



**T. C.**

**ORDU ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KABATAŞ İLÇESİNDEN İTİBAREN BOLAMAN  
DERESİNİN MEVCUT ELEMENT DURUMUNUN TESPİTİ  
VE MEVCUT DURUMUN CANLILAR ÜZERİNDEKİ  
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**ERKAN YUVA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DENİZEL ÇEVRE ANABİLİM DALI**

**ORDU 2024**

## TEZ ONAY

**Erkan YUVA** tarafından hazırlanan “**KABATAŞ İLÇESİNDEN İTİBAREN BOLAMAN DERESİNİN MEVCUT ELEMENT DURUMUNUN TESPİTİ VE MEVCUT DURUMUN CANLILAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 15.02.2024 tarihinde yapılmış ve jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü DENİZEL ÇEVRE ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Evren TUNCA

Jüri Üyeleri

İmza

Üye

Prof. Dr. Evren TUNCA

Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Mühendisliği,  
Ordu Üniversitesi

Üye

Prof. Dr. Mehmet AYDIN

Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği  
Ordu Üniversitesi

Üye

Doç Dr. Şeyda FİKİRDEŞİCİ ERGEN

Biyoloji Bölümü

Ankara Üniversitesi

... / ... / 2024 tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun ... / ... / 2024 tarih ve ..... / ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü  
Dr. Öğr. Üyesi Mithat AKGÜN

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

**Erkan YUVA**

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.

## ÖZET

### KABATAŞ İLÇESİNDEN İTİBAREN BOLAMAN DERESİNİN MEVCUT ELEMENT DURUMUNUN TESPİTİ VE MEVCUT DURUMUN CANLILAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

ERKAN YUVA

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DENİZEL ÇEVRE ANABİLİM DALI, 2024

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 75 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. EVREN TUNCA)

Su havzalarında meydana gelen elementel birikimler bölgenin litolojik yapısı nedeniyle oluşabildiği gibi andropojenik etkilerle de meydana gelebilmektedir. Litoloji kaynaklı elementel birikim ve buna bağlı olarak meydana gelen kirlilikler doğal seleksiyonlarla inhibe edilebilmektedir. Fakat insan faktörlü elementel birikimler ve buna bağlı olarak meydana gelen kirlilik, olumsuz etkilerini arttırarak göstermeye devam etmektedir. İnsanlar tarih boyunca, genel itibariyle suya rahat ulaşımın sağlanabilmesi amacıyla su havzalarında yerleşik konuma geçmişlerdir. Buna bağlı olarak yaşamsal faaliyetler, sanayi ve endüstrileşme sonucunda su kaynakları, geri dönüşü olamayacak veya en iyi ihtimalle düzelmesi çok uzun yıllar alacak kirlilik unsurları ile karşı karşıya kalmaktadır.

Tez konusu çalışma, rutin bir tarama çalışmasından ziyade, mevcut durumda insan faktörü etkilerinin ve bu durumun canlı yaşamına etkilerini de irdeleyerek değerlendiren bir nitelik taşımaktadır. Bu amaçla Bolaman deresi havzası boyunca, Kabataş ilçesi mansabından başlanılmak suretiyle, derenin, Karadeniz' e döküldüğü noktaya kadar toplam 23 adet noktadan örnekleme yapılmıştır. Örneklemler daha sonra Kanada da yerleşik Acme Laboratuvarına gönderilerek elementel analizleri gerçekleştirilmiştir. İlgili analizler referans metotlar kullanılarak yapılmıştır. Örnekleme noktaları, yerleşim yerleri, Bolaman deresine bağlanan yan dereler, dereye deşarjı olan endüstriyel kuruluşlar ve organize sanayi bölgeleri göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Böylelikle belirtilen unsurların ve özellikle andropojenik etkinin, dere yatağı boyunca oluşturduğu elementel birikimin net bir şekilde görülmesi amaçlanmıştır. Bu birikim miktarları literatürde yer alan hesaplama yöntemleri ile hesaplanmış, istatistiki yöntemler de kullanılarak değerlendirilmiş, canlılar üzerinde oluşturduğu veya oluşturabileceği etkiler de irdelenmiştir.

Ayrıca Tez konusu çalışmanın, Bolaman deresi havzasında yapılması planlanan büyük ölçekli proje öncesinde referans olarak değerlendirilebileceği öngörülmektedir. Proje konusunda basın yoluyla açıklamalar yapılmış fakat geniş ölçekli bilgilendirme yapılmamıştır. Dere havzası boyunca sulama amaçlı göletlerin yapılacağı, enerji tesislerinin kurulacağı ve ıslah çalışmalarının gerçekleştirileceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bolaman Deresi, Elementel Birikim, Kontaminasyon Faktörü, Kontrolsüz Deşarj, Toksik Metal.

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF THE EXISTING ELEMENT STATUS OF BOLAMAN RİVER FROM KABATAŞ DISTRICT AND THE EFFECT OF THE CURRENT STATUS ON LIFE

ERKAN YUVA

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED  
SCIENCES

MARİNE ENVİRONMENT MAJOR

MASTER THESIS, 75 PAGES

(SUPERVISOR: PROF. DR. EVREN TUNCA)

Elemental accumulations in water basins can occur due to the lithological structure of the region as well as andropogenic effects. Lithology-based elemental accumulation and the resulting pollution can be inhibited by natural selection. However, human factor elemental accumulations and the resulting pollution continue to show their negative effects by increasing. Throughout history, people have settled in water basins in order to provide comfortable access to water in general. Accordingly, as a result of vital activities, industry and industrialization, water resources are faced with pollution elements that are irreversible or, at best, will take many years to recover.

The study, which is the subject of the thesis, has a quality that evaluates the effects of the human factor in the current situation and the effects of this situation on living things, rather than a routine screening study. For this purpose, a total of 23 points were sampled along the Bolaman stream basin, starting from the downstream of Kabataş district, up to the point where the stream empties into the Black Sea. The samples were then sent to Acme Laboratory in Canada, where elemental analyzes were carried out. Relevant analyzes were performed using reference methods. Sampling points were determined by considering settlements, side streams connecting to Bolaman stream, industrial establishments with discharge to the stream and organized industrial zones. Thus, it is aimed to clearly see the elemental accumulation of the mentioned elements and especially the andropogenic effect along the stream bed. These accumulation amounts were calculated with the calculation methods in the literature, evaluated using statistical methods, and the effects on living things or that they could create were also examined.

In addition, it is foreseen that the thesis study can be considered as a reference before the large-scale project planned to be carried out in the Bolaman stream basin. Press releases were made about the project, but no large-scale information was provided. It is thought that ponds for irrigation purposes will be built along the stream basin, energy facilities will be established and rehabilitation works will be carried out.

**Keywords:** Bolaman Stream, Contamination Factor, Elemental Accumulation, Toxic Metal, Uncontrolled Discharge.

## TEŞEKKÜR

Öncelikle bu süreçte maddi manevi yanımda olan eşime ve çocuklarıma ayrı ayrı teşekkür ederim. Bu günlere gelmemde büyük emeği olan annem ve rahmetli babama teşekkürü bir borç bilirim. Gerek yüksek lisansa başlarken, gerek yüksek lisans eğitiminin boyunca, gerekse tez çalışmalarım sırasında saha çalışmalarımı bana destek veren, bilgi birikimini ve tecrübelerini benden esirgemeyen, hem bilim insanı kişiliği hem de beyefendiliğiyle saygı duyduğum danışman hocam Sn. Prof. Dr. Evren TUNCA'ya ve bu eğitimi almama vesile olan ve desteklerini esirgemeyen Sn. Prof. Dr. Mehmet AYDIN'a en içten saygılarımla ve şükranlarımla sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>TEZ BİLDİRİMİ</b> .....	I
<b>ÖZET</b> .....	II
<b>ABSTRACT</b> .....	III
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	IV
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	V
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	VI
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	VIII
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	IX
<b>EKLER LİSTESİ</b> .....	X
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1 Genel.....	1
1.2 Ağır Metallerin İnsan Sağlığına Etkileri.....	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	4
2.1 Toksik Etki Yapan Metal(oid)ler.....	4
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	9
3.1 Ordu İli Genel Bilgiler.....	9
3.1.2 Ordu İli Jeolojik Durumu.....	11
3.2 Örneklem Güzergahı ve Örneklem Yöntemi.....	13
3.2.1 Fatsa Organize Sanayi Bölgesi.....	14
3.2.2 Bölge-1 Örneklemeleri.....	15
3.2.3 Bölge-2 Örneklemeleri.....	25
3.3 Hesaplama ve Değerlendirme Metodları.....	30
3.3.1 Sediment Değerlendirme Yöntemleri.....	30
3.3.2 İstatistik Değerlendirme Yöntemleri, SPSS Uygulamaları.....	33
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA</b> .....	35
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	67
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	69
<b>EKLER</b> .....	74
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	75

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 Ağır Metal kaynaklı sağlık problemleri.....	2
Şekil 3.1 Ordu İlinin Ülke ve Bölge İçindeki Yeri .....	9
Şekil 3.2 Ordu İlçeler Haritası ve Bolaman Deresi Güzergahı .....	10
Şekil 3.3 Ordu İli Jeomorfoloji Haritası (MTA).....	11
Şekil 3.4 Ordu İli Jeolojik Haritası (MTA).....	13
Şekil 3.5 Bölge-1 örnekleme noktaları .....	15
Şekil 3.6 51 Nolu Örnekleme Noktası (Bölge-1 referans noktası) .....	16
Şekil 3.7 52 Nolu Örnekleme Noktası .....	17
Şekil 3.8 53 Nolu Örnekleme Noktası .....	18
Şekil 3.9 54 Nolu Örnekleme Noktası .....	18
Şekil 3.10 55 Nolu Örnekleme Noktası .....	19
Şekil 3.11 56 Nolu Örnekleme Noktası .....	19
Şekil 3.12 57 Nolu Örnekleme Noktası .....	20
Şekil 3.13 58 nolu örnekleme noktası.....	21
Şekil 3.14 59 Nolu Örnekleme Noktası .....	21
Şekil 3.15 60 Nolu Örnekleme Noktası .....	22
Şekil 3.16 61 Nolu Örnekleme Noktası .....	22
Şekil 3.17 62 Nolu Örnekleme Noktası .....	23
Şekil 3.18 63 Nolu Örnekleme Noktası .....	23
Şekil 3.19 64 Nolu Örnekleme Noktası .....	24
Şekil 3.20 Bölge-2 Örnekleme Noktaları.....	25
Şekil 3.21 65 Nolu Örnekleme Noktası .....	26
Şekil 3.22 66 Nolu Örnekleme Noktası .....	26
Şekil 3.23 67 Nolu Örnekleme Noktası .....	27
Şekil 3.24 68 Nolu Örnekleme Noktası .....	27
Şekil 3.25 70 Nolu Örnekleme Noktası .....	28
Şekil 3.26 71 Nolu Örnekleme Noktası .....	29
Şekil 3.27 72 Nolu Örnekleme Noktası .....	29
Şekil 3.28 73 Nolu Örnekleme Noktası .....	30
Şekil 4.1 Molibden (Mo) Bar Grafiği .....	35
Şekil 4.2 Bakır (Cu) Bar Grafiği.....	37
Şekil 4.3 Kurşun (Pb) Bar Grafiği .....	38
Şekil 4.4 Çinko (Zn) Bar Grafiği .....	39
Şekil 4.5 Nikel (Ni) Bar Grafiği .....	40
Şekil 4.6 Kobalt (Co) Bar Grafiği.....	41
Şekil 4.7 Mangan (Mn) Bar Grafiği.....	42
Şekil 4.8 Demir (Fe) Bar Grafiği .....	43
Şekil 4.9 Arsenik (As) Bar Grafiği .....	44
Şekil 4.10 Kadmiyum (Cd) Bar Grafiği.....	45
Şekil 4.11 Krom (Cr) Bar Grafiği.....	46
Şekil 4.12 Alüminyum (Al) Bar Grafiği .....	47
Şekil 4.13 Civa (Hg) Bar Grafiği.....	48
Şekil 4.15 Çinko (Zn), Bakır (Cu), Kurşun (Pb) Karşılaştırmalı Bar Grafiği .....	50
Şekil 4.16 Molibden (Mo), Kadmiyum (Cd), Civa (Hg) Karşılaştırmalı Bar Grafiği.....	51



<b>Şekil 4.17</b> Nikel (Ni), Krom (Cr), Kobalt (Co), Arsenik (As) Karşılaştırmalı Bar Grafığı .....	52
<b>Şekil 4.18</b> Bölge-1 Kümeleme Analiz .....	60
<b>Şekil 4.19</b> Bölge-2 Kümeleme Analizi .....	63

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 3.1 Sedimentte Yer Alan Elementlere Ait Sınır Değerler .....	33
Çizelge 3.2 Kontaminasyon Faktörü ( $C_f^I$ ).....	33
Çizelge 3.3 Kontaminasyon Derecesi ( $C_d$ ) .....	33
Çizelge 3.4 Modifiye Kontaminasyon Derecesi ( $mC_d$ ) .....	33
Çizelge 3.5 Zenginleştirme Faktörü (EF) .....	33
Çizelge 3.6 Jeokümülyasyon İndeksi ( $I_{jeo}$ ).....	34
Çizelge 3.7 Kirlilik Yükleme İndeksi (PLI) .....	34
Çizelge 3.8 Potansiyel Ekolojik Risk Faktörü ( $Er^i$ ).....	34
Çizelge 3.9 Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (RI) .....	34
Çizelge 3.10 Ortalama Etki Aralığı Medyanı Oranı (m-ERM-Q).....	34
Çizelge 3.11 Ortalama Muhtemel Etki Seviyesi Oranı (m-PEL-Q) .....	34
Çizelge 4.1 Sediment Analiz Sonuçları .....	36
Çizelge 4.2 Sediment Değerlendirme Sonuçları .....	53
Çizelge 4.3 Bölge-1 Korelasyon Analizi .....	62
Çizelge 4.4 Bölge-2 Korelasyon Analizi .....	66

## SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

---

<b>As</b>	: Arsenik
<b>As<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	: Arsenik trioksit
<b>Al</b>	: Alüminyum
<b>C</b>	: Konsanrasyon
<b>Cd</b>	: Kadmiyum
<b>C<sub>f</sub></b>	: Kontaminasyon faktörü
<b>C<sub>d</sub></b>	: Kontaminasyon derecesi
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>cm<sup>3</sup></b>	: Santimetre küp
<b>CdCl<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O</b>	: Kadmiyum klorit
<b>Co</b>	: Kobalt
<b>Cr</b>	: Krom
<b>Cu</b>	: Bakır
<b>DNA</b>	Deoksiribonikleik asit
<b>EC50</b>	: Ortalama etkili konsantrasyon
<b>Fe</b>	: Demir
<b>g</b>	: gram
<b>Hg</b>	: Civa
<b>Kg</b>	: Kilogram
<b>KOI</b>	: Kimyasal oksijen ihtiyacı
<b>L</b>	: Litre
<b>MTA</b>	: Maden tetkik arama enstitüsü
<b>mCd</b>	: Modifiye kontaminasyon derecesi
<b>m</b>	: Metre
<b>mg</b>	: Miligram
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>Mn</b>	: Mangan
<b>Mo</b>	: Molibden
<b>N</b>	: Azot
<b>NH<sub>3</sub>-N</b>	: Amonyak azotu
<b>Ni</b>	: Nikel
<b>NO<sub>3</sub>-O</b>	: Amonyak oksijeni
<b>RNA</b>	Ribonükleik asit
<b>P</b>	: Fosfor
<b>Pb</b>	: Kurşun
<b>ppm</b>	: Milyonda bir kısım
<b>PO<sub>4</sub>-P</b>	: Fosfat fosforu
<b>Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	: Kurşun nitrat
<b>Zn</b>	: Çinko
<b>μ</b>	: Mikron
<b>μg</b>	: Mikrongram
<b>μm</b>	: Mikronmetre
<b>%</b>	: Yüzde

---

## EKLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Ek 1:</b> Elementlerin Yer Kabuğundaki Dağılımı .....	74

## **1. GİRİŞ**

### **1.1 Genel**

Bu tezde yapılan çalışma bölgesi belli başlı sebeplere dayandırılarak seçilmiştir. Bu sebeplerin en başında; yerel yönetimlerin bölgede yapmayı planladıkları ve basın yoluyla duyurusu yapılan büyük Bolaman Deresi havzası projesidir. Belirtilen proje kapsamında, göletlerin, ıslah çalışmaların, enerji tesislerinin, rekreasyon alanlarının, tarımsal ve içme suyu temini amaçlı tesislerin...v.s. inşaa edileceği belirtilmiştir. Fakat böyle bir projenin hayata geçirilme ihtimali, Bolaman havzasında çalışma yapılması gereksinimi ve tercihi konusunda belirleyici bir etken olarak karşımıza çıkmıştır.

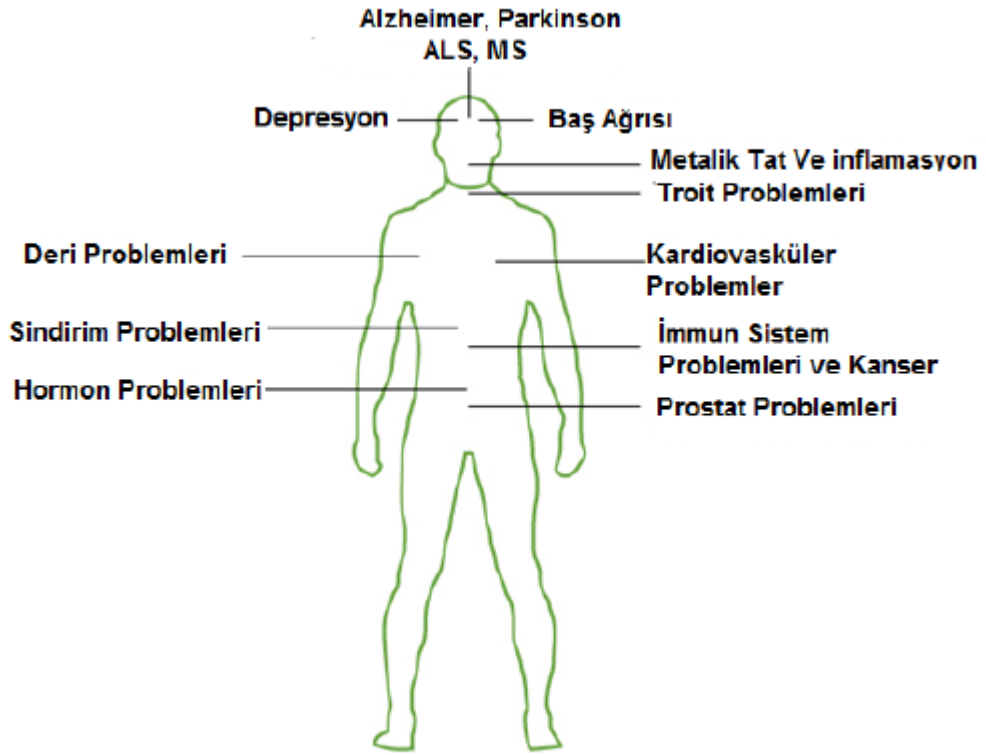
Bir diğer sebep ise; yine duyurulan proje kapsamında bölgede yapılacak çalışmaların öncesinde, havzanın ilk halini yansıtan ve bu çalışmaya benzerlik teşkil eden bir çalışma yapılmamış olmasıdır. Yani, tez çalışmasında elde edilen bulgular, bu tarihten itibaren bölgede yapılacak olan tüm projeler öncesi referans teşkil edebilecek bir değere sahip olacaktır. Bu kapsamda düşünüldüğünde, bölge adına kıymetli bir çalışma olma özelliği mevcuttur.

### **1.2 Ağır Metal(oid)lerin İnsan Sağlığına Etkileri**

Son yıllarda ağır metal terimi bir çok alanda kullanılmaktadır. Genel olarak kontaminasyon ve potansiyel toksisite yada ekotoksisite ile alakalı olan metaller yada yarı metaller (metaloidler) olarak isimlendirilirler. Günümüze geldiğimizde, ağır metaller, yoğunluklarına, atomik ağırlıklarına, kimyasal özelliklerine yada toksisitesine bağlı olarak çeşitli tanımlamalara sahiptirler. Normal şartlarda  $5 \text{ g/cm}^3$  den daha fazla yoğunluğa sahip olan metallere ağır metal denilmektedir. Ağır metallerin bir çok çeşidi olmasının yanı sıra bu kapsamda en çok karşılaşılan elementler; Mangan (Mn), Bakır (Cu), Kadmiyum (Cd), Molibden (Mo), Alüminyum (Al) Çinko (Zn), Kurşun (Pb), Kobalt (Co), Nikel (Ni), Demir (Fe), Arsenik (As), Krom (Cr), ve Civa (Hg)'dir (Aslam ve ark., 2011).

Biyolojik açıdan gösterdikleri etkiler göz önünde bulundurulduğunda esansiyel (yaşamsal) veya nonesansiyel olarak değerlendirilmesi mümkündür. Enzimatik tepkimelerde gösterdiği kofaktör etkisi, canlıların hücresel yapılarında belirli miktarlarda var olması gereken hormonların ve vitaminlerin içeriğinde yer alanlar,

yaşamsal olarak tanımlanmaktadır. Bu elementler belirli miktarlar sonrasında toksik etkiye sebebiyet verirler. Diğer taraftan ağır metallerin yaşamsal olmayan türlerinin daha ilk derişim seviyelerinden itibaren toksik etkiye sebebiyet verdikleri ve bir çok sağlık sorunlarına neden oldukları bilinmektedir. Yaşamsal olmayan ağır metallere kurşun, kadmiyum ve civa örnek olarak gösterilebilir. Bu elementlerden kadmiyum ve civa 0,001 ile 0,1 ppm seviyelerinde bile oldukça toksik etki göstermektedirler (Jarup, 2003). İnsan vücudunda ağır metallere kaynaklanabilecek sağlık problemleri Şekil 1.1’ de verilmiştir.



**Şekil 1.1** Ağır Metal kaynaklı sağlık problemleri (www.voltahealth.com)

Ağır metaller canlı bünyesine bir çok farklı yollarla girebilir. Solunum yolu, deri yolu ve ağız yolu bunlara örnektir. Canlı içerisinde çok az miktarlarda dahi girmesi, zamanla hücre içerisinde birikim oluşturması durumunu ortaya çıkarmaktadır. Çünkü ağır metaller metabolizmadan oldukça yavaş bir şekilde atılabilmektedir. Bu birikim zamanla tehlike arz edebilecek doza ulaşılmasına sebebiyet verir. Birikim yaptıkları dokunun ve hücrenin türünü ve yapısını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Farooq, 2008).

Ağır metallerin canlı bünyesinde yüksek miktarlarda birikim oluşturmaları nörolojik bozuklukların yanı sıra tedavi edilebilirliği oldukça kısıtlı olan kanser ve kronik rahatsızlıkların oluşmasına sebebiyet vermektedir. Temel nedeni ise hücre metabolizmasındaki süreçlerin olumsuz yönde etkilenmesi sonucu normal yapıyı bozmasıdır. Bu durumdan ötürü ortaya çıkan bu hastalıklar genel itibariyle ölümlerle sonuçlanmaktadır (Bakar ve Baba, 2009).

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1 Toksik Etki Yapan Metal(oid)ler**

#### **Arsenik (As)**

Arsenik, bazı metallerin eritilmesi suretiyle ortaya çıkabilen bir yan ürün olarak tanımlanabilir. Organik, inorganik, gaz ve element olarak doğada bulunabilir. Özellikle gaz olarak bulunduğu oldukça toksik etki göstermektedir. Toprakta birikim oluşturması durumunda organik maddelerin okside olması sonucu suda çözünebilir ve nihai olarak bitkilerin hücre yapısında birikebilir. Arsenik çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Metal kaplama sanayisinde, silah ve savunma sanayisinde ve bazı metal alaşımlarının sıcaklık dayanımlarını artırmak için kullanılmaktadır. Doğada, kayaç yapısında ve su kaynaklarında farkı miktarlarda bulunabilir. Cilt yoluyla alımı sık karşılaşılmamakla beraber, akut temin edilen durumlarda daha çok böbrek ve karaciğerde birikimlere sebebiyet verebilir. Günlük olarak en fazla 0.015 mg/kg miktarı tolere edilebilir (WHO, 2007). Beyinde de oldukça olumsuz etkiler oluşturmaktadır (Anonim, 2023). Mide yoluyla zehirlenmeler, ölümle sonuçlanabilmektedir (Bakar ve Baba, 2009).

#### **Civa (Hg)**

Civa oldukça toksik bir maddedir. Havadan yaklaşık olarak yedi kat daha yoğun olmakla beraber sudan 13.55 kat daha ağırdır. Suda çözünmez ve özellikle sediment yapılarında toprakta birikim oluşturabilir. Oluşan bu birikimler canlılara ihtiva edebilir. İnsan vücuduna girişi genellikle balık tüketimiyle gerçekleşebilmektedir (Özbolet ve Tuli, 2016). Madencilik, çimento, diş tedavileri, kağıt sanayi, boya sanayi elektrik gibi sektörlerde kullanımı mevcuttur. Önemli çevre kirliliklerine sebebiyet veren civa elementi sinir sistemi hastalıklarına, böbrek rahatsızlıklarına ve psikolojik hasarlara neden olabilmektedir (Caner, 2020). En fazla 0.0016 mg/kg miktarında tolere edilebilir (WHO, 2007).

#### **Kadmiyum (Cd)**

Bir çok sanayi sektöründe kullanılan kadmiyum, hava, su ve toprak yoluyla canlı bünyesine giriş yapabilir. Yumuşak bir yapıda olup kolayca şekil verilebilir bir fiziki özellik göstermektedir. Korozyonu öneme özelliğinden dolayı özellikle metal kaplama sanayinde kullanım alanı bulunmaktadır. Canlılarda hücre içerisinde birikime sebebiyet veren kadmiyum elementi, kronik zehirlenmelere sebebiyet vermeye



birlikte, akciğer ve prostat kanseriyle karşı karşıya kalınmasına neden olabilmektedir (Caner, 2020). Canlı organizmalarda en fazla 0.007 mg/kg oranında tolere edilebilir (WHO, 2007).

### **Çinko (Zn)**

Çinko elementi insan yaşamı için gerekli olduğu kadar tolere edilebilir miktarlardan fazla alınması durumunda toksik etkilere sebebiyet vermektedir (Anonim, 2023). Canlı bünyesinde günlük olarak en fazla 0.43 mg/kg oranında alınabilmektedir (Asomugha, 2016). Bu miktardan fazlası hücre yapısını bozan ve olumsuz etkilere sebebiyet veren sonuçlarla karşı karşıya kalınmasına neden olabilmektedir. Kozmetik, maden, metal gibi farklı sektörlerde kullanımı mevcuttur. Sanayi ve endüstriyel faaliyetler sonucunda suya ve toprağa karışabilmektedir. Özellikle endüstriyel atık suların uygun yöntemlerle arıtılmaması ve kontrolsüz deşarjları çevresel etmenlerle çinko kontaminasyonuna maruz kalmasına sebebiyet vermektedir (Asomugha, 2016).

### **Kobalt (Co)**

Kobalt, bir çok elementle bileşik oluşturabilecek bir özelliğe sahiptir. Pek çok sanayi ve endüstri faaliyetlerinde kullanılan kobalt, metal alaşımlarında, petrol ve kimya endüstrilerinde, mürekkep üretiminde kullanımı mevcuttur. Eser miktarlarda insan sağlığı için faydalı olan kobalt kırmızı kan hücrelerinin üretim faaliyetlerinde kullanıldığından özellikle hamilelerde kansızlık tedavilerinde kullanılmaktadır. Kobalt solunum yoluyla vücuda alınabilir ve akciğer kanserine sebebiyet verebilmektedir. DNA üretimi ve yapısında olumsuz etkilere sebebiyet verdiği bilinmektedir (Anonim, 2023). Günlük olarak en fazla 0.023 mg/kg oranında tolere edilebilmektedir (Asomugha, 2016).

### **Krom (Cr)**

Krom, çelik, boya, metal kaplama gibi bir çok sanayi ve endüstriyel faaliyetlerde kullanılmaktadır (Shanker, 2005), bitkilerin yaşamsal faaliyetlerinde kullanılmadığı gibi maruz kalınması durumunda toksik etkilere sebebiyet verebilmektedir. Krom insan yaşamı açısından da toksik etkiye neden olabilen bir ağır metaldir. Bitkilerde oluşan maruziyette ise DNA' nın hasara uğramasına sebebiyet verebilmektedir (Vajpayee ve ark., 2006). Fotosentez mekanizmasını olumsuz yönde etkiler ve enzim faaliyetlerinde anormalliklere neden olur (Ali ve ark., 2011).

### **Kurşun (Pb)**

Kurşun, insan kaynaklı faaliyetler sonucu doğaya ve çevreye en fazla hasar veren ve kirliliğe sebebiyet gösteren ağır metaldir (Okcu ve ark., 2009). İnorganik ve organik olmak üzere, doğada iki farklı formda bulunabilir. İnorganik formda bulunması durumunda partikül halde bulunduğu gibi organik formda ise uçucu özellik gösterdiğinden dolayı toprak ve kontaminasyonu oldukça fazla görülen bir elementtir (Karademir ve Toker, 1995). Atmosferde oldukça fazla kirliliğe sebebiyet veren bir ağır metaldir. İçten yanmalı motorların egzozlarından kaynaklı kirlilik etkeni en çok rastlanan etkenler arasında belirtilebilir. Yoğun şehir yaşamının olduğu bölgelerde insan faaliyetlerinin ve buna oranla araç kullanımının fazla olduğu durumlarda oldukça fazla kurşun birikimi ile karşı karşıya kalınabilmektedir. Bütün bunların yanı sıra sanayi ve endüstriyel bir çok faaliyette kullanımı mevcuttur. Tarım ilaçları petrol ve kozmetik gibi alanlarda kullanıldığı bilinmektedir. Araç trafiğinin yoğun olduğu bölgelerde bulunan toprak ve su yapılarında oldukça yüksek miktarlarda kurşun birikimi gözlenebilmektedir (Okcu ve ark., 2009).

### **Mangan (Mn)**

Mangan, özellikle paslanmaz çelik yapım sanayisinde kullanılmaktadır. Topraklarda organik bileşiklere bağlı olarak veya çözünebilir, değişebilir, indirgenebilir şekillerde olmak üzere farklı kimyasal formlarda bulunur (Kacar, 2009).

Mangan toksisitesi, demir toksisitesine benzer özellikler gösterir. Yapraklarda yanıklıklar, lekeler, buruşukluklar ve şekil bozuklukları, zamanla yapraklarda gerçekleşen mantarlaşmalar mangan toksisitesinin başlıca göstergeleridir (Kacar ve Katkat, 2007). Mangan birikimi, toprak ve atmosferdeki azot döngüsünü ve bitkilerdeki azot hareketini olumsuz etkileyerek, atmosfer ve çevre kirliliklerine neden olabilir.

### **Molibden (Mo)**

Molibden, toprakta azot bakterilerine yardımcı olarak, azot fiksasyonunun gerçekleşmesine katkı sağlar (Ergene, 2010). Molibden noksanlığında toprakta biriken azot, su ve topraklarda azot miktarının artmasına neden olur.

Toprağa uygulanan molibden ile nitrojenaz enzim miktarının ve azot içeriğinin artış gösterdiği belirlenmiştir (Hafner ve ark., 1992). Toprağa uygulanan yüksek

molibden miktarının, bitkide azot miktarını azalttığı ve azot miktarındaki azalmayla beraber bitki veriminin de olumsuz etkilendiği belirtilmiştir (Akkuş, 2009).

### **Nikel (Ni)**

Nikel, en çok boya, kömür, elektronik petrol, çelik ve bakır sanayilerinde, madencilikte, fosil yakıtların yanmasında karşılaştığımız bir ağır metaldir (Seven ve ark., 2008). Evsel ve endüstriyel atıklarda bolca bulunmasından dolayı arıtma çamurlarında ve atık suların tarımsal sulamada kullanılmasında toprağa, suya ve atmosfere rahatlıkla karışabilir.

### **Alüminyum (Al)**

Yer kabuğunda en fazla bulunan elementlerden biri alüminyum elementidir. İnsan vücuduna en yaygın giriş yolu sindirim sistemidir. Suda çözünürlüğü olduğundan içme suyu kaynaklarına ihtiva edebilir. Farklı endüstrilerde ve sanayi tesislerinde kullanımı mevcuttur. Bunlardan en yaygın olanları ilaç, çimento, kozmetik seramik endüstrileridir. Sağlıklı insanlarda idrar yoluyla vucut dışına atılabilir (Bakar ve Baba, 2009). Vucudun farklı organlarına ait dokularda depolanabilmektedir. Depolandığı organlarda zamanla olumsuz etkilere sebebiyet vermektedir. Alüminyum elementinin ayrıca beyin hücrelerini de etkileyerek alzheimer, ALS ve parkinson gibi hastalıklara sebebiyet verdiği bilinmektedir. Kemiklerde birikmesi durumunda da anemiye sebebiyet verir (Akman ve ark., 2017).

### **Bakır (Cu)**

Yaşamın birçok aşamasında karşımıza çıkan bakır, bitki için gerekli bir element olmasına karşın yüksek konsantrasyonu bitkide toksik etki göstermektedir. Bakır, enzim faaliyetini gerçekleştirmede, karbonhidrat ve lipid metabolizmasında (Raven ve ark. 1999), deoksiribonükleik asit (DNA) ve ribonükleik asit (RNA) üretiminde, hastalık ve zararlılara karşı direnç oluşturulmasında büyük rol alır (Okcu ve ark., 2009).

Yapılan bir çalışmada, bakırın artan dozlarının, toprağın reaksiyonunu, değişebilir magnezyum ve yararlı demir miktarını azalttığı, azot, alınabilir fosfor ve değişebilir potasyum içeriklerini arttırdığı sonucuna varılmıştır (Sönmez ve ark., 2006).

### **Demir (Fe)**

Demir, bitkilerin fotosentez faaliyetlerinde en çok kullandıkları elementlerden biridir (Pak, 2011). Toksik etkisi çok yaygın görülen bir durum olmamakla beraber demir, hücre içerisinde ve kan yapısında gerekli bir element olma özelliği göstermektedir. Yüksek miktarlarda alınması durumu toksik etkiye sebebiyet verebilir. Demir elementi ayrıca dünyada var olan kayaç yapılarının ortalama değerlerine bakıldığında en yüksek miktarlarda bulunan elementler arasında yer alır. Çok geniş ve türlü kullanım alanları mevcuttur. Sanayiden endüstriye, inşaat sektöründen ilaç sektörüne kadar bir çok kullanım alanı bulunmaktadır. Endüstriyel atıksuların kontrolünde değerlendirilmesi ve takip edilmesi gereken elementlerden biridir. Toprakta bitki yaşamı için gerekli olan demirin tolere edilebilir miktarların içerisinde bulunması beklenir. Yüksek miktarları bitkilerin gövdelerinde ve köklerinde bodurlaşmaya sebebiyet verebilir (Seven ve ark. 2008). Ortalama kayaç yapısı miktarlarının üzerinde olması toksik etkilerle karşılaşılmasına sebebiyet verebilir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 Ordu İli Genel Bilgiler

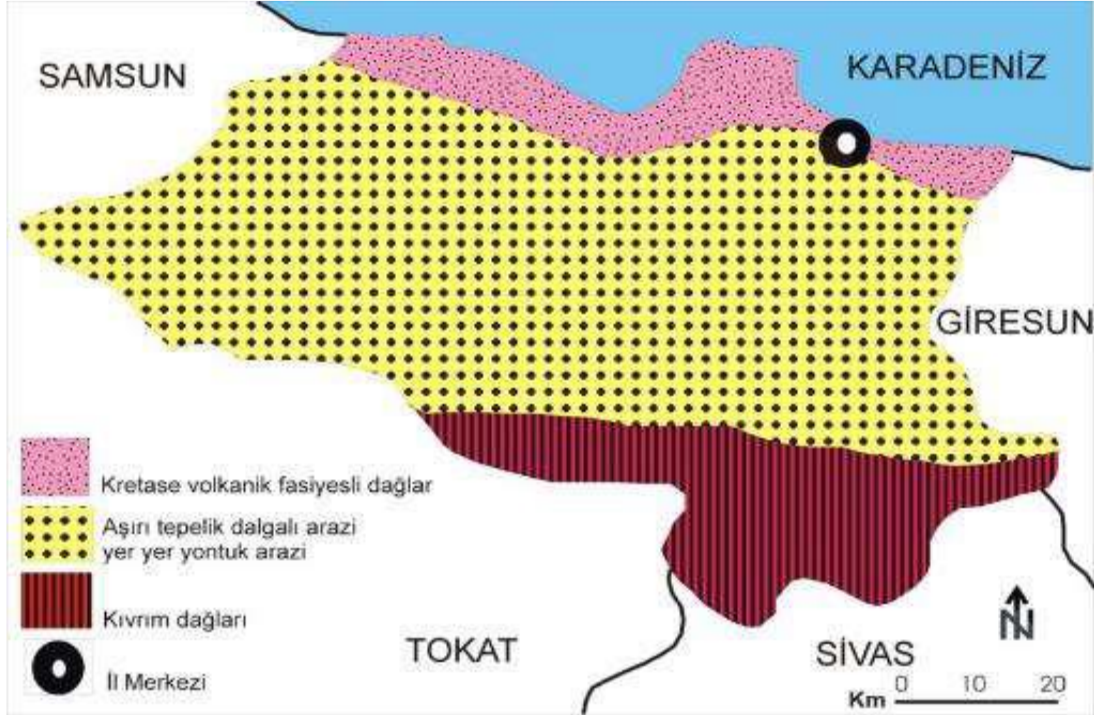
Ordu ili Karadeniz bölgesinde yer almakta olup Ülkenin kuzeyinde bulunmakta ve doğusunda Giresun, batısında Samsun, güneyinde Tokat ve Sivas yer almaktadır. Kuzeyinde ise Karadeniz bulunmaktadır. Sahil boyunca Elekçi Deresi, Bolaman Deresi, Melet Irmağı, Curi Deresi, Akçay Deresi ve Ceviz Dere şehirde derin vadiler meydana getirmektedir (Anonim, 2021).



**Şekil 3.1** Ordu İlinin Ülke ve Bölge İçindeki Yeri (Anonim, 2021a)

Ordu ilinin toplam 19 adet ilçesi bulunmaktadır. Sahil kesiminde doğudan batıya Gülyalı, Altınordu, Perşembe, Fatsa ve Ünye İlçeleri yer almaktadır. İçkesimlerde ise Akkuş, Aybastı, Çamaş, Çatalpınar, Çaybaşı, Gölköy, Ulubey, Gürgentepe, İkizce, Mesudiye, Kabadüz, Kabataş, Kumru ve Korgan ilçeleri yer almaktadır.





Şekil 3.3 Ordu İli Jeomorfoloji Haritası (MTA).

### 3.1.2 Ordu İli Jeolojik Durumu

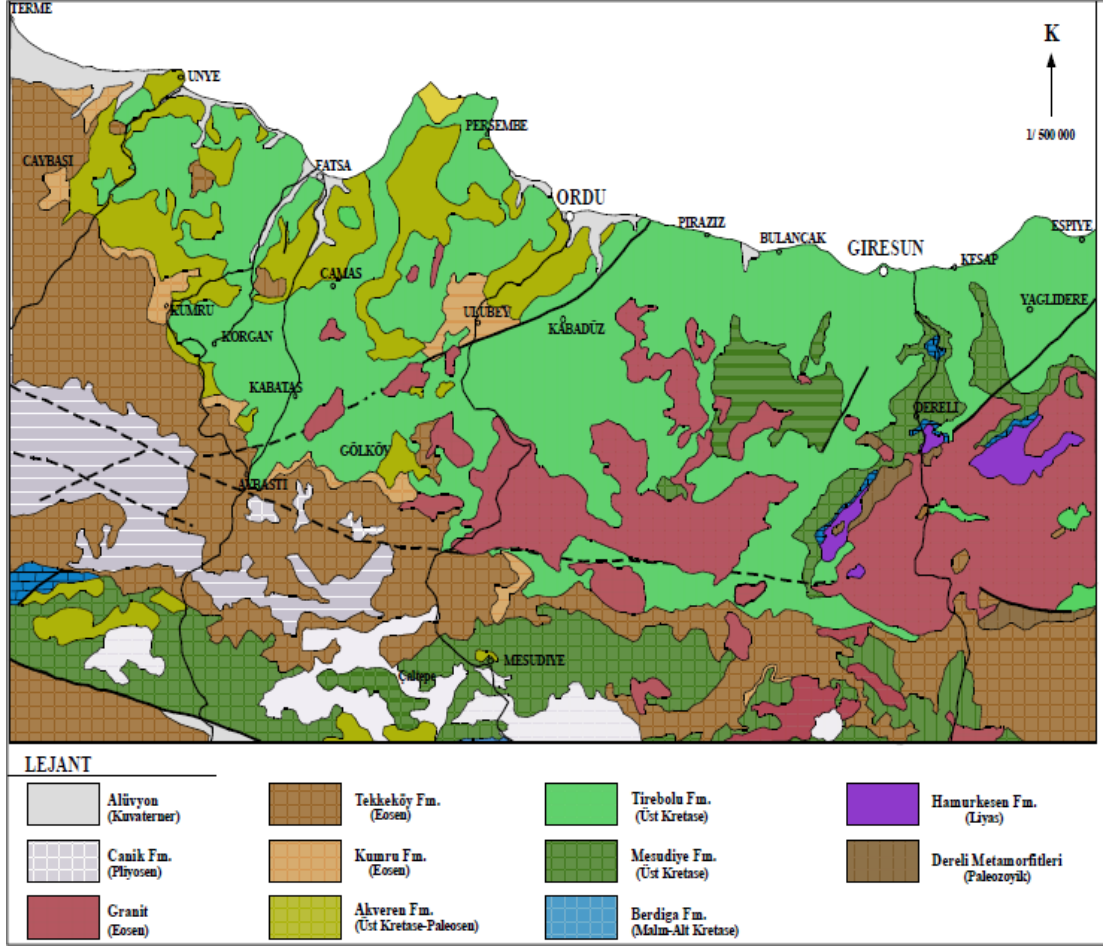
Ordu ili, Pontid jeotektonik kuşağının doğu bölümünde ve kuzey zonda yer alır. Pontidler Lias'tan Pliosen'e kadar geçen zaman aralığında magmatik ark özelliğinde kalmış ve bunun sonucunda volkanik kayalar gelişmiştir. Bu zaman aralığında Ordu ilini de içine alan kuzey zonda yitime bağlı olarak toleitik, alkalen ve kalk-alkalen özellikli volkanizma izlenir. Bölgenin en yaşlı kayaları Üst Kretase döneminde oluşan tortul ara katkılı volkanik kayalardır. Mezozoik döneminde oluşan formasyonlar kesintisiz bir süreç içinde gelişmiş olup, Üst Kretase ile Paleosen arasında uyumlu bir geçiş vardır. Üst Kretase sonunda sakinleşen magmatik aktivite Eosen'den sonra tekrar başlayarak etkin bir şekilde sürmüştür. Granitik sokulum kayaları Mesozoik ve Senozoik yaşlı birimlerle kontakt zonları oluştururlar. Ordu ilinin güneyinde (Mesudiye-Aybastı arasında kalan bölgede) Eosen sonrası oluşan volkanik kayalar izlenir. Plio-Kuaterner oluşukları olarak alüvyonlar görülmektedir (Anonim, 2021).

Bölge stratigrafik olarak Üst Kretase volkanik seri ile kısmen de Üst Kretase sedimanter serisi ile temsil edilir. Üst kretase volkanikleri; andezit, bazalt, tüfit ve aglomera oluşumludur. Sedimanter seri ise; az tabakalı masif kireçtaşı ve yer yer türbidit sekanslarından oluşan fliş fasiyesi görünümündedir. Flişler çoğunlukla kilitaşı–

kumtaşı-konglomera ardışımıdır. Bölgede gözlenen jeolojik birimler yaşlıdan gence doğru aşağıdaki şekilde yüzeylenmektedir (Anonim, 2021). Ordu İli jeolojik yapısı Şekil 3.4’de verilmiştir.

1. Dereli Metamorfikleri (Şist, gnays, aktinolit, mermer)
2. Hamurkesen Formasyonu (Andezit-Bazalt lav ve piroklastları)
3. Berdiga Formasyonu (Resifal Kireçtaşı)
4. Mesudiye Formasyonu (Andezit-Bazalt lav ve pir. tortul arakatkılı)
5. Tirebolu Formasyonu (Dasit, andezit, trakit, lav, tuf, aglomera)
6. Akveren Formasyonu (Kireçtaşı, kumtaşı, marn, silttaşı, çamurtaşı)
7. Kumru Formasyonu (Kumtaşı, kumlukireçtaşı, marn, silttaşı)
8. Tekkeköy Formasyonu (Andezit-Bazalt lav ve piroklastları)
9. Granit
10. Canik Formasyonu (Bazalt, tuf, andezit)
11. Traverten
12. Alüvyon





Şekil 3.4 Ordu İli Jeolojik Haritası (MTA)

### 3.2 Örneklem Güzergahı ve Örneklem Yöntemi

Örneklem güzergahı Kabataş ilçe merkezi mansap kabul edilerek belirlenmiştir. İlçe merkezinden sonra Bolaman deresi yatağından referans teşkil edecek sediment numunesi alınarak örneklem uygulamasına başlanmıştır. 51 nolu nokta olarak adlandırılan referans nokta itibariyle alınmış olan örnekler, daha sonra, andropojenik etkiler, şehir yerleşimleri göz önünde bulundurularak toplam iki bölgeye ayrılmış ve bu bölgeler ayrı ayrı ele alınarak değerlendirmelerde bulunulmuştur. 51. referans noktası Bölge-1 ve Bölge-2' nin ortak referans noktası olma özelliği göstermektedir. Şekil 3.5' de, Bolaman deresi güzergahında, Kabataş ilçesi mansabından alınan 51. nokta, şekil 3.6 da Bölge-1'e ait örneklem noktaları yer almaktadır.

### 3.2.1 Fatsa Organize Sanayi Bölgesi

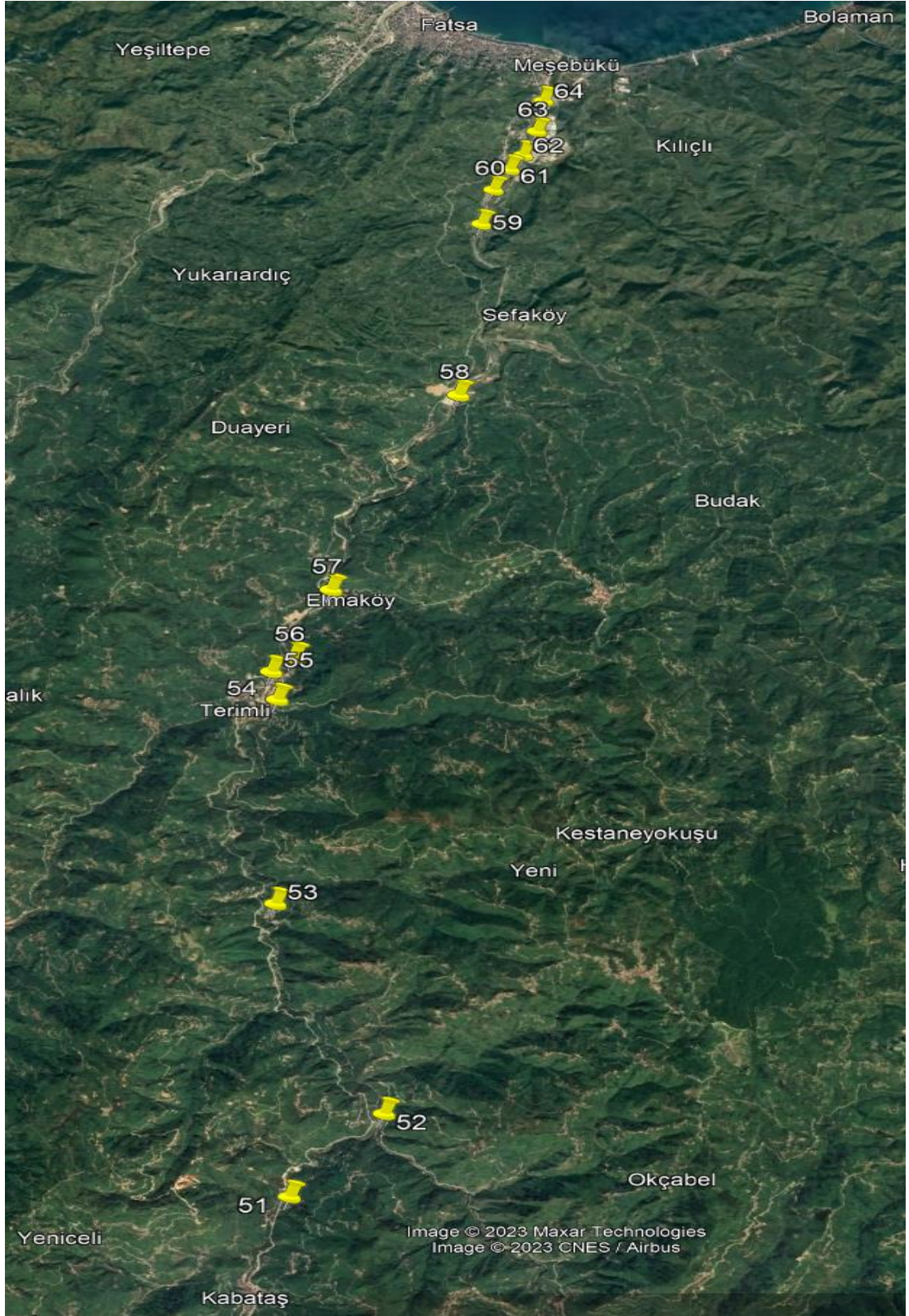
Fatsa organize sanayi bölgesi Bolaman deresi kenarında organize sanayi bölgesi mahallesi mevkiinde konumlandırılmıştır. Toplamda yaklaşık 50 hektarlık alana sahip olup 29 adet sanayi parselinden oluşmaktadır. Bölgede faaliyette bulunan 36 adet sanayi kuruluşu mevcuttur. Sektörel olarak;

- Ağaç sanayi (5 fabrika)
- Balık Ağı (1 fabrika)
- Çinko Oksit (2 fabrika)
- Gıda (5 fabrika)
- Makine (1 fabrika)
- Plastik kalıp (1 fabrika)
- Tekstil (13 fabrika)
- Toprak, Kil (8 fabrika)

Fatsa organize sanayi bölgesi olarak müstakil yönetim ve alt yapı ağına sahiptir. Alt yapı sisteminde yağmur suyu sistemi ve atık su sistemi ayrı ayrı tesis edilmiş olup, atık suları Fatsa doğu derin deniz deşarjına iletilmektedir. Organize sanayi atık sularının müstakil olarak arıtılması amacıyla arıtma tesis projesi fizibilite çalışmaları başlatılmıştır. Bölgede ayrıca yaklaşık olarak 4000 kişi istihdam edilmektedir (Anonim, 2023).

### 3.2.2 Bölge-1 Örneklemeleri

Bölge-1'e ait örnekleme noktaları ve güzergahı Şekil 3.5'de görülmektedir.



Şekil 3.5 Bölge-1 örnekleme noktaları

Örnekleme yapılırken, sedimentin birikim yapabileceği noktalar ve Bolaman Deresine girişim yapan kılcal derelerin birleşim noktaları dikkate alınmıştır. Bu nedenle özellikle köprü ayakları ve kılcal derelerin girişim noktalarında mansap ve menba ilişkisi kurularak örnekleme yapılmıştır. Bölge-1, 51. nokta (Şekil 3.6) sonrasında yer alan köprü ayağından örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.7).



**Şekil 3.6** 51 Nolu Örnekleme Noktası (Bölge-1 referans noktası)



**Şekil 3.7** 52 Nolu Örnekleme Noktası

52 nolu örnekleme noktası sonrasında yer alan köprü ayağından 53 (Şekil 3.8) nolu örnek alınmış ve akabinde Çatalpınar İlçesi girişine tekabül eden köprü ayağından 54 (Şekil 3.9) nolu sediment örnekleme yapılmıştır. 54 nolu örnekleme noktasındaki Çatalpınar lokasyonunda dereye girişim yapan kılcal dereden, mansap menba ilişkisi kurulması suretiyle 55 (Şekil 3.10) ve 56 (Şekil 3.11) nolu örnekleme yapılmıştır. Çatalpınar lokasyonunda yer alan Elmaköy beldesindeki köprü ayağından ise 57 (Şekil 3.12) nolu örnekleme yapılmıştır.



Şekil 3.8 53 Nolu Örnekleme Noktası



Şekil 3.9 54 Nolu Örnekleme Noktası



Şekil 3.10 55 Nolu Örnekleme Noktası



Şekil 3.11 56 Nolu Örnekleme Noktası



**Şekil 3.12** 57 Nolu Örnekleme Noktası

Bölge-1 örnekleme noktaları, Çamaş köprüsü ayağından alınan 58 nolu (Şekil 3.13) ve demirci köprüsü ayağından alınan 59 nolu (Şekil 3.14) örnekleme noktaları ile Fatsa organize sanayi bölgesinin mansabını temsil eden 60 (Şekil 3.15), 61 (Şekil 3.16), 62 (Şekil 3.17), 63 (Şekil 3.18) ve 64 nolu (Şekil 3.19) örnekleme noktaları ile tamamlanmıştır. Saha çalışması sırasında Fatsa organize sanayi bölgesinin atık sularının kontrolsüz bir şekilde dereye deşarj edildiği görülmüş ve bu noktadan da örnekleme yapılmıştır. Bu örnekleme noktası 64 nolu (Şekil 3.19) örnekleme noktasıdır. Sonraki kısımlarda yapılan değerlendirme ve saha çalışmasında bu durum göz önünde bulundurulmuştur.



58 çamaş köp.



Şekil 3.13 58 nolu örnekleme noktası



Şekil 3.14 59 Nolu Örnekleme Noktası



**Şekil 3.15** 60 Nolu Örnekleme Noktası



**Şekil 3.16** 61 Nolu Örnekleme Noktası



**Şekil 3.17** 62 Nolu Örnekleme Noktası



**Şekil 3.18** 63 Nolu Örnekleme Noktası



**Şekil 3.19** 64 Nolu Örnekleme Noktası

Yukarıda da bahsedildiği üzere, yapılan saha örnekleme çalışması sırasında planlananın dışında, Fatsa organize sanayi bölgesinin, özellikle evsel ağırlıklı olduğu düşünülen, endüstriyel atık su ihtiva ettiği gözlemlenen atık sularının, kontrolsüz bir şekilde deşarj edildiği görülmüştür. Bu deşarj noktası dere yatağının batı yönünde yer almaktadır. Atık suyun bulunduğu lokasyonda gölleşme, yüksek organik ve inorganik kirlilik yükü nedeniyle ötrofikasyon meydana geldiği ve atık su içeriğini temsil edecek mahiyette sedimentel birikimin meydana geldiği görülmüştür. Bu birikimden alınan sediment örneğinin, organize sanayi atık suyunda yer alan kirlilik yükünü temsil edeceği düşünülmüş ve örnekleme yapılmıştır. Deşarj noktası direkt olarak dere suyuna karışmadığı, çizgisel bir yol izlediği ve denize yakınlığı dolayısı ile daha fazla deniz ortamında kirliliğe neden olabileceği öngörülerek 71 (Şekil 3.26) ve 72 nolu (Şekil 3.27) örnekleme yapılmıştır. Bu örnekleme farklı bölgeler içinde değerlendirilmiştir. Fakat 64 nolu (Şekil 3.19) nokta, referans kabul edilerek, organize sanayi atık suyunun deniz ortamına etkisi kısmen de olsa değerlendirilmiştir.

### 3.2.3 Bölge-2 Örneklemeleri



Şekil 3.20 Bölge-2 Örnekleme Noktaları



Şekil 3.21 65 Nolu Örnekleme Noktası



Şekil 3.22 66 Nolu Örnekleme Noktası



Şekil 3.23 67 Nolu Örnekleme Noktası



Şekil 3.24 68 Nolu Örnekleme Noktası



**Şekil 3.25** 70 Nolu Örnekleme Noktası

Örnekleme saha çalışması esnasında Şekil 3.25 de görüldüğü üzere Bolaman köprüsü altında yer alan 70 nolu örnekleme noktasından herhangi bir arıtmaya tabi tutulmaksızın şehir kanalizasyon atık sularının deşarj edildiği görülmüştür. Bu noktadan kaynaklı deniz ortamına olumsuz elementel etki olabileceği düşünülerek örnekleme gerçekleştirilmiştir.





Şekil 3.26 71 Nolu Örnekleme Noktası



Şekil 3.27 72 Nolu Örnekleme Noktası



**Şekil 3.28** 73 Nolu Örnekleme Noktası

### **3.3. Hesaplama ve Değerlendirme Metodları**

#### **3.3.1 Sediment Değerlendirme Yöntemleri**

##### **Kontaminasyon faktörü ( $C_f^i$ )**

( $C_f^i$ ) İlk olarak Hakanson (1980) tarafından ortaya konmuştur. Formül şu şekildedir:

$$C_f^i = C^i / C_n^i \quad (3.1)$$

$C^i$ = Metal miktarı

$C_n^i$ = Referans değer

##### **Kontaminasyon derecesi ( $C_d$ )**

Metallerin kontaminasyon faktörlerinin toplamının gösteren bir metoddur (Hakanson 1980).

Formülü şu şekildedir:

$$C_d = \sum_{i=1}^n C_f^i \quad (3.2)$$

$C_f^i$ = Kontaminasyon faktörü

### **Modifiye kontaminasyon derecesi (mCd)**

Abraham ve Parker (2008) tarafından geliştirilen bir formüldür. mCd'nin Cd'den farkı, ortalama değer vermesidir. Formülü şu şekildedir:

$$mC_d = \frac{\sum_{i=1}^n C_f^i}{n} \quad (3.3)$$

$C_f^i$  = Kontaminasyon faktörü  
n = Çalışılan metal sayısı

### **Kirlilik yükleme endeksi (PLI)**

Aynı çalışma içindeki farklı lokasyonların ve ya farklı çalışmalardaki farklı lokasyonların kolaylıkla karşılaştırılmasını sağlayan bir yöntemdir. Tomlinson ve ark. tarafından geliştirilmiştir (Tomlinson ve ark., 1980).

$$PLI = (C_{f1} \times C_{f2} \times C_{f3} \dots \times C_{fn})^{1/n} \quad (3.4)$$

$C_{f1}$  = Kontaminasyon faktörü  
n = Çalışılan metal sayısı

### **Zenginleştirme faktörü (EF)**

EF de yine andropojenik kaynaklı metal kirliliğinin saptanmasında son derece önemli yöntemlerden biridir (El-Said ve ark., 2014). Formülü şu şekildedir.

$$EF = \frac{C_n/C_{ref}}{B_n/B_{ref}} \quad (3.5)$$

$C_n$  = Metal miktarı  
 $C_{ref}$  = Referans ortamdaki metal miktarı  
 $B_n$  = Örnekdeki referans element miktarı  
 $B_{ref}$  = Referans elementin referans ortamdaki değeri

Referans element olarak yer kabuğundaki konsantrasyonu yüksek elementlerden biri tercih edilir. Planlanan bu çalışma için Al (alüminyum) referans element olarak alınmıştır.

### **Jeokümülyasyon İndeksi ( $I_{geo}$ )**

Andropojenik kontaminasyonun saptanmasında kullanılan yöntemlerden bir diğeri de  $I_{geo}$  dur (Müller 1969). Hesaplanması şu şekilde yapılır:

$$I_{geo} = \log_2 \frac{C_n}{1.5 \times B_n} \quad (3.6)$$

$B_n$  = Metalin referans noktasındaki miktarı  
 $C_n$  = Metal miktarı  
1.5 = doğal salınım katsayısı

### Potansiyel ekolojik risk faktörü ( $E_r^i$ ) ve potansiyel ekolojik risk indeksi

Metaller tarafından oluşturulan kontaminasyonun, sucul ekosistem açısından oluşturduğu riskin hesaplanmasında kullanılan bir yöntemdir (Hakanson, 1980).

$$E_r^i = T_r^i X \frac{C_i}{C_o} \quad (3.7)$$

$$RI = \sum_{i=1}^8 E_r^i \quad (3.8)$$

$T_r^i$  = Toksiklik katsayısı

$C_i$  = Metal miktarı

$C_o$  = Referans değer

### Ortalama etki aralığı medyanı oranı (m-ERM-Q) ve ortalama muhtemel etki seviyesi oranı (m-PEL-Q)

$$m - ERM - Q = \frac{\sum_{i=1}^n C_i / ERM_i}{n} \quad (3.9)$$

$$m - PEL - Q = \frac{\sum_{i=1}^n C_i / PEL_i}{n} \quad (3.10)$$

$C_i$  = Metal miktarı

ERM = metalin etki aralığı medyanını, (effect range median)

PEL = metalin ortalama muhtemel etki seviyesini, (probable effect level)

n = çalışılan metal sayısını göstermektedir.

Her iki yöntemde canlılar üzerinde görülen ortalama toksik etkinin hesaplanmasında son derece önemlidirler.

### Toplam toksik ünite ( $\Sigma TU$ ) ve oransal toksik ünite

$$\Sigma TUs = \sum_{i=1}^n C_i / PEL_{C_i} \quad (3.11)$$

$$Oransal TU = \frac{C_i / PEL_{C_i}}{\Sigma TUs} \times 100 \quad (3.12)$$

( $\Sigma TU$ ), örneklerde saptanan metal miktarlarının, o metallere ait PEL (Probable effect level) değerine oranlanması ile elde edilen değerler toplamıdır. Oransal toksik ünite ise her metale ait toksik unit değerinin,  $\Sigma TU$ , değerine oranının yüzde cinsinden karşılığıdır. Canlılar üzerindeki toksik etkinin istasyonlar arasında karşılaştırılması için  $\Sigma TU$  yöntemi son derece kullanışlıdır. Oransal TU ise aynı istasyonda metallerin canlılar üzerinde göstermiş olduğu toksik etkinin hesaplanıp karşılaştırılması için kullanılmaktadır (Müller, 1969).

### 3.3.2 İstatistiki Değerlendirme Yöntemleri, SPSS Uygulamaları

İstatistiki değerlendirme yöntemlerini yapmak için SPSS istatistik programı kullanılmıştır. Bu program içeriğinde yer alan bar grafiği oluşturmak suretiyle, elementlerin lokasyonlara göre birikimleri görsel olarak ortaya konulmuştur. Ayrıca yine SPSS içerisinde yer alan korelasyon analizi ile elementlerin oluşturdukları birikimlerin birbirleri ile ne derece ilişkili olduğu ve anlamlı olduğu tespitleri yapılmıştır. Korelasyon analizi ile paralel olarak bir diğer değerlendirme yöntemi olan kümeleme analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle, oluşan birikimlerin hangi elementler arasında daha kuvvetli bağ oluşturduğu ve kümeleşmeler meydana getirdiği ortaya konulmuştur. Temelden genele gitmek üzere elementlerin oluşturdukları birikim seviyelerinin birbirleri ile oluşan ilişkileri, kümeleşmeleri ve nihai bağları bir diyagram oluşturulmak sureti ile ortaya konmuştur.

**Çizelge 3.1** Sedimentte Yer Alan Elementlere Ait Sınır Değerler

	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
<b>PEL</b>	197	91	315	36			17	3.53	90		0.49
<b>ERM</b>	390	110	270	50			85	9	145		1.3
<b>TEL</b>	35	35	123	18			5.9	0.6	37.3		0.17
<b>ERL</b>	70	35	120	30			33	5	80		0.15
<b>Ref.</b>	45	20	95	68	850	47200	13	0.3	90	80000	0.4

**Çizelge 3.2** Kontaminasyon Faktörü ( $C_f^I$ )

$C_f^I < 1$	$1 \leq C_f^I < 3$	$3 \leq C_f^I < 6$	$C_f^I \geq 6$
Çok düşük	Orta derece	Önemli miktar	Çok yüksek

**Çizelge 3.3** Kontaminasyon Derecesi ( $C_d$ )

$C_d \leq 8$	$8 < C_d \leq 16$	$16 < C_d \leq 32$	$C_d \geq 32$
Düşük	Orta derece	Önemli miktar	Çok yüksek

**Çizelge 3.4** Modifiye Kontaminasyon Derecesi ( $mC_d$ )

$mCd < 1.5$	$1.5 \leq mCd < 2$	$2 \leq mCd < 4$	$4 \leq mCd < 8$	$8 \leq mCd < 16$	$16 \leq mCd < 32$	$mCd \geq 32$
Çok düşük	Düşük	Orta derece	Yüksek	Çok yüksek	Oldukça yüksek	Ultra yüksek

**Çizelge 3.5** Zenginleştirme Faktörü (EF)

$EF < 2$	$2 \leq EF < 5$	$5 \leq EF < 20$	$20 \leq EF < 40$	$EF \geq 40$
En az	Orta derece	Önemli	Çok yüksek	Oldukça yüksek

**Çizelge 3.6** Jeoakümülyasyon İndeksi ( $I_{jeo}$ )

$I_{jeo} \leq 0$	$0 < I_{jeo} < 1$	$1 < I_{jeo} < 2$	$2 < I_{jeo} < 3$	$3 < I_{jeo} < 4$	$4 < I_{jeo} < 5$	$I_{jeo} \geq 5$
Pratik olarak kirlenmemiş	Kesinlikle kirlenmemiş	Orta derece	Orta derecede güçlü	Güçlü seviye	Oldukça güçlü seviye	Oldukça yüksek

**Çizelge 3.7** Kirlilik Yükleme İndeksi (PLI)

0	1	>1
Mükemmel	Temel	Bozulma

**Çizelge 3.8** Potansiyel Ekolojik Risk Faktörü ( $Er^i$ )

$Er^i < 40$	$40 \leq Er^i < 80$	$80 \leq Er^i < 160$	$160 \leq Er^i < 320$	$320 \geq Er^i$
Düşük	Orta derece	Önemli seviye	Yüksek	Çok yüksek

**Çizelge 3.9** Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (RI)

$RI < 150$	$150 \leq RI < 300$	$300 \leq RI < 600$	$600 \geq RI$
Düşük	Orta derece	Önemli seviye	Yüksek

**Çizelge 3.10** Ortalama Etki Aralığı Medyanı Oranı (m-ERM-Q)

$m-ERM-Q < 0,1$	$0,11 < m-ERM-Q < 0,5$	$0,51 < m-ERM-Q < 1,5$	$m-ERM-Q > 1,5$
%9 toksik	%21 toksik	%49 toksik	%76 toksik

**Çizelge 3.11** Ortalama Muhtemel Etki Seviyesi Oranı (m-PEL-Q)

$m-PEL-Q < 0,1$	$0,1 < m-PEL-Q < 1$	$m-PEL-Q > 1$
Etkilenmemiş	Orta derecede etkilenmiş	Oldukça etkilenmiş

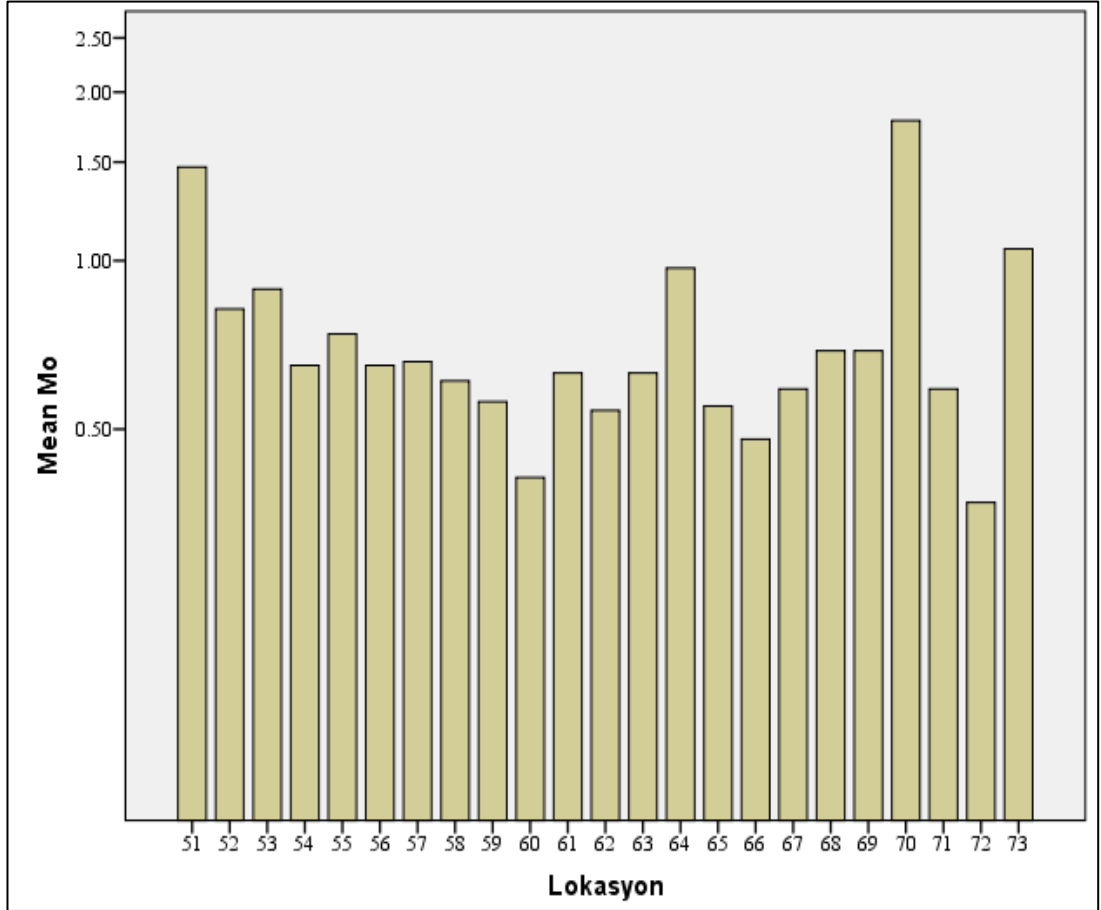
PEL: Olası Etki Seviyesi, TEL: Sınır Etki Seviyesi (Smith ve ark., 1996)

ERM: Etki Aralığı Ortancası, ERL: Etki Aralığı Alt Sınırı (Long ve Morgan, 1991)

Ref.: Endüstri Öncesi Referans Değerler (Turekian ve Wedepohl, 1961)

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan örnekleme çalışmaları sonrası elementel analizleri yapılmak üzere, uygun saklama koşullarında sağlanmak suretiyle, örnekler Kanada'da kurulu ACME Laboratuvarına gönderilmiştir. Analizler uluslararası standartlarda gerçekleştirilmiş olup, analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.



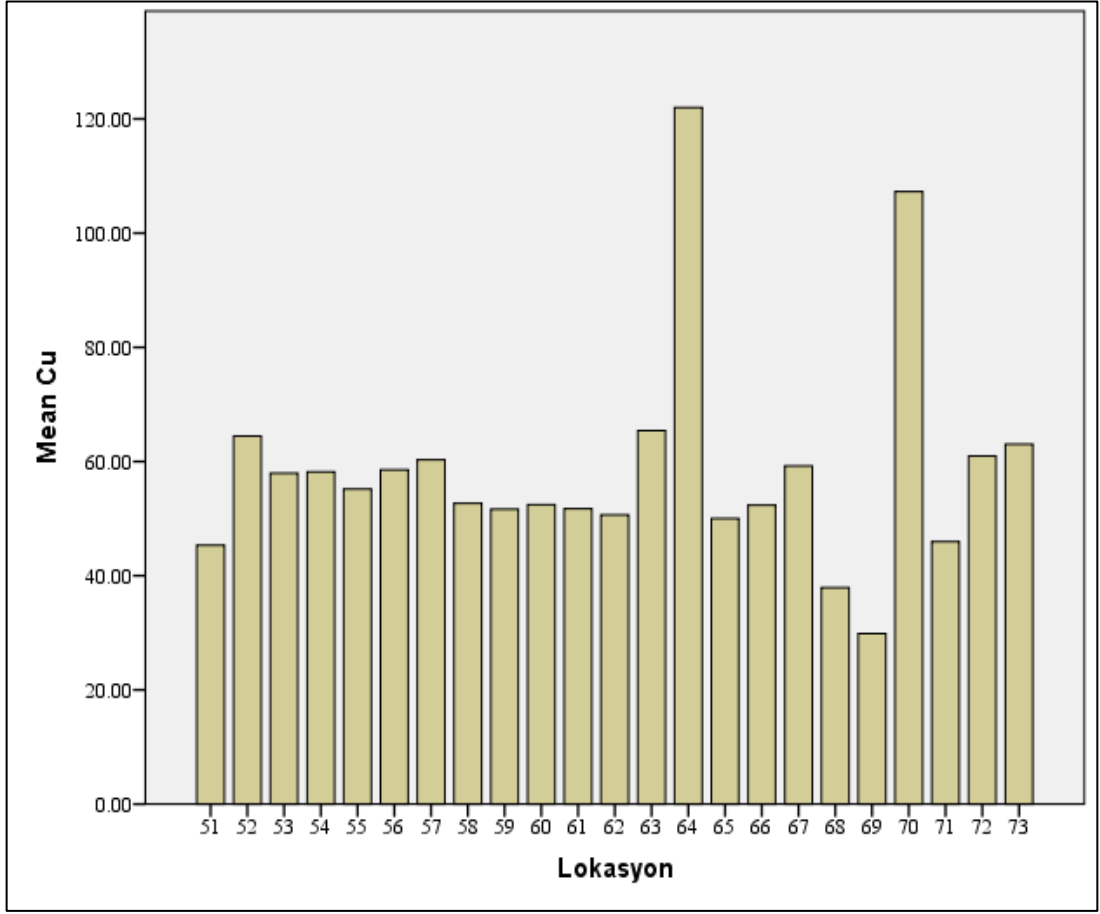
Şekil 4.1 Molibden (Mo) Bar Grafiği

Molibden elementinin örnekleme güzergahı boyuca alınan örneklerde genel itibariyle stabil ve kararlı bir yapıda olduğu görülmüştür (Şekil 4.7). Bu element konsantrasyonunun 51 ve 70 nolu örnekleme noktalarında diğer noktalara nazaran farkedilir miktarda yüksek olduğu görülmüştür. 70 nolu örnekleme noktası şehir kanalizasyon sisteminden kontrolsüz deşarj yapılan noktaya aittir. Bu nedenle Bolaman deresinin genel ağır metal profilini temsil ettiği söylenemez. 51 nolu nokta ise Kabataş ilçesi mansabından alınan, bölge 1' e ait referans noktasına aittir. Bu noktadan itibaren yerleşim birimlerinin, sanayileşmenin ve antropojenik etkinin, molibden konsantrasyonuna etki ettiği söylenemez.

**Çizelge 4.1** Sediment Analiz Sonuçları

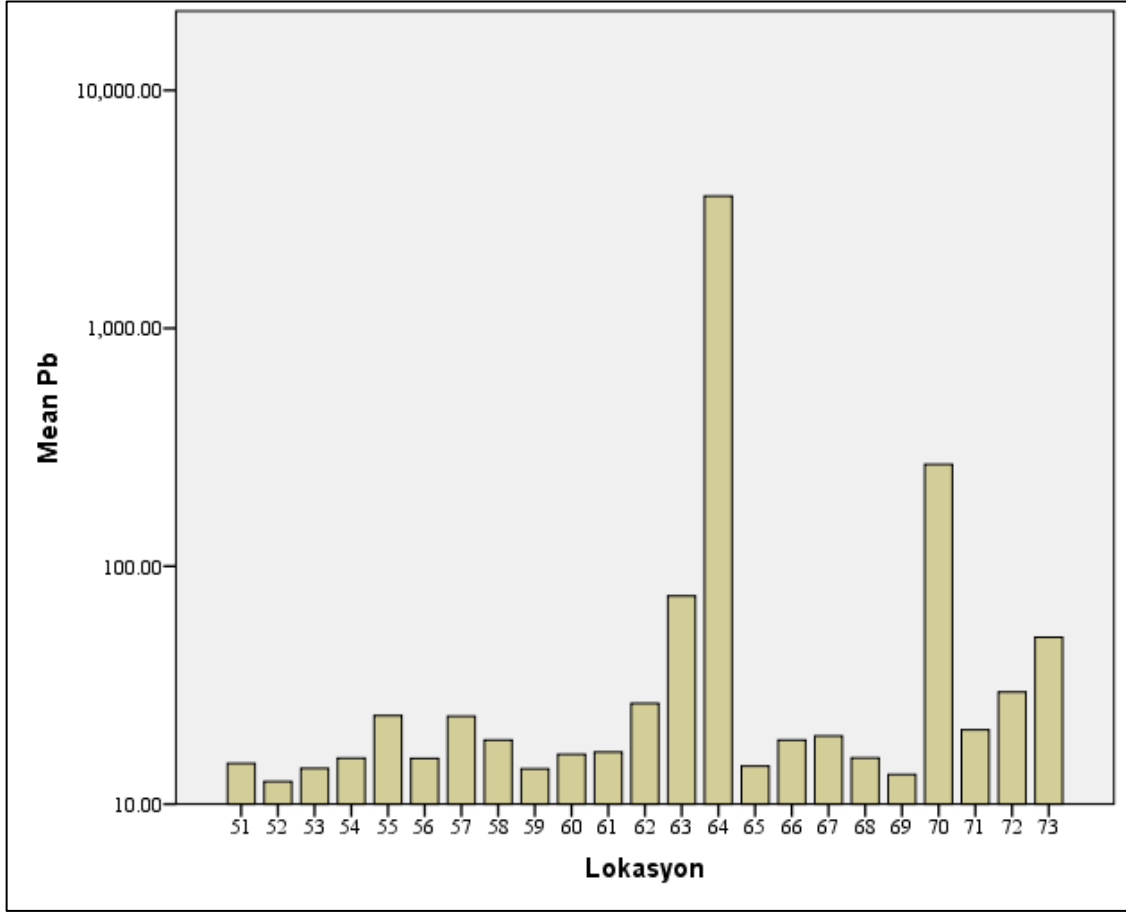
	<b>Mo</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Ni</b>	<b>Co</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>As</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Al</b>	<b>Hg</b>
	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
<b>51</b>	1.47	45.33	14.83	59.2	10.3	10.7	700	43300	16.00	0.06	17	21800	0.011
<b>52</b>	0.82	64.47	12.45	61.6	11.7	18.1	821	40800	5.1	0.09	16.1	28500	0.014
<b>53</b>	0.89	57.97	14.14	64.4	10.8	18.1	873	46400	7	0.08	16.2	28400	0.013
<b>54</b>	0.65	58.18	15.6	75.1	10.3	19.5	944	48400	5.3	0.09	19	27000	0.013
<b>55</b>	0.74	55.16	23.55	92.4	7.7	19.1	1026	47200	141	0.23	8.3	19600	0.034
<b>56</b>	0.65	58.53	15.55	70.2	8.3	18.4	905	41900	7.4	0.12	9.1	23600	0.021
<b>57</b>	0.66	60.31	23.42	89.1	8.6	20.9	1078	50800	13.6	0.19	10.5	25600	0.04
<b>58</b>	0.61	52.69	18.57	75.6	7.7	19.5	1048	40900	9.8	0.18	8.2	23000	0.019
<b>59</b>	0.56	51.64	14.07	70.2	7.1	18.2	819	39700	6.1	0.14	8.8	26600	0.015
<b>60</b>	0.41	52.42	16.19	67.7	9.8	18.4	1171	40000	5.6	0.17	12.8	27000	0.017
<b>61</b>	0.63	51.74	16.54	81.3	8.3	18.7	923	42600	7.9	0.14	10	24300	0.017
<b>62</b>	0.54	50.67	26.53	68.7	7.3	16.9	875	36600	6.7	0.18	6.8	24500	0.023
<b>63</b>	0.63	65.4	74.89	337.5	9.4	21	1039	52800	8.2	0.56	18	27200	0.035
<b>64</b>	0.97	121.99	3590.53	1872.7	16.6	17.9	633	40300	7.1	10.54	26.7	26800	0.065
<b>65</b>	0.55	50.01	14.46	69.8	8.1	18.7	907	40300	6.3	0.15	9.5	26700	0.017
<b>66</b>	0.48	52.36	18.57	73.5	9.9	19.2	1124	40800	6.6	0.22	15.9	28500	0.025
<b>67</b>	0.59	59.22	19.32	83.2	12	20.6	1102	44300	7.7	0.2	19.2	31600	0.026
<b>68</b>	0.69	37.91	15.63	83.9	9.9	17.6	884	50300	8	0.09	19.4	20800	0.021
<b>69</b>	0.69	29.88	13.33	84.3	12.5	16.3	978	49800	8.1	0.11	24.5	20000	0.012
<b>70</b>	1.78	107.28	267.7	357	32.5	10.8	459	28000	4.7	0.41	31	18500	0.595
<b>71</b>	0.59	45.98	20.51	156.8	11.4	19.3	806	45900	5.6	0.12	22.5	23300	0.015
<b>72</b>	0.37	60.97	29.61	240.4	10.8	24.2	968	43000	5.8	0.23	9.7	33800	0.016
<b>73</b>	1.05	63.02	50.32	244	14.2	23.6	1062	62900	7	0.23	28.9	26500	0.018





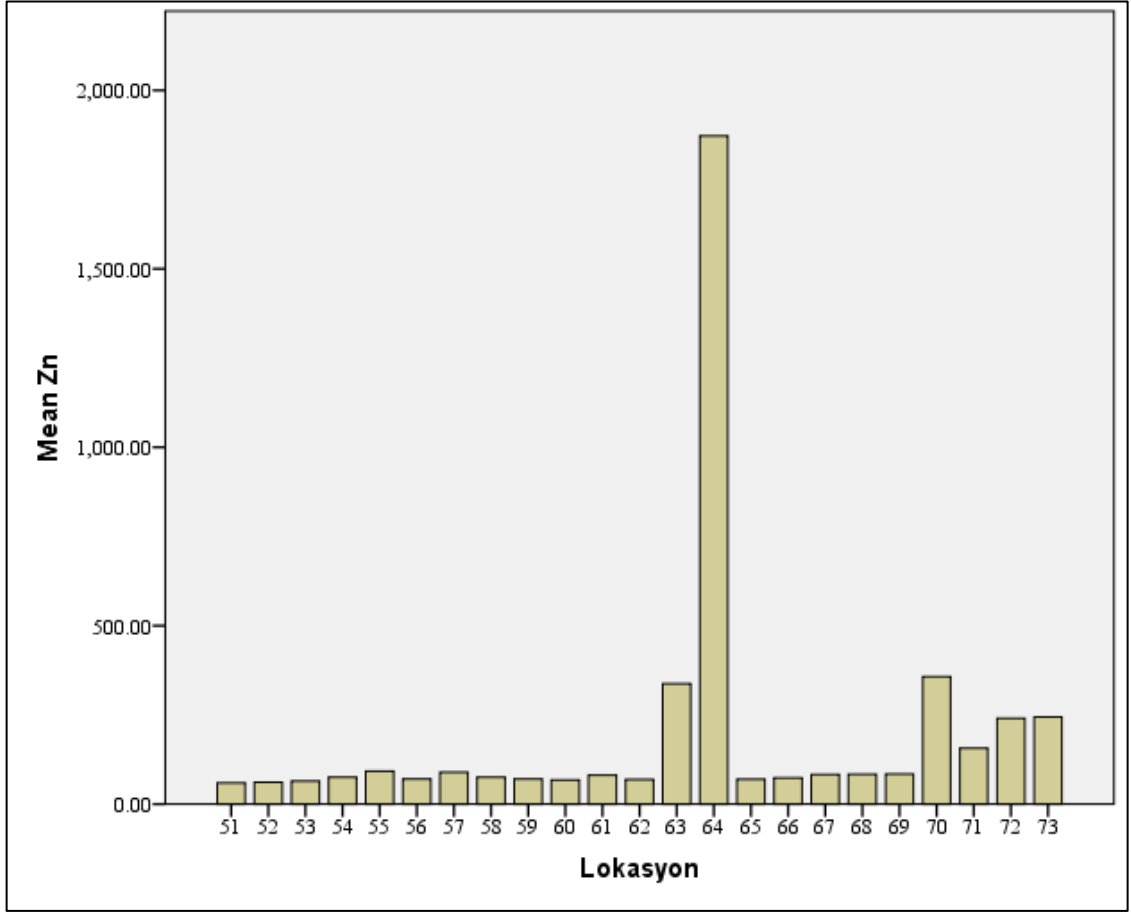
**Şekil 4.2** Bakır (Cu) Bar Grafiği

Bakır elementinin, 64 nolu örnekleme noktasında yüksek değerler gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.2). Bu nokta dere havzasını yansıtan bölge değildir. Bölgede yer alan organize sanayi bölgesi atık sularının kontrolsüzce deşarj edildiği noktayı temsil etmektedir. Bu noktada birikim gerçekleşmiş, sonrasında yer alan bölgelere sirayet etmemiştir. Elde edilen değerlere ait bar grafiğinden de anlaşılacağı üzere, bakır değeri, havza boyunca birbirine yakın değerlerde gözlenmiştir.



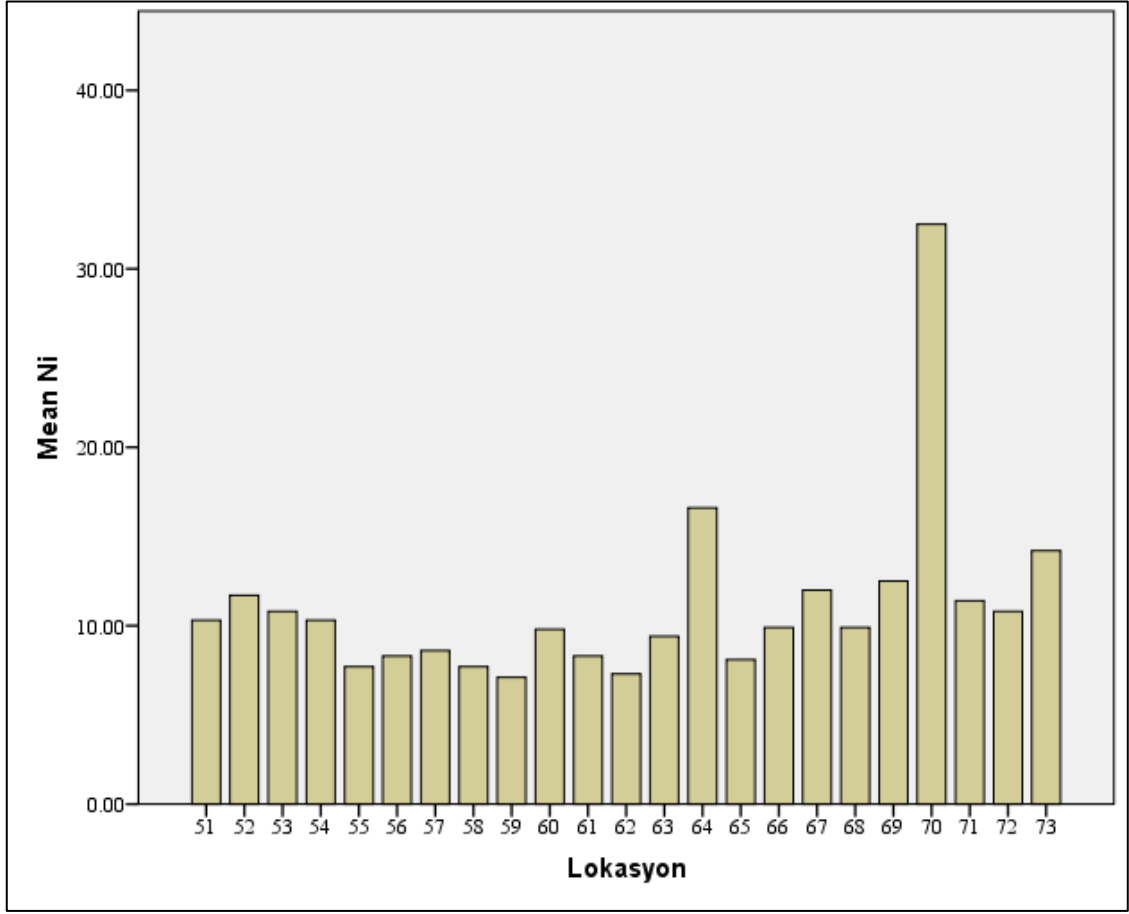
**Şekil 4.3** Kurşun (Pb) Bar Grafiği

Kurşun elementi, örnekleme güzergahı boyunca kararlı bir seviye göstermiştir (Şekil 4.3). Fakat grafikte de görüleceği üzere 64 nolu örnekleme noktasında oldukça yüksek değerler okunmuştur. Bu değerler ekseriyetle diğer parametrelerde de olduğu gibi organize sanayi bölgesi atık sularından kaynaklanmaktadır. Kurşunun dere yatağı boyunca, örnekleme noktasının mansab kısmına sirayet etmediği, ilgili bölgede birikim oluşturduğu gözlenmiştir. Kurşun elementinin bir diğer yüksek görüldüğü nokta sie 70. Nolu örnekleme noktasıdır. Bu noktada şehir kanalizasyon atık sularının kontrolsüzce deşarj edildiği, Bolaman köprüsünün altında yer alan lokasyondur. İlgili bölgede birikim oluşturduğu görülmektedir. Her ne kadar bu iki noktada birikim oluşturmuş olsa bile dere yatağında meydana gelebilecek sel olaylarında deniz ortamına ve deşarj noktalarının mansabında yer alan alanlara kirlilik etkisi ihtiva edeceği aşıkardır.



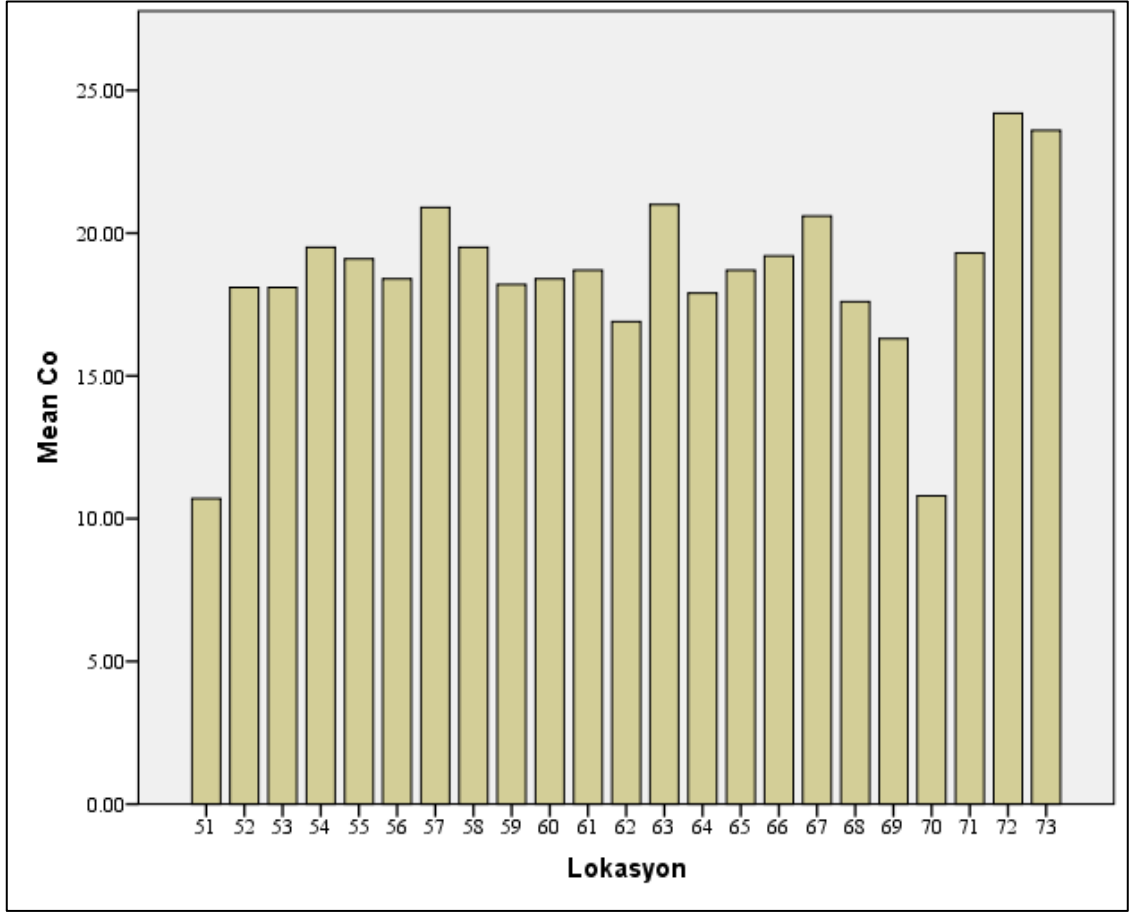
**Şekil 4.4** Çinko (Zn) Bar Grafiği

Çinko elementinin, örnekleme güzergahı boyunca kararlı bir birikim oluşturduğu gözlenmiştir (Şekil 4.4). Bu birikim miktarlarının pik yaptığı noktalar özellikle organize sanayi bölgesi atık suların deşarj edildiği noktada yüksek seyrettiği ve şehir kanalizasyon deşarjının olduğu noktada ise genel birikim miktarına göre fazla olduğu görülmektedir. Şehir kanalizasyon deşarjının yapıldığı 70 nolu örnekleme noktasının mansab kısmında yer alan ve genel itibariyle deniz ortamına tekabül eden 71, 72, ve 73 nolu örnekleme noktalarının ise bu birikimden etkilendiği söylenebilir. 63 nolu örnekleme noktasındaki birikim miktarının yüksek görülmesinin sebinin ise yine organize sanayi bölgesinden yapılan müstakil deşarjlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



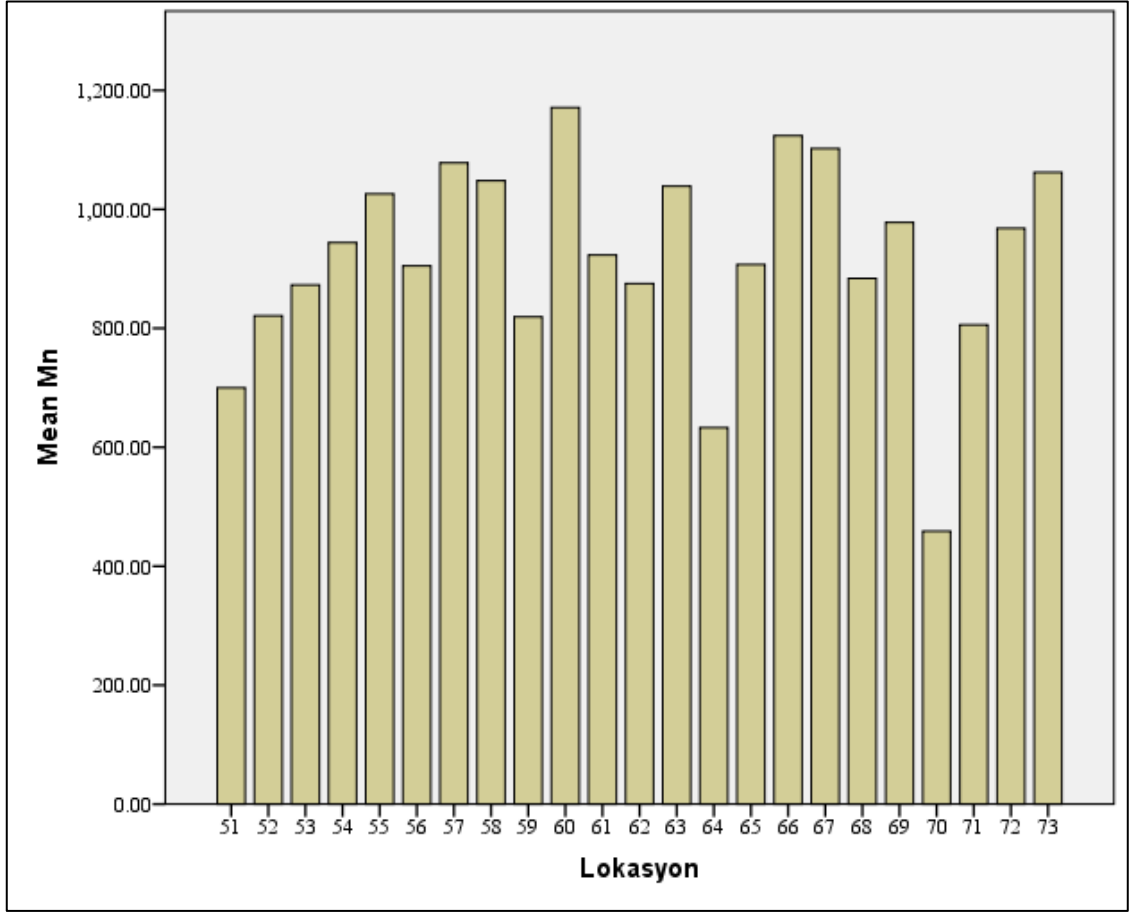
**Şekil 4.5** Nikel (Ni) Bar Grafiği

Nikel elementi için yapılan analizler sonucu elde edilen veriler, bar grafiğinde gösterildiğinde, örnekleme güzergahı boyunca kararlı birikim gerçekleştirdiği görülmektedir (Şekil 4.5). Genel itibariyle diğer elementler de görülen, özellikle 70 nolu örnekleme noktasında ve sonrasında da 64 nolu örnekleme noktasında, farkedilir bir elementel birikim oluştuğu tespit edilmiştir. Bu noktalar bilindiği üzere şehir şebeke kanalizasyon sularının kontrolsüz deşarj edildiği nokta (70 nolu örnekleme noktası) ve organize sanayi bölgesi atık sularının kontrolsüz deşarj edildiği (64 nolu örnekleme noktası) noktalarıdır.



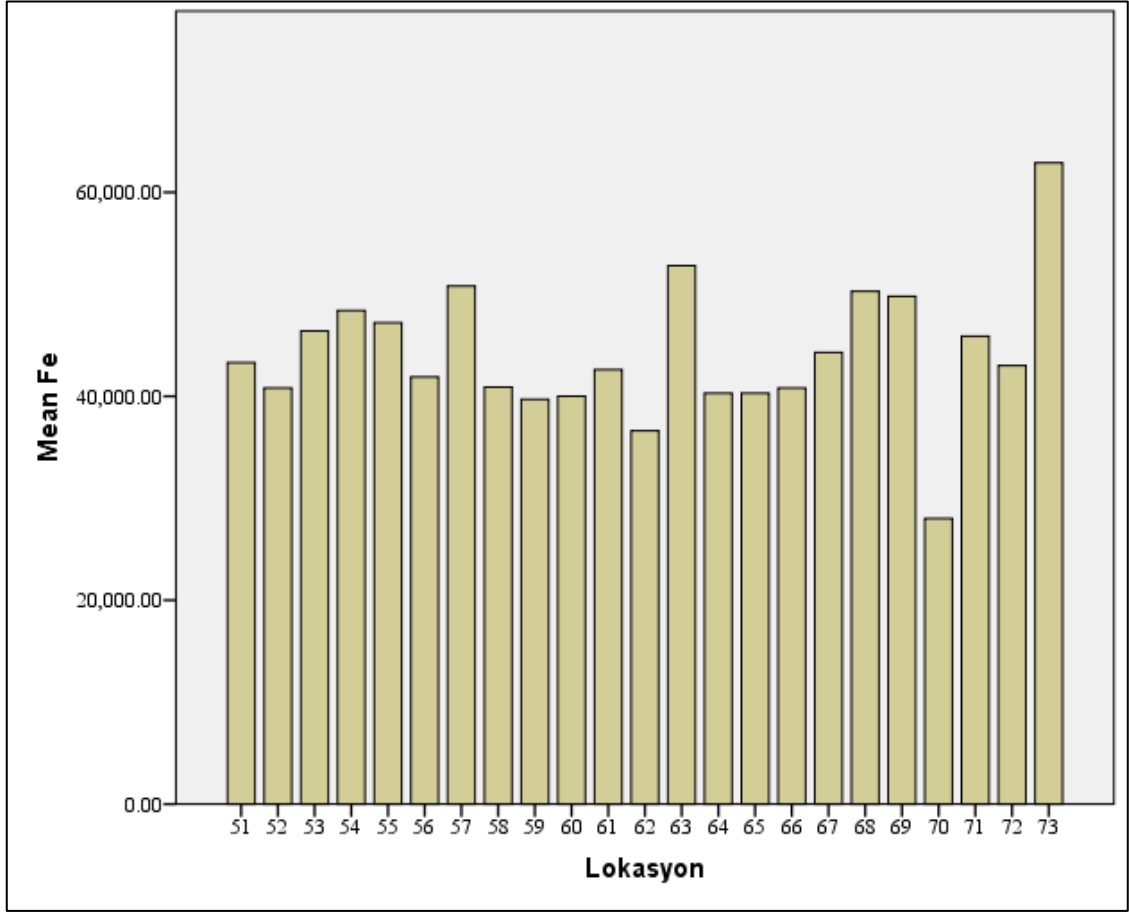
**Şekil 4.6** Kobalt (Co) Bar Grafiği

Kobalt elementinin, örnekleme güzergahı boyunca kararlı bir birikim seyrettiği görülmektedir (Şekil 4.6). İlk örnekleme noktası ve referans noktası olarak belirlenen 51 nolu örnekleme noktasında düşük konsantrasyon görülmektedir. Bu noktanın mansabında kalan örnekleme noktalarında kobaltın, gerek antropojenik etkilerden gerekse litolojik yapıdan etkilendiği düşünülmektedir.



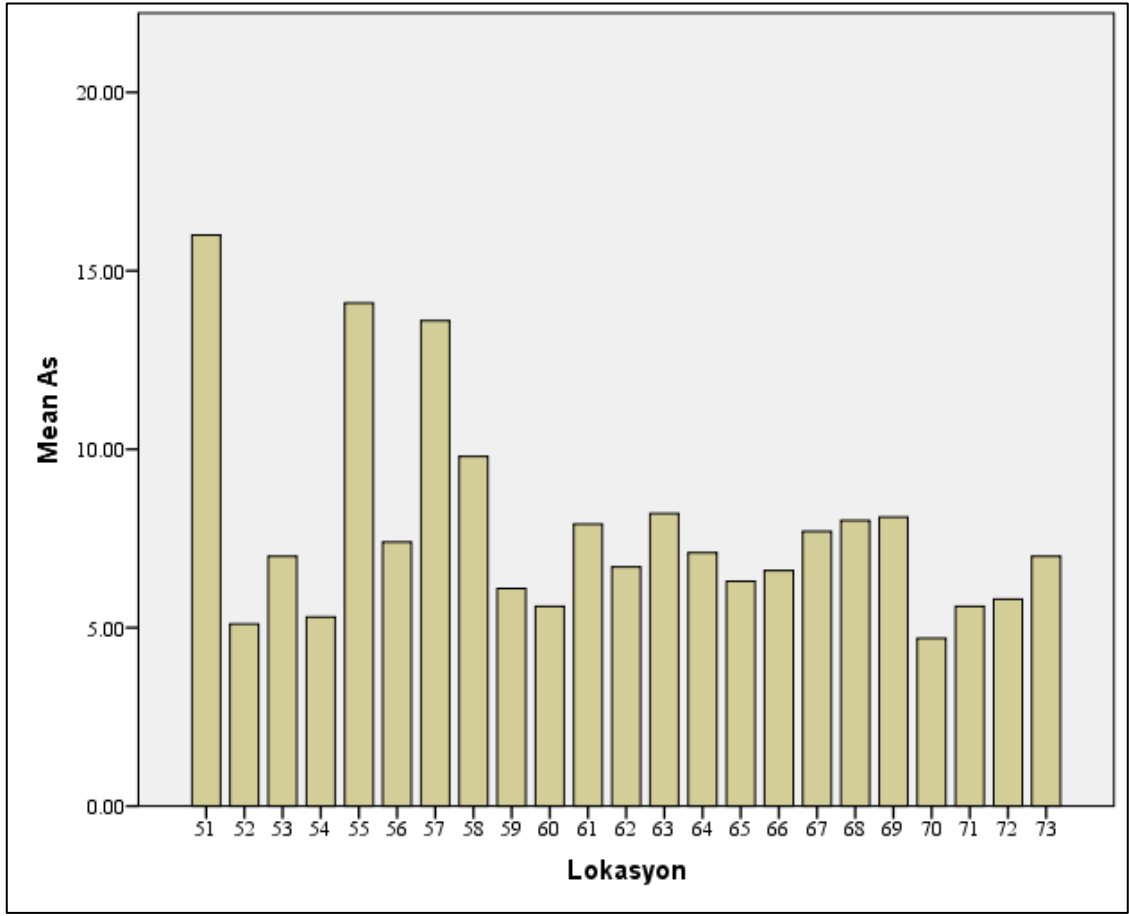
**Şekil 4.7** Mangan (Mn) Bar Grafiği

Mangan elementinin örnekleme güzergahı boyunca kararlı bir birikim oluşturduğu gözlenmektedir (Şekil 4.7). 64 nolu örnekleme noktası organize sanayi bölgesi atık suları deşarj noktası, 70 nolu örnekleme noktası ise şehir şebeke atık sularının deşarj edildiği noktalar olduğundan, dere havzasını temsil ettiği söylenemez. Noktalardaki düşük değerler atık suda mangan elementinin düşük konsantrasyonda seyrettiği yönünde izah edilebilir.



**Şekil 4.8** Demir (Fe) Bar Grafiği

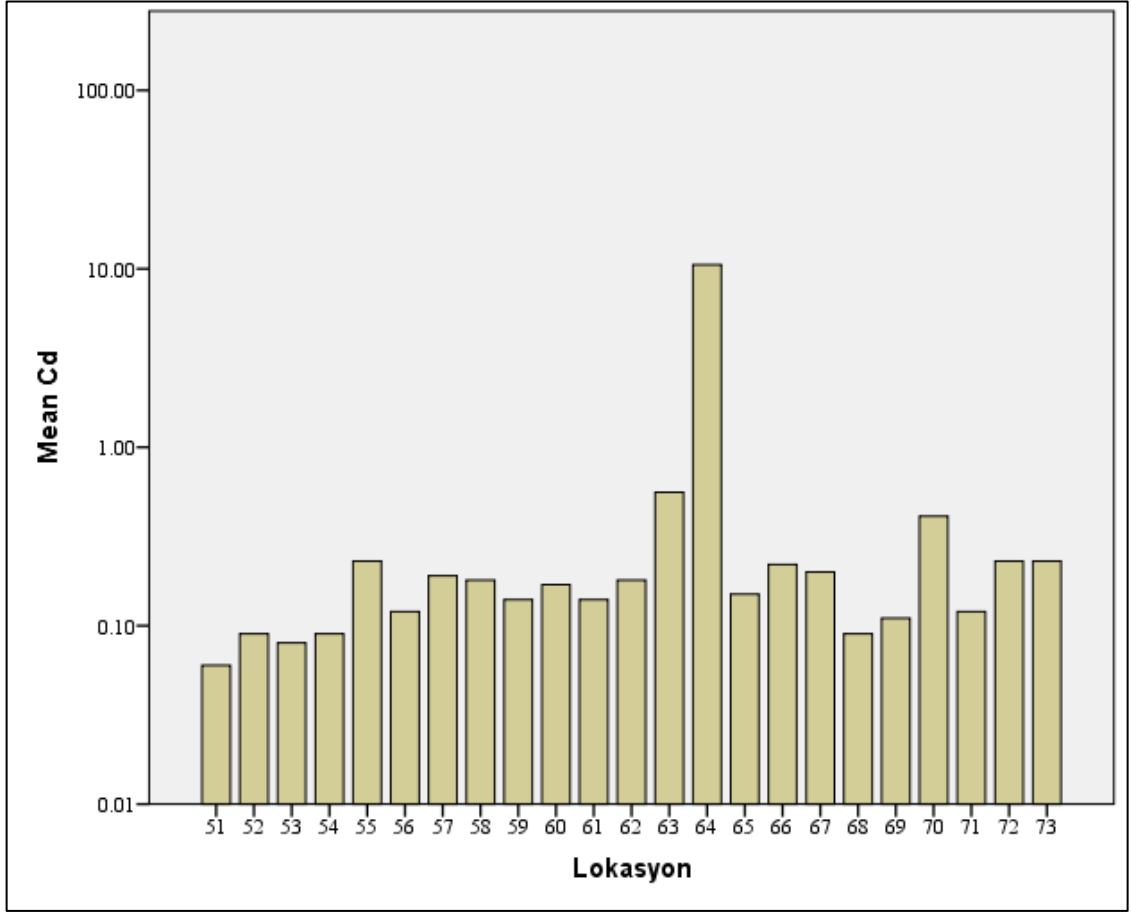
Demir elementi, örnekleme güzergahı boyunca kararlı birikim oluşturmuştur (Şekil 4.8). Gözlenen birikimin dere havzasının geçtiği kayaç yapısından oluştuğu söylenebilir. 70 nolu örnekleme noktasındaki düşük konsantrasyonlar, şehir şebeke atık sularında düşük miktarda demir konsantrasyonu bulunduğuna işaret etmektedir. 73 nolu örnekleme noktasındaki farkedilir yükselişin ise organize sanayi bölgesinden yapılan diğer kılcal kontrolsüz deşarjlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



**Şekil 4.9** Arsenik (As) Bar Grafiği

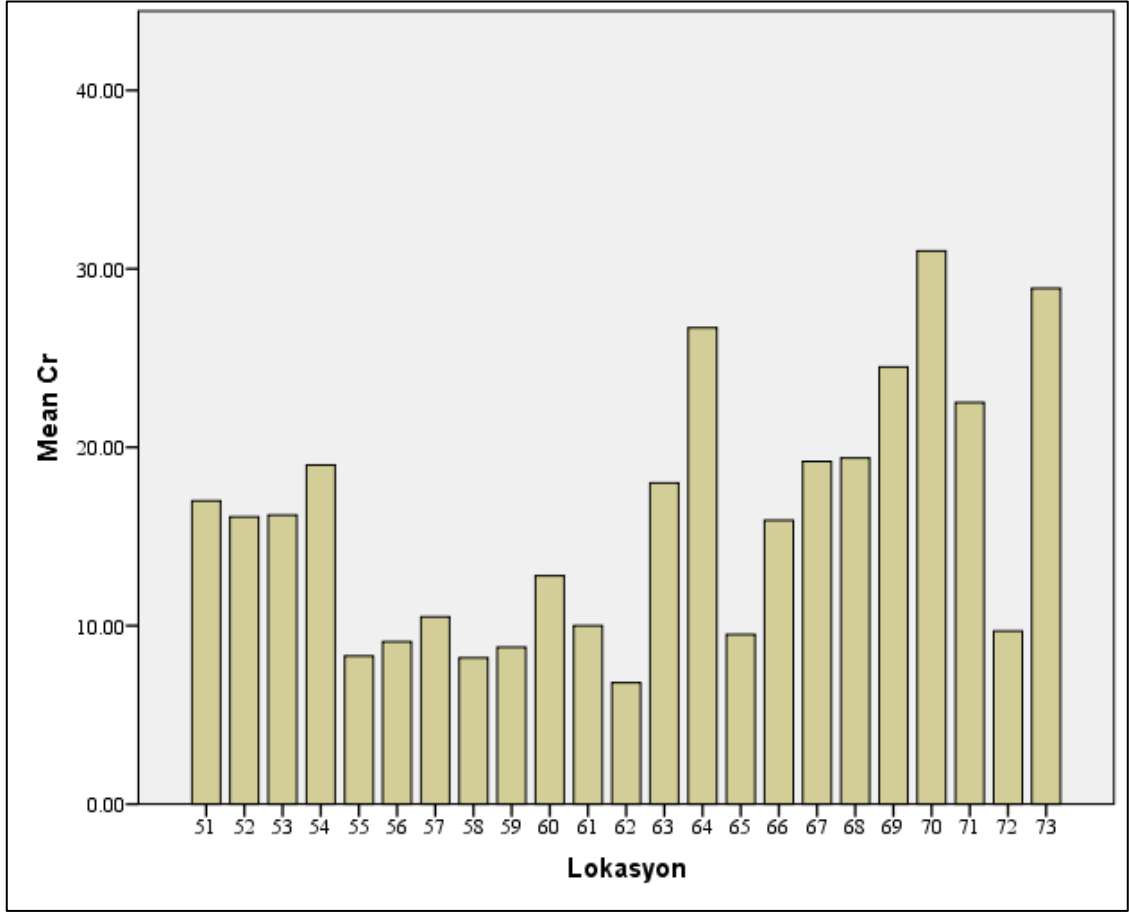
Arsenik elementi, örnekleme güzergahı boyunca kararlı birikim oluşturmuştur (Şekil 4.9). Bölge-1' e ait referans noktası olan yüksek birikimin ise antropojenik etkiden ziyade, bölgenin kayaç yapısından kaynakladığı düşünülmektedir. Zira 51 nolu örnekleme noktasının mansabında kalan, özellikle 55, 57 ve 58 nolu örnekleme noktalarının bu kayaç yapısından kısmen etkilendiği ve sonrasında değişen yapı münasebetiyle kararlı bir birikim oluşturduğu gözlenmiştir. Bölge 2 itibariyle antropojenik etkinin, endüstriyel yapı ve sanayi kuruluşlarının arsenik birikimine sebebiyet vermediği söylenebilir.





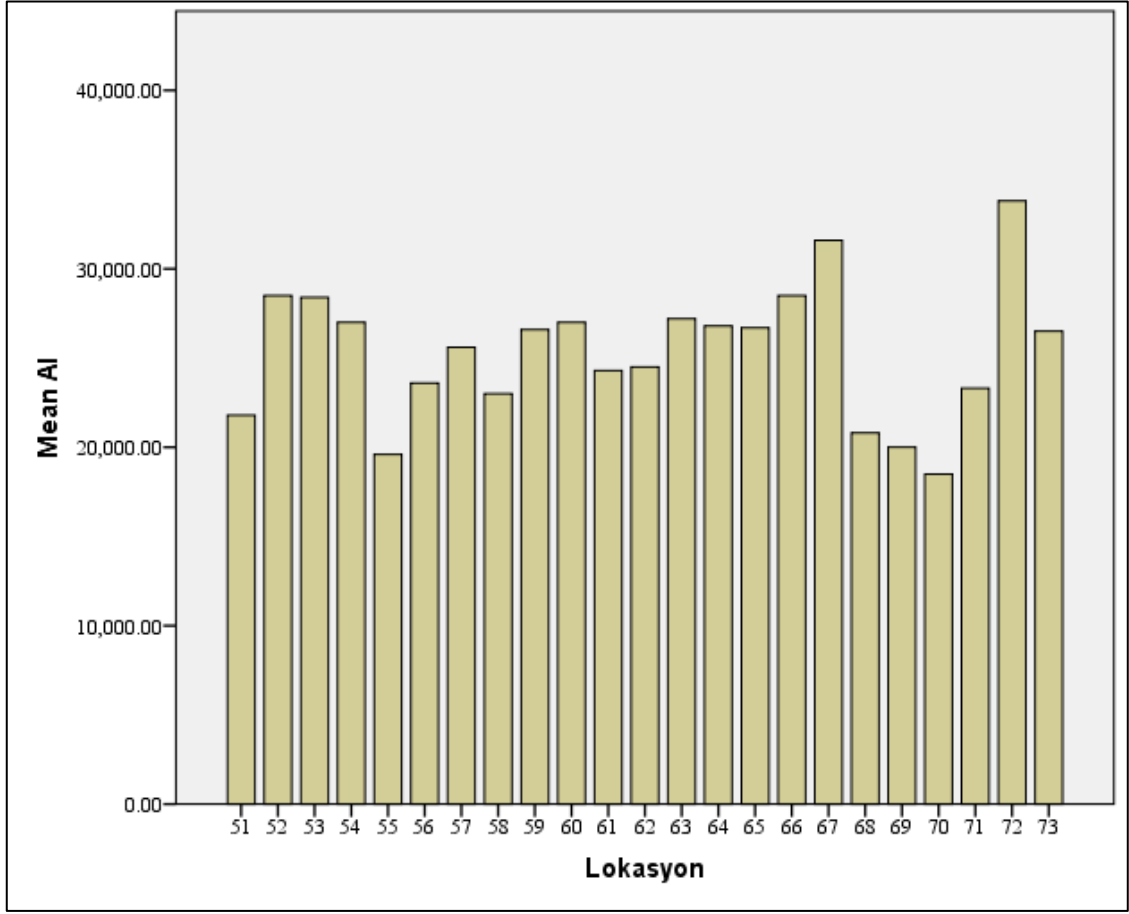
**Şekil 4.10** Kadmiyum (Cd) Bar Grafiği

Kadmiyum elementinin örnekleme güzergahı boyunca kararlı birikim oluşturduğu görülmektedir (Şekil 4.10). 64 nolu örnekleme noktasındaki yüksek konsantrasyonun, organize sanayi bölgesi atık sularından kaynaklandığı görülmektedir. Bu birikimin, deşarj noktasının mansap kısmına dere havzasının genel konsantrasyon değerlerine fazlaca etki etmediği görülmektedir.



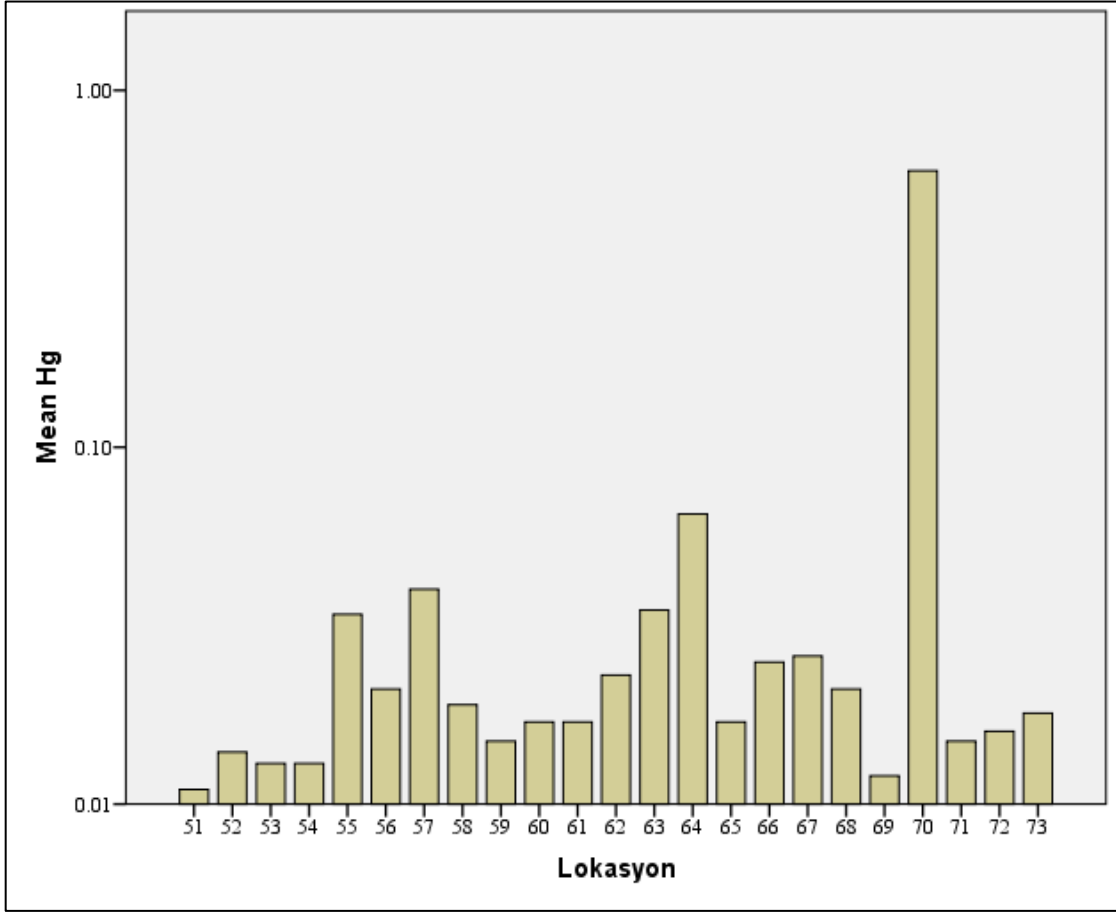
**Şekil 4.11** Krom (Cr) Bar Grafiği

Krom elementinin örnekleme güzergahının Bölge-1 kısmında kararlılık gösterdiği söylenebilir (Şekil 4.11). Fakat Bölge-2 örnekleme güzergahında özellikle organza sanayi bölgesinin neden olduğu atık su deşarjlarından etkilenim söz konusudur. Ayrıca şehir şebeke atık su deşarjının yapıldığı 70 nolu örnekleme noktasında da yüksek konsantrasyonlar görülmektedir. Özellikle Bölge-2 örnekleme noktasının derenin denize deşarj olduğu noktaya yakın olmasının, bu birikimin deniz ortamında olumsuz sonuçlara neden olabileceği söylenebilir.



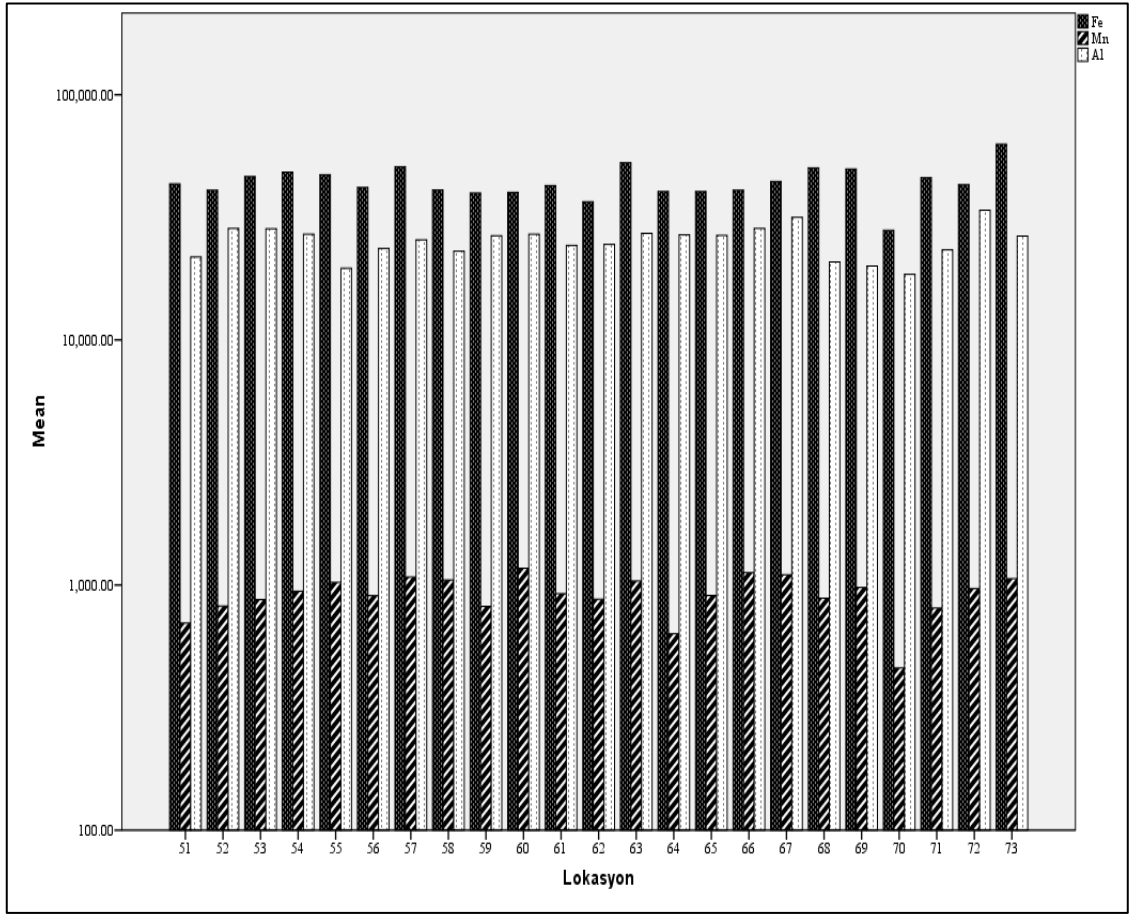
**Şekil 4.12** Alüminyum (Al) Bar Grafiği

Alüminyum elementi örnekleme güzergahı boyunca kararlı bir birikimle seyrettiği söylenebilir (Şekil 4.12). Özellikle Bölge-2 örnekleme noktalarında diğer noktalara nazaran kısmen yüksek konsantrasyonlar görülmesi, organize sanayi bölgesinin etkisi olarak yorumlanabilir.



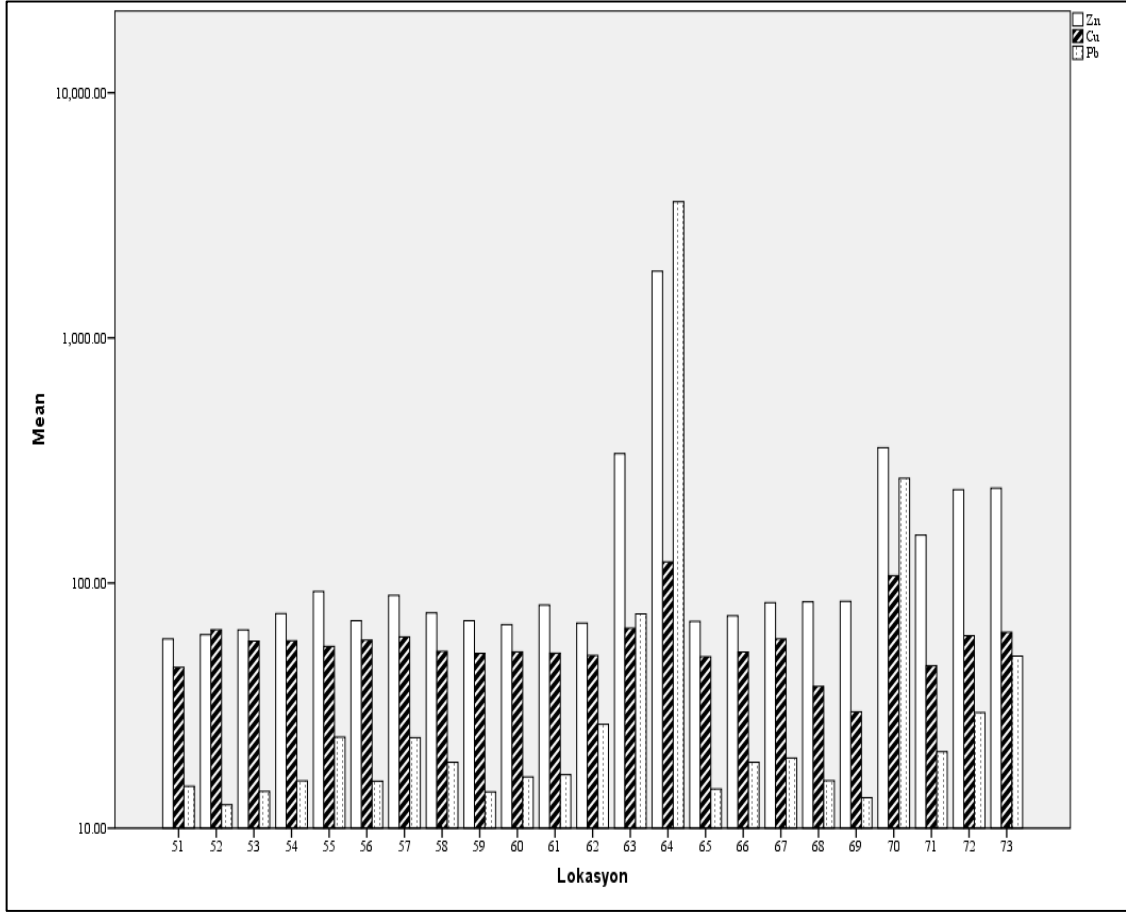
**Şekil 4.13** Civa (Hg) Bar Grafiği

Civa elementinin örnekleme güzergahı boyunca kayaç yapısından ziyade andropojenik etkilerden dolayı birikim yaptığı düşünülmektedir (Şekil 4.13). Bölge-1 örnekleme güzergahında görülen konsantrasyonlar kısmen kararlı bir yapıda olmasına rağmen, özellikle Bölge-2 örnekleme noktalarından, 64 ve 70 nolu örnekleme noktalarının kontrolsüz deşarjlardan kaynaklanan bir birikime sebebiyet verdiği görülmektedir. Şehir şebeke atık sularının kontrolsüz deşarj edildiği 70 nolu örnekleme noktasında görülen birikim miktarı normal değerlerin çok üzerindedir.



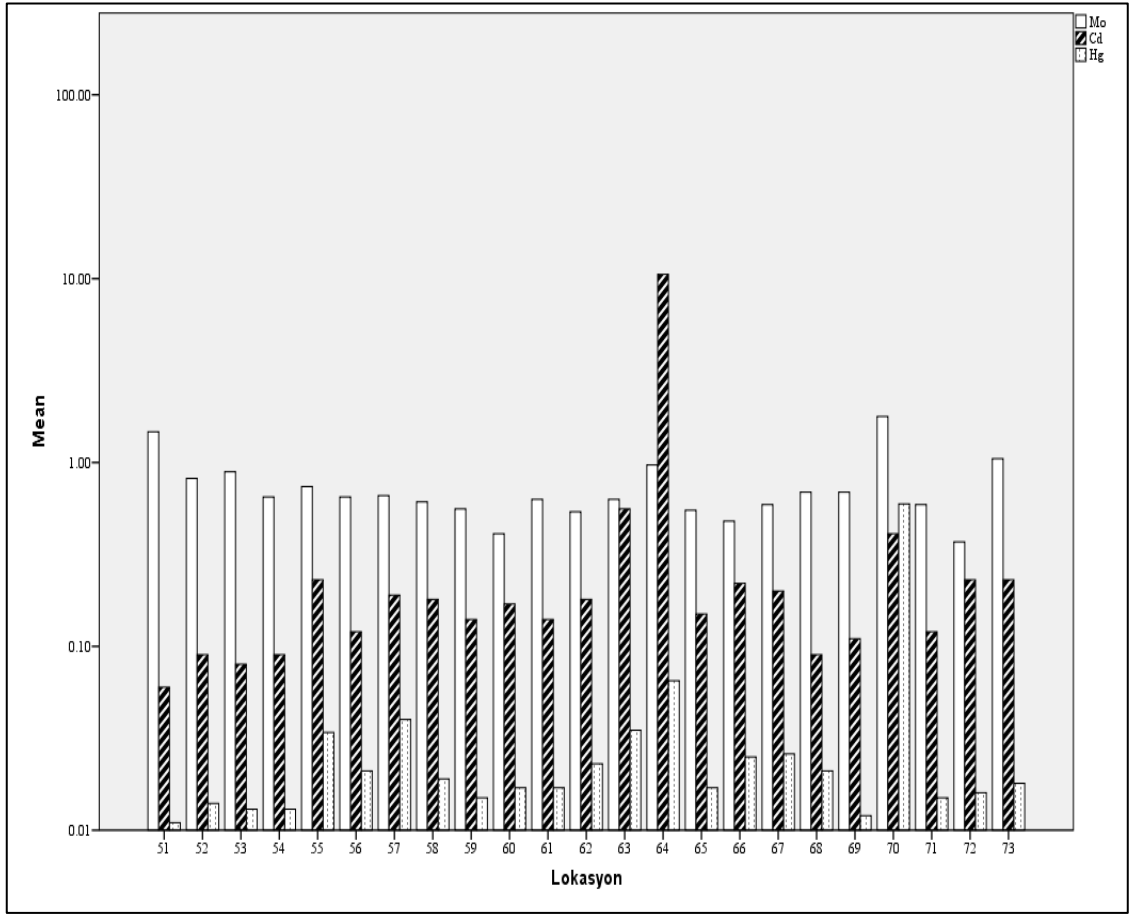
**Şekil 4.14** Demir (Fe), Mangan (Mn), Alüminyum (Al) Karşılaştırmalı Bar Grafiği

Demir, mangan ve alüminyum birikimlerine ait karşılaştırmalı bar grafiğinde (Şekil 4.14), kararlı bir birikim olduğu görülmektedir. Bu üç elementin dere havzası boyunca kararlı olduğu fakat dere havzasını karşılamayan 70 nolu örnekleme noktasında düşük değerler seyrettiği görülmektedir.



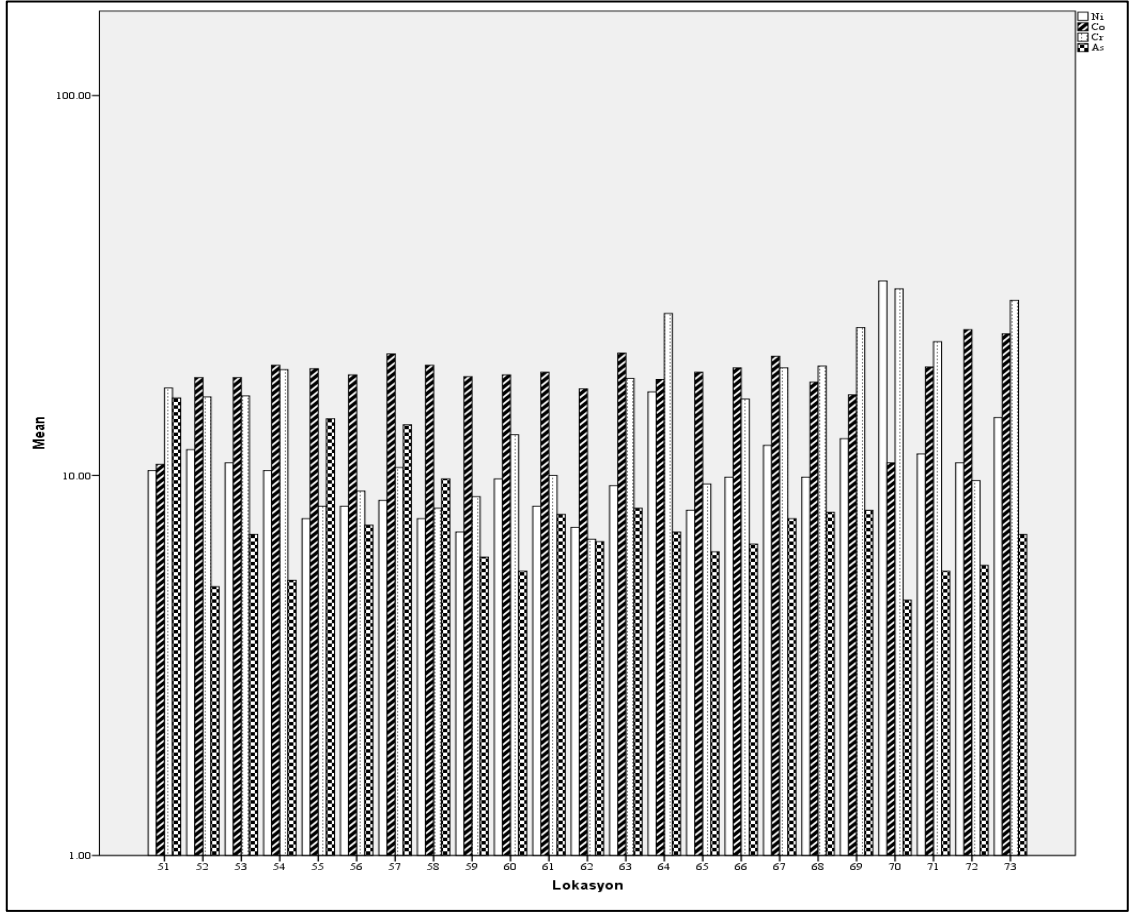
**Şekil 4.15** Çinko (Zn), Bakır (Cu), Kurşun (Pb) Karşılaştırmalı Bar Grafiği

Çinko, bakır ve kurşun elementlerinin birikimlerinin değerlendirildiği bar grafiğinde (Şekil 4.15), havza boyunca kararlı bir birikim gerçekleştiği fakat kontrolsüz olarak andropojenik ve sanayi deşarjlarının yapıldığı 64 ve 70 nolu örnekleme noktalarında kritik miktarlarda birikimlerin oluştuğu görülmektedir.



**Şekil 4.16** Molibden (Mo), Kadmiyum (Cd), Civa (Hg) Karşılaştırmalı Bar Grafiği

Molibden, kadmiyum ve civa birikimlerinin değerlendirildiği bar grafiğinde (Şekil 4.16) ise kararlı bir birikimin olduğu fakat 64 nolu örnekleme noktasında civa birikiminin dramatik olarak yükseldiği görülmektedir. Bu durumun deniz ortamına ve canlı yaşamına olumsuz yönde etkisinde bulunacağı aşikardır.



**Şekil 4.17** Nikel (Ni), Krom (Cr), Kobalt (Co), Arsenik (As) Karşılaştırmalı Bar Grafiği

Nikel, krom, kobalt ve arsenik elementlerinin karşılaştırıldığı bar grafiğinde (Şekil 4.17), elementel birikimin kobalt elementinde diğer elementlere göre daha fazla gerçekleştiği, sonrasında krom birikimi, arsenik birikimi ve nikel birikimi olarak sıralabileceği söylenebilir. Özellikle 70 nolu örnekleme noktasında nikel ve krom elementlerinin birikimlerinin diğer örnekleme noktalarına göre dikkat çekici miktarlarda olduğu görülmektedir.



**Çizelge 4.2** Sediment Değerlendirme Sonuçları

	<b>Mo</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Ni</b>	<b>Co</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>As</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Al</b>	<b>Hg</b>
<b>Ref.</b>	1.47	45.33	14.83	59	10.3	10.7	700	43300	16	0.06	17	21800	0.011
<b>PEL</b>		197	91.30	315	36				17	3.5	90		0.49
<b>ERM</b>		390	110	270	50				85	9	145		1.3
<b>TEL</b>		35.7	35	123	18				5.9	0.6	37.3		0.17
<b>ERL</b>		70	35	120	30				33	5	80		0.15
<b>Genel</b>													
Ort.	0.71	59.45	195.98	200	11.13	18.86	929.32	44217.39	7.44	0.6	15.96	25373.91	0.05
Cf	0.48	1.31	13.21	3.3	1.08	1.76	1.33	1.02	0.47	10	0.94	1.16	4.28
Cd							41.40						
mCd							3.18						
EF	0.41	1.13	11.35	2.9	0.93	1.51	1.14	0.88	0.40	9.42	0.81	1	3.67
Igeo	-1.64	-0.19	3.14	1.1	-0.472	0.233	-0.176	-0.555	-1.689	2.86	-0.676	-0.366	1.511
PLI							2.09						
PERF		6.56	66.07	3.3	5.40		1.33		4.65	328	1.88		171
PERI							589.21						
<b>1.Böl</b>													
Ort.	0.71	55.73	22.03	93	9.02	18.27	940.15	43953.85	8.68	0.17	12.37	25161.54	0.02
Cf	0.48	1.23	1.49	1.5	0.88	1.71	1.34	1.02	0.54	2.83	0.73	1.15	1.91
Cd							16.88						
mCd							1.3						
EF	0.42	1.07	1.29	1.37	0.76	1.48	1.16	0.88	0.47	2.45	0.63	1	1.65
Igeo	-1.635	-0.29	-0.01	0.07	-0.776	0.187	-0.16	-0.56	-1.46	0.92	-1.04	-0.378	0.348
PLI							1.37						
PERF		6.15	7.43	1.58	4.38		1.34		5.43	85	1.46		76.36
PERI							189.12						

**Çizelge 4.2 Sediment Değerlendirme Sonuçları (devamı)**

	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
<b>2. Böl</b>													
Ort.	0.63	49.92	22.72	129	11.10	19.94	978.88	47162.50	6.89	0.1	18.70	26400	0.02
Cf	0.43	1.10	1.53	2.19	1.08	1.86	1.40	1.09	0.43	2.3	1.10	1.21	1.73
Cd							17.79						
mCd							1.38						
EF	0.35	0.91	1.27	1.81	0.89	1.54	1.15	0.90	0.36	2.3	0.91	1	1.43
Igeo	-1.82	-0.45	0.03	0.54	-0.48	0.31	-0.10	-0.46	-1.80	0.9	-0.45	-0.31	0.20
PLI							1.43						
PERF		5.51	7.66	2.19	5.39		1.40		4.31	85	2.20		69.09
PERI							182.74						
<b>64.Lk</b>													
Snç	0.97	121.99	3590.53	187	16.6	17.9	633	40300	7.10	10	26.70	26800	0.07
Cf	0.66	2.69	242.11	3.6	1.61	1.67	0.90	0.93	0.44	175	1.57	1.23	5.91
Cd							467.04						
mCd							35.93						
EF	0.54	2.19	196.94	25.7	1.31	1.36	0.74	0.76	0.36	142	1.28	1	4.81
Igeo	-1.18	0.84	7.33	4.40	0.10	0.16	-0.73	-0.69	-1.76	6.8	0.07	-0.29	1.98
PLI							4.52						
PERF		13.46	1210.56	3.6	8.06		0.90		4.44	527	3.14		236.36
PERI							6778.6						
<b>70. Lk</b>													
Snç	1.78	107.28	267.70	357	32.50	10.80	459	28000	2.80	4.7	0.41	18500	0.60
Cf	1.21	2.37	18.05	6.03	3.16	1.01	0.66	0.65	0.18	78	0.02	0.85	54.09
Cd							166.6						
mCd							12.82						
EF	1.43	2.79	21.27	7.11	3.72	1.19	0.77	0.76	0.21	92	0.03	1	63.74
Igeo	-0.31	0.66	3.59	2.01	1.07	-0.57	-1.19	-1.21	-3.10	5.7	-5.96	-0.82	5.17
PLI							2.44						
PERF		11.83	90.26	6.03	15.78		0.66		1.75	235	0.05		2163.6
PERI							4639.9						

Yapılan sediment değerlendirme hesaplamaları çizelge 4.2' de görülmektedir. Sediment değerlendirme hesaplamaları 4 bölgede incelenmiştir. Bölge-1, organize sanayi atık sularının deşaj edildiği noktanın üzeri, Bölge-2 organize sanayi bölgesinin atık su deşarjlarından sonraki kısmı temsil etmektedir. Bunun yanı sıra, müstakil deşarjlar olan 64 ve 70 nolu örnekleme noktaları da ayrıca bölge olarak değerlendirilmiş ve sediment değerlendirme hesaplamaları bu doğrultuda şekillendirilmiştir. Aynı zamanda, sediment değerlendirme yöntemleri hesaplamalarında örnekleme noktalarının tamamı da incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Elde edilen kontaminasyon faktörü değerlerine bakıldığında, yapılan örnekleme noktalarının tamamına ait değerlendirmelerin kurşun elementi üzerinde,  $C_f^I \geq 6$  aralığını sağlayacak seviyede çıkması nedeniyle, yüksek elementel birikim ihtiva ettiği görülmektedir. Bunun haricinde civa değerinin de  $3 \leq C_f^I < 6$  aralığında olması, göz ardı edilemeyecek bir birikim oluşturduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca kadmiyum birikimine ait kontaminasyon faktörü de  $C_f^I \geq 6$  seviyesinde hesaplanmış, risk teşkil edebilecek bir birikim oluştuğu değerlendirilmiştir. Diğer elementlerin birikimlerine ait kontaminasyon faktörlerinin genel itibariyle kabul edilebilir seviyelerde olduğu hesaplanmıştır. Mısır' ın Bahr El-Bakar bölgesinde yapılan çalışmada da kurşun değerinin bu çalışmada, olduğu gibi  $3 \leq C_f^I < 6$  seviyesinin üzerinde olduğu görülmektedir (Abdelal, 2022).

Bolaman deresi bölgesinin yakınlarında bulunan elekçi deresi bölgesinde yapılan çalışmada bölge lokasyonlara ayrılmış ve lokasyon10 olarak adlandırılan bölgede kurşun değerinin riskli birikim oluşturma aralığında olduğu görülmüştür (Aydın ve Tunca, 2022). Yine bu çalışmanın tüm lokasyonlarındaki kurşun kontaminasyonunun ortalamasına bakıldığında ise  $3 \leq C_f^I < 6$  aralığında, göz ardı edilemeyecek seviyede bir birikim oluştuğu görülmektedir. Bölgeye yakın lokasyonda gerçekleştirilen bu çalışmada aynı zamanda arsenik birikiminin  $C_f^I \geq 6$  seviyesini sağlayacak miktarda olduğu görülmektedir. Bolaman deresinde tespit edilen arsenik birikimine ait kontaminasyon faktörü seviyesi ise  $C_f^I < 1$  aralığında kalmıştır. Diğer elementlere ait birimlerin kontaminasyon faktörlerine bakıldığında her iki lokasyon arasında arsenik, molibden ve civa birikimleri hariç benzerlik görülmektedir. Bu üç element arasındaki benzerlik, yakın bölgeler olduğundan dolayı kayaç yapısının oluşturduğu bir birikim olarak değerlendirilebilir. Fakat Elekçi ve Bolaman Deresi havzaları, maruz kaldıkları andropojenik etkiler ve

sanayileşme açısından birbirinden farklı özellikler ihtiva etmektedir. Özellikle arsenik, civa ve kanmiyum birikimlerine ait kontaminasyon faktörlerinin bolaman deresine nazaran fazla olması, Elekçi Deresi havzasında faaliyet gösteren altın madeni işletmesinden kaynaklandığı söylenebilir (Aydın ve Tunca, 2022). Aydın ve Tunca (2022) çalışması, bölgeye en yakın olan çalışma olduğundan, elde edilen verilerin bu çalışmayla karşılaştırılarak değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Bölge-1 ve Bölge-2 de elde edilen değerlere ait hesaplanan kontaminasyon faktörü seviyelerine bakıldığında, elementel birikim seviyeleri açısından her iki bölge arasında anlamlı bir fark olmadığı söylenebilir. Bundan dolayı havza genel itibariyle stabil bir elementel birikim oluşturmuştur. Elde edilen veriler ışığında antropojenik etkinin, sanayi, endüstri ve tarım faaliyetlerinin bölgenin kayaç yapısına ilaveten anlamlı birikime sebebiyet verdiği söylenemez. Bu nedenle 64 nolu lokasyon ve 70 nolu lokasyon müstakil olarak incelenmiştir.

Daha öncede ifade edildiği gibi, 64 nolu lokasyon, organize sanayi bölgesi atık sularının deşarj edildiği noktadır. Elementel birikimlere bakıldığında bakır, kurşun, çinko, kobalt, mangan, kadmiyum, krom ve civa birikimlerinin anlamlı miktarda fazla olduğu görülmektedir. Bu birikimlerin fazlalığı havza boyunca elde edilen elementel birikimlere bakılınca farkedilmektedir. Ayrıca kurşun, bakır, çinko elementel birikimleri yer küre kayaç yapısında yer alan ortalama elementel birikimlerden (Ek 1.) de yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun kontrolsüz atık su deşarjından kaynaklanan birikim olduğu aşıkardır. Ayrıca elementel birikimlerin kontaminasyon faktörleri hesaplandığında kurşun ve kadmiyum birikiminin tölere edilemeyecek miktarda olduğu görülmüştür. Bu noktaya ait elementel birikim havzayı temsil etmemekle birlikte tamamen kontrolsüz şehir atık su deşarjından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aydın ve Tunca, (2022)'nın Elekçi Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada gerek bu elementel birikimlere gerekse kontaminasyon faktörlerine (ortalama kurşun Cf= 5,32, ortalama kadmiyum Cf= 8,6) ulaşılmamıştır. 64 nolu nokta dere havzasını temsil etmediğinden, Elekçi değerleri ile karşılaştırılmaz (Aydın ve Tunca, 2022).

Dünyanın farklı noktalarında yapılan çalışmalar; Mısır' ın Bahr El-Bakar bölgesinde kurşun birikimi 32.36 mg/kg (Abdelaal, 2022), Brahmaputra Nehrinde kadmiyum 22.9 mg/kg (Saikia, 2022), Hindistan Kunhar Nehri'nde 12.7 mg/kg (Muhammad, 2022), Çin'in Hai Nehri'nde 40.01 mg/kg (Cao, 2018), İspanya'nın Southwest bölgesinde 197 mg/kg kurşun, 92 mg/kg kadmiyum (Morillo, 2004), Hindistan'ın Palk Strait bölgesinde kurşun 19.5 mg/kg (Kasilingam, 2016) seviyelerinde ölçülmüştür.

Bölgelere ayrılan örnekleme notalarına ait kontaminasyon derecelerine bakıldığında, tüm lokasyonların değerlerinden elde edilen kontaminasyon derecesi 41.4 seviyesinde hesaplanmış ve  $mCd \geq 32$  aralığına göre ultra yüksek seviye olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte Bölge-1 ve Bölge-2' ye ait kontaminasyon dereceleri sırasıyla 16.88 ve 17.79 olarak hesaplanmış ve  $16 \leq mCd < 32$  aralığına göre oldukça yüksek seviye olarak değerlendirilmiştir. 64 ve 70 nolu örnekleme noktalarının kontaminasyon derecelerinde ise sırasıyla 467.04 ve 166.6 olarak hesaplanan değerler ultra yüksek seviyelerde olarak değerlendirilmekte olup, bütün örnekleme noktalarına ait hesaplanan kontaminasyon derecesi miktarlarına özellikle bu iki noktanın yüksek miktarda etki ettiği düşünülmektedir. Bu miktarlar her iki noktata elementel birikimin endişe verici seviyelerde gerçekleştiğini teyit eder nitelik taşımaktadır.

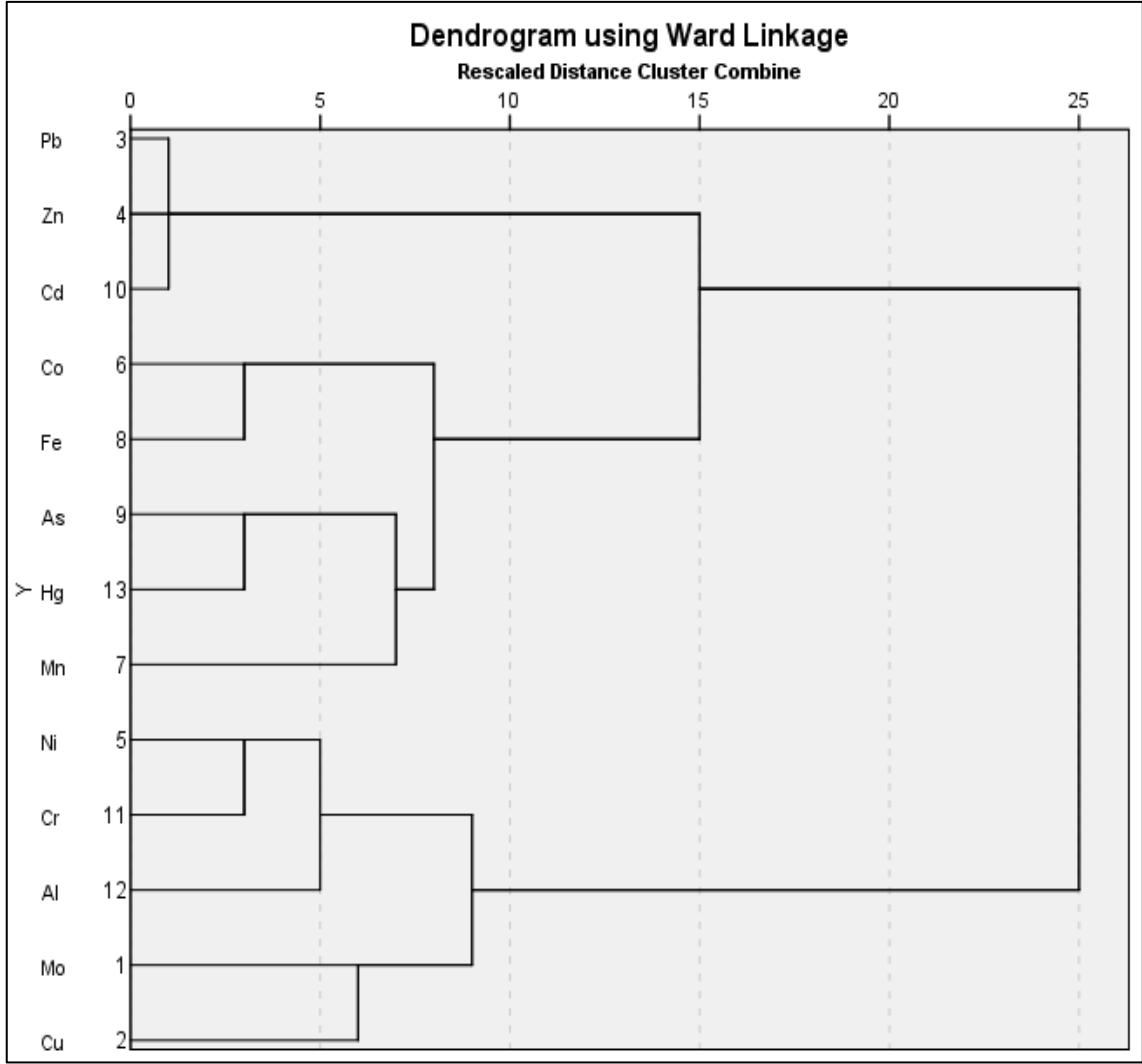
Zenginleştirme faktörü (EF) değerlerine bakıldığında, numune alma noktalarının tamamına ait yapılan sediment değerlendirme hesaplamalarında, kurşun ve kadmiyum elementlerine ait değerlerin farkedilir miktarda yüksek olduğu görülmektedir. Kurşun miktarı 11.35 olarak hesaplanmış ve bu değer Çizelge 3.5'de belirtildiği üzere  $5 \leq EF < 20$  aralığında yer almaktadır. Bu aralık zenginleştirme faktörü açısından önemli bir seviyede birikim oluşumunu ifade etmektedir. Kadmiyum değeri de 9.42 olarak hesaplanmış ve bu değerde  $5 \leq EF < 20$  aralığında yer alamakta olup zenginleştirme faktörü açısından önemli seviyede bir birikimin meydana geldiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bunun haricinde zenginleştirme faktörü açısından, çinko ve civa elementlerinin değerleri sırasıyla 2.92 ve 3.67 olarak hesaplanmış ve bu değerler  $2 \leq EF < 5$  aralığına göre kısmen önemli sayılabilecek bir birikim seviyesi olarak değerlendirilmektedir. Diğer elementlere ait birikimler, zenginleştirme faktörü değerleri açısından minimal seviyeleri ifade etmektedir.

Bölge-1 ve Bölge-2 sonuçlarına göre yapılan zenginleştirme faktörü hesaplamalarında, her iki bölgede de kadmiyum değeri kısmen önemli sayılabilecek seviyelerde hesaplanmıştır. Diğer elementlerin birikimleri ise zenginleştirme faktörü kapsamında değerlendirildiğinde düşük ve çok düşük seviyeleri ifade etmektedir. Bununla birlikte 64 ve 70 nolu örnekleme lokasyonlarındaki hesaplanan değerlere bakıldığında, 64 nolu lokasyondaki özellikle kurşun ve kadmiyuma ait zenginleştirme faktörü değerlerinin oldukça kritik seviyelerde olduğu görülmektedir. Bu değerler sırasıyla 196.94 ve 142.89 olarak hesaplanmıştır. Çizelge 3.5' de verilen skalaya göre  $EF \geq 40$  aralığında yer almakta olup son derece yüksek seviye olarak değerlendirilmektedir. Bunu takip eden çinko değeri 25.73 olarak hesaplanmış ve  $20 \leq EF < 40$  aralığında olup çok yüksek seviye olarak değerlendirilmektedir. 70 nolu örnekleme noktasında elde edilen zenginleştirme faktörü değerlerine bakıldığında ise kadmiyum elementine ait değer 92.31 olarak hesaplandığı, civa elementine ait değer ise 63.74 olarak hesaplandığı görülmektedir. Bu değerler zenginleştirme faktörü değerlendirme skalasına göre  $EF \geq 40$  aralığında olup son derece önemli seviyede bir birikimin meydana geldiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bunun yanı sıra kurşun elementine ait zenginleştirme faktörü değeri 21.27 olarak hesaplanmış olup bu değer bizi,  $20 \leq EF < 40$  aralığına göre çok yüksek seviyede birikim oluşturduğu sonucuna ulaştırmaktadır. 70 nolu örnekleme noktasına ait diğer elementlerden çinkoya ait zenginleştirme faktörü değeri önemli seviyede görülmekte ve diğer elementlerin ise kısmen önemli ve minimal seviyelerde olduğu hesaplanmıştır. 64 ve 70 nolu örnekleme noktalarında özellikle kurşun, çinko, kadmiyum ve civa elementlerine ait zenginleştirme faktörleri değerlerinin dikkat çekici miktarlarda olduğu hesaplanmıştır.

Elementel birikimlerin insan kaynaklı olup olmadığının tespit edilebilmesi için kullanılan yöntemlerden biri olan jeokümülyasyon indeksi değerlendirme hesaplamalarına bakıldığında bölgenin tamamında kurşun haricinde önemli sayılmayacak bir birikimin varlığından söz edilebilir. Bölge-1 ve bölge-2 değerlerine bakıldığında ise birikim neticesinde oluşmuş bir birikimden söz etmek olası değildir. Bu da her iki bölgenin elementel birikim açısından benzer karakteristik özellikler gösterdiğini ortaya çıkarmaktadır. Fakat 64 nolu örnekleme noktasına bakıldığında özellikle kurşun elementine ait Ijeo değerinin 7.33 yani  $Ijeo \geq 5$  aralığına göre aşırı boyutta, çinko elementine ait Ijeo değerinin 4,4 yani  $4 < Ijeo < 5$  aralığına göre güçlü boyutta ve kadmiyum

elementine ait I<sub>geo</sub> değerinin ise 6.87 yani  $I_{geo} \geq 5$  aralığına göre aşıırı boyutta olduğu görülmektedir. Bu durum 64 nolu örnekleme noktasının özellikle insan kaynaklı olarak yüksek seviyede elementel birikime ve kirliliğe maruz kaldığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır. 64 nolu örnekleme noktasında olduğu gibi 70 nolu örnekleme noktasında da kurşun, kadmiyum ve çinko elementlerinin I<sub>geo</sub> değerlerinin güçlü boyutta olduğu görülmektedir. 64 nolu noktadan farklı olarak 70 nolu noktadaki civa I<sub>geo</sub> değeri çok güçlü boyuttadır. 70 nolu noktanın Şehir Şebeke atık sularının deşarj edildiği nokta olduğu bilinmektedir. Bu durumun insan kaynaklı birikimin varlığını ve güçlü kirlilik etkisinin baş gösterdiğinin teyidi niteliğindedir.

Kirlilik yükü indeksinin tüm bölgelerde  $PLI > 1$  aralığında olduğu hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra potansiyel ekolojik risk indeksi değerlerinin 64 ve 70 nolu örnekleme noktalarında oldukça yüksek seviyelerde olduğu hesaplanmıştır. Bu noktalarda meydana gelen elementel birikimlerin hesaplanan diğer sediment değerlendirme yöntemlerinde olduğu gibi ekolojik açıdan oldukça tehlike ihtiva ettiği gerek canlı yaşamını gerekse yüzey suyu kalitesini geri dönüşü zor kirlilik etkilerine maruz bırakabileceği aşıkardır. Potansiyel ekolojik risk faktörlerine bakıldığında diğer hesaplama yöntemlerinde olduğu gibi, 64 ve 70 nolu noktalarda kurşun, kadmiyum ve civa değerlerinin oldukça yüksek hesaplandığı görülmektedir.



**Şekil 4.18** Bölge-1 Kümeleme Analiz

Bölge-1 kümeleme analizine bakıldığında (Şekil 4.18) elementler arasındaki kuvvetli ve zayıf ilişkiler net olarak görülmektedir. En güçlü ilişkinin kurşun, çinko ve kadmiyumda olduğu, kuvvetli bir kümeleşme oluşturdukları söylenebilir. Ayrıca bu kümeleşme arasındaki bağın korelasyon analizinde ki karşılığı da bu bağı teyit eder niteliktedir. Korelasyon analizine de bakıldığında kurşun, çinko ve kadmiyum birikimleri arasında anlamlı bir bağ olduğu görülmektedir.

Yine birikimlerinin birbiri arasındaki bağı en yüksek elementlerin kümeleşmelerine bakıldığında, kobalt ve demirin, arsenic ve civanın, nikel ve kromun, molibden ve bakırın birbirleri ile birikim açısından anlamlı bir bağları olduğu ve kümeleşme oluşturdukları görülmektedir. Bu elementler arasındaki anlamlı birikim ve



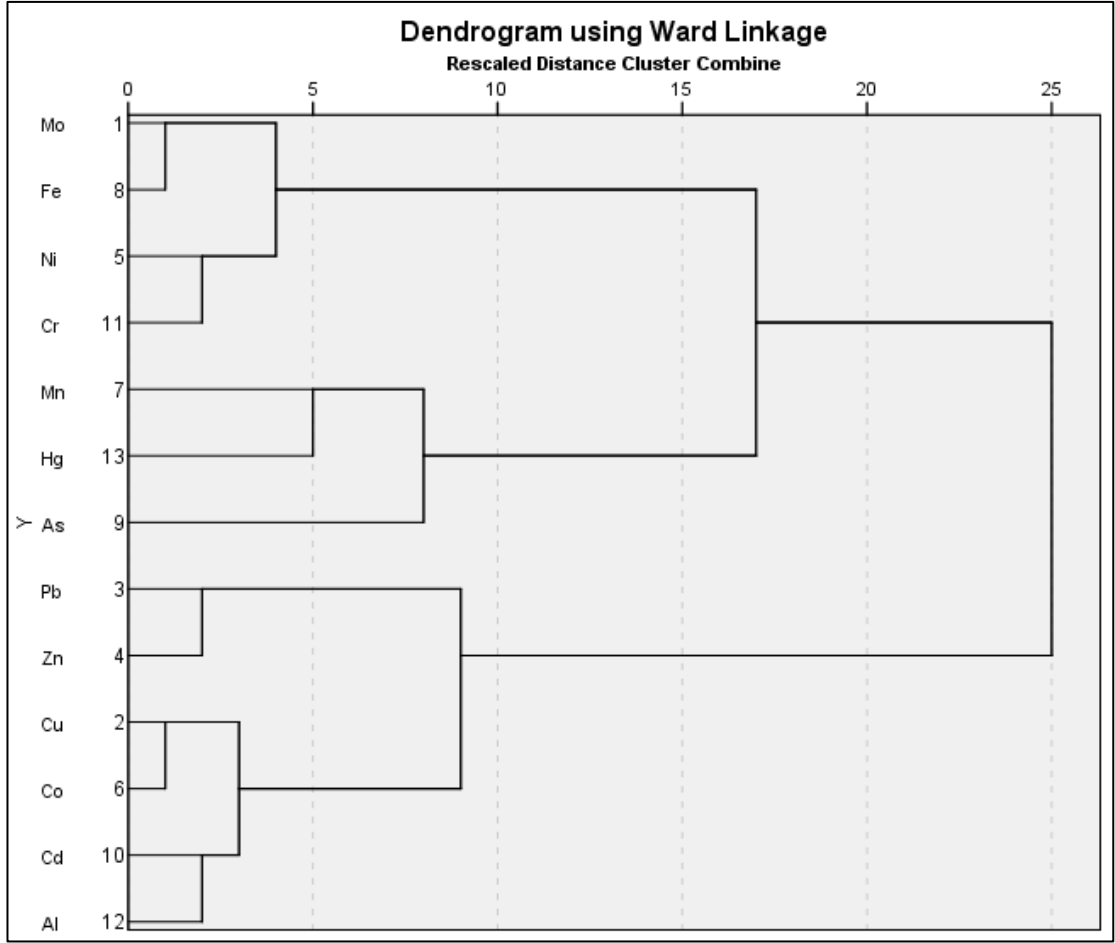
kümeleşme, korelasyon analizinde de görülmekte (Çizelge 4.3), kümeleme analizini teyit eder nitelik taşımaktadır.

Kümeleme analizinde arsenik ve civanın oluşturduğu kümeleşmenin mangan birikimi ile anlamlı bir kümeleşme oluşturduğu ve bu elemenlerin oluşturduğu kümeleşmenin ise kobalt ve demirin oluşturduğu birikime ait kümeleşmeyle anlamlı bir ortak ilişkisi olduğu söylenebilir. Kobalt, demir kümeleşmesi ve arsenik, civa kümeleşmesi ile mangan birikiminin oluşturduğu anlamlı kümeleşmenin nihai olarak, kurşun, çinko ve kadmiyumun oluşturduğu kuvvetli ilişki ile nihai bir bağ içerisinde olduğu görülmektedir.

Bununla birlikte nikel, krom birikimine ait kümeleşme ile alüminyum birikimleri arasında oluşan kümeleşme, molibden, bakır birikimlerinin oluşturduğu bağ arasında bir ilişki olduğu söylenebilir. Kurşun, çinko, kadmiyum, kobalt, demir, arsenik, civa, mangan elementlerinin oluşturduğu birikimlere ait total kümeleşmenin nihai olarak nikel, krom, alüminyum, molibden, bakır elementlerinin oluşturduğu total kümeleşme ile bağı olduğu görülmektedir. Nikel, krom, alüminyum, molibden ve bakır elementlerinin oluşturduğu total birikimlere ait kümeleşmenin diğer elementlerin oluşturduğu total birikimlere ait kümeleşmeye göre daha kuvvetli ve daha anlamlı olduğu söylenebilir.

**Çizelge 4.3 Bölge-1 Korelasyon Analizi**

	<b>Mo</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Ni</b>	<b>Co</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>As</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Al</b>	<b>Hg</b>
<b>Mo</b>	1.000												
<b>Cu</b>	.632*	1.000											
<b>Pb</b>	-.288	-.035	1.000										
<b>Zn</b>	-.023	.193	.708*	1.000									
<b>Ni</b>	.532	.649*	-.361	-.353	1.000								
<b>Co</b>	.028	.457	.510	.850**	.028	1.000							
<b>Mn</b>	-.242	.175	.601*	.525	.067	.728**	1.000						
<b>Fe</b>	.544	.685*	.350	.673*	.375	.773**	.420	1.000					
<b>As</b>	.147	.098	.657*	.781**	-.418	.573	.476	.503	1.000				
<b>Cd</b>	-.339	.000	.872**	.738**	-.487	.549	.605*	.243	.696*	1.000			
<b>Cr</b>	.393	.643*	-.266	-.081	.870**	.260	.070	.559	-.378	-.373	1.000		
<b>Al</b>	.223	.406	-.417	-.491	.756**	-.222	-.270	.067	-.648*	-.438	.785**	1.000	
<b>Hg</b>	-.158	.161	.804**	.671*	-.438	.471	.519	.288	.747**	.892**	-.393	-.492	1.000



**Şekil 4.19** Bölge-2 Kümeleme Analizi

Bölge-2' ye ait kümeleme analizde (Şekil 4.19) molibden ve demir birikiminin anlamlı bir kümeleşme oluşturduğu, nikel ve krom birikiminin anlamlı bir kümeleşme oluşturduğu, mangan ve civanın anlamlı bir kümeleşme oluşturduğu, oluşan bu mangan, civa kümeleşmesinin arsenikle anlamlı bir kümeleşme meydana getirdiği görülmektedir. Oluşan bu kümeleşmeler korelasyon analizinde de teyit edilmekte ve elementlerin birbirleri ile ilişkileri görülebilmektedir. Ayrıca mangan, civa kümeleşmesi ile arsenik kümeleşmesinin oluşturduğu total kümeleşmenin, Molibden, demir ve nikel, krom elementlerinin oluşturdukları kümeleşmelerin oluşturduğu anlamlı total kümeleşme ile bağ meydana getirdiği kümeleme analizinde tespit edilmiştir. Bu bağ aynı zamanda korelasyon analizinde de karşımıza çıkmaktadır. Ahmed ve ark., (2023) Hindistan'ın Ramsar bölgesinde yapmış oldukları çalışmada, benzer bir çinko, kurşun ilişkisi görülmektedir (Ahmed ve ark., 2023).

Bölge-2 ye ait kümeleme analizinde mangan ve civanın oluşturduğu anlamlı kümeleşmenin arsenik elementi ile bir bağ meydana getirdiği görülmektedir. Bu üç element arasındaki bağ korelasyon analizinde de tespit edilmiştir. Mangan ve civa elementlerinin arsenikle meydana getirdiği anlamlı total kümeleşmenin, molibden, demir, nikel ve kromdan oluşan total kümeleşme ile bir bağ meydana getirdiği söylenebilir. Bu yedi elementin oluşturduğu kümeleşme total olarak bir bağ meydana getirmiştir.

Bakır, kobalt arasında oluşan kümeleşme ile kadmiyum alüminyum arasında oluşan kümeleşme arasında anlamlı bir bağ olduğu görülmekte, ayrıca bakır kobalt arasında oluşan kümeleşmenin müstakil olarak kadmiyum elementi ile anlamlı bir bağ meydana getirdiği görülmektedir. Bu dört elementin meydana getirdiği total kümeleşme ile kurşun çinko arasında oluşan anlamlı kümeleşmenin de bir bağ meydana getirdiği söylenebilir.

Nihai olarak kurşun, çinko, bakır, kobalt ve kadmiyum alüminyum elementlerinin meydana getirdiği anlamlı kümeleşme dizininin, molibden, demir, nikel, krom, mangan, civa ve arsenik elementlerinin meydana getirdiği total kümeleşme dizinleri ile nihai olarak bir bağ meydana getirdiği görülmektedir.

Yapılan çalışmaya benzer olarak Cüce ve ark., (2022) Ömerli Barajında yapmış oldukları sediment çalışmasında Bolaman Deresinde elde edilen sonuçlara paralel olarak krom, nikel elementleri ve çinko, kurşun elementleri arasında anlamlı bir bağ ve kümeleşme meydana geldiği tespit edilmiştir (Cüce ve ark., 2022). Chen ve ark. (2022) Çin' nin Nanliu nehrinde yapmış oldukları çalışmada, Bölge-2 de elde edilen kobalt ve bakır elementlerinin oluşturduğu kümeleşmeye benzer olarak, kobalt bakır arasında bir bağ olduğu tespit edilmiştir (Chen ve ark., 2022).

Her iki bölge için yapılan kümeleme analizinde, Bölge-2 de görülen molibden ve demir birikimlerine ait ilişkinin Bölge-1 de var olmadığı hatta bu iki elementin meydana getirdiği birikimin Bölge-2 dekine göre oldukça uzak olduğu görülmektedir. Fakat bunun haricinde nikel ve krom elementlerinin birikimlerinin her iki bölgede de benzer kümeleşme meydana getirdiği ve kuvvetli birer bağ oluşturdukları söylenebilir. Bölge-2' deki mangan ve civa elementlerinin meydana getirdiği birikime ait kümeleşme birbirleri ile kuvvetli bağ özelliği göstermekteyken, Bölge-1 de bu bağ

civa ile arseniğin meydana getirdiği kümeleşmenin manganla oluşturduğu bir bağ olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bölge-2' de kurşun ve çinko elementlerinin meydana getirdiği birikimlere ilişkin oluşan kümeleşmenin Bölge-1 de de benzer şekilde olduğu karşımıza çıkmaktadır. Fakat Bölge-2' deki kadmiyum elementi ile alüminyum elementinin oluşturduğu birikimin, Bölge-1 de birbirlerine çok uzak elementel birikimler olarak karşımıza çıktığı görülmektedir. Her iki bölgedeki bu elementel birikim etkileşimleri yapılan korelasyon analizlerinde de net bir şekilde görülmektedir (Çizelge 4.4). Her ne kadar bölgelerdeki aynı elementler arasındaki birikim kümeleşmeleri tam olarak benzeşmesede, total elementel birikimler açısından bakıldığında her iki bölgeninde kararlı bir birikim potansiyeli sergilediği söylenebilir. Bu durum daha önceki değerlendirmelerde de ifade edildiği gibi Bölge-1 ve Bölge-2'nin elementel birikim açısından antropojenik etkiler ve/veya endüstriyel etkilerden ziyade, havzanın barındırmış olduğu kayaç yapılarından etkilendiği sonucunu doğurmaktadır.

İncelenen harici noktalar olan 64 ve 70 nolu örnekleme noktaları havza karakteristiğini yansıtmadığından diğer bölgelere etki ettiği söylenemez. Bu noktalar yoğun bir şekilde antropojenik, sanayi ve endüstriyel birikim meydana getiren noktalardır. Bu birikim denizel ortamı da olumsuz etkileyeceği gibi, varlıkları bertaraf edilmediği sürece uzun yıllar boyu kirlilik kaynağı olarak kalacaklardır.

**Çizelge 4.4 Bölge-2 Korelasyon Analizi**

	<b>Mo</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Ni</b>	<b>Co</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>As</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Al</b>	<b>Hg</b>
<b>Mo</b>	1,000												
<b>Cu</b>	-,217	1,000											
<b>Pb</b>	-,036	,810*	1,000										
<b>Zn</b>	,361	,333	,857**	1,000									
<b>Ni</b>	,612	,228	,395	,695	1,000								
<b>Co</b>	-,289	,905**	,929**	,524	,287	1,000							
<b>Mn</b>	-,084	,476	,095	-,167	,287	,214	1,000						
<b>Fe</b>	,892**	-,095	,238	,667	,683	-,048	-,143	1,000					
<b>As</b>	,627	-,357	-,500	-,119	,323	-,548	,333	,500	1,000				
<b>Cd</b>	-,364	,946**	,731*	,323	,205	,850**	,551	-,228	-,419	1,000			
<b>Cr</b>	,868**	-,143	,190	,619	,814*	-,095	,000	,905**	,429	-,192	1,000		
<b>Al</b>	-,735*	,762*	,476	-,119	-,216	,738*	,429	-,619	-,476	,766*	-,667	1,000	
<b>Hg</b>	-,060	,405	,143	-,429	-,204	,190	,548	-,119	,214	,240	-,238	,452	1,000

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasının tespit edilmesindeki belirleyici etkenler bölgede bu konuda daha önce herhangi bir çalışma yapılmamış olması ve bölgede yerel yönetimin ilan ettiği büyük ölçekli proje çalışması olmuştur. Bu çerçevede yapılan örnekleme çalışması sonucu elde edilen veriler değerlendirilmiş ve sonuç olarak, 4 bölgeye ayrılan değerlendirme alanlarının Bölge-1 olarak adlandırılan organize sanayi bölgesi üstü ile Bölge-2 olarak adlandırılan organize sanayi bölgesi aşağısı kısımlarında farkedilir seviyede elementel birikimin olmadığı, genel itibariyle havza boyunca birbirine benzer seviyelerde birikimlerin meydana geldiği görülmüştür. Ancak organize sanayi bölgesinin atık sularının kontrolsüzce deşarj edildiği 64 nolu lokasyon ile şehir şebeke sularının kontrolsüzce deşarj edildiği 70 nolu örnekleme noktalarının müstakil olarak elementel birikim meydana getirdiği tespit edilmiştir. Bu birikimlerin etkisinin elementel olarak havzaya etkisinin farkedilir bir miktarda olmadığı görülse de, gerek deniz kısmında gerekse dere suyunun içerisinde sellenme, akıntı...vs. ile çözünebileceği ve özellikle deniz ortamındaki canlı yaşamını olumsuz yönde etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu deşarjların gerek kontrolsüzce yapılması gerekse uzun süreden beridir var olduğunun tahmin edilmesi, oluşması muhtemel kirlilik etkisinin her geçen gün artması sonucunu ortaya çıkaracağı aşıkardır.

Bu kirlilik etkilerinin ortadan kaldırılabilmesi veya en aza indirilebilmesi için öncelikle dereye yapılan kontrolsüz deşajların önüne geçilmesi gerekmektedir. Bu noktaların ivedilikle kapatılması ve endüstriyel ve evsel arıtma sistemlerinin kurulmasının gerçekleştirilmesi, sonrasında deşarj sağlanması gerekmektedir. Bolaman Köprüsü altından deşarj edilen atık suları evsel sistemden gelmektedir. Fakat sonuçlardan da anlaşılacağı üzere endüstriyel bir atık su karakteri de taşımaktadır. Bu sebeple oluşturulacak atık su arıtma sistemi endüstriyel atık su arıtma proseslerini de ihtiva etmelidir. Organize sanayi bölgesinin atık sularının da koşulsuz şartsız, endüstriyel arıtma proseslerini içeren bir arıtma tesisinde arıtılmak suretiyle deşarjı sağlanmalıdır.

Arıtma sistemlerinin kurulumlarının yanı sıra havza ıslah çalışmaları yapılmalı ve çalışmalar sonucunda dere yatağı boyunca fitoremediasyon etkisi oluşturabilecek bitkilerin ve ağaçların konumlandırılması önerilir. Bu bitkilerin varlığı sayesinde yıllar

boyu oluşan elementel birikimin bir nebzedede olsa inhibe edilmesi ve dere suyuna karışması ve dolayısıyla özellikle deniz ortamındaki canlı yaşamına olumsuz yönde etki etmesinin önüne geçilmesi sağlanabilir.

Yapılan çalışma bölgede, bundan sonra hayata geçirilecek olan projelerin fizibilite çalışmalarında, projelendirme aşamalarında ve çevresel etki değerlendirme raporu çalışmalarında referans olma özelliği göstereceği düşünölmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

- Abdelaal, A., Abdelkader, A. Alshehri, F., Elatiar A. & Almadani SA. (2022). Assessment and Spatiotemporal Variability of Heavy Metals Pollution in Water and Sediments of a Coastal Landscape at the Nile Delta. *Water*, 14 (3981), 11-12.
- Akman, Ö., Atashiç, S. & Güçlü, E. (2017). Alüminyum ve İnsan. <https://tip.baskent.edu.tr/egitim/mezuniyetoncesi/calismagrpd.../13.P1.pdf> (Erişim Tarihi 14.12.2023).
- Akkuş, E. (2009). Farklı dozlarda uygulanan molibdenin nohut (*Cicier Arietinum L.*) bitkisinin azot içeriğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Ali, S., Bai, P., Zeng, F., Cai, S. & Shamsi, IH. (2011). The ecotoxicological and interactive effects of chromium and aluminum on growth, oxidative damage and antioxidant enzymes on two barley genotypes differing in Al tolerance. *Environmetal and Experimental Botany*. 70, (2-3), 185-191.
- Anonim, (2021). İl Afet Risk Azaltma Planı. T.C. Ordu Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Ordu.
- Anonim, (2023). Heavy metal toxicity symptoms. [http://www.voltahealth.com/Heavy-Metal-Test-Kit-by-Nissen-Medica-\(2-tests\)](http://www.voltahealth.com/Heavy-Metal-Test-Kit-by-Nissen-Medica-(2-tests)) (Erişim tarihi: 14.12.2023).
- Anonim, (2023). Metalik Madenler. [https://www.mta.gov.tr/v3.0/metalik-madenler/kadmiyum-\(Erişim tarihi: 14.12.2023\)](https://www.mta.gov.tr/v3.0/metalik-madenler/kadmiyum-(Erişim tarihi: 14.12.2023)).
- Anonim, (2023). Arsenik. [https://www.ttb.org.tr/STED/sted0702/arsenik.pdf-\(Erişim tarihi: 14.12.2023\)](https://www.ttb.org.tr/STED/sted0702/arsenik.pdf-(Erişim tarihi: 14.12.2023)).
- Anonim, (2023). Metalik Madenler. [https://www.mta.gov.tr/v3.0/metalik-madenler/kadmiyum-\(Erişim tarihi: 14.12.2023\)](https://www.mta.gov.tr/v3.0/metalik-madenler/kadmiyum-(Erişim tarihi: 14.12.2023)).
- Anonim, (2023). Doğa Bilimleri. Kimya Tarihi. [https://evrimagaci.org/cinko-9886-\(Erişim tarihi: 14.12.2023\)](https://evrimagaci.org/cinko-9886-(Erişim tarihi: 14.12.2023)).
- Anonim, (2023). Doğa Bilimleri. Kimya Tarihi. [https://evrimagaci.org/kobalt-9871-\(Erişim tarihi: 14.12.2023\)](https://evrimagaci.org/kobalt-9871-(Erişim tarihi: 14.12.2023)).
- Anonim, (2023). Doğa Bilimleri. Kimya Tarihi. [https://evrimagaci.org/krom-9849-\(Erişim tarihi: 14.12.2023\)](https://evrimagaci.org/krom-9849-(Erişim tarihi: 14.12.2023)).
- Anonim, (2023). Doğa Bilimleri. Kimya Tarihi. [https://evrimagaci.org/bakir-9884-\(Erişim tarihi: 14.12.2023\)](https://evrimagaci.org/bakir-9884-(Erişim tarihi: 14.12.2023)).
- Anonim, (2023). Fatsa Organize Sanayi Bölgesi. [http://turkosb.com/fatsa-organize-sanayi-bolgesi.html-\(Erişim tarihi: 18.12.2023\)](http://turkosb.com/fatsa-organize-sanayi-bolgesi.html-(Erişim tarihi: 18.12.2023)).
- Anonim, (2023). ALS Hastalığı Nedir, Belirtileri nelerdir, Tedavisi nasıl Yürütülür? [https://www.neohaber.net/saglik/dugme-ilikleyememek-ve-yazi-yazamamak-gibi-belirtilerle-basliyor-h4440.html-\(Erişim tarihi: 14.12.2023\)](https://www.neohaber.net/saglik/dugme-ilikleyememek-ve-yazi-yazamamak-gibi-belirtilerle-basliyor-h4440.html-(Erişim tarihi: 14.12.2023)).
- Anonim, (2023). Doğa Bilimleri. Kimya Tarihi. [https://evrimagaci.org/nikel-9873-\(Erişim tarihi: 14.12.2023\)](https://evrimagaci.org/nikel-9873-(Erişim tarihi: 14.12.2023)).

- Anonim, (2023). Doğa Bilimleri. Kimya Tarihi. <https://evrimagaci.org/demir-9857-> (Erişim tarihi: 14.12.2023).
- Anonim, (2023). Demir Yüksekliği Neden Olur? Demir Yüksekliği Nasıl Geçer? <https://www.tgrthaber.com.tr/aktuel/demir-yuksekligi-neden-olur-demir-yuksekligi-nasil-gecer-2652881-> (Erişim tarihi: 14.12.2023).
- Anonim, (2023). Doğa Bilimleri. Kimya Tarihi. <https://evrimagaci.org/antimon-10053-> (Erişim tarihi: 14.12.2023).
- Anonim, (2023). Antimon Maruziyeti. [https://haliccevre.com/antimon-maruziyeti/-](https://haliccevre.com/antimon-maruziyeti/) (Erişim tarihi: 14.12.2023).
- Anonim, (2007). Gıdalardaki Tehlikeli Kimyasalların Çocuklara Etkileri. Dünya Sağlık Örgütü. WHO, Geneva.
- Aslam, B., Javed, I., Khan, HF. & Rahman, Z. (2011). Uptake of heavy metal residues from sewage sludge in the goat and cattle during summer season. *Pak Vet J.*, 31, 7-75.
- Asomugha, R. (2016). Nijerya Baharatlarından Kaynaklanan Ağır Metal Tehlikeleri. Yüksek Lisans Tezi, Nnamdi Azikiwe Üniversitesi, Kimya Bölümü, Nijerya.
- Aydın, M. & Tunca, E. (2022). Ecological risk assessment of elemental accumulation under the impact of gold mine. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19, 7093–7112.
- Bakar, C. & Baba, A. (2009). Metaller ve İnsan Sağlığı: Yirminci Yüzyıldan Bugüne ve Geleceğe Miras Kalan Çevre Sağlığı Sorunu. Birinci Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, 30 Ekim-1 Kasım, Ürgüp Bld., Kültür Merkezi, Ürgüp, Nevşehir.
- Caner, Y., Çamakçı, T., Şahin, Ü. & Tüfenkçi, Ş. (2020). Ağır Metallerin Toprak, Bitki, Su ve İnsan Sağlığına Etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9, 103-114.
- Cao, Y., Lei, K., Zhang, X., Xu, L., Lin, C., & Yang, Y. (2018). Contamination and ecological risks of toxic metals in the Hai River, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 164, 210–218.
- Chen, B., He, R., Cai, P., Huang, G. & Wang, F. (2022). Geochemical Speciation, Risk Assessment, and Sources Identification of Heavy Metals in Mangrove Surface Sediments from the Nanliu River Estuary of the Beibu Gulf, China. *Sustainability*, 14, 9112.
- Cüce, H., Kalıpcı, E., Ustaoglu, F., Dereli, MA. & Türkmen, A. (2022). Integrated Spatial Distribution and Multivariate Statistical Analysis for Assessment of Ecotoxicological and Health Risks of Sediment Metal Contamination, İstanbul Ömerli Dam. *Water, Air, and Soil Pollution*, 199-233.
- El-Said, GF., Draz, SE., El-Sadaawy, MM. & Moneer, AA., (2014). Sedimentology, geochemistry, pollution status and ecological risk assessment of some heavy metals in surficial sediments of an Egyptian lagoon connecting to the Mediterranean Sea. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng*, 49, 1029-44.
- Ergene, A. (2014). İz elementlerin bitki, hayvan ve insan hayatı bakımından önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3, (3), 1-12.

- Farooq, M., Anwar, F. & Rashid U, (2008). Appraisal of heavy metal contents in different vegetables grown in the vicinity of an industrial area. *Pak J Bot*, 40, 2099-106.
- Hafner, H., Ndunguru, BJ., Bationo, A. & Marschner, H. (1992). Effect of nitrogen, phosphorus and molybdenum application on growth and symbiotic N<sub>2</sub>-fixation of groundnut in an acid sandy soil in Niger. *Fertilizer Research*, 31, (1), 69-77.
- Hakanson, L., (1980). An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. *Water Res*, 14, 975-1001.
- Jarup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *Br Med Bull.*, 68, 167-82.
- Kacar, B. (2009). Toprak Analizleri. 2. Baskı. Nobel Yayınları No:1387, Ankara.
- Kacar, B. & İnal, A. (2010). Bitki Analizleri. 1. Baskı. Nobel Yayınları No: 1241. Ankara.
- Kacar, B. & Katkat, AV. (2007). Gübreler ve Gübreleme Tekniği. 1. Baskı. Nobel Yayınları No: 1119. Ankara.
- Kacar, B. & Katkat, V. (2006). Bitki Besleme. 1. Baskı. Nobel Yayın No:849, İstanbul.
- Kasilingam, A. (2016). Mar Pollut Bull. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.06.051>. *Mar Pollut Bull*, 111(1-2), 500-508.
- Karademir, M. & Toker, MC. (1995). Ankara'nın Bazı Kavşaklarında Yetişen Çim ve Bitkilerde Egzoz Gazlarından Gelen Kurşun Birikimi. II. Ul. Ekoloji ve Çevre Kirliliği, Ankara. 699-711.
- Long, ER. & Morgan, LG. (1991). The potential for biological effects of sediment-sorbed contaminants tested in the National Status and Trends Program. NOAA Technical Memorandum NOS OMA 52. *National Oceanic and Atmospheric Administration*, Seattle, WA, 175 pp appendices.
- Morillo, J., Usero, J. & Gracia, I. (2004). Heavy metal distribution in marine sediments from the southwest coast of Spain. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2004.04.047>. *Chemosphere*, 55. (3). 431-442.
- Müller, G. (1969). Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *GeoJournal* 2. 108-118.
- Okcu, M., Tozlu, E., Kumlay, AM. & Pehlivan, M. (2009). Ağır Metallerin Bitkiler Üzerine Etkileri. *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 17(2), 14-26.
- Özbolat, G. & Tuli, A. (2016). Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Adana.
- Pak, O. (2011). Kırklareli Sınırları İçerisindeki Otoban Kenarlarında Bulunan Tarım Arazilerinde Bazı Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Seven, T., Can, B., Darende, BN. & Ocak, S. (2008). Hava ve Toprakta Ağır Metal Kirliliği. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2), 91-103.
- Shanker, AK., Cervantes, C., Loza-Tavera, H. & Avudainayagam, S. (2005). Chromium toxicity in plants. *Environment international*, 31(5), 739-753.

- Smith, SL., Macdonald, DD., Keenleyside, KA., Ingersoll, CG. & Field, LJ. (1996). A preliminary evaluation of sediment quality assessment values for freshwater ecosystems. *Journal of Great Lakes Research*, 22, 624-638.
- Sönmez, S., Kaplan, M., Sönmez, NK., Kaya, H. & Uz İ. (2006). High level of copper application to soil and leaves reduce the growth and yield of tomato plants. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 63(3), 213-218.
- Tomlinson, DL., Wilson, JG., Harris, CR. & Jeffrey, DW. (1980). Problems in the Assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index. *Helgolander Meeresuntersuchungen*, 33, 566-575.
- Turekian, KK. & Wedepohl, KH. (1961). Distribution of the Elements in some major units of the Earth's crust. *Geological Society of America, Bulletin*, 72, 175-192.
- Vajpayee, P., Rai, UN., Ali, MB., Tripathi, RD., Yadav, V. & Sinha, S. (2006). Chromium-induced physiologic changes in *Vallisneria spiralis L.* and its role in phytoremediation of tannery effluent. *Bulletin of Env. Cont. and Toxicology*, 67(2), 246.

# **EKLER**

# Ek 1. Elementlerin Yer Kabuğundaki Dağılımı

TABLE 2.—DISTRIBUTION OF THE ELEMENTS IN THE EARTH'S CRUST  
(Expressed in parts per million)\*

		"Igneous" Rocks				Syenites	Sedimentary Rocks			Deep-Sea Sediments	
		Ultrabasic	Basaltic Rocks'	Granitic Rocks High Calcium	Granitic Rocks Low Calcium		Shales	Sandstones	Carbonates	Carbonate	Sediments Clay
1 Hydrogen	H	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2 Helium	He	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
3 Lithium	Li	0.X	17.	24.	40.	28.	66.	15.	5.	5.	57.
4 Beryllium	Be	0.X	1.	2.	3.	1.	3.	0.X	0.X	0.X	2.
5 Boron	B	3.	5.	9.	10.	9.	100.	35.	20.	55.	230.
6 Carbon	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
7 Nitrogen	N	6.	20.	20.	20.	30.	A	A	A	A	A
8 Oxygen	O	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
9 Fluorine	F	100.	400.	520.	850.	1200.	740.	270.	330.	540.	1300.
10 Neon	Ne	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
11 Sodium	Na	4200.	18,000.	28,400.	25,800.	40,400.	9600.	3300.	400.	20,000.	40,000.
12 Magnesium	Mg	204,000.	46,000.	9400.	1600.	5800.	15,000.	7000.	47,000.	4000.	21,000.
13 Aluminum	Al	20,000.	78,000.	82,000.	72,000.	88,000.	80,000.	25,000.	4200.	20,000.	84,000.
14 Silicon	Si	205,000.	230,000.	314,000.	347,000.	291,000.	73,000.	368,000.	24,000.	32,000.	250,000.
15 Phosphorus	P	220.	1100.	920.	600.	800.	700.	170.	400.	350.	1500.
16 Sulfur	S	300.	300.	300.	300.	300.	2400.	240.	1200.	1300.	1300.
17 Chlorine	Cl	85.	60.	130.	200.	520.	180.	10.	150.	21,000.	21,000.
18 Argon	Ar	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
19 Potassium	K	40	8300	25,200.	42,000.	48,000.	26,600.	10,700.	2700.	2900.	25,000.
20 Calcium	Ca	25,000.	76,000.	25,300.	5100.	18,000.	22,100.	39,100.	302,300.	312,400.	29,000.
21 Scandium	Sc	15.	30.	14.	7.	3.	13.	1.	1.	2.	19.
22 Titanium	Ti	300.	13,800.	3400.	1200.	3500.	4600.	1500.	400.	770.	4600.
23 Vanadium	V	40.	250.	88.	44.	30.	130.	20.	20.	20.	120.
24 Chromium	Cr	1600.	170.	22.	4.1	2.	90.	35.	11.	11.	90.
25 Manganese	Mn	1620.	1500.	540.	390.	850.	850.	X0.	1100.	1000.	6700.
26 Iron	Fe	94,300.	86,500.	29,600.	14,200.	36,700.	47,200.	9800.	3800.	9000.	65,000.
27 Cobalt	Co	150.	48.	7.	1.0	1.	19.	0.3	0.1	7.	74.
28 Nickel	Ni	2000.	130.	15.	4.5	4.	68.	2.	20.	30.	225.
29 Copper	Cu	10.	87.	30.	10.	5.	45.	X.	4.	30.	250.
30 Zinc	Zn	50.	105.	60.	39.	130.	95.	16.	20.	35.	165.
31 Gallium	Ga	1.5	17.	17.	17.	30.	19.	12.	4.	12.	20.
32 Germanium	Ge	1.5	1.3	1.3	1.3	1.	1.6	0.8	0.2	0.2	2.
33 Arsenic	As	1.	2.	1.9	1.5	1.4	13.	1.	1.	1.	13.
34 Selenium	Se	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.6	0.05	0.08	0.17	0.1
35 Bromine	Br	1	3.6	4.5	1.3	2.7	4.	1.	6.2	70.	70.
36 Krypton	Kr	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
37 Rubidium	Rb	0.2	30.	110.	170.	110.	140.	60.	3.	10.	110.
38 Strontium	Sr	1.	465.	440.	100.	200.	300.	20.	610.	2000.	180.
39 Yttrium	Y	0.X	21.	35.	40.	20.	26.	40.	30.	42.	90.
40 Zirconium	Zr	45.	140.	140.	175.	500.	160.	220.	19.	20.	1500.
41 Niobium	Nb	16.	19.	20.	21.	35.	11.	0.X	0.3	4.6	14.
42 Molybdenum	Mo	0.3	1.5	1.0	1.3	0.6	2.6	0.2	0.4	3.	27.
43 Technetium	Tc	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
44 Ruthenium	Ru	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
45 Rhodium	Rh	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
46 Palladium	Pd	0.12	0.02	0.00X	0.00X	D	D	D	D	D	D
47 Silver	Ag	0.06	0.11	0.051	0.037	0.0X	0.07	0.0X	0.0X	0.0X	0.1
48 Cadmium	Cd	0.X	0.22	0.13	0.13	0.13	0.3	0.0X	0.035	0.0X	0.4
49 Indium	In	0.01	0.22	0.0X	0.26	0.0X	0.1	0.0X	0.0X	0.0X	0.0
50 Tin	Sn	0.5	1.5	1.5	3.	X.	6.0	0.X	0.X	0.X	1.5
51 Antimony	Sb	0.1	0.2	0.2	0.2	0.X	1.5	0.0X	0.2	0.15	1.0
52 Tellurium	Te	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
53 Iodine	I	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.2	1.7	1.2	0.05	0.0
54 Xenon	Xe	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
55 Cesium	Cs	0.X	1.1	2.	4.	0.6	5.	0.X	0.X	0.4	6.
56 Barium	Ba	0.4	330.	420.	840.	1600.	580.	X0.	10.	190.	2300.
57 Lanthanum	La	0.X	15.	45.	55.	70.	92.	30.	X.	10.	115.
58 Cerium	Ce	0.X	48.	81.	92.	161.	59.	92.	11.5	35.	345.
59 Praseodymium	Pr	0.X	4.6	7.7	8.8	15.	5.6	8.8	1.1	3.3	33.
60 Neodymium	Nd	0.X	20.	33.	37.	65.	24.	37.	4.7	14.	140.
61 Promethium	Pm	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
62 Samarium	Sm	0.X	5.3	8.8	10.	18.	6.4	10.	1.3	3.8	38.
63 Europium	Eu	0.X	.8	1.4	1.6	2.8	1.0	1.6	0.2	0.6	6.
64 Gadolinium	Gd	0.X	5.3	8.8	10.	18.	6.4	10.	1.3	3.8	38.
65 Terbium	Tb	0.X	.8	1.4	1.6	2.8	1.0	1.6	0.2	0.6	6.
66 Dysprosium	Dy	0.X	3.8	6.3	7.2	13.	4.6	7.2	0.9	2.7	27.
67 Holmium	Ho	0.X	1.1	1.8	2.0	3.5	1.2	2.0	0.3	0.8	7.5
68 Erbium	Er	0.X	2.1	3.5	4.0	7.0	2.5	4.0	0.5	1.5	15.
69 Thulium	Tm	0.X	0.2	0.3	0.3	0.6	0.2	0.3	0.04	0.1	1.2
70 Ytterbium	Yb	0.X	2.1	3.5	4.0	7.0	2.6	4.0	0.5	1.5	15.
71 Lutetium	Lu	0.X	0.6	1.1	1.2	2.1	0.9	1.6	0.2	0.6	6.
72 Hafnium	Hf	0.6	2.0	2.3	3.9	11.	2.8	3.9	0.3	0.41	4.1
73 Tantalum	Ta	1.0	1.1	3.6	4.2	2.1	0.8	0.0X	0.0X	0.0X	0.X
74 Tungsten	W	0.77	0.7	1.3	2.2	1.3	1.8	1.6	0.6	0.X	X.
75 Rhenium	Re	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
76 Osmium	Os	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
77 Iridium	Ir	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
78 Platinum	Pt	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
79 Gold	Au	0.006	0.004	0.004	0.004	0.00X	0.00X	0.00X	0.00X	0.00X	0.0
80 Mercury	Hg	0.0X	0.09	0.08	0.08	0.0X	0.4	0.03	0.04	0.0X	0.X
81 Thallium	Tl	0.06	0.21	0.72	2.3	1.4	1.4	0.82	0.0X	0.16	0.8
82 Lead	Pb	1.	6.	15.	19.	12.	20.	7.	9.	9.	50.
83 Bismuth	Bi	D	0.007	D	0.01	D	D	D	D	D	D
84 Polonium	Po	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Erkan YUVA
Doğum Yeri	Fatsa
Doğum Tarihi	04.02.1983
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	05432815252
E-Posta Adresi	erkanyuva@gmail.com
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Cumhuriyet Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Çevre Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	16.02.2006
İş Deneyimleri	
<ul style="list-style-type: none"><li>- Delta İnşaat: Arıtma tesisleri ve kanalizasyon alt yapı inşaatları</li><li>- Altaş Temizlik: Ambalaj atıkları ayrıştırma tesis müdürlüğü, şehir temizliği projeleri</li><li>- Karadeniz Danışmanlık: Çevre danışmanlık hizmetleri</li><li>- Altıntepe Madencilik: Madencilik sektöründe çevre uygulamaları</li><li>- Bilgin Güç Santralleri: Enerji sektöründe çevre uygulamaları, İş güvenliği uzmanlığı</li></ul>	