T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSKENDERUN KÖRFEZİ DENİZ SUYUNUN ESER ELEMENT DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

HACI BEKİR KARAYİĞİT

KİMYA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
NİSAN-2018

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSKENDERUN KÖRFEZİ DENİZ SUYUNUN ESER ELEMENT DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

HACI BEKİR KARAYİĞİT

KİMYA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
NİSAN-2018

10.04.2018

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.

İmza

Hacı Bekir KARAYİĞİT

ÖZET

İSKENDERUN KÖRFEZİ DENİZ SUYUNUN ESER ELEMENT DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Bu çalışmada İskenderun Körfezi deniz suyu eser element yönünden araştırılarak bu elementlerin belirli periyotlarla değişimleri incelenmiştir. Kirlilik ölçümleri için dört ayrı istasyon belirlenmiştir. Kasım 2014 ve Mart 2015 tarihleri arasında beş ay boyunca 15 günlük periyotlarla 40 adet deniz suyu numunesi toplanmıştır. Bu numunelerin pH, iletkenlik değerleri ile bor, alüminyum, krom, demir, nikel, bakır, arsenik ve selenyum (B, Al, Cr, Fe, Ni, Cu, As ve Se) konsantrasyonları ölçülmüştür. Deniz suyunun ortalama pH değeri 8,04 olarak belirlenmiştir. Deniz suyunun ortalama iletkenlik değeri 103430 µS/cm olarak belirlenmiştir. Eser element analizi ICP-MS cihazı ile yapılmıştır. Deniz suyunun ortalama eser element konsantrasyonları; B: 6,559; Al: 0,666; Cr: 0,243; Fe: 7,142; Ni: 0,094; Cu: 0,364; As: 0,055 ve Se: 0,275 ppm olarak bulunmuştur. Analiz sonuçlarına bakıldığında B, Al, Cr, Fe, Cu ve Se elementlerinin konsantrasyonlarının sınır değerlerin üzerinde olduğu bulunmuştur. Ni ve As elementlerinin konsantrasyonlarının sınır değerlerin altında olduğu bulunmuştur.

2018, 35 sayfa

Anahtar Kelimeler: İskenderun Körfezi, eser element, ICP-MS, deniz kirliliği

ABTRACT

RESEARCH OF TRACE ELEMENT LEVELS OF SEA WATER IN İSKENDERUN BAY

In this study, İskenderun Bay sea water was investigated in terms of trace elements and the changes of these elements with were periodically investigated. Four separate stations were identified for pollution measurements. Between November 2014 and March 2015, 40 sea water samples were collected as 15 days periods during five months. pH, conductivity values and boron, aluminium, chromium, iron, nickel, copper, arsenic and selenium (B, Al, Cr, Fe, Ni, Cu, As and Se) concentrations of these samples were measured. The mean pH value of sea water was determined as 8.04. The mean conductivity value of sea water was determined as 103430 µS/cm. Trace element analysis was done by ICP-MS device. Mean trace element concentrations of sea water were determined as B: 6.559; A1: 0.666; Cr: 0.243; Fe: 7.142; Ni: 0.094; Cu: 0.364; As: 0.055 and Se: 0.275 ppm. According to the analysis results, the concentrations of B, Al, Cr, Fe, Cu and Se elements were found above the limit values. The concentrations of Ni and As elements were found below the limit values.

2018, 35 pages

Key Words: İskenderun Bay, trace element, ICP-MS, marine pollution

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın gerçekleştirilmesinde değerli bilgilerini benimle paylaşan, bana yol gösteren ve büyük sabır gösteren danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Sezer GÖYCINCIK' a katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Tez konusunun belirlenmesinde kıymetli bilgilerini ve yardımlarını esirgemeyen, değerli hocam Doç. Dr. Mustafa Kemal SANGÜN' e teşekkür ederim.

Tez çalışmamın gerçekleşmesi için maddi destek sağlayan MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarım süresince maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen eşime ve çocuklarıma çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET I
ABTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER IV
ŞEKİLLER DİZİNİ V
ÇİZELGELER DİZİNİ VI
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ VII
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3
3. MATERYAL ve YÖNTEM 9
3.1. Materyal 9
3.1.1. İstasyonların Tespiti ve Numunelerin Alınması 9
3.1.2. Çalışmada Kullanılan Cihazlar 9
3.2. Yöntem 10
3.2.1. pH 10
3.2.2. İletkenlik 10
3.2.3. Eser Element Analizi 11
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE ÇALIŞMA 12
4.1. Analizleri Yapılan Parametrelerin Sonuçları 12
4.2. Elde Edilen Verilerin Zamana ve İstasyonlara Göre Karşılaştırma Grafikleri 13
4.2.1. pH 13
4.2.2. İletkenlik 15
4.2.3. Bor 17
4.2.4. Alüminyum 18
4.2.5. Krom 20
4.2.6. Demir 21
4.2.7. Nikel 23
4.2.8. Bakır 24
4.2.9. Arsenik 26
4.2.10. Selenyum 27
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 30
KAYNAKLAR 32
ÖZGEÇMİŞ 35

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Örnekleme İstasyonları 9
Şekil 3.2. Hanna pH 211 pH metre cihazı 10
Şekil 3.3. Hanna EC 214 kondüktometre cihazı 10
Şekil 3.4. Agilent 7500 CE Octopole Reaction System model İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi 11
Şekil 4.1. Numunelerin pH değerlerinin aylara göre karşılaştırma grafiği 14
Şekil 4.2. Numune pH değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği 14
Şekil 4.3. Numunelerdeki İletkenlik değerlerinin aylara göre karşılaştırma grafiği 16
Şekil 4.4. Numunelerdeki İletkenlik değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği 16
Şekil 4.5. Numunelerdeki bor konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği 17
Şekil 4.6. Numunelerdeki bor konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırma grafiği 18
Şekil 4.7. Numunelerdeki alüminyum konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği 19
Şekil 4.8. Numunelerdeki alüminyum konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırma grafiği 19
Şekil 4.9. Numunelerdeki krom konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği 20
Şekil 4.10. Numunelerdeki krom konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırma grafiği 21
Şekil 4.11. Numunelerdeki demir konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği 22
Şekil 4.12. Numunelerdeki demir konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırma grafiği 22
Şekil 4.13. Numunelerdeki nikel konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği 23
Şekil 4.14. Numunelerdeki nikel konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırma grafiği 24
Şekil 4.15. Numunelerdeki bakır konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği 25
Şekil 4.16. Numunelerdeki bakır konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırma grafiği 25
Şekil 4.17. Numunelerdeki arsenik konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği 26
Şekil 4.18. Numunelerdeki arsenik konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırma grafiği 27
Şekil 4.19. Numunelerdeki selenyum konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği 28
Şekil 4.20. Numunelerdeki selenyum konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırma grafiği 28

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan cihazlar 9
Çizelge 4.1. İskenderun Körfezinden alınan deniz suyu örneklerinden elde edilen parametrelerin maksimum ve minimum değerleri 12
Çizelge 4.2. Analiz sonucu elde edilen pH değerleri 13
Çizelge 4.3. Analiz sonucu elde edilen iletkenlik değerleri 15
Çizelge 4.4. Analiz sonucunda elde edilen bor konsantrasyonları 17
Çizelge 4.5. Analiz sonucunda elde edilen demir konsantrasyonları 18
Çizelge 4.6. Analiz sonucunda elde edilen krom konsantrasyonları 20
Çizelge 4.7. Analiz sonucunda elde edilen demir konsantrasyonları 21
Çizelge 4.8. Analiz sonucunda elde edilen nikel konsantrasyonları 23
Çizelge 4.9. Analiz sonucunda elde edilen bakır konsantrasyonları 24
Çizelge 4.10. Analiz sonucunda elde edilen arsenik konsantrasyonları 26
Çizelge 4.11. Analiz sonucunda elde edilen selenyum konsantrasyonları 27
Çizelge 4.12. Çalışmada incelenen eser element konsantrasyonlarının ortalamaları ve denizlerdeki kabul edilebilir değerleri 29

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

L	:	Litre
mg	:	Miligram
µg	:	Mikrogram
µS	:	Mikrosiemens

KISALTMALAR

AAS	:	Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi
GFAAS	:	Grafit Fırın Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi
ICP-MS	:	İndüktif Eşleşmiş Plazma- Kütle Spektrometresi
ICP-OES	:	İndüktif Eşleşmiş Plazma- Optik Emisyon Spektrometresi
İ İstasyonu	:	İsdemir istasyonu
K İstasyonu	:	Karaağaç İstasyonu
M İstasyonu	:	Merkez İstasyonu
P İstasyonu	:	Payas İstasyonu
TSE	:	Türk Standartları Enstitüsü
WHO	:	Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Günümüzde dünya nüfusunda aşırı bir artış ve yoğun endüstriyel gelişim gözlenmektedir. Bu görülen hızlı büyüme, fabrikalaşma ve nüfus artışı giderek daha büyük boyutlara ulaşan çevre kirlenmesi sorununu da beraberinde getirmektedir. Yoğun nüfusa sahip olan deniz kıyılarında eksik planlanmış atık su deşarjları, petrol rafinerileri, termik santraller gibi endüstri kuruluşlarında bulunan eski teknolojili deşarj sistemleri, ara malzeme olarak kullanılan kimyasallar, boyalar, dezenfektanlar, ilaçlar ve diğer pek çok imalat sanayi yan ürünleri denizler için önemli kirlilik kaynaklarıdır. Bu maddeler, dikkatli kullanılmadıkları ve gerekli denetimleri yapılmadığı takdirde denizlerde önemli derecelerde kirlenmeye sebep olabilmektedirler. Buna ek olarak gemi kazaları ve petrol tesislerindeki sızıntılar da bu ortamlardaki kirlenme sebepleridir. Son yıllarda çoğu ülke kıyı bölgelerinin kirliliğe karşı korunmasına artan bir duyarlılık göstermektedir ve bu alanda yapılan araştırmaların sayısı günden güne çoğalmaktadır. Denizler çeşitli sebeplerden dolayı kirliliğe maruz kalmaktadır. Özellikle kıyı bölgelerinde, sanayi tesislerinin artması, yapay gübre, deterjan, pestisit ve fosil yakıt kullanımına bağlı olarak ağır metal konsantrasyonları hızla artmaktadır (Topçuoğlu, 2005).

Deniz suyunda istenmeyen bazı ağır metaller dipte birikerek denizi kirletmektedir. Biriken ağır metaller doğal veya yapay yollarla denize taşınmaktadır. Doğal taşınım nehirlerden ya da atmosferden kaynaklanabilmektedir. Yapay taşınım ise madenciliğin ve sanayinin gelişmesi, fosil yakıtların aşırı kullanımı gibi sebeplerden dolayı gerçekleşmektedir. Özellikle V, Ni, Mo ve Hg bakımından zengin olan fosil yakıtların fazla kullanılmasından dolayı, atmosferden denize birçok ağır metal girmektedir (Topçuoğlu, 2005).

Üzerinde çalışmalar yapılan konuların en önemlilerinden birisi de çevre kirliliğidir. Kirlilik çok farklı alanlarda oluşabilir ancak herhangi bir alanda meydana gelen kirlilik dolaylı veya doğrudan diğer bölgeleri de etkisi altına almaktadır. Genellikle çevre kirliliği, hava, su ve toprakta oluşmaktadır. Canlı hayatında çok önemli yer tutan bu üç unsuru etkileyen kirlilik doğal dengede bozulmalara ve canlı yaşamında olumsuzluklara yol açmaktadır. Hava, toprak ve su arasında kurulmuş doğal dengeden dolayı birisine etki eden negatif etki diğerlerine de dolaylı yoldan etki etmektedir (Lijklema, 1993).

Toprak ile havadaki kirlilik kaynakları da su ortamına geçerek su kirliliğine sebep olur. Çünkü toprak ve havadaki kirlilik kaynakları bulundukları alanda kalmaz, yağmur

ve sel gibi yollarla yer üstü ve yer altı sularına karışarak kirliliğe neden olur (Karadere, 1997; Beğenirbeş, 2002).

Günümüzde kimyasal bir kirlilik olarak kabul edilen ağır metal kirliliği çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, çevre koşullarına dayanıklı olmaları ve kolaylıkla besin zincirine geçerek canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri nedeniyle diğer kimyasal kirleticiler arasında ilk sırayı tutmaktadır (Uzunoğlu, 1999).

Ayrıca farklı şekillerde denizlere taşınan eser elementlerin derişim değerleri, olması gerekenden fazla olduğunda denizde yaşayan canlıların biyolojik aktivitelerini olumsuz bir şekilde etki etmektedir (Uzunoğlu, 1999).

İskenderun Körfezi; çevresinde yoğun sanayi kuruluşları olan, coğrafi konumu ve akıntılar nedeniyle daha uzak bölgelerdeki atık sularla da kirlenmeye açık bir bölge özelliği göstermektedir (Anonim, 2004).

Bu çalışmada endüstriyel kirliliklere açık olan İskenderun Körfezi'nden 4 ayrı bölgeden 15 günlük periyotlar halinde alınan deniz suyu numunelerinin içerdiği 8 eser elementin (B, Al, Cr, Fe, Ni, Cu, As, Se) konsantrasyonu ICP-MS cihazı ile tespit edilmiştir. Ayrıca numunelerin pH ve iletkenlik değerleri de ölçülmüştür. Elde edilen bulgular aylar ve istasyonlar bazında karşılaştırılmıştır. Böylelikle İskenderun Körfezi'ndeki eser element varlığının hangi boyutlarda olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Guhathakurta ve ark. (2000) yapılan çalışmada Hindistan'ın Sunderban tatlı su gölünde su, sediment, karides ve mullet türü canlılarda bazı ağır metal konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre suda, kadmiyum (0,04-0,10); çinko (<0,01-9-66); kurşun (0,03-0,16); demir (14,3-170) µg/mL olarak bulmuşlardır. Göl sedimentinde ise metallerin daha yüksek ve çinko ile demir konsantrasyonlarında önemli farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir.

Türkmen (2003) tarafından yapılan çalışmada ise İskenderun Körfezi'nde deniz suyu, askıdaki katı madde, sediment ve dikenli taş istiridyesindeki ağır metal birikimleri incelenmiştir. Deniz suyundaki ağır metal konsantrasyonları kadmiyum: 0,0550, demir: 0,2995, bakır: 0,0652, kurşun: 0,6173, çinko: 0,0709, kobalt: 0,2589, krom: 0,1689, alüminyum: 0,1875, mangan: 0,1079, nikel: 0,2769 mg/L olarak bulunmuştur.

Pekey ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada Dil Deresi'ndeki 10 farklı noktadan iki farklı mevsimde su örneği alarak bazı eser elementlerin miktarını belirlemişlerdir. Metal içeriklerine göre su kalitesi belirlenmiştir. Araştırmaya göre bazı ağır metal konsantrasyonlarının, kullanılan referanstaki en yüksek konsantrasyondan daha yüksek olduğu rapor edilmiştir.

Türkmen ve Türkmen (2004), İskenderun Körfezi'nden Ağustos 2001 ve Temmuz 2002 tarihleri arasında beş istasyondan almış oldukları askıdaki katı maddede Cd, Fe, Cu, Pb, Zn, Co, Al, Mn ile Ni konsantrasyonlarının dağılımlarının periyodik incelemesini yapmışlardır. Elementlerin konsantrasyon ortalamalarını (mg/kg kuru ağırlık), Arsuz istasyonu için; Cd, Fe, Cu, Pb, Zn, Co, Al, Mn ile Ni konsantrasyonlarını sırasıyla 18, 2, 2286, 420, 222, 626, 103, 1074, 549 ve 1153; İskenderun Liman Bölgesi istasyonu için; 20,1, 31620, 317, 346, 828, 91,9, 531, 23660, 584 ve 554; İsdemir istasyonu için; 24,7, 42082, 368, 433, 1411, 88,4 318, 14980, 1643 ve 309; Dörtyol-Botaş istasyonu için; 26,4, 27427, 233, 344, 692, 109, 721, 20995, 774 ve 663; Petrol Dolum Tesisleri istasyonu için; 27,1, 21087, 388, 320, 1144, 112, 254, 25994, 523 ve 291 olarak tespit etmişlerdir

Çalışkan (2005) Asi Nehri'nde yaptığı çalışmada nehirden alınan su, sediment ve karabalık örneklerinde çeşitli ağır metal konsantrasyonlarını bir yıl süreyle periyodik olarak incelemiştir. Çalışma sonucunda metal birikimlerinin mevsimler arasında farklılık gösterdiği bulunmuştur. Genel olarak en fazla birikim su ve balık örneklerinde yazın,

sedimentte ise kışın ölçülmüştür. Sedimentteki birikimin balık ve suya göre daha fazla olduğu görülmüş olup sadece kadmiyum suda daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak birikim su < balık <sediment olmasına karşın krom ve nikel konsantrasyonları balık < su <sediment olarak görülmüştür. Su, sediment ve balık örneklerindeki ağır metaller kabul edilebilir sınırların altında bulunmuştur.

Duman (2005), Sapanca ve Abant göllerinden aldığı su ve sediment örneklerinde ağır metal miktarlarının mevsimsel değişimini incelemek amacıyla araştırma yapmıştır. Sapanca Gölü su ve sedimentinde ağır metal kirliliğinin tarımsal gübre, foseptik atık ve trafik, Abant Gölü su ve sedimentinin foseptik atık ve trafik kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Ağır metal derişimlerinin sonbahar ve kış mevsiminde daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Okonkwo ve ark.(2005), Güney Afrika'da 3 nehirde yaptıkları çalışmada su örneklerinde kış ve yaz mevsimlerindeki ağır metal düzeylerini karşılaştırmışlardır. Kadmiyum, bakır, kurşun, çinko konsantrasyonlarını sırasıyla kışın 5,8; 2,7; 16,03; 2,3 µg/L ve yazın 3,2; 2,3; 11,37; 1,5 µg/L olarak bulmuşlardır. Metal konsantrasyonlarının kış döneminde yaz döneminden daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Buna sebep olarak kışın nehirlere karışan yağmur sularını göstermişlerdir. Her iki dönemde de 3 nehirden alınan su örneklerinde kurşun derişiminin diğer metallerden fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Singh ve ark. (2005) Hindistan'da 630 km uzunluğundaki Gomti Nehri üzerinde belirlenen istasyonlardan alınan sediment ve su örneklerinde ağır metal analizleri yapmışlardır. Suda kadmiyuma ve bakıra rastlanılmamış olup belirlenen en yüksek metal seviyeleri 5,7 µg/L krom, 5,3 µg/L mangan, 17 µg/L nikel, 32 µg/L çinko, 39 µg/L kurşundur. Sedimentte belirledikleri en yüksek metal konsantrasyonları ise 8,38 mg/kg kadmiyum, 19,13 mg/kg krom, 35,03 mg/kg bakır, 263,10 mg/kg mangan, 29,76 mg/kg nikel, 101,73 mg/kg çinko ve 75,33 mg/kg kurşundur.

Censi ve ark. (2006) Tayland Körfezi'nde bulunan Mae Klong nehri deltası ve sahil kesiminde belirledikleri 23 istasyondan aldıkları su ve sediment örneklerinde çeşitli ağır metal konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Deniz suyunda krom 0,03-13,83 nmol/L, kobalt 0,17-6,83 nmol/L, nikel 4,58-71,58 nmol/L, bakır 7,23-32,8 nmol/L, çinko 4,62-26,51 nmol/L konsantrasyon değerlerini belirlemişlerdir. Sonuçların çalışılan alanda iki farklı ağır metal kaynağının varlığına işaret ettiğini bildirmişlerdir.

Hamed ve Emara (2006) Süveyş Körfezi'nde evsel atıksu drenajı, petrol rafinerileri ve gemilerin etkilediği bölgelere yakın olan alanlarda belirledikleri yedi istasyondan su örnekleri alarak bazı ağır metaller konsantrasyonlarını bulmuşlardır. Çalışmada aynı zamanda sediment ve çeşitli canlılar üzerinde de ağır metallerin etkileri araştırılmıştır. En yüksek metal konsantrasyonunun birinci istasyonda olduğunu tespit etmişlerdir. Buna sebep olarak evsel ve sanayi tipi atık sular ile Süveyş Kanalı'ndaki gemileri göstermişlerdir. Sonuç olarak en yüksek ağır metal düzeylerinin kışın ve en düşük ağır metal düzeylerinin ise yazın olduğunu bulmuşlardır.

Sarıhan ve ark., (2006), İskenderun Demir Çelik Fabrikası atık maddesi olan cürufun, yapısını, çözünürlüğünü ve denize etkilerini, Mart-Temmuz 2003 tarihleri arasında araştırmışlardır. Bunun için, cürufun deniz suyu, saf su, yağmur suyu ve deniz suyu karışımında çözünürlüğünü araştırmışlardır. Deniz suyunda, sedimentde, ve denizde bulunan organizmalardaki ağır metal konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Ağır metal analizlerini AAS ve GFAAS metotlarına göre yapmışlardır. İskenderun Demir Çelik fabrikasındaki cüruf depolama alanında cürufun yağmur suyu ile çözünmesinin çok zayıf bir olasılık olduğunu ve deniz suyu, sediment ve denizde bulunan organizmaların ağır metal konsantrasyonlarının, İskenderun Körfezi için bir kirlilik unsuru olmadığını tespit etmişlerdir.

Kır ve ark. (2007), Kovada gölünde 04.2005-23.02.2006 tarihleri arasında su ve sedimentdeki bazı ağır metallerin konsantrasyonları incelemiştir. Suda en yüksek ağır metal konsantrasyonunun demir olduğu bulunmuştur. Buna ek olarak en fazla ağır metal konsantrasyonlarının ilkbahar ve kış aylarında olduğunu belirlemişlerdir. Sedimentlerde en fazla ağır metal konsantrasyonunun alüminyuma ait olduğu bulunmuştur. Fakat, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın su ortamında ağır metallerin kabul edilebilir değerlerine göre demirin Yaz-2005, çinkonun İlkbahar-2005 ve Kış-2006'daki konsantrasyonlarından başka diğer değerlerde sorun belirlenmemiştir.

Özan ve ark. (2007) Kovada Gölü'nün su ve sedimentindeki bazı ağır metallerin mevsimsel değişimini incelemişlerdir. Suda yapılan analizlerde demir her mevsimde, çinko ilkbahar ve kış, alüminyum yaz ve nikel sadece ilkbahar mevsiminde belirlenmiştir. Mangan, kadmiyum, krom, bakır ve kurşun tüm mevsimlerde analiz limitinin altında çıkmıştır.

Özdilek ve Sangün (2007) 2006 yılında Asi Nehri'nin Türkiye'de bulunan kısmını su kalitesi açısından incelemişlerdir. Bunun için 10-14 Ocak 2016'daki kurban bayramı tatili boyunca nehirdeki eser metal konsantrasyonlarını zamana bağlı olarak araştırmışlardır.

Pertsemli ve Voutsa (2007) Yunanistan'ın kuzeyinde bulunan Kerkini ve Doirani göllerinden aldıkları su, sediment ve askıda katı madde örneklerinde çeşitli ağır metal konsantrasyonları araştırmışlardır. Doirani Gölü'nde Kerkini'ye göre ağır metal konsantrasyonlarının daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Bu sonucun ise bölgesel farklılıklardan kaynaklanabileceğini her iki göl arasındaki farkın neden olmuş olabileceğini bildirmişlerdir.

Küçüksezgin ve ark. (2008) Ege Bölgesi'nin doğusunda bulunan Gediz Irmağı'nda belirledikleri beş farklı istasyondan su, sediment, partikül madde örnekleri alarak bazı eser elementlerin içeriklerine bakmışlardır. Su örneklerinde civa için 0,037-0,81 µg/L, kurşun için 0,59-1,5 µg/L, bakır için 0,24-1,6 µg/L, çinko için 0,19-0,29 µg/L, mangan için 30-170 µg/L, nikel için 0,39-9,0 µg/L ve demir için 1,3-6,87 µg/L bulmuşlardır. En fazla konsantrasyonları yaz mevsiminde elde ettiklerini, buna sebep olarak da Muradiye İlçesinde yaz mevsiminde sanayi ve tarımsal faaliyetlerin artmasının sebep olabileceğini belirtmişlerdir.

Ayas ve ark. (2009) yaptıkları bir çalışmada Mersin Körfezi yüzey suyu örneklerinde *patella* türlerindeki (*Patella caerulea, Patella rustica)* krom, kadmiyum ve kurşun düzeylerini araştırmışlardır.

Yılmaz ve ark. (2010) İskenderun Körfezi'ndeki üç balık türünün *(Triglia lucerna, Lophius budegassa, Solea lascaris)* farklı dokularında belli başlı ve toksik metal konsantrasyonlarını araştırmışlardır.

İskenderun Körfezi'nde Deniz Suyu ve Sedimentte Oluşan Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi isimli çalışmada; İskenderun Körfezi'nde deniz suyu ve sedimentteki ağır metal düzeyleri incelenmiştir. Çalışma Ağustos 2001 ve Temmuz 2002 tarihleri arasında yürütülmüş bir çalışmadır. Deniz suyundaki ağır metal düzeyleri; kadmiyum: 0,0550, demir: 0,2995, bakır: 0,0652, kurşun: 0,6173, çinko: 0,0709, kobalt: 0,2589, krom: 0,1689, alüminyum: 0,1875, mangan: 0,1079 ve nikel: 0,2769 mg/L olarak bulunmuştur. Aynı sırayla sedimentte ise, 4,4725; 49921; 37,053; 141,63; 232,87; 79,040; 1419,8; 25574; 1304,5 ve 795,81 olarak belirlenmiştir (Türkmen, 2011).

Öner ve Çelik (2011) Ege Bölgesi'nin ikinci büyük akarsuyu olan Gediz Nehri üzerinde belirledikleri 5 istasyondan aldıkları su ve sediment örneklerinde ağır metal varlığı ile bazı kirlilik parametrelerini incelemişlerdir. Araştırıcılar, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre suda bulunan ağır metal konsantrasyonlarının 4. Sınıf su kategorisinde olduğunu ifade etmişlerdir.

Shikazono ve ark. (2011) Japonya'da bulunan Buriganga Nehri üzerinde belirlenen istasyonlardan aldıkları su ve sediment örnekleri üzerinde ağır metal miktarlarını tespit etmişlerdir. Araştırıcılar tarafından özellikle söz konusu nehir için krom ve nikel bakımından çok yüksek seviyede kirlilik bulunduğu belirtilmektedir. Bu kirliliğin kaynağı olarak da endüstriyel atıklar gösterilmektedir.

Baggio ve ark. (2012) Brezilya'da bulunan Furmuso Nehri'nden aldıkları su ve sediment örneklerinde ICP-OES ile ağır metal düzeylerini belirlemişlerdir. Elde ettikleri verilerin insan sağlığı ve çevre için risk oluşturduğunu ifade etmişlerdir.

Gökten (2013), Çorum ili sınırları içerisinde bulunan Çomar, Hatap, Yenihayat ve Alaca baraj göletlerinden su, sediment örnekleri alınarak çeşitli ağır metal konsantrasyonları mevsimsel olarak incelenmiştir. Ayrıca Yenihayat Baraj Gölü'nden alınan yosun, toprak örneklerinde çeşitli ağır metallerinin konsantrasyonları mevsimsel olarak incelenmiştir. Örnek alınan 4 barajdan kadmiyum metali dışındaki ağır metallerin TSE ve WHO kriterlerine göre uygun olduğu belirlenmiştir.

Ergül ve ark. (2013) İzmit Körfezi'nden periyodik olarak 10 ile 80 m arasındaki derinliklerden aldıkları su örneklerinde 6 çeşit ağır metalin analizini yapmışlardır. En fazla değerleri 2010 yılı kış mevsimindeki örneklerde bulmuşlardır. Bunun kaynağının fabrika atıkları, gemi trafiği ve atıklar olduğunu bildirmişlerdir. En fazla konsantrasyonu 419 mg/L çinko olarak bulmuşlardır. Buna ek olarak bakır konsantrasyonunun yaz mevsiminde derinlikle azaldığını, ancak kış mevsiminde bu durumun tam tersini gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Demir ve mangan hidroksitlerinin çözünürlüğü az olduğu için demir ve mangan konsantrasyonlarının yüzey sularında derinlere göre daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma süresince bakır ve çinko yoğunluklarını kabul edilebilir değerin üstünde olduğunu belirlemişler ve buna fabrika atıklarının kontrolsüzce deşarjının sebep olduğunu belirtmişlerdir. Periyodik olarak belirlenen farklılıklardan dolayı kıyıya yakın olan yerlerde bulunan sonuçların önemli olduğunu saptamışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. İstasyonların Tespiti ve Numunelerin Alınması

İskenderun Körfezi, Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyılarında, doğuda Amanos dağları, batıda Misis dağları ile Ceyhan Deltası arasında girintiye sahip olup, yaklaşık 65 km uzunluğunda ve 35 km genişliğinde bir alana sahiptir. Körfez'de ortalama derinlik 70 m olup, en derin kesimleri 90-100 m'yi bulabilmektedir. Açık denize bağlandığı kesimin geniş olması sebebiyle, Doğu Akdeniz'deki dip akıntılarından ve rüzgâr hareketlerinden etkilenmektedir (İyiduvar, 1986; Avşar, 1999).

Endüstriyel kuruluşlar kıyı şeridi boyunca İskenderun şehir merkezinden başlayıp Yumurtalık sahiline kadar uzanmaktadır. Bölgeye bakıldığında İskenderun-Payas arasında demir-çelik fabrikaları, haddehaneler, termik santral ve çimento fabrikası gibi irili ufaklı pek çok fabrikanın olduğu ve bu fabrikaların körfezin kirlenmesine neden olduğu tahmin edilmektedir. Endüstriyel kuruluşların sebep olduğu bu kirliliği araştırmak üzere dört ayrı istasyon oluşturuldu.

Birinci örnekleme noktası Payas (P)istasyonu İsdemir'in 2 km. kuzeyinde kirletici vasfı yüksek elektrikli ark ocaklı tesislerin, entegre demir çelik tesislerinin, haddehane ve dökümhanelerin aynı zamanda yerleşim yerlerinin yer aldığı Payas ilçe merkezi sahili Örnekleme bölgesinin koordinatları: 36°45'43.9"N 36°11'58.0"E

İkinci örnekleme noktası İsdemir (İ) istasyonu şehrin 20 km. kuzeyinde sanayi kuruluşlarının yoğun olduğu İsdemir civarında bir bölgedir. Örnekleme bölgesinin koordinatları: 36°40'30.6"N 36°12'38.2"E

Üçüncü örnekleme noktası Merkez (M) istasyonu nüfus yoğunluğunun fazla olduğu İskenderun kent merkezi sahilidir. Koordinatları: 36°35'31.3"N 36°10'29.4"E

Dördüncü örnekleme noktası Karaağaç (K)istasyonu şehrin 10 km. güneyinde yer alan Karaağaç Mahallesi sahilinde oluşturuldu Koordinatları: 36°34'49.1"N 36°08'03.7"E

İstasyonların yerleri şekil 3.1.' de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Örnekleme İstasyonları

Örneklemeler 2014 Kasım ayında başladı 2015 Mart ayının sonuna kadar kesintisiz bir şekilde 15 günlük periyotlarla sürdürüldü ve 40 adet numune alındı. Her ayın ortasında ve sonunda her bir istasyondan kıyıdan deniz yüzeyinden polietilen şişeler daldırılarak örneklemeler gerçekleştirildi. Numuneler, alınan polietilen şişeler içerisinde muhafaza edildi. Şişeler bir gece öncesinden seyreltik nitrik asitle yıkandı ve üç defa saf su ile çalkalanarak hazır edildi. Numuneler, alındıktan sonra en kısa sürede laboratuvar ortamına getirildi. pH ve iletkenliklerine bakıldıktan sonra deniz suyu örneği adi filtre kağıdı ile süzülerek % 65'lik HNO_3 ile asitlendirilerek +4 ^{0}C'de muhafaza edildi.

3.1.2. Çalışmada Kullanılan Cihazlar

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan cihazlar

Cihazın Adı	Cihazın Markası	Cihazın Modeli
pH metre	Hanna	pH 211
Kondüktometre	Hanna	EC 214
ICP-MS analiz cihazı	Agilent	7500ce Octopole Reaction System

3.2. Yöntem

3.2.1. pH

Numunelerin pH'ı HANNA pH 211 marka pH metre ile ölçülmüştür.



Şekil 3.2.Hanna pH 211 pH metre cihazı

3.2.2. İletkenlik

Numunelerin iletkenliği HANNA EC 214 marka kondüktometre ile ölçülmüştür.



Şekil 3.3. Hanna EC 214 kondüktometre cihazı

3.2.3. Eser Element Analizi

Numunelerdeki eser element konsantrasyonları Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji, Eğitim ve Araştırma Merkezi (MEİTAM) da Agilent marka 7500 CE Octopole Reaction System model İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) ile ölçülmüştür. Bu teknik; elektromanyetik indüksiyonla 10000 ^{o}K sıcaklığa ulaştırılan argon plazması tarafından örneğin iyonize edilmesi, iyonize edilen elementlerin kütle spektrometresi tarafından ayrıştırılması ve element derişimlerinin elektron çoğaltıcı bir dedektör tarafından ölçülmesi aşamalarından oluşmaktadır. Cihazın tayin sınırı ise analizi yapılan bütün elementler için 1 ppb'dir.



Şekil 3.4. Agilent 7500 CE octopole reaction system model indüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE ÇALIŞMA

4.1. Analizleri Yapılan Parametrelerin Sonuçları

Yaptığımız çalışmada İskenderun Körfezi'nin kirliliğine neden olabilecek bazı faktörler incelenmiştir. Her bir numunede körfezin kirlenmesine neden olan sekiz tane eser elementin analizi yapılmıştır. Ayrıca körfezin çeşitli özellikleri dikkate alınarak dört farklı istasyon seçilmiştir. Her bir istasyondan farklı zaman dilimlerinde (Kasım-Aralık-Ocak-Şubat-Mart) kıyıdan deniz yüzeyinden deniz suyu numuneleri alınmıştır. Bu numunelerin pH ve iletkenlik ile Bor, Alüminyum, Krom, Demir, Nikel, Bakır, Arsenik ve Selenyum eser elementlerinin (B, Al, Cr, Fe, Ni, Cu, As ve Se) konsantrasyonları ölçülmüştür. Deniz suyu numunelerindeki eser element konsantrasyonu ICP-MS cihazı ile belirlenmiştir.

İskenderun Körfezi'nden alınan deniz suyu numunelerinden elde edilen parametrelerin minimum ve maksimum değerleri çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İskenderun Körfezinden alınan deniz suyu örneklerinden elde edilen parametrelerin maksimum ve minimum değerleri

Parametreler	**Değerler**
B (ppm)	7,2640-4,7290
Al (ppm)	6,1474-0,0435
Cr (ppm)	0,5778-0,1778
Fe (ppm)	21,9416-4,5756
Ni(ppm)	0,7507-0,0072
Cu (ppm)	0,4470-0,1727
As (ppm)	0,0748-0,0368
Se (ppm)	0,3007-0,1973
pH	8,47-7,51
İletkenlik (µS/cm)	144800-46200

4.2. Elde Edilen Verilerin Zamana ve İstasyonlara Göre Karşılaştırma Grafikleri

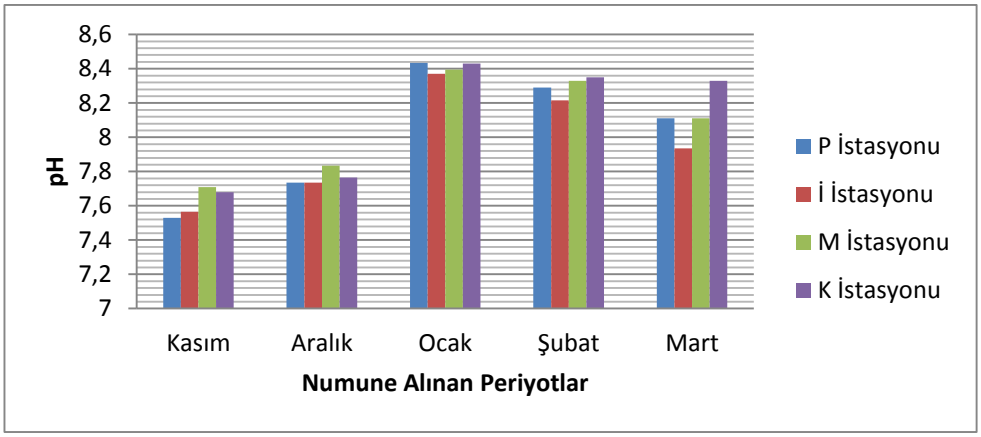
İskenderun Körfezinden Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart aylarında deniz suyu numuneleri alınmıştır. Alınan numunelerde eser element miktarları, pH ve iletkenlik, değerleri belirlenmiştir. Analizi yapılan parametrelerin her biri için istasyonlara ve numune alınan periyotlara göre grafikleri ayrı ayrı çizilmiştir. İncelenen parametrelerin değerleri çizelgeler şeklinde verilmiştir. Çizelge 4.2. 'de analiz sonucu elde edilen pH değerleri görülmektedir.

4.2.1. pH

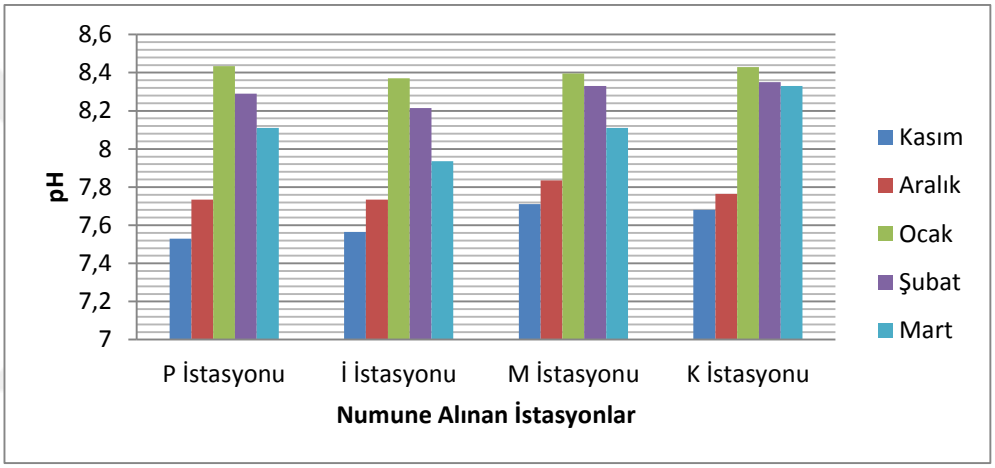
Çizelge 4.2. Analiz sonucu elde edilen pH değerleri

İstasyonlar	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
P İstasyonu	7,530	7,735	8,435	8,290	8,110
İ İstasyonu	7,565	7,735	8,370	8,215	7,935
M İstasyonu	7,710	7,835	8,395	8,330	8,110
K İstasyonu	7,680	7,765	8,430	8,350	8,330

Şekil 4.1. ve 4.2'de numunelerin pH değerlerinin aylara ve istasyonlara göre karşılaştırma grafiği verilmiştir.



Şekil 4.1. Numunelerin pH değerlerinin aylara göre karşılaştırma grafiği



Şekil 4.2. Numunelerin pH değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği

pH değerlerine aylar bazında bakıldığında bütün istasyonlarda her ay birbirine yakın pH değerleri elde edilmiştir. İstasyonlar bazında bakıldığında ise Kasım ayından Mart ayına doğru pH değerlerinin genel olarak arttığı, en yüksek değerlerin bütün istasyonlarda Ocak ve Şubat ayında elde edildiği görülmektedir. Bu aylarda yağışların bol olmasıyla birlikte yağmur suyunun havadaki maddelerin taşınımını arttırdığı tahmin edilmekte ve pH değerlerinin yüksek olmasında eser element konsantrasyonunun artmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Elde edilen pH değerlerine bakıldığında değerlerin birbirine yakın olduğu ve en yüksek değerin Ocak ayında P istasyonunda, en düşük değerin ise Kasım ayında yine P istasyonunda olduğu tespit edilmiştir.

4.2.2. İletkenlik

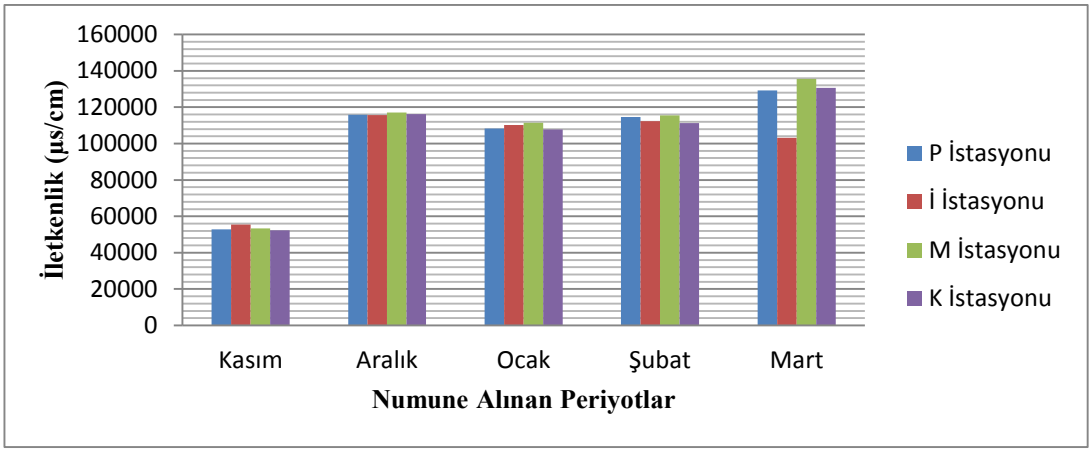
Çizelge 4.3.'de analiz sonucu elde edilen iletkenlik değerleri (µS/cm) görülmektedir.

İletkenlik değerlerine aylar bazında bakıldığında bütün istasyonlarda her ay birbirine yakın iletkenlik değerleri elde edilmiştir. En yüksek iletkenlik değeri Mart ayında M istasyonunda elde edilmiştir. Mart ayında havalar ısındığı için buharlaşma artışından dolayı iletkenliğin arttığı tahmin edilmektedir. En düşük iletkenlik değeri Kasım ayında K istasyonunda elde edilmiştir. Kasım ayında da yağışlardan dolayı iletkenliğin azaldığı düşünülmektedir.

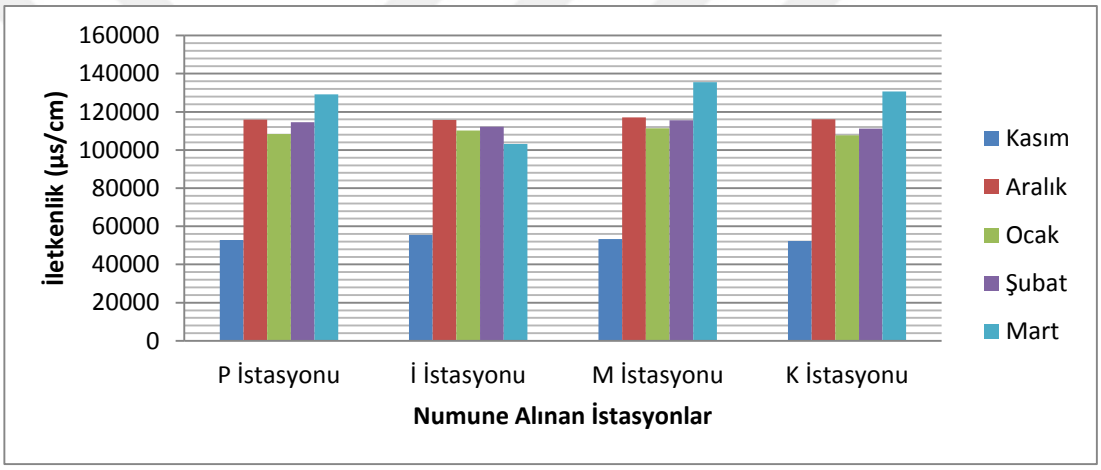
Çizelge 4.3. Analiz sonucu elde edilen iletkenlik değerleri

İstasyonlar	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
P İstasyonu	52850	115900	108350	114650	129200
İ İstasyonu	55450	115700	110200	112300	103100
M İstasyonu	53300	117050	111400	115500	135550
K İstasyonu	52350	116150	107750	111200	130650

Şekil 4.3. ve 4.4.'de numunelerdeki iletkenlik değerlerinin aylara ve istasyonlara göre karşılaştırma grafiği verilmiştir.



Şekil 4.3. Numunelerdeki iletkenlik değerlerinin aylara göre karşılaştırma grafiği



Şekil 4.4. Numunelerdeki iletkenlik değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği

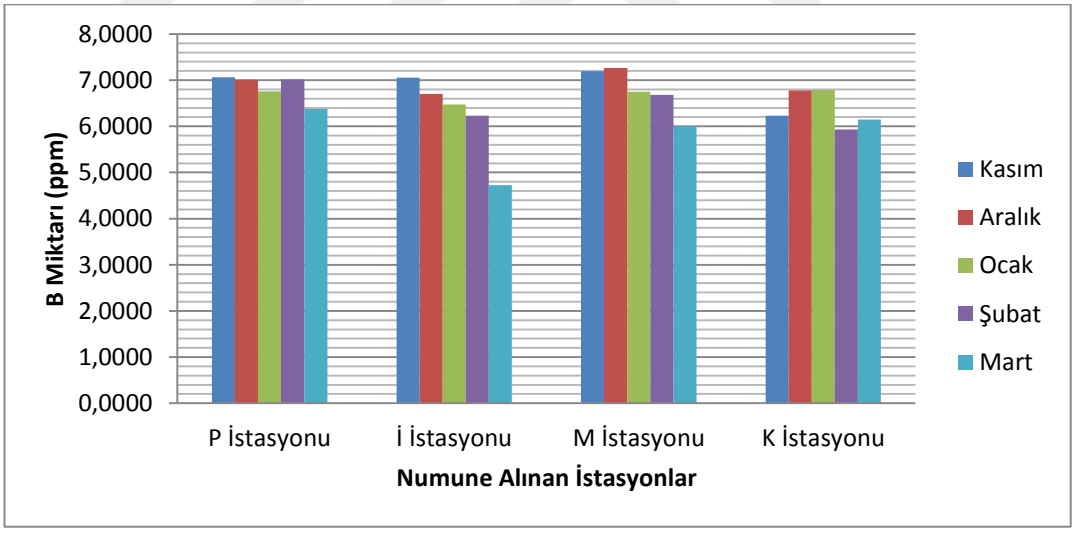
4.2.3. Bor

Çizelge 4.4.'de analiz sonucunda elde edilen bor konsantrasyonları verilmiştir.

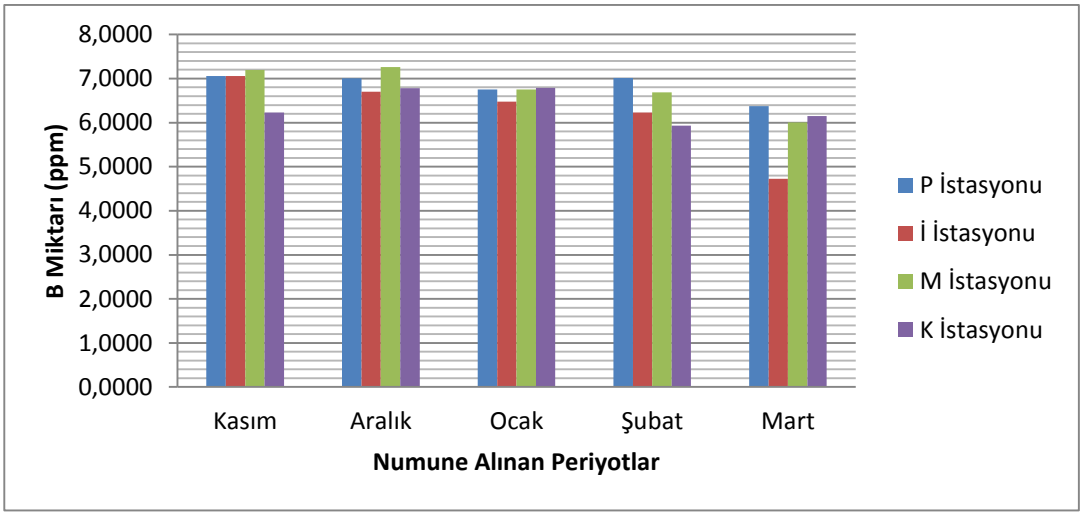
Çizelge 4.4. Analiz sonucunda elde edilen bor konsantrasyonları

İstasyonlar	Konsantrasyon (ppm)									
	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
P İstasyonu	7,0600	±0,4796	7,0060	±0,0852	6,7560	±0,1002	7,0120	±0,0643	6,3780	±0,0495
İ İstasyonu	7,0580	±0,0893	6,7020	±0,0689	6,4740	±0,0326	6,2320	±0,0332	4,7290	±0,0604
M İstasyonu	7,1940	±0,0764	7,2640	±0,1175	6,7540	±0,0774	6,6840	±0,0727	6,0040	±0,0868
K İstasyonu	6,2300	±0,1284	6,7800	±0,1001	6,7860	±0,1185	5,9340	±0,0547	6,1460	±0,1112

Şekil 4.5. ve 4.6'da numunelerdeki bor konsantrasyonlarının zamana ve istasyonlara göre karşılaştırma grafiği verilmiştir.



Şekil 4.5. Numunelerdeki bor konsantrasyonlarının istasyonlara göre arşılaştırma grafiği



Şekil 4.6. Numunelerdeki bor konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği

Numunelerdeki analiz sonuçlarına bakıldığında bütün istasyonlarda bor konsantrasyonunun Kasım ve Aralık aylarında diğer aylara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. En yüksek bor konsantrasyonunun Aralık ayında M istasyonunda en düşük bor konsantrasyonunun ise Mart ayında İ istasyonunda olduğu görülmektedir.

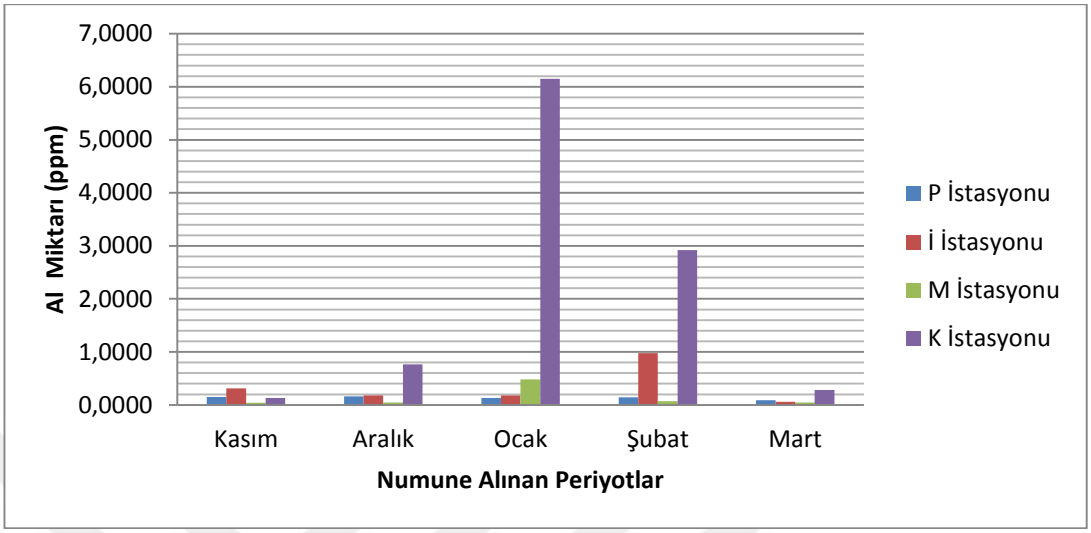
4.2.4. Alüminyum

Çizelge 4.5.'de analiz sonucunda elde edilen alüminyum konsantrasyonları verilmiştir.

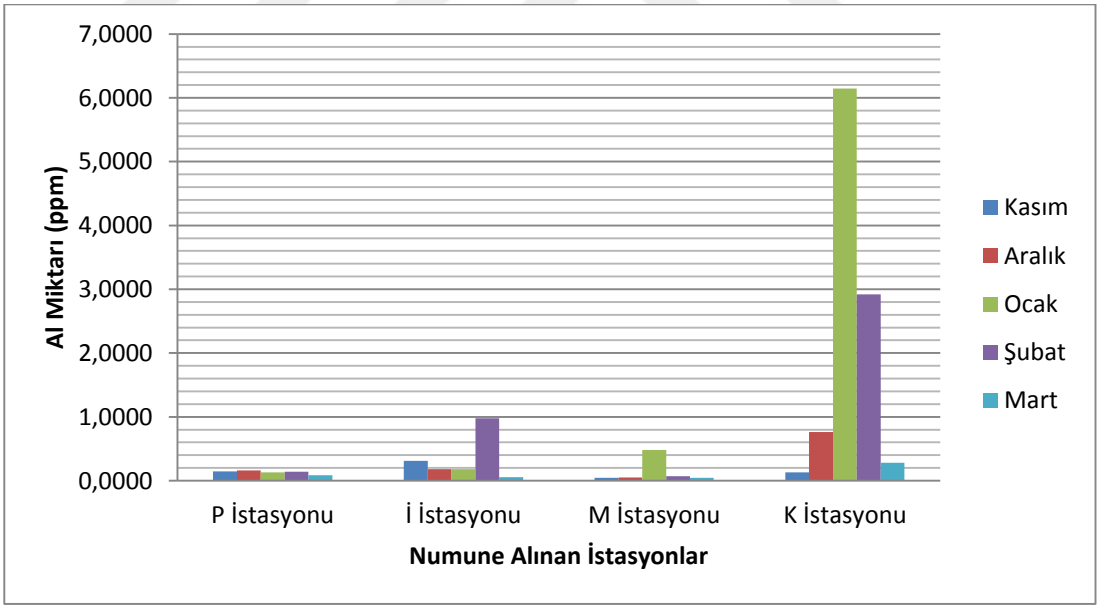
Çizelge 4.5. Analiz sonucunda elde edilen alüminyum konsantrasyonları

İstasyonlar	Konsantrasyon (ppm)									
	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
P İstasyonu	0,1477	±0,0150	0,1612	±0,0021	0,1313	±0,1486	0,1408	±0,0007	0,0878	±0,0022
İ İstasyonu	0,3132	±0,0044	0,1818	±0,0017	0,1802	±0,0082	0,9773	±0,0089	0,0561	±0,0024
M İstasyonu	0,0435	±0,0015	0,0481	±0,0005	0,4801	±0,0013	0,0695	±0,0006	0,0474	±0,0017
K İstasyonu	0,1284	±0,0009	0,7644	±0,0053	6,1474	±0,0042	2,9218	±0,0395	0,2826	±0,0129

Şekil 4.7. ve 4.8.'de numunelerdeki alüminyum konsantrasyonlarının zamana ve istasyonlara göre karşılaştırma grafiği verilmiştir.



Şekil 4.7. Numunelerdeki alüminyum konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği



Şekil 4.8. Numunelerdeki alüminyum konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırma grafiği

Numunelerdeki analiz sonuçlarına bakıldığında en yüksek alüminyum konsantrasyonunun Ocak ayında K istasyonunda en düşük alüminyum konsantrasyonun ise Şubat ayında M istasyonunda olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında bütün

aylarda en yüksek alüminyum konsantrasyonunun K istasyonunda olduğu görülmektedir. Bunun nedeninin ise evsel atık kaynaklı olabileceği tahmin edilmektedir.

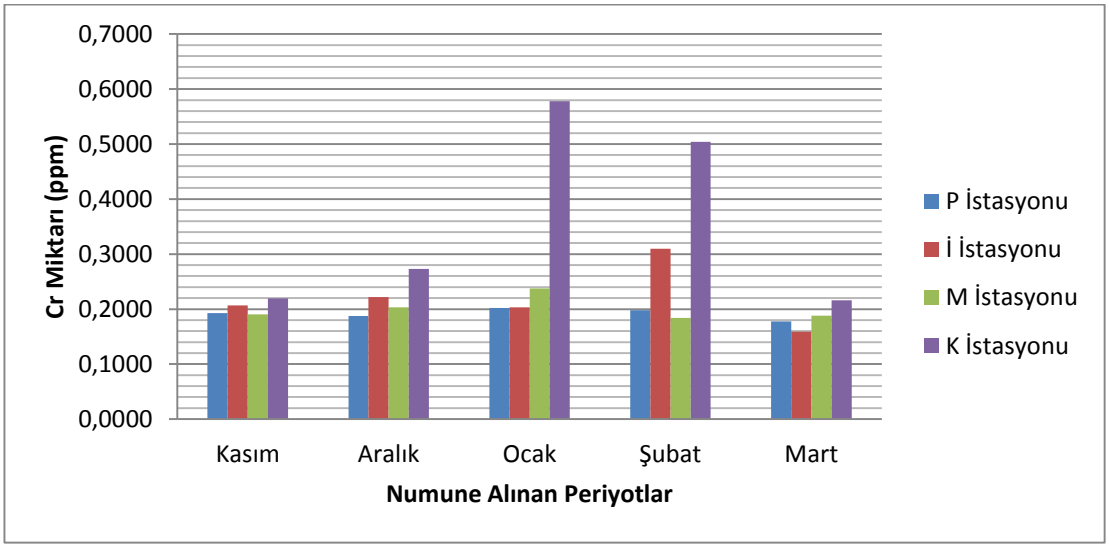
4.2.5. Krom

Çizelge 4.6.'da analiz sonucunda elde edilen krom konsantrasyonları verilmiştir.

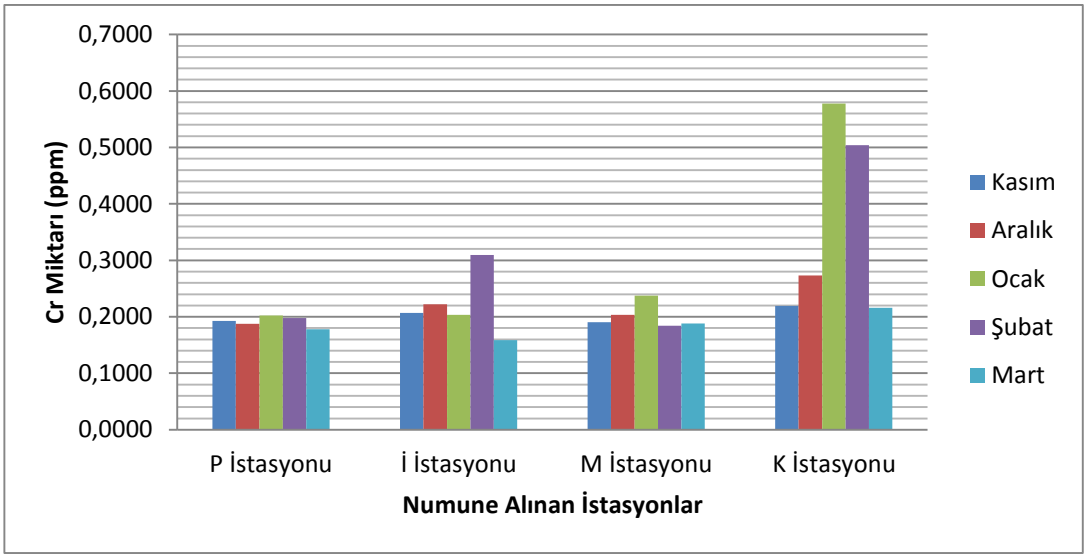
Çizelge 4.6. Analiz sonucunda elde edilen krom konsantrasyonları

İstasyonlar	Konsantrasyon (ppm)									
	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
P İstasyonu	0,1928	±0,0071	0,1873	±0,0041	0,2020	±0,0026	0,1978	±0,0026	0,1778	±0,0021
İ İstasyonu	0,2066	±0,0037	0,2220	±0,0013	0,2033	±0,0024	0,3095	±0,0046	0,1589	±0,0033
M İstasyonu	0,1903	±0,0025	0,2033	±0,0017	0,2375	±0,0027	0,1840	±0,0024	0,1881	±0,0035
K İstasyonu	0,2192	±0,0031	0,2730	±0,0037	0,5778	±0,0025	0,5042	±0,0017	0,2162	±0,0032

Şekil 4.9. ve 4.10'da numunelerdeki krom konsantrasyonlarının zamana ve istasyonlara göre karşılaştırma grafiği verilmiştir.



Şekil 4.9. Numunelerdeki krom konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği



Şekil 4.10. Numunelerdeki krom konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırma grafiği

Numunelerdeki analiz sonuçlarına bakıldığında en yüksek krom konsantrasyonunun tüm istasyonlarda İ istasyonu hariç Ocak ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek krom konsantrasyonunun K istasyonunda Ocak ayında en düşük krom konsantrasyonunun ise İ istasyonunda Mart ayında olduğu tespit edilmiştir.

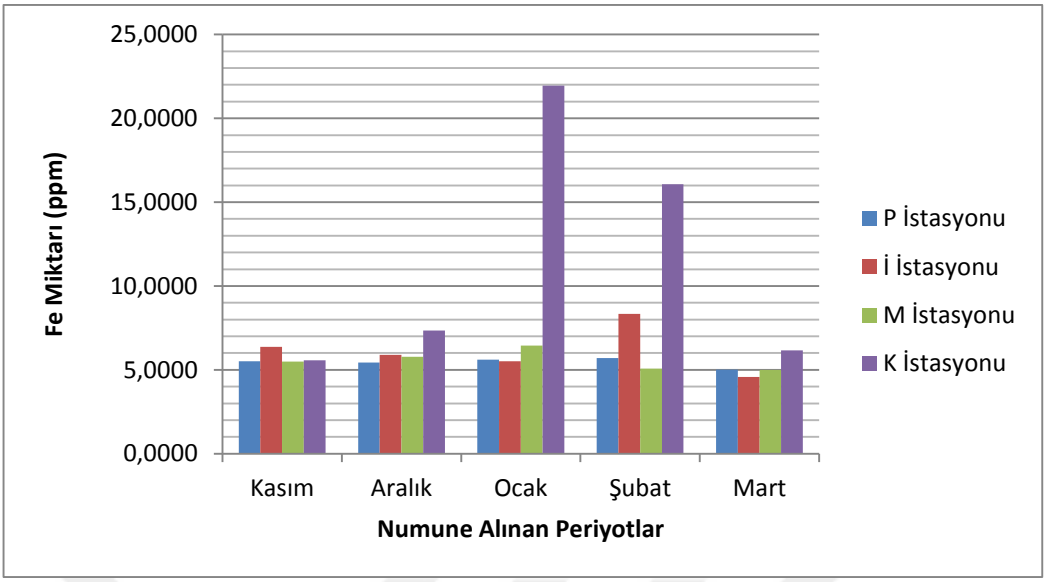
4.2.6. Demir

Çizelge 4.7.'de analiz sonucunda elde edilen demir konsantrasyonları verilmiştir.

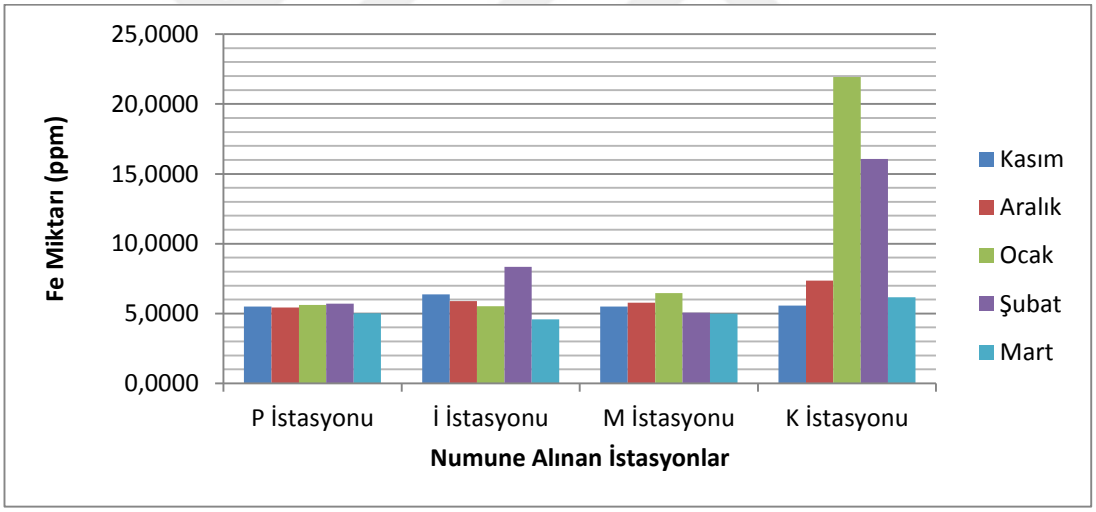
Çizelge 4.7. Analiz sonucunda elde edilen demir konsantrasyonları

İstasyonlar	Konsantrasyon (ppm)									
	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
P İstasyonu	5,5036	±0,1466	5,4276	±0,0981	5,6096	±0,0875	5,7016	±0,0966	5,0156	±0,0689
İ İstasyonu	6,3656	±0,0315	5,8876	±0,0871	5,5216	±0,0879	8,3396	±0,0289	4,5756	±0,0671
M İstasyonu	5,4956	±0,0799	5,7716	±0,0864	6,4516	±0,0670	5,0716	±0,0552	5,0036	±0,0757
K İstasyonu	5,5636	±0,0997	7,3496	±0,0859	21,9416	±0,2210	16,0756	±0,1522	6,1716	±0,0757

Şekil 4.11 ve 4.12'de numunelerdeki demir konsantrasyonlarının zamana ve istasyonlara göre karşılaştırma grafiği verilmiştir.



Şekil 4.11. Numunelerdeki demir konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği



Şekil 4.12. Numunelerdeki demir konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırma grafiği

Analiz sonuçlarına bakıldığında demir konsantrasyonunun İ istasyonunda Mart ayında en düşük K istasyonunda Ocak ayında en yüksek olduğu gözlenmektedir. İ istasyonunda Şubat ayında konsantrasyonun yüksek bulunmasının bu ayda fabrika kaynaklı deşarjların fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. K istasyonunda ise diğer istasyonlara göre hemen hemen bütün aylarda demir konsantrasyonunun yüksek

olduğu gözlenmektedir bu sonucun ise yine evsel atık kaynaklı deşarjlara bağlı olduğu tahmin edilmektedir.

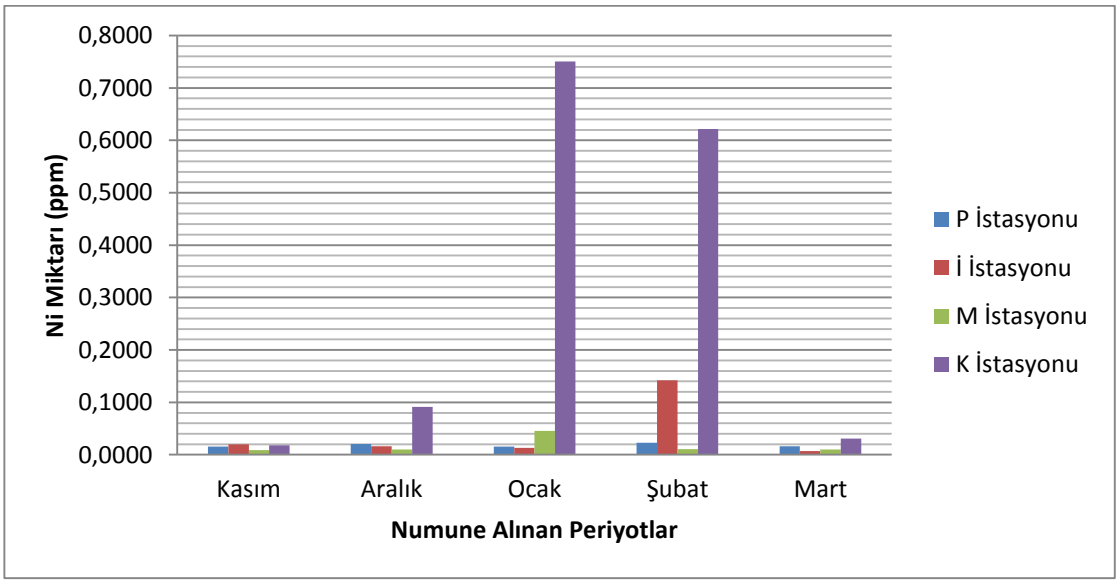
4.2.7. Nikel

Çizelge 4.8'de analiz sonucunda elde edilen nikel konsantrasyonları verilmiştir.

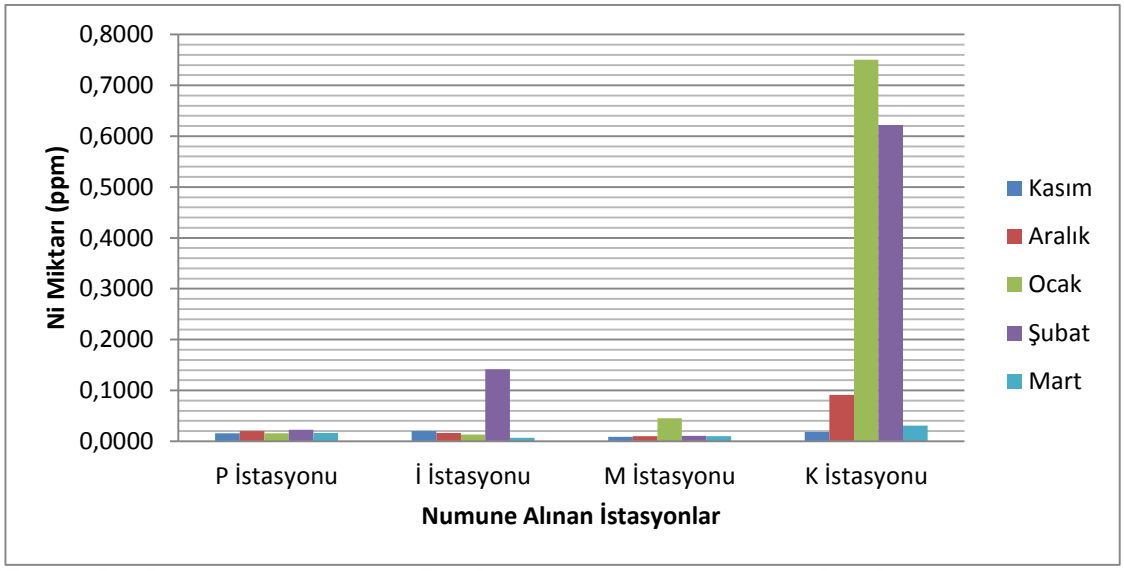
Çizelge 4.8. Analiz sonucunda elde edilen nikel konsantrasyonları

İstasyonlar	Konsantrasyon (ppm)									
	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
P İstasyonu	0,0157	±0,0029	0,0204	±0,0005	0,0157	±0,0015	0,0226	±0,0004	0,0162	±0,0004
İ İstasyonu	0,0199	±0,0004	0,0162	±0,0005	0,0132	±0,0008	0,1419	±0,0005	0,0072	±0,0002
M İstasyonu	0,0091	±0,0001	0,0101	±0,0003	0,0455	±0,0002	0,0108	±0,0002	0,0099	±0,0002
K İstasyonu	0,0181	±0,0003	0,0913	±0,0022	0,7507	±0,0006	0,6217	±0,0081	0,0308	±0,0006

Şekil 4.13 ve 4.14'de numunelerdeki nikel konsantrasyonlarının zamana ve istasyonlara göre karşılaştırma grafiği verilmiştir.



Şekil 4.13. Numunelerdeki nikel konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği



Şekil 4.14. Numunelerdeki nikel konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırma grafiği

Analiz sonuçlarına bakıldığında nikel konsantrasyonunun Ocak ayında K istasyonunda en yüksek olduğu M istasyonunda ise Mart ayında en düşük olduğu gözlenmektedir. Tüm istasyonlara bakıldığında ise nikel konsantrasyonunun K istasyonunda Ocak ve Şubat aylarında çok yüksek olduğu gözlenmektedir.

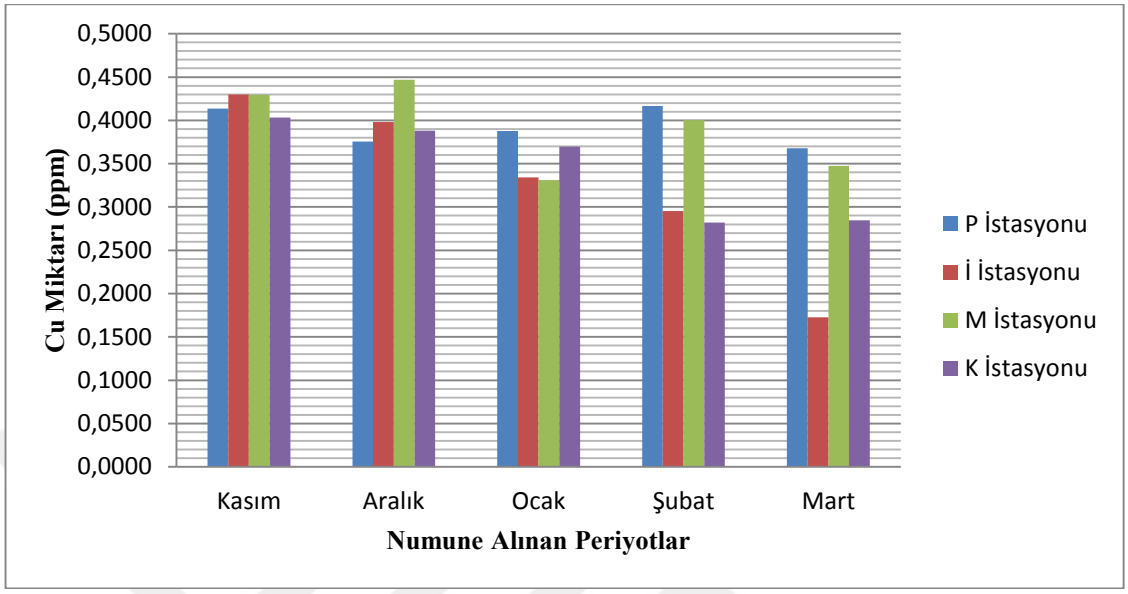
4.2.8. Bakır

Çizelge 4.9'da analiz sonucunda elde edilen bakır konsantrasyonları verilmiştir.

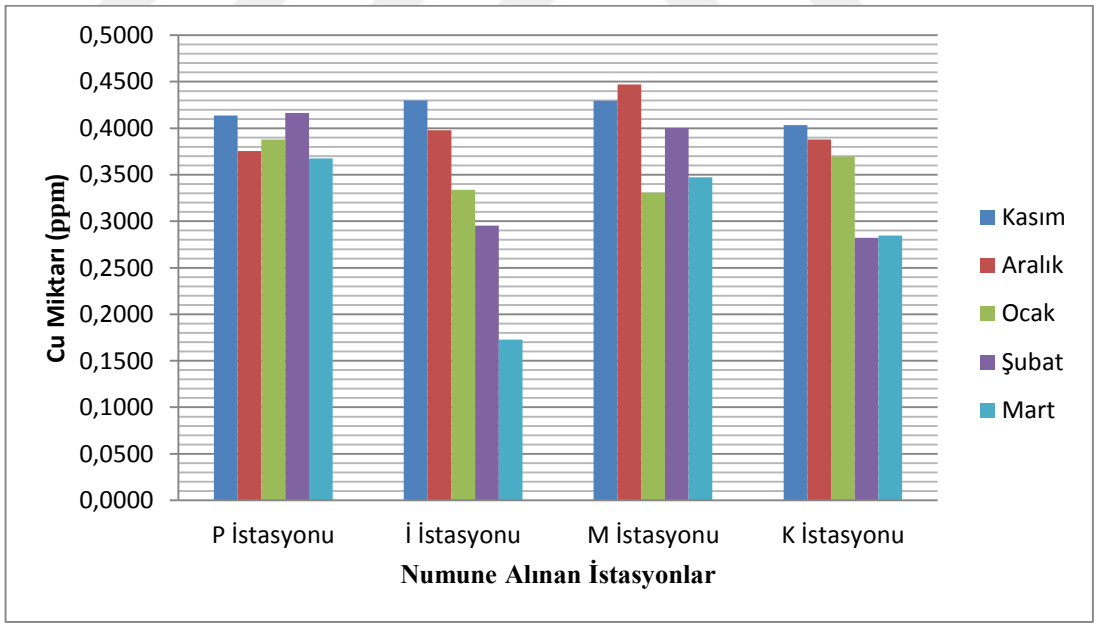
Çizelge 4.9. Analiz sonucunda elde edilen bakır konsantrasyonları

İstasyonlar	Konsantrasyon (ppm)									
	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
P İstasyonu	0,4136	±0,0067	0,3754	±0,0046	0,3878	±0,0025	0,4166	±0,0071	0,3676	±0,0037
İ İstasyonu	0,4300	±0,0042	0,3980	±0,0130	0,3340	±0,0086	0,2952	±0,0063	0,1727	±0,0042
M İstasyonu	0,4294	±0,0125	0,4470	±0,0109	0,3307	±0,0101	0,4002	±0,0068	0,3474	±0,0114
K İstasyonu	0,4034	±0,0058	0,3879	±0,0071	0,3696	±0,0050	0,2822	±0,0021	0,2845	±0,0068

Şekil 4.15 ve 4.16'da numunelerdeki bakır konsantrasyonlarının zamana ve istasyonlara göre karşılaştırma grafiği verilmiştir.



Şekil 4.15. Numunelerdeki bakır konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği



Şekil 4.16. Numunelerdeki bakır konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırma grafiği

Analiz sonuçlarına bakıldığında en yüksek bakır konsantrasyonunun Aralık ayında M istasyonunda en düşük bakır konsantrasyonunun ise Mart ayında İ istasyonunda olduğu

görülmektedir. Bütün istasyonlarda bakır konsantrasyonun Kasım ayından Mart ayına doğru genel olarak azaldığı görülmektedir.

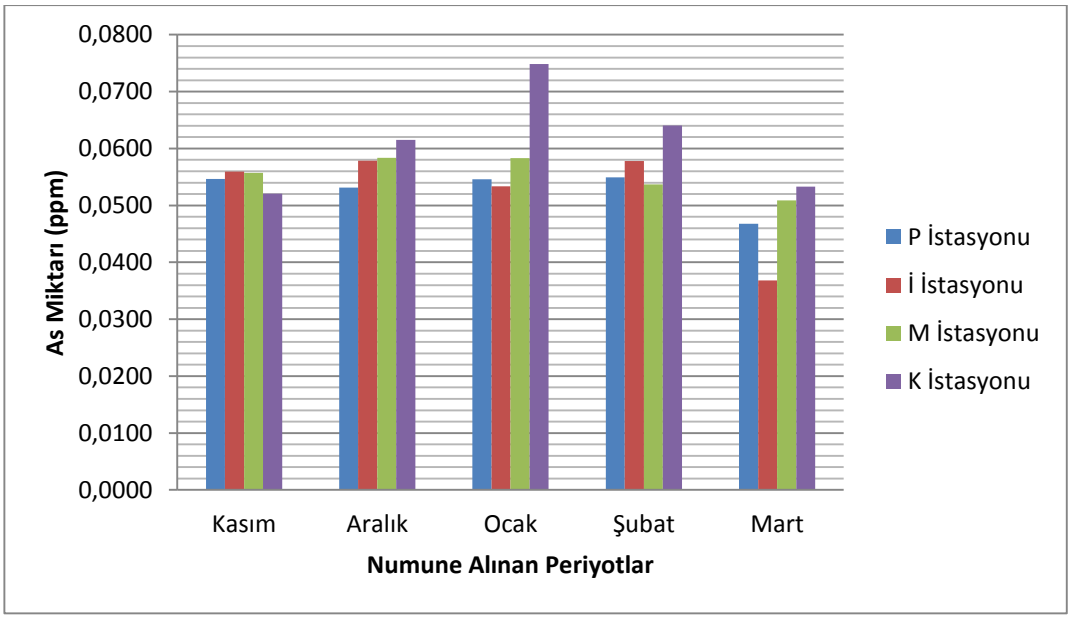
4.2.9. Arsenik

Çizelge 4.10'da analiz sonucunda elde edilen arsenik konsantrasyonları verilmiştir.

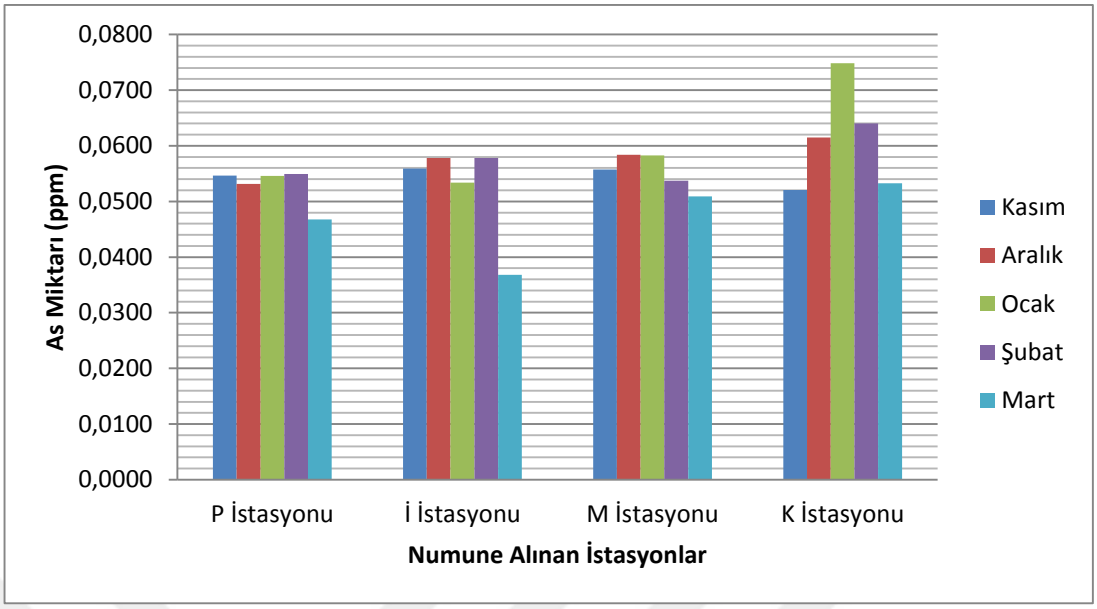
Çizelge 4.10. Analiz sonucunda elde edilen arsenik konsantrasyonları

İstasyonlar	Konsantrasyon (ppm)									
	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
P İstasyonu	0,0546	±0,0019	0,0532	±0,0011	0,0546	±0,0012	0,0549	±0,0013	0,0468	±0,0011
İ İstasyonu	0,0559	±0,0009	0,0578	±0,0015	0,0534	±0,0012	0,0578	±0,0007	0,0368	±0,0004
M İstasyonu	0,0557	±0,0016	0,0584	±0,0016	0,0583	±0,0004	0,0537	±0,0009	0,0509	±0,0011
K İstasyonu	0,0521	±0,0016	0,0615	±0,0009	0,0748	±0,0007	0,0640	±0,0007	0,0533	±0,0018

Şekil 4.17 ve 4.18'de numunelerdeki arsenik konsantrasyonlarının zamana ve istasyonlara göre karşılaştırma grafiği verilmiştir.



Şekil 4.17. Numunelerdeki arsenik konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği



Şekil 4.18. Numunelerdeki arsenik konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırma grafiği

Analiz sonuçları incelendiğinde arsenik konsantrasyonunun Ocak ayında K istasyonunda en yüksek olduğu Mart ayında ise İ istasyonunda en düşük olduğu görülmektedir. Bütün istasyonlar incelendiğinde arsenik konsantrasyonunun genel olarak en yüksek olduğu istasyonun K istasyonu olduğu görülmektedir.

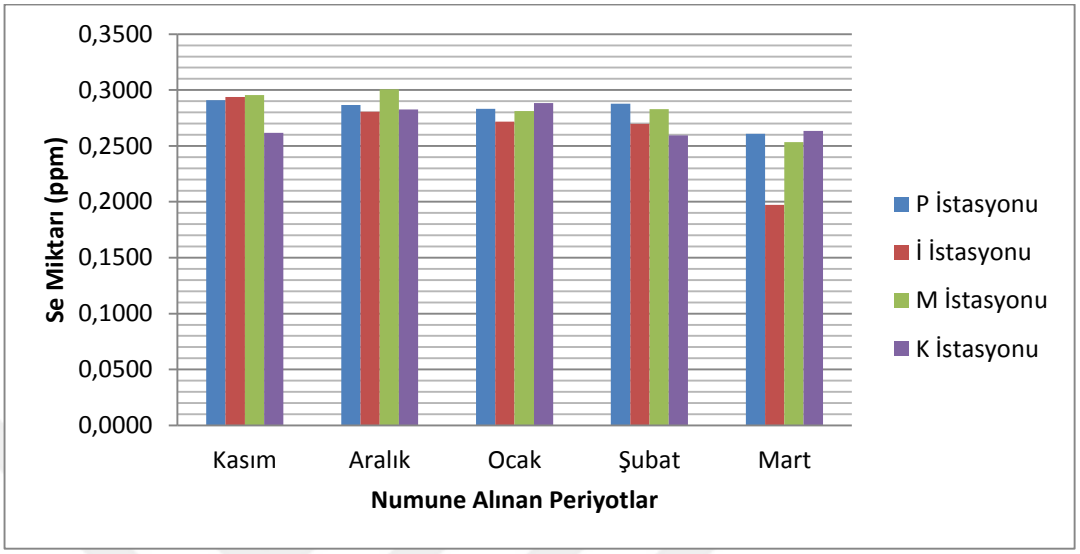
4.2.10. Selenyum

Çizelge 4.11'de analiz sonucunda elde edilen selenyum konsantrasyonları verilmiştir.

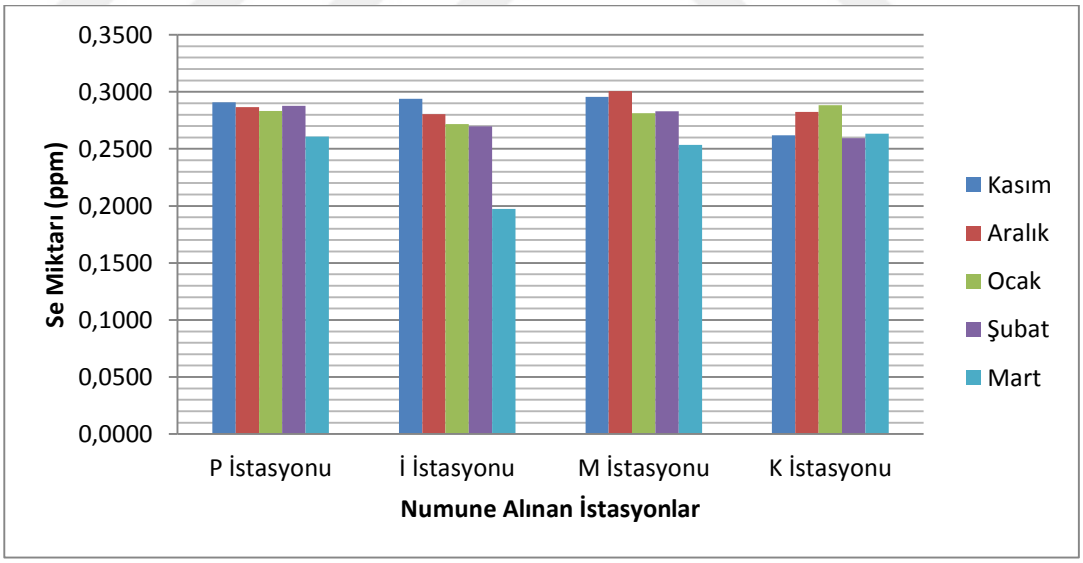
Çizelge 4.11. Analiz sonucunda elde edilen selenyum konsantrasyonları

İstasyonlar	Konsantrasyon (ppm)									
	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
P İstasyonu	0,2909	±0,0265	0,2865	±0,0088	0,2833	±0,0032	0,2877	±0,0069	0,2608	±0,0076
İ İstasyonu	0,2939	±0,0046	0,2806	±0,0098	0,2718	±0,0072	0,2697	±0,0114	0,1973	±0,0072
M İstasyonu	0,2956	±0,0077	0,3007	±0,0079	0,2813	±0,0125	0,2829	±0,0126	0,2535	±0,0049
K İstasyonu	0,2618	±0,0071	0,2825	±0,0093	0,2882	±0,0133	0,2595	±0,0057	0,2634	±0,0110

Şekil 4.19 ve 4.20'de numunelerdeki selenyum konsantrasyonlarının zamana ve istasyonlara göre karşılaştırma grafiği verilmiştir



Şekil 4.19. Numunelerdeki selenyum konsantrasyonlarının zamana göre karşılaştırma grafiği



Şekil 4.20. Numunelerdeki selenyum konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırma grafiği

Selenyum konsantrasyonunun M istasyonunda Aralık ayında en yüksek İ istasyonunda ise Mart ayında en düşük olduğu görülmektedir. Bütün istasyonlar

incelendiğinde genel olarak en yüksek selenyum konsantrasyonunun M istasyonununda olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.12. Çalışmada incelenen eser element konsantrasyonlarının ortalamaları ve denizlerdeki kabul edilebilir değerleri (Anonim, 2010)

Eser element	**Bu çalışmadaki konsantrasyon (ppm)**	**Denizlerdeki kabul edilebilir değer (ppm)**
B	6,559 ± 0,606	3,0
Al	0,666 ± 0,156	0,07
Cr	0,243 ± 0,015	0,1
Fe	7,142 ± 0,443	0,7
Ni	0,094 ± 0,009	0,3
Cu	0,364 ± 0,034	0,01
As	0,055 ± 0,005	0,1
Se	0,275 ± 0,047	0,05

Bu çalışmada incelenen eser elementlerin denizlerdeki kabul edilebilir düzeyleri ile kıyaslandığında İskenderun Körfezi deniz suyunda B, Al, Cr, Fe, Cu, Se konsantrasyonlarının yüksek, Ni ve As elementlerinin konsantrasyonlarının ise düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.12.).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada beş ay boyunca İskenderun Körfezi'nde kirlilik araştırması yapılmıştır. İskenderun Körfezi'nin farklı bölgelerinden alınan deniz suyu örneklerinde pH ve iletkenlik değerleri ile eser element konsantrasyonları belirlenmiştir. Bazı bölgelerde elde edilen eser element konsantrasyonları sürekli olarak müsaade edilebilir seviyenin üzerinde bulunduğu için bu bölgelerde sürekli bir kirletici kaynağının bulunduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda birçok canlının yaşam alanı olan deniz suyunun kirlenmesi, deniz canlılarına da zarar vermekte ve yaşam alanlarını tehdit etmektedir.

Numunelerin toplandığı ayların ve istasyonların fark gözetmeksizin deniz suyundaki ortalama eser element konsantrasyonları; B: 6,559; Al: 0,666; Cr: 0,243, Fe: 7,142; Ni: 0,094; Cu: 0,364; As: 0,055 ve Se: 0,275 ppm olarak bulunmuştur. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığının (7/1/2010-27455) sayılı su ürünleri yönetmeliğine göre bu çalışmada araştırılan eser elementlerin denizlerde ve iç sularda müsaade edilebilir düzeyleri ile kıyaslandığında belirlenen B, Al, Cr, Fe, Cu, Se konsantrasyonlarının yüksek, Ni ve As elementlerinin konsantrasyonlarının ise düşük olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara bakarak İskenderun Körfezi'nin B, Al, Cr, Fe, Cu, Se yönünden kirliliğe maruz kaldığı söylenebilir. Bunun yanı sıra diğer elementlerin konsantrasyonları bazı aylarda farklılıklar göstermiştir. Bu durumun bölgede arıtılmış ve arıtılmamış suların deşarjından, liman içi ve insan kaynaklı faaliyetlerin mevsimsel olarak farklılıklar oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle K istasyonundan alınan numunelerde Ni, Fe, Cr ve Al konsantrasyonlarının diğer istasyonlara göre belirgin bir şekilde yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durumun nedeninin arıtılmamış suların deşarjı ve körfezi etkisi altına alan hava akımı olduğu tahmin edilmektedir.

Önceki çalışmalarda B, As ve Se elementleriyle ilgili bir veri olmadığı halde İskenderun Körfezi deniz suyundaki B, As ve Se elementlerinin de araştırılıp konsantrasyonlarının belirlenmiş olması bu çalışmaya ayrı bir değer kazandırmıştır. Daha önce İskenderun Körfezi'nde yapılan bir çalışmada Cd: 0,0550, Fe: 0,2995, Cu: 0,0652, Pb: 0,6173, Zn: 0,0709, Co: 0,2589, Cr: 0,1689, Al: 0,1875, Mn: 0,1079 ve Ni: 0,2769 ppm olarak bulunmuştur (Türkmen; 2003). Analiz sonuçları karşılaştırıldığında bu çalışmada bazı elementlerin konsantrasyonlarının daha yüksek bazı elementlerin

konsantrasyonlarının ise daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bu durumun deniz suyunun dinamik yapısından kaynaklandığı ve bu özelliğinden dolayı deniz suyunun periyodik olarak incelenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Yapılan bu araştırmanın sonucunda insan kaynaklı faaliyetlerin en az endüstriyel faaliyetler kadar deniz suyunda kirliliğe sebep olduğu belirlenmiştir. Bölgede bulunan birçok sanayi kuruluşunun ve evsel atık sularının kontrolsüz bir şekilde İskenderun Körfezi'ne kontrol dışı ya da kuralsız deşarjlara sebep olduğu düşünülmektedir. Bu gibi kontrol dışı ve ekosistemi tehdit eden durumların önlenmesi, liman faaliyetlerinin kontrollü bir şekilde gerçekleşmesi ve bu konuda bölgede uzun süreli, kapsamlı çalışmaların sürdürülmesi sonucunda İskenderun Körfezi ve çevresindeki kirlilik kontrol altına alınabilir.

KAYNAKLAR

Anonim, 2004. Antalya Kent Konseyi Raporları. www.antalyakentkonseyi.org.tr/raporlar_cevre_grubu.html Erişim Tarihi: 01.03.2016.

Anonim, 2010. www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/yonetmelik/7.5.4988%20ekler.doc. Erişim tarihi: 01.03.2016.

Avşar, D.,3 1999. Yeni Bir Skifomedüz (Rhopilemanomadica)'ün Dağılımı ile İlgili Olarak Doğu Akdeniz'in Fiziko-Kimyasal Özellikleri.**TUBİTAK T Journal of Zoology,** 23 Ek sayı 2, 605-616.

Ayas, D., Kalay, M. ve Sangün M.K., (2009). Mersin Körfezi'nden Örneklenen Yüzey Suyu ve *Patella* Türlerindeki *(Patella caerulea, Patella rustica)* Cr, Cd ve Pb Düzeylerinin Belirlenmesi. **Ekoloji,** 18 (70) 32-37.

Baggio, H. ve Horn, H.A., 2012. Natural and Anthropogenig Contributions to concentration and Distribution of Heavy Metals in Surface Water and in Stream Sediments in the Formoso River, Buritizeiro Municipality – Minas Gera is State, Brazil, Department of Geography. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – **UFVJM,** BRAZIL.

Beğenirbeş G. C, A. S., 2002.Porsuk Çayı (Kütahya Bölümü)"ndaki Tatlısu Midyesi (Unio sp.)"nde bazı ağır metallerin araştırılması. Yüksek Lisans tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, 47 s.

Censi P.,Spoto S. E., Saiano F., Sprovieri M., Mazzola S., Nardone G., Di Geronimo S.I., Punturo R., Ottonello D., 2006. Heavy Metals in Coastal Water Systems. A Case StudyFromthe Northwestern Gulf of Thailand. **Chemosphere,** 64 (7): 1167-1176.

Çalışkan. E., 2005. Asi Nehri'nde Su, Sediment ve Karabalık'ta Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. Yüksek Lisans, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antakya.

Duman, F., 2005. Sapanca ve Abant Gölü Su, Sediment ve Sucul Bitki Örneklerinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 253s,Ankara.

Ergül H. A., Varol T., Ay Ü., 2013. Investigation of Heavy Metal Pollutants at Various Depths in the Gulf of Izmit. **Marine Pollution Bulletin,** 73 (1): 389-393.

Gökten, A., 2013. Çorum ili barajlarındaki su, sediment, toprak ve biyolojik materyallerde ağır metal izlenmesi ve değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Guhathakurta and Kaviraj., 2000. Heavy Metal Concentration in Water Sediment, Shrimp (Penaeusmonodon) and Mullet (Lizaparsia) in Some Brackish Water Ponds of Sunderban. **Marine Pollution Bulletin,** Volume 40, Issue 11, Pages 914-920,İndia.

Hamed M.A.,Emara A.M., 2006. Marine Molluscs as Bio monitörs for Heavy Metal Levels in theGulf of Suez, Red Sea. **Journal of Marine Systems,** 60 (3): 220-234.

İyiduvar, O., 1986. Hydrographic Characteristic of İskenderun Bay. M.Sc. Thesis. M.E.T.U.I.M.S. , 215 s. İçel.

Karadere, H., 1997. Atatürk Baraj Gölü"nde su, sediment ve balık türlerinde ağır metal

birikiminin araştırılması. Yüksek lisans tezi, T.C. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 72 s.

Kır, İ., Tuncay, Y., Tekin, S., 2007. Kovada Gölü'nün su ve sedimentlerindeki bazı ağır metallerin mevsimsel değişimi. **Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi,**(24): 155-158.

Küçüksezgin F.,Uluturhan E., Batkı H., 2008. Distribution of Heavy Metals in Water, Particulate Matter and Sediments of Gediz River (Eastern Aegean). **Environmental Monitoring and Assessment,** 141 (1-3): 213-225.

Lijklema, L.,Koelmans, A.A., and Portielje, R., Water Quality Impacts of Sediment pollution andt he Role of Early Diagnosis. **Water Science and Technology,**(28): 1-16, 1993

Okonkwo J. O. And Mothiba, M., 2005. Physico-Chemical Characteristics and Pollution Levels of heavy Metals in the Rivers in Thohoyandou.**Journal of Hydrology,** (308): 122-127 South Africa.

Öner, Ö., ve Çelik, A., 2011. Gediz Nehri Aşağı Gediz Havzası'ndan Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği atık su Labaratuvarı, İzmir.

Özan, S.T., Kır, I. ve Tuncay, Y., 2007. Kovada Gölü'nün Su ve Sedimentindeki Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Isparta, Bahçelievler İlköğretim Okulu, Isparta.

Özdilek, H.G. and Sangün, M.K. 2007. Monitoring Surface Water Quality of an International River (Asi River) During the 2006 Muslim Sacrifice Holiday. **Asian Journal of Chemistry,** 19: 701-705.

Pekey, H.,Karakas, D., Ayberk, S., Tolun, L., Bakoğlu, M., 2004.Ecological Risk Assessment Using Trace Elements From Surface Sediments Of Izmit Bay (Northeastern Marmara Sea).**Marine Pollution Bulletin,** 48 (9–10), 946–953.Turkey.

Pertsemli E. Voutsa D., 2007. Distribution of Heavy Metals in Lakes Doiraniand Kerkini, Northern Greece. **Journal of Hazardous Materials,** 148 (3): 529-537.

Sarıhan, E., Avşar, D., Göksu., M.Z.L., Polat, Çevik, C., Çevik, F., Özütok, M., Fındık, Ö., Dural, M., Piner, M.P. ve Keskinkan, O., 2006. İskenderun Demir Çelik Fabrikasından Çıkan Cürufun Yapısı, Çözünürlüğü ve Denizel Ortama Olası Etkileri. E.U. **Jaurnal of Fisheries and Aquatic Sciences,** Cilt/Volume, 23, Ek/Suppl. (1/1): 127-134.

Shikazono, N.,Otomo, K. ve Mohiuddin, K.M., 2011.Heavy Metals Contamination İn Water and Sediments of an Urban River in a Developing Country. Laboratory of Geochemistry, School of Science for Open and Environmental Systems, Graduate School of Science and Technology, Keio University, Yokohama, Japan.

Singh, K.P.,Mohan, D., Singh, V.K. ve Malik, A., 2005. Studies on Distribution and Fractionation of Heavy Metals in Gomti River Sediments-a Tributary of the Ganges, **Journal of Hydrology,** 312(1-4): 14-27, India.

Topçuoğlu, S., 2005. Denizlerin Radyoaktif Kirliliği (VI. Bölüm), **Deniz Kirliliği,**Tüdav Yayınları,No: 21, 512 s, İstanbul.

Türkmen, A., 2003. İskenderun Körfezi'nde Deniz Suyu, Askıdaki Katı Madde, Sediment ve Dikenli Taş İstiridyesi'nde (Spondylus Spinosus Schreibers, 1793) Oluşan

Ağır Metal Birikimi Üzerine Araştırma. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi,s 152, Erzurum.

Türkmen, A. ve Türkmen, M., 2004. The Seasonal Variation of Heavy Metal in the Suspended Particulate Material in the Iskenderun Bay (North-eastern Mediterranean Sea, Turkey. **E.U. Journal of Fisheries&Aquatic Sciences,** 21 (3-4): 307-311.

Türkmen A., 2011. İskenderun Körfezi'nde Deniz Suyu ve Sedimentte Oluşan Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. **Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi,** 1309-4726-2564

Uzunoğlu, O.,1999. Gediz Nehrinden Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi.Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa.

Yılmaz, A.B., SangünM.K., Yağlıoğlu D. ve Turan C., 2010. Metals (major, essential to non-essential) composition of the different tissues of three demersal fish species from İskenderun Bay, Turkey. **Food Chemistry,** 123 (2): 410-415.

ÖZGEÇMİŞ

Yazar, 1987 yılında Dörtyol'da doğdu. İlkokul, Ortaokul ve Lise öğrenimini Dörtyol'da tamamladı. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nü 2006 yılında kazandı ve Temmuz 2010 yılında bu bölümden mezun oldu. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalında 2012 yılında Yüksek Lisansa başladı.