGEÇMİŞ

15.04.1989 tarihinde Hatay-İskenderun'da doğdu. İlk ve orta öğretimimi Hatay'da tamamladı. 2008 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünü kazandı. 2010 yılında Bakanlık ile Yükseköğretim Kurulu iş birliği çerçevesinde açılan Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Fakültesi Pedagojik Formasyon Sertifikası Programına girmeye hak kazandı. 2012 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü ve Eğitim Fakültesi Pedagojik Formasyon Sertifikası Programından mezun oldu. 2012 yılında Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji ABD Moleküler Biyoloji Yüksek lisans öğrenimine başladı. 2013 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimler ABD Yüksek lisans öğrenimine geçiş yaptı. 2015 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi İskenderun Meslek Yüksekokulu Çevre Koruma ve Kontrolü Bölümünde Öğretim Görevlisi olarak derslere girdi.