



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ABANA-BOZKURT (KASTAMONU)
BÖLGELERİNDEKİ DEREKUMU VE
TOPRAKLARDAKİ AĞIR METALLERİN
KÖKENİ VE İNSAN SAĞLIĞI AÇISINDAN
RİSK FAKTÖRLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Ömer Kağan ARICI

DOKTORA TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Aralık-2024
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ömer Kağan ARICI tarafından hazırlanan “**Abana-Bozkurt (Kastamonu) Bölgelerindeki Derekumu ve Topraklardaki Ağır Metallerin Kökeni ve İnsan Sağlığı Açısından Risk Faktörlerinin Araştırılması**” adlı tez çalışması 02/12/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Muhammed Kamil ÖDEN
(Selçuk Üniversitesi)

.....

Danışman

Doç. Dr. Alican ÖZTÜRK
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Üye

Doç. Dr. Bilgehan Yabgu HORASAN
(Selçuk Üniversitesi)

.....

Üye

Doç. Dr. Arif DELİKAN
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Gürsel KANSUN
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması BAP (Bilimsel Araştırma Projesi) tarafından 221107055 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Ömer Kağan ARICI

Tarih: 02.12.2024

ÖZET

DOKTORA TEZİ

ABANA-BOZKURT (KASTAMONU) BÖLGELERİNDEKİ DEREKUMU VE TOPRAKLARDAKİ AĞIR METALLERİN KÖKENİ VE İNSAN SAĞLIĞI AÇISINDAN RİSK FAKTÖRLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Ömer Kağan ARICI

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Alican ÖZTÜRK

2024, 262 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Alican ÖZTÜRK
Doç. Dr. Bilgehan Yabgu HORASAN
Doç. Dr. Arif DELİKAN
Doç. Dr. Muhammed Kamil ÖDEN
Dr. Öğretim Üyesi Gürsel KANSUN

İnceleme alanı Abana-Bozkurt (Kastamonu) ilçelerine bağlı Ezine Çayı (Tezcan, Kozköy, Koşmapınar, Kızılcaelma) ve İlişi Çayı (Yakaören, Görentaş, Köseali, Deliktaş, Erenler ve Alınören) arasında kalan bölgeleri kapsamaktadır. Çalışma alanı Kastamonu il merkezinin kuzeydoğu kesiminde yer almakta ve çalışma bölgesi 2611.411 km² alan kaplarken çalışma alanı 474.5909 km² (Ezine havzası = 378.6215 km² ve İlişi havzası = 95.96944 km²) alanı içermektedir.

Yapılan arazi çalışmaları sonucunda Ezine çayı çevresinden 5 adet kayaç (OK), 7 adet toprak (OT), 12 adet dere sedimanı (OP) numunesi; İlişi çayı çevresinden ise 6 adet kayaç (IOK), 7 adet toprak (IOT) ve 9 adet dere sedimanı (IOP) numunesi alınmıştır. Bu numuneler üzerinde 65 elementin analizleri yaptırılmıştır. Kayaç, toprak ve dere sedimanı jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve değerler hesaplanmıştır. Ezine çayı ve İlişi çayı çevresinden derlenen kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında analizi gerçekleştirilen iz elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri basit korelasyon analizleriyle değerlendirilmiştir.

Çalışma alanından derlenen toprak ve dere sedimanlarının analiz sonuçları göz önüne alınarak literatürde kirlilik çalışmaları için kullanılan indeksler (jeobirikim indeksi (I_{geo}), zenginleşme faktörü (EF), kirlilik faktörü (CF), kirlilik yük indeksi (PLI), potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^1), potansiyel toksisite indeksi (RI), Nemerow kirlilik indeksi (NIPI) baz alınmış ve hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, kanserojenik risk faktörlerinin incelenmesinde yetişkinler ve çocuklar için soluma, yutma ve dermal yoldan etkiler olmak üzere 3 faktörün sonuçları araştırılmıştır.

Ezine ve İlişi çayı çevresinden derlenen toprak ve dere sedimanları numunelerinin analiz sonuçları baz alınarak insan sağlığı açısından risk seviyelerini tespit etmek amacıyla ağır metallerin yutma, solunum ve dermal temas olmak üzere yetişkinler ve çocuklar için “ortalama günlük doz” hesaplamaları gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre “ihmal edilebilir”, “düşük”, “orta” ve “yüksek” olarak sınıflama yapılmıştır.

Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarındaki elementlerin dağılımları ve anomalinin değerlendirilmesi kapsamında numunelerin arazideki yayılım ortamlarına uygun olacak şekilde içerdikleri ağır metallerin içeriğine (ppm cinsinden) göre anomali haritaları hazırlanmış ve çeşitli ortamlardaki

(yerkabuğu, mafik ve asidik kayaçlar, ultramafik kayaçlar, kalkerli kayaçlar, kumtaşları ve toprak) standart değerlerle karşılaştırmaları yapılarak yorumlanmıştır.

Tez çalışması kapsamında sağlık risklerinin olasılıksal dağılımını analiz edebilen Crystal System Ball yazılımına dayalı Monte Carlo simülasyonu kullanılarak ağır metallerin kanserojen olmayan sağlık riskleri (HI) ve toplam kanserojen riskleri (TCR) yetişkinler ve çocuklar için hesaplanmıştır. Bulunan değerler kullanılarak grafikler çizilmiş ve dağılımlar göz önüne alınarak risk değerleri ortalama değerler bazında yorumlanmıştır.

Ezine ve İlişi çayı çevresinden derlenen toprak numunelerinde ağır metaller için hesaplanan EF değerleri alınarak OriginPro programında Q-Q plot grafikleri çizilmiş ve bu metallerin kökeninin jeojenik, antropojenik ya da her ikisinin olup olmama durumları incelenmiştir. Ezine çayı toprak numuneleri için yapılan değerlendirmede Cd ağır metalinin simetrik bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Bu da kaynak metalin kökeninin jeojenik olduğuna işaret etmektedir. Al, As, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb ve Zn ağır metallerinin dağılımları ise asimetriktir. Bu sonuçlara göre, Ezine çayı toprağındaki bu ağır metallerin konsantrasyon aralıkları jeojenik ve antropojenik zenginleşmeden kaynaklanan çoklu popülasyonların varlığını göstermektedir. İlişi çayı toprak numuneleri için yapılan değerlendirmede Cd ve Hg ağır metallerinin simetrik bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Bu da kaynak metalin kökeninin jeojenik olduğuna işaret etmektedir. Al, As, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn ağır metallerinin dağılımları ise asimetriktir. Bu sonuçlara göre, İlişi çayı toprağındaki bu ağır metallerin konsantrasyon aralıkları jeojenik ve antropojenik zenginleşmeden kaynaklanan çoklu popülasyonların varlığını göstermektedir.

Ezine ve İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerindeki Ağır Metal Miktarlarının Yönetmeliklere Göre Değerlendirilmesi kapsamında yapılan çalışmalarda; Dünya Sağlık Örgütü/Gıda ve Tarım Örgütü verileri baz alındığında; Ezine Çayı bölgesinde As için; “Bakanlıkça belirlenen süreç uyarınca temizlenmesi gereken kirlenmiş saha”; Ni, Fe ve Mn için; “İkinci aşama değerlendirme sürecine tabi takip gerektiren saha” statüsünde olduğu tespit edilmiştir. İlişi Çayı bölgesinde ise Mn için; “İkinci aşama değerlendirme sürecine tabi takip gerektiren saha” statüsünde olduğu tespit edilmiştir.

Tez çalışması kapsamında toprak ve dere sedimanlarındaki kirliliğin ortadan kaldırılması ve canlı sağlığına olan olumsuz etkilerinin (kanserojenik olmayan ve kanserojenik risk faktörleri) en aza indirilmesi için özellikle son dönemlerde dünya genelinde kullanılmakta olan elektrokinetik ekstraksiyon, yerinde kimyasal immobilizasyon, vitrifikasyon gibi metodların kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: ağır metal, antropojenik, Ezine çayı, İlişi çayı, jeojenik, kanserojenik risk, kirlilik, Monte Carlo simülasyonu.

ABSTRACT

PhD THESIS

INVESTIGATION OF THE ORIGIN OF HEAVY METALS IN STREAM SEDIMENT AND SOILS IN ABANA-BOZKURT (KASTAMONU) REGIONS AND THEIR RISK FACTORS FOR HUMAN HEALTH

Ömer Kağan ARICI

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Geological Engineering**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Alican ÖZTÜRK

2024, 262 Pages

Jury

**Assoc. Prof. Dr. Alican ÖZTÜRK
Assoc. Prof. Dr. Bilgehan Yabgu HORASAN
Assoc. Prof. Dr. Arif DELİKAN
Assoc. Prof. Dr. Muhammed Kamil ÖDEN
Assst. Prof. Dr. Gürsel KANSUN**

The study area covers the regions between Ezine Stream (Tezcan, Kozköy, Koşmapınar, Kızılcacelma) and İlişi Stream (Yakaören, Görentaş, Köseali, Deliktaş, Erenler and Alınören) of Abana-Bozkurt (Kastamonu) districts. The study area is located in the northeastern part of Kastamonu city center and covers an area of 2611.411 km² while the study area covers an area of 474.5909 km² (Ezine basin = 378.6215 km² and İlişi basin = 95.96944 km²).

As a result of the field studies, 5 rock (OK), 7 soil (OT), 12 stream sediment (OP) samples were taken from the Ezine stream and 6 rock (IOK), 7 soil (IOT) and 9 stream sediment (IOP) samples were taken from the İlişi stream. 65 element analyses were performed on these samples. Elements that were important for the study were selected for the geochemistry of rock, soil and stream sediments and student-t test was performed and values were calculated. The relationships between trace elements analyzed in rocks, soils and stream sediments collected from the Ezine stream and İlişi stream were evaluated with simple correlation analyses.

Considering the analysis results of soil and stream sediments collected from the study area, the indexes used for pollution studies in the literature (geoaccumulation index (I_{geo}), enrichment factor (EF), pollution factor (CF), pollution load index (PLI), potential ecological risk index (E_r^i), potential toxicity index (RI), Nemerow pollution index (NIPI) were taken as basis and calculations were made. In addition, in the examination of carcinogenic risk factors, the results of 3 factors, namely inhalation, ingestion and dermal effects, were investigated for adults and children.

In order to determine the risk levels for human health based on the analysis results of soil and stream sediment samples collected from the Ezine and İlişi streams, “average daily dose” calculations of heavy metals for adults and children were carried out, including ingestion, inhalation and dermal contact, and classifications were made as “negligible”, “low”, “moderate” and “high” according to the results obtained.

Within the scope of the evaluation of the distribution and anomaly of elements in rocks, soils and stream sediments, anomaly maps were prepared according to the content of heavy metals (in ppm) in the samples in accordance with their distribution environments in the field and were interpreted by comparing

them with standard values in various environments (earth crust, mafic and acidic rocks, ultramafic rocks, calcareous rocks, sandstones and soil).

Within the scope of the thesis study, non-carcinogenic health risks (HI) and total carcinogenic risks (TCR) of heavy metals were calculated for adults and children using Monte Carlo simulation based on Crystal System Ball software, which can analyze the probabilistic distribution of health risks. Graphs were drawn using the values found and risk values were interpreted on the basis of average values, considering the distributions.

In soil samples collected from Ezine and İlişi streams, EF values calculated for heavy metals were taken and Q-Q plot graphics were drawn in OriginPro program and the origin of these metals was examined as geogenic, anthropogenic or both. In the evaluation made for Ezine stream soil samples, it was determined that Cd heavy metal showed a symmetrical distribution. This indicates that the origin of the source metal is geogenic. The distributions of Al, As, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb and Zn heavy metals are asymmetric. According to these results, the concentration ranges of these heavy metals in Ezine stream soil indicate the existence of multiple populations originating from geogenic and anthropogenic enrichment. In the evaluation made for İlişi stream soil samples, it was determined that Cd and Hg heavy metals showed a symmetrical distribution. This indicates that the origin of the source metal is geogenic. The distributions of Al, As, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb and Zn heavy metals are asymmetric. According to these results, the concentration ranges of these heavy metals in the İlişi stream soil indicate the existence of multiple populations resulting from geogenic and anthropogenic enrichment.

In the studies conducted within the scope of the Evaluation of Heavy Metal Amounts in Soil Samples Collected from Ezine and İlişi Stream According to Regulations; Based on the World Health Organization/Food and Agriculture Organization data; it was determined that As in the Ezine Stream region; “Contaminated area that needs to be cleaned in accordance with the process determined by the Ministry”; and for Ni, Fe and Mn; “A site that requires follow-up subject to the second stage assessment process”. It was determined that Mn in the İlişi Stream region; “A site that requires follow-up subject to the second stage assessment process”.

Within the scope of the thesis study, it is recommended to use methods such as electrokinetic extraction, in situ chemical immobilization, vitrification, which have been used worldwide in recent years, in order to eliminate pollution in soil and stream sediments and to minimize their negative effects on living health (non-carcinogenic and carcinogenic risk factors).

Keywords: anthropogenic, carcinogenic risk, Ezine stream, geogenic, heavy metal, İlişi stream, Monte Carlo simulation, pollution.

ÖNSÖZ

Bu çalışma Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı 2019-2024 akademik yılları arası “Doktora Tezi” olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın başlangıç aşamasından itibaren öneri, katkı ve yardımlarını esirgemeyen, danışman hocam sayın Doç. Dr. Alican ÖZTÜRK’e sonsuz teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları ve tez hazırlama aşamasında yardımlarını esirgemeyen sayın Doç. Dr. Muhammed Kamil ÖDEN’e, Doç. Dr. Bilgehan Yabgu HORASAN’a, Doç. Dr. Arif DELİKAN’a, Dr. Öğr. Üyesi Gürsel KANSUN’a ve Jeoloji Yüksek Mühendisi Evren SOLGUN’a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Bu uzun süreçte beni her zaman destekleyen aileme ve ihtiyacım olduğu zaman her an yanımda olan değerli eşim Prof. Dr. Elçin YAZICI ARICI’ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora Tezi Projesi kapsamında projeye maddi destek sağlayan Konya Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Ofisi’ne (Proje No: 221107055) teşekkür ederim.

Ömer Kağan ARICI
KONYA-2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
ÇİZELGELER LİSTESİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	4
1.2. Coğrafi Konum	5
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	9
2.1. Çalışma Bölgesi ve Yakın Çevresinde Yapılan Jeolojik, Hidrojeolojik, Petrografik Araştırmalar	9
2.2. Dünya Ölçeğinde Yapılan Yakın Zamanlı Kirlilik ve İnsan Sağlığı Çalışmaları	11
2.3. Türkiye’de Yapılan Yakın Zamanlı Kirlilik ve İnsan Sağlığı Çalışmaları	18
2.4. Dünya’da ve Türkiye’deki Yakın Zamanlı Havza Analizi ve Morfometrik Çalışmalar	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
3.1. Hazırlık Çalışmaları	22
3.2. Arazi Çalışmaları	22
3.3. Laboratuvar Çalışmaları	24
3.4. Büro Çalışmaları	25
3.4.1. Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Kullanılan Önemli Yöntemler.....	25
3.4.1.1. Jeobirikim İndeksi (I_{geo}).....	25
3.4.1.2. Zenginleşme Faktörü (EF)	26
3.4.1.3. Kirlilik Faktörü (C_f).....	27
3.4.1.4. Kirlilik Yük İndeksi (PLI)	27
3.4.1.5. Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^i)	28
3.4.1.6. Potansiyel toksisite indeksi (RI)	29
3.4.1.7. Nemerow entegre kirlilik endeksi (NIPI)	29
3.4.2. Sağlık Riski Değerlendirmeleri	30
3.4.2.1. Kanserojen olmayan ve kanserojen olan risk faktörleri.....	30
3.4.3. Haritalama ve Anomali Çalışmaları	32
3.4.4. İstatistik Çalışmaları	32
3.4.4.1. Monte Carlo Simülasyonu	32

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	34
4.1. Genel Jeoloji	34
4.1.1. Stratigrafi	36
4.1.1.1. Daday Grubu.....	38
4.1.1.2. Paleozoyik.....	40
4.1.1.3. Jura.....	42
4.1.1.4. Kretase	43
4.1.1.5. Paleosen-Eosen	44
4.1.1.6. Kuvaterner	46
4.1.2. Yapısal Jeoloji.....	46
4.1.3. Jeolojik Evrim.....	46
4.2. Kayaç, Toprak ve Dere Sedimanı Jeokimyası	47
4.2.1. Kayaç Jeokimyası	47
4.2.1.1. Ezine çayı çevresinden derlenen kayaçların jeokimyası.....	47
4.2.1.2. İlişi çayı çevresinden derlenen kayaçların jeokimyası	51
4.2.2. Toprak Jeokimyası	55
4.2.2.1. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların jeokimyası.....	55
4.2.2.2. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların jeokimyası.....	59
4.2.3. Dere Sedimanı Jeokimyası.....	62
4.2.3.1. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının jeokimyası.....	62
4.2.3.2. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının jeokimyası	66
4.3. Toprakların Kirlilik İndeksleri ve Kanserojenik Risk Faktörleri.....	70
4.3.1. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların risk indeksleri ve kanserojenik risk faktörleri.....	70
4.3.1.1. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların zenginleşme faktörü (EF) durumunun incelenmesi	70
4.3.1.2. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların jeobirikim indeksi (I_{geo}) durumunun incelenmesi	73
4.3.1.3. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların kirlilik faktörü (CF) ve kirlilik yük indeksi (PLI) durumunun incelenmesi.....	75
4.3.1.4. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^i) ve potansiyel toksisite indeksi (RI) durumunun incelenmesi.....	77
4.3.1.5. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) durumunun incelenmesi	79
4.3.1.6. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların kanserojenik risk faktörleri durumunun incelenmesi	82
4.3.2. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların risk indeksleri ve kanserojenik risk faktörleri.....	90
4.3.2.1. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların zenginleşme faktörü (EF) durumunun incelenmesi	90
4.3.2.2. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların jeobirikim indeksi (I_{geo}) durumunun incelenmesi	92
4.3.2.3. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların kirlilik faktörü (CF) ve kirlilik yük indeksi (PLI) durumunun incelenmesi.....	94
4.3.2.4. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^i) ve potansiyel toksisite indeksi (RI) durumunun incelenmesi.....	96
4.3.2.5. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) durumunun incelenmesi	98

4.3.2.6. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların kanserojenik risk faktörleri durumunun incelenmesi	101
4.4. Dere Sedimanlarının Kirlilik İndeksleri ve Kanserijenik Risk Faktörleri	109
4.4.1. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının risk indeksleri ve kanserojenik risk faktörleri	109
4.4.1.1. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının zenginleşme faktörü (EF) durumunun incelenmesi	109
4.4.1.2. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının jeobirikim indeksi (I_{geo}) durumunun incelenmesi	111
4.4.1.3. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının kirlilik faktörü (CF) ve kirlilik yük indeksi (PLI) durumunun incelenmesi	113
4.4.1.4. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^i) ve potansiyel toksisite indeksi (RI) durumunun incelenmesi	115
4.4.1.5. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının Nemerow Kirlilik indeksi (NIPI) durumunun incelenmesi	117
4.4.1.6. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının kanserojenik risk faktörleri durumunun incelenmesi	120
4.4.2. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının risk indeksleri ve kanserojenik risk faktörleri	130
4.4.2.1. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının zenginleşme faktörü (EF) durumunun incelenmesi.....	130
4.4.2.2. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının jeobirikim indeksi (I_{geo}) durumunun incelenmesi	133
4.4.2.3. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının kirlilik faktörü (CF) ve kirlilik yük indeksi (PLI) durumunun incelenmesi	135
4.4.2.4. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^i) ve potansiyel toksisite indeksi (RI) durumunun incelenmesi	137
4.4.2.6. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının kanserojenik risk faktörleri durumunun incelenmesi	142
4.5. Kayaçlarda, Topraklarda ve Dere Sedimanlarındaki Elementlerin Dağılımları ve Anomalinin Değerlendirilmesi	150
4.5.1. Element Dağılımları ve Anomali Haritaları.....	150
4.5.1.1. Alüminyum (Al)	152
4.5.1.2. Arsenik (As).....	154
4.5.1.3. Kadmiyum (Cd)	155
4.5.1.4. Krom (Cr)	157
4.5.1.5. Bakır (Cu)	159
4.5.1.6. Demir (Fe).....	161
4.5.1.7. Civa (Hg)	163
4.5.1.8. Manganez (Mn).....	165
4.5.1.9. Nikel (Ni).....	167
4.5.1.10. Kurşun (Pb).....	169
4.5.1.11. Çinko (Zn).....	171
4.6. Monte Carlo Simülasyonu	173
4.6.1. Ezine çayı toprak numuneleri bazında simülasyon değerlendirmesi.....	173
4.6.2. İlişi çayı toprak numuneleri bazında simülasyon değerlendirmesi.....	187

4.6.3. Toplam kanserojenik risk (TCR) bazında simülasyon değerlendirmesi.....	200
4.7. Ağır Metallerin Köken-Kaynak (Antropojenik-Jeojenik) İlişkilerinin İncelenmesi	212
4.8. Ezine ve İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerindeki Ağır Metal Miktarlarının Yönetmeliklere Göre Değerlendirilmesi	213
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	217
5.1 Sonuçlar	217
5.1.1. Ezine çayı ve yakın çevresinden elde edilen sonuçlar	217
5.1.2. İlişi çayı ve yakın çevresinden elde edilen sonuçlar	225
5.2. Tartışma	232
5.3. Öneriler	241
KAYNAKLAR	244



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru ve numune dağılım haritası	5
Şekil 1.2. Abana ilçesi yıllık ortalama sıcaklık ve yağış grafiği	6
Şekil 1.3. Bozkurt ilçesi yıllık ortalama sıcaklık ve yağış grafiği	7
Şekil 3.1. Arazi çalışmalarından görüntüler (a ve b: kayaç numunelerinin alınması; c ve d: toprak numunelerinin alınması; e ve f: dere sedimanı numunelerinin alınması).....	23
Şekil 3.2. Genel arazi görünümüleri	24
Şekil 4.1. Orta Pontidler'in tektonik birliklerini gösteren harita (Uğuz ve ark., 2002; Uğuz, 2022)	34
Şekil 4.2. Türkiye'nin kenet kuşakları ve çalışma alanını da kapsayan Orta Pontidler (Ustaömer ve Robertson, 1994)	35
Şekil 4.3. Orta Pontidler ve tektonik birliklerin ilişkisini gösteren kesit (Turgut, 2017).....	35
Şekil 4.4. Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası (Uğuz ve ark., 2002'den düzenlenerek alınmıştır)	37
Şekil 4.5. Çalışma alanı ve yakın çevresinin genelleştirilmiş tektono-stratigrafik dikme kesiti (Altun ve ark., 1990'dan düzenlenerek alınmıştır).	38
Şekil 4.6. Ezine çayı çevresinden alınan kayaçlar üzerinde yapılan analiz sonuçlarına ait korelasyon katsayıları baz alınarak oluşturulan cluster analizindeki yakınlık durumları.....	51
Şekil 4.7. İlişi çayı çevresinden alınan kayaçlar üzerinde yapılan analiz sonuçlarına ait korelasyon katsayıları baz alınarak oluşturulan cluster analizindeki yakınlık durumları	55
Şekil 4.8. Ezine çayı çevresinden alınan topraklar üzerinde yapılan analiz sonuçlarına ait korelasyon katsayıları baz alınarak oluşturulan cluster analizindeki yakınlık durumları.....	59
Şekil 4.9. İlişi çayı çevresinden alınan topraklar üzerinde yapılan analiz sonuçlarına ait korelasyon katsayıları baz alınarak oluşturulan cluster analizindeki yakınlık durumları.....	62
Şekil 4.10. Ezine çayı çevresinden alınan dere sedimanları üzerinde yapılan analiz sonuçlarına ait korelasyon katsayıları baz alınarak oluşturulan cluster analizindeki yakınlık durumları.....	66
Şekil 4.11. İlişi çayı çevresinden alınan dere sedimanları üzerinde yapılan analiz sonuçlarına ait korelasyon katsayıları baz alınarak oluşturulan cluster analizindeki yakınlık durumları.....	70
Şekil 4.12. Ezine çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin jeobirikim indeksi (Igeo) değerlerinin box plots grafiği	79
Şekil 4.13. Ezine çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin kirlilik faktörü (CF) değerlerinin box plots grafiği	80
Şekil 4.14. Ezine çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin zenginleşme faktörü (EF) değerlerinin box plots grafiği.....	81
Şekil 4.15. Ezine çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^i) değerlerinin box plots grafiği	82
Şekil 4.16. İlişi çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin jeobirikim indeksi (Igeo) değerlerinin box plots grafiği	98
Şekil 4.17. İlişi çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin kirlilik faktörü (CF) değerlerinin box plots grafiği	99
Şekil 4.18. İlişi çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin zenginleşme faktörü (EF) değerlerinin box plots grafiği.....	100

Şekil 4.19. İlişi çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^I) değerlerinin box plots grafiği	101
Şekil 4.20. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin jeobirikim indeksi (I_{geo}) değerlerinin box plots grafiği.....	117
Şekil 4.21. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin kirlilik faktörü (CF) değerlerinin box plots grafiği.....	118
Şekil 4.22. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin zenginleşme faktörü (EF) değerlerinin box plots grafiği.....	119
Şekil 4.23. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^I) değerlerinin box plots grafiği.....	120
Şekil 4.24. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin jeobirikim indeksi (I_{geo}) değerlerinin box plots grafiği.....	139
Şekil 4.25. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin kirlilik faktörü (CF) değerlerinin box plots grafiği.....	140
Şekil 4.26. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin zenginleşme faktörü (EF) değerlerinin box plots grafiği.....	141
Şekil 4.27. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^I) değerlerinin box plots grafiği.....	142
Şekil 4.28. Çalışma havzasına ait kabartma ve jeoloji haritası	151
Şekil 4.29. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Al dağılımı anomali haritası	153
Şekil 4.30. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında As dağılımı anomali haritası	155
Şekil 4.31. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Cd dağılımı anomali haritası	157
Şekil 4.32. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Cr dağılımı anomali haritası	159
Şekil 4.33. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Cu dağılımı anomali haritası	161
Şekil 4.34. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Fe dağılımı anomali haritası	163
Şekil 4.35. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Hg dağılımı anomali haritası.....	165
Şekil 4.36. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Mn dağılımı anomali haritası.....	167
Şekil 4.37. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Ni dağılımı anomali haritası	169
Şekil 4.38. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Pb dağılımı anomali haritası	171
Şekil 4.39. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Zn dağılımı anomali haritası	173
Şekil 4.40. Simülasyon sırasında elde edilen ağır metal duyarlılık analiz görünümü..	180
Şekil 4.41. Ezine çayı toprak numunelerinin ağır metal içerikleri bakımından olasılık dağılım grafiği.....	180
Şekil 4.42. Topraktaki ağır metal içeriklerinin saçınım-matris görünümleri	181
Şekil 4.43. Al ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Al)	182
Şekil 4.44. As ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-As).....	182

Şekil 4.45. Cd ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Cd).....	183
Şekil 4.46. Cr ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Cr)	183
Şekil 4.47. Cu ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Cu).....	184
Şekil 4.48. Fe ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Fe)	184
Şekil 4.49. Hg ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Hg)	185
Şekil 4.50. Mn ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Mn).....	185
Şekil 4.51. Ni ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Ni)	186
Şekil 4.52. Pb ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Pb)	186
Şekil 4.53. Zn ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Zn)	187
Şekil 4.54. Simülasyon sırasında elde edilen ağır metal duyarlılık analiz görünümü..	193
Şekil 4.55. İlişi çayı toprak numunelerinin ağır metal içerikleri bakımından olasılık dağılım grafiği.....	193
Şekil 4.56. İlişi çayı topraklarındaki ağır metal içeriklerinin saçınım-matris görünümleri	194
Şekil 4.57. Al ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Al)	195
Şekil 4.58. As ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-As).....	195
Şekil 4.59. Cd ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Cd)	196
Şekil 4.60. Cr ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Cr)	196
Şekil 4.61. Cu ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Cu)	197
Şekil 4.62. Fe ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Fe)	197
Şekil 4.63. Hg ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Hg)	198
Şekil 4.64. Mn ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Mn)	198
Şekil 4.65. Ni ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Ni)	199
Şekil 4.66. Pb ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Pb).....	199
Şekil 4.67. Zn ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Zn).....	200
Şekil 4.68. As ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-TCR-As)	207
Şekil 4.69. As ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-TCR-As)	207

Şekil 4.70. Cd ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-TCR-Cd)	208
Şekil 4.71. Cd ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-TCR-Cd)	208
Şekil 4.72. Cr ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-TCR-Cr)	209
Şekil 4.73. Cr ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-TCR-Cr)	209
Şekil 4.74. Ni ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-TCR-Ni)	210
Şekil 4.75. Ni ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-TCR-Ni)	210
Şekil 4.76. Pb ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-TCR-Pb)	211
Şekil 4.77. Pb ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-TCR-Pb)	211
Şekil 4.78. Ezine çayı çevresinden derlenen toprak numunelerinin zenginleşme faktörü (EF) değerlerine göre çizilen Q-Q plot grafikleri	212
Şekil 4.79. İlişi çayı çevresinden derlenen toprak numunelerinin zenginleşme faktörü (EF) değerlerine göre çizilen Q-Q plot grafikleri	213
Şekil 5.1. Ezine çayı çevresi toprak numunelerinde bulunan ağır metaller için hesaplanan hazard index (HI) değerleri	237
Şekil 5.2. Ezine çayı çevresi toprak numunelerinde bulunan ağır metaller için hesaplanan toplam kanserojenik risk (TCR) değerleri	238
Şekil 5.3. İlişi çayı çevresi toprak numunelerinde bulunan ağır metaller için hesaplanan hazard index (HI) değerleri	239
Şekil 5.4. İlişi çayı çevresi toprak numunelerinde bulunan ağır metaller için hesaplanan toplam kanserojenik risk (TCR) değerleri	240

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3.1. Jeobirikim İndeksi (I_{geo}), (Muller, 1969).....	26
Çizelge 3. 2. Zenginleşme Faktörü (EF), (Zhang ve Liu, 2002)	27
Çizelge 3.3. Kirlilik Faktörü (Cf), (Hakanson, 1980)	27
Çizelge 3.4. Kirlilik Yük İndeksi (Tomlinson ve ark., 1980).....	28
Çizelge 3.5. Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^I) (Hakanson, 1980).....	28
Çizelge 3.6. Potansiyel toksisite indeksi (RI) (Hakanson, 1980)	29
Çizelge 3.7. Nemerow Kirlilik İndeksi (Müller, 1969; Li ve ark., 2020)	29
Çizelge 3.8. Sağlık riski değerlendirmesinde kullanılan birimler, referans değerler ve formüller	31
Çizelge 4.1. Ezine çayı çevresinden derlenen kayaç numunelerinin analiz sonuç değerleri (ppm) ve istatistiksel bakımdan analiz özet çizelgesi (Min. : Minimum değer, Max. : Maksimum değer, Ort. : Ortalama değer, Std. Sapm. : Standart Sapma değeri). 48	
Çizelge 4.2. Ezine çayı çevresinden derlenen kayaçlarda analizi yapılan elementlere ait korelasyon katsayıları	50
Çizelge 4.3. İlişi çayı çevresinden derlenen kayaç numunelerinin analiz sonuç değerleri (ppm) ve istatistiksel bakımdan analiz özet çizelgesi (Min. : Minimum değer, Max. : Maksimum değer, Ort. : Ortalama değer, Std. Sapm. : Standart Sapma değeri)	51
Çizelge 4.4. İlişi çayı çevresinden derlenen kayaçlarda analizi yapılan elementlere ait korelasyon katsayıları	54
Çizelge 4.5. Ezine çayı çevresinden derlenen toprak numunelerinin analiz sonuç değerleri (ppm) ve istatistiksel bakımdan analiz özet çizelgesi (Min. : Minimum değer, Max. : Maksimum değer, Ort. : Ortalama değer, Std. Sapm. : Standart Sapma değeri). 56	
Çizelge 4.6. Ezine çayı çevresinden derlenen topraklarda analizi yapılan elementlere ait korelasyon katsayıları	58
Çizelge 4.7. İlişi çayı çevresinden derlenen toprak numunelerinin analiz sonuç değerleri (ppm) ve istatistiksel bakımdan analiz özet çizelgesi (Min. : Minimum değer, Max. : Maksimum değer, Ort. : Ortalama değer, Std. Sapm. : Standart Sapma değeri)	59
Çizelge 4.8. İlişi çayı çevresinden derlenen topraklarda analizi yapılan elementlere ait korelasyon katsayıları	61
Çizelge 4.9. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanı numunelerinin analiz sonuç değerleri (ppm) ve istatistiksel bakımdan analiz özet çizelgesi (Min. : Minimum değer, Max. : Maksimum değer, Ort. : Ortalama değer, Std. Sapm. : Standart Sapma değeri). 63	
Çizelge 4.10. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında analizi yapılan elementlere ait korelasyon katsayıları.....	65
Çizelge 4.11. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanı numunelerinin analiz sonuç değerleri (ppm) ve istatistiksel bakımdan analiz özet çizelgesi (Min. : Minimum değer, Max. : Maksimum değer, Ort. : Ortalama değer, Std. Sapm. : Standart Sapma değeri). 66	
Çizelge 4.12. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında analizi yapılan elementlere ait korelasyon katsayıları.....	69
Çizelge 4.13. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Zenginleşme Faktörü (EF) değerleri	72
Çizelge 4.14. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Jeobirikim İndeksi (I_{geo}) değerleri.....	74
Çizelge 4.15. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Kirlilik Faktörü (CF) ve Kirlilik Yük İndeksi (PLI) değerleri.....	76
Çizelge 4.16. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^I) ve Potansiyel Toksisite İndeksi (RI) Değerleri	78
Çizelge 4.17. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) değerleri	79

Çizelge 4.18. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Yutma ($ADD_{Ingestion}$) Hesaplamaları.....	83
Çizelge 4.19. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Yutma ($ADD_{Ingestion}$) Hesaplamaları	83
Çizelge 4.20. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Solunum ($ADD_{Inhalation}$) Hesaplamaları	83
Çizelge 4.21. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Solunum ($ADD_{Inhalation}$) Hesaplamaları.....	84
Çizelge 4.22. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD_{dermal}) Hesaplamaları	84
Çizelge 4.23. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD_{dermal}) Hesaplamaları	84
Çizelge 4.24. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Cu Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	85
Çizelge 4.25. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Pb Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	85
Çizelge 4.26. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Zn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	86
Çizelge 4.27. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Ni Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	86
Çizelge 4.28. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Mn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	87
Çizelge 4.29. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Fe Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	87
Çizelge 4.30. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin As Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	88
Çizelge 4.31. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Cd Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	88
Çizelge 4.32. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Cr Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	89
Çizelge 4.33. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Al Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	89
Çizelge 4.34. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Hg Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	90
Çizelge 4.35. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Zenginleşme Faktörü (EF) değerleri	91
Çizelge 4.36. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Jeobirikim İndeksi (I_{geo}) değerleri.....	93
Çizelge 4.37. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Kirlilik Faktörü (CF) ve Kirlilik Yük İndeksi (PLI) değerleri.....	95
Çizelge 4.38. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^I) ve Potansiyel Toksisite İndeksi (RI) Değerleri	97
Çizelge 4.39. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) değerleri	98
Çizelge 4.40. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Yutma ($ADD_{Ingestion}$) Hesaplamaları	102
Çizelge 4.41. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Yutma ($ADD_{Ingestion}$) Hesaplamaları	102
Çizelge 4.42. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Solunum ($ADD_{Inhalation}$) Hesaplamaları.....	102

Çizelge 4.43. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Solunum (ADD _{Inhalation}) Hesaplamaları.....	103
Çizelge 4.44. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD _{dermal}) Hesaplamaları.....	103
Çizelge 4.45. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD _{dermal}) Hesaplamaları.....	103
Çizelge 4.46. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Cu Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	104
Çizelge 4.47. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Pb Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	104
Çizelge 4.48. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Zn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	105
Çizelge 4.49. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Ni Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	105
Çizelge 4.50. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Mn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	106
Çizelge 4.51. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Fe Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	106
Çizelge 4.52. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin As Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	107
Çizelge 4.53. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Cd Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	107
Çizelge 4.54. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Cr Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	108
Çizelge 4.55. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Al Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	108
Çizelge 4.56. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Hg Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	109
Çizelge 4.57. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Zenginleşme Faktörü (EF) değerleri.....	110
Çizelge 4.58. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Jeobirikim İndeksi (I _{geo}) değerleri.....	112
Çizelge 4.59. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Kirlilik Faktörü (CF) ve Kirlilik Yük İndeksi (PLI) değerleri	114
Çizelge 4.60. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E _r ⁱ) ve Potansiyel Toksisite İndeksi (RI) Değerleri	116
Çizelge 4.61. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) değerleri	117
Çizelge 4.62. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Yutma (ADD _{Ingestion}) Hesaplamaları	121
Çizelge 4.63. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Yutma (ADD _{Ingestion}) Hesaplamaları	121
Çizelge 4.64. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Solunum (ADD _{Inhalation}) Hesaplamaları	122
Çizelge 4.65. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Solunum (ADD _{Inhalation}) Hesaplamaları	122
Çizelge 4.66. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD _{dermal}) Hesaplamaları.....	123
Çizelge 4.67. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD _{dermal}) Hesaplamaları	123

Çizelge 4.68. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Cu Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	124
Çizelge 4.69. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Pb Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	124
Çizelge 4.70. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Zn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	125
Çizelge 4.71. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Ni Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	125
Çizelge 4.72. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Mn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	126
Çizelge 4.73. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Fe Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	127
Çizelge 4.74. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin As Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	127
Çizelge 4.75. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Cd Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	128
Çizelge 4.76. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Cr Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	128
Çizelge 4.77. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Al Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	129
Çizelge 4.78. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Hg Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	130
Çizelge 4.79. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Zenginleşme Faktörü (EF) değerleri	132
Çizelge 4.80. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Jeobirikim İndeksi (I_{geo}) değerleri	134
Çizelge 4.81. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Kirlilik Faktörü (CF) ve Kirlilik Yük İndeksi (PLI) değerleri	136
Çizelge 4.82. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^I) ve Potansiyel Toksisite İndeksi (RI) Değerleri	138
Çizelge 4.83. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) değerleri	139
Çizelge 4.84. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Yutma ($ADD_{ingestion}$) Hesaplamaları	143
Çizelge 4.85. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Yutma ($ADD_{ingestion}$) Hesaplamaları	143
Çizelge 4.86. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Solunum ($ADD_{inhalation}$) Hesaplamaları	143
Çizelge 4.87. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Solunum ($ADD_{inhalation}$) Hesaplamaları	144
Çizelge 4.88. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD_{dermal}) Hesaplamaları	144
Çizelge 4.89. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD_{dermal}) Hesaplamaları	144
Çizelge 4.90. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Cu Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	145
Çizelge 4.91. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Pb Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	145
Çizelge 4.92. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Zn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	146

Çizelge 4.93. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Ni Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	146
Çizelge 4.94. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Mn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	147
Çizelge 4.95. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Fe Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	147
Çizelge 4.96. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin As Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	148
Çizelge 4.97. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Cd Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	148
Çizelge 4.98. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Cr Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	149
Çizelge 4.99. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Al Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	149
Çizelge 4.100. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Hg Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri	150
Çizelge 4.101. Ağır metaller için mevcut referans oral doz değerleri($\text{mg kg}^{-1} \text{ gün}^{-1}$)	174
Çizelge 4.102. Cu elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri	174
Çizelge 4.103. Pb elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri.....	175
Çizelge 4.104. Zn elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri	175
Çizelge 4.105. Ni elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri.....	175
Çizelge 4.106. Mn elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri	176
Çizelge 4.107. Fe elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri.....	176
Çizelge 4.108. As elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri	176
Çizelge 4.109. Cd elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri	177
Çizelge 4.110. Cr elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri.....	177
Çizelge 4.111. Al elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri.....	177
Çizelge 4.112. Hg elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri	178
Çizelge 4.113. Monte Carlo Simülasyonu sonucu elde edilen OT_HI değerleri	179
Çizelge 4.114. Cu elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri.....	187
Çizelge 4.115. Pb elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri.....	188
Çizelge 4.116. Zn elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri.....	188
Çizelge 4.117. Ni elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri	188
Çizelge 4.118. Mn elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri.....	189
Çizelge 4.119. Fe elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri	189
Çizelge 4.120. As elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri.....	189
Çizelge 4.121. Cd elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri.....	190
Çizelge 4.122. Cr elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri	190
Çizelge 4.123. Al elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri	190
Çizelge 4.124. Hg elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri	191
Çizelge 4.125. Monte Carlo Simülasyonu sonucu elde edilen IOT_HI değerleri	192
Çizelge 4.126. Ağır metaller için kanser eğim faktörleri ($\text{mg kg}^{-1} \text{ gün}^{-1}$) ⁻¹	201
Çizelge 4.127. Pb elementi için hesaplanan OT_CR ve OT_TCR değerleri	201
Çizelge 4.128. As elementi için hesaplanan OT_CR ve OT_TCR değerleri	201
Çizelge 4.129. Cr elementi için hesaplanan OT_CR ve OT_TCR değerleri.....	202
Çizelge 4.130. Ni elementi için hesaplanan OT_CR ve OT_TCR değerleri.....	202
Çizelge 4.131. Cd elementi için hesaplanan OT_CR ve OT_TCR değerleri.....	202
Çizelge 4.132. Monte Carlo Simülasyonu sonucu elde edilen OT_TCR değerleri.....	203
Çizelge 4.133. Pb elementi için hesaplanan IOT_CR ve IOT_TCR değerleri.....	204
Çizelge 4.134. As elementi için hesaplanan IOT_CR ve IOT_TCR değerleri.....	204

Çizelge 4.135. Cr elementi için hesaplanan IOT_CR ve IOT_TCR değerleri	204
Çizelge 4.136. Ni elementi için hesaplanan IOT_CR ve IOT_TCR değerleri	205
Çizelge 4.137. Cd elementi için hesaplanan IOT_CR ve IOT_TCR değerleri	205
Çizelge 4.138. Monte Carlo Simülasyonu sonucu elde edilen TCR değerleri (IOT)...	206
Çizelge 4.139. Referans değerlere göre sahanın takiplik durumu	214
Çizelge 4.140. Birleşmiş Milletlere bağlı Tarım ve Gıda Örgütü/Food and Agriculture Organization (FAO, 2007) ve Dünya Sağlık Örgütü/World Health Organization (WHO) ve Turekian ve Wedepohl (1961)'e göre değerlendirmeler (OT numuneleri).....	214
Çizelge 4.141. Ezine çayı çevresindeki topraklarda bulunan ağır metallerin ortalama, alt limit ve üst limit değerleri (WHO/FAO (2007) ve Turekian ve Wedepohl (1961)'e göre)	215
Çizelge 4.142. Birleşmiş Milletlere bağlı Tarım ve Gıda Örgütü/Food and Agriculture Organization (FAO, 2007) ve Dünya Sağlık Örgütü/World Health Organization (WHO) ve Turekian ve Wedepohl (1961)'e göre değerlendirmeler (IOT numuneleri)	215
Çizelge 4.143. İlişi çayı çevresindeki topraklarda bulunan ağır metallerin ortalama, alt limit ve üst limit değerleri (WHO/FAO (2007) ve Turekian ve Wedepohl (1961)'e göre)	216

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

ark. : arkadaşları
bkz. : bakınız
cm : santimetre
°C : santigrat derece
fm : formasyon
IOK : İlişi çayı çevresinden derlenen kayaç numuneleri
IOP : İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanı numuneleri
IOT : İlişi çayı çevresinden derlenen toprak numuneleri
km : kilometre
km² : kilometrekare
My : milyon yıl
OK : Ezine çayı çevresinden derlenen kayaç numuneleri
OP : Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanı numuneleri
OT : Ezine çayı çevresinden derlenen toprak numuneleri
ppm : parts per million (milyonda bir birim)
% : yüzde değer

Kısaltmalar

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri
CF : Contamination Factor (Kirlilik Faktörü)
EDXRF : Energy Dispersive X-ray Fluorescence
EF : Enrichment Factor (Zenginleşme Faktörü)
E_rⁱ : Potential Ecological Risk Index (Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi)
FAO : Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
HES : Hidroelektrik Santrali
HI : Hazard Index (Tehlike İndeksi)
I_{geo} : Geoaccumulation Index (Jeobirikim İndeksi)
LULC : Land Use and Land Cover (Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü)
NIPI : Nemerow Pollution Index (Nemerow Kirlilik İndeksi)
PCA : Principal Component Analysis (Temel Bileşenler Analizi)
PLI : Pollution Loading Index (Kirlilik Yük İndeksi)
PMF : Pozitif Matris Faktörizasyonu
RI : Potential Toxicity Index (Potansiyel Toksisite İndeksi)
TCR : Total Carcinogenic Risk (Toplam Kanserojenik Risk)
URL : Uniform Resource Loader
WHO : World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

1. GİRİŞ

Dünya'daki çoğu yaşam faaliyeti için vazgeçilmez ve önemli bir yapı olan toprak, karasal ekosistemlerin bir bileşeni ve insan yaşamı, tarımsal üretim gibi faaliyetler için de önemli bir kaynaktır (Huang ve ark., 2018a, b; Fei ve ark., 2019; Qin ve ark., 2021; Wang ve ark., 2022). Hızlı sanayileşme, kentleşme ve yoğun tarım uygulamalarıyla birlikte; metal madenciliği, atmosferik sedimantasyon ve tarımsal girdiler yoluyla ağır metaller toprakta zenginleşmektedir. Bu, büyük mekânsal ve zamansal ölçeklerde toprağın ağır metal kontaminasyonuna neden olmaktadır (Li ve ark., 2014; Panico ve ark., 2018; Sun ve ark., 2021; Yan ve ark., 2022). Toprak türü, arazi şekilleri ve topografya gibi doğal faktörler de toprağın çevresel kalitesini etkiler. Örneğin, karst alanlarının topraklarındaki ağır metaller esas olarak jeolojik arka plandan ve yüksek rakımlı bölgelerde yaygın olan toprak oluşma süreçlerinden kaynaklanır (Zhao ve ark., 2015; Yang ve ark., 2020). Doğal ve beşerî süreçler, topraktaki ağır metallerin kümülatif etkisine katkıda bulunur ve bunların oluşumu, toprak ortamına yönelik ekolojik riskle karmaşık bir ilişkiye sahiptir (Klink, 2017; Liu ve ark., 2019; Ahmadi ve ark., 2019; Xiao ve ark., 2022). Ağır metaller biyolojik olarak zararlı, parçalanmayan ve kalıcı olma özelliklerine sahiptirler (Zhao ve ark., 2020; Lin ve ark., 2022; Zeng ve ark., 2022). Bu ağır metaller toprak yoluyla bitkilerin yenilebilir kısımlarında zenginleşerek insan sağlığını tehlikeye atmaktadır (G'alvez-Martos ve ark., 2018; Chen ve ark., 2022; Wu ve ark., 2022; Jaswal ve Gupta, 2023).

Topraklardaki ağır metallerin içeriklerinin özellikleri, toprakların hem fiziksel hem de kimyasal yapılarıyla ilişkilidir. Farklı arazi kullanım tiplerinin neden olduğu toprak özelliklerindeki farklılıklar, topraklardaki ağır metal içeriklerinin özelliklerini etkileyebilir (Ghorbani ve ark., 2015). Bu nedenle, farklı arazi kullanım tiplerinde ağır metallerin dağılımı ve birikimi farklıdır ve ayrıca farklı arazi kullanım tiplerinde toprak ağır metalleri içeriğinde önemli farklılıklar vardır (Solgi ve Oshvandi, 2018; Wang ve ark., 2019). Sonuç olarak, farklı arazi kullanım şartları altında ağır metal kontaminasyonu farklı etkiler gösterir. Yakın zamanlarda yapılan çok sayıda çalışma, tarım arazisi (Shen ve ark., 2019), kentsel alanlar (Wu ve ark., 2018), madencilik alanları (Diami ve ark., 2016) ve endüstriyel bölgeler (Gao ve Wang, 2018) gibi tek arazi kullanım tipleri için ekolojik risk ve insan sağlığı risklerinin değerlendirilmesine odaklanmıştır.

Ağır metal(oid)ler, canlı organizmalar için toksik olan yüksek yoğunluklu elementlerin bir araya gelmesiyle oluşan kümelerdir. Kentleşme, endüstriyel faaliyetler, madencilik ve kimyasal gübre ve pestisitlerin kullanımı dahil olmak üzere çeşitli kaynaklar aracılığıyla tarımsal topraklarda birikme potansiyeline sahiptirler (Doabi ve ark., 2018; Jahandari ve ark., 2020; Faraji ve ark., 2023). Ağır metal içeriği fazla olan topraklarda yetiştirilen ürünler toksik metaller açısından birikir ve bu ürünler ağır metallere maruz kaldıktan sonra besin zinciri toprak-bitkiler/sebzeler-insan vücudu yoluyla büyük ölçüde etkilenir (Balkhair ve Ashraf, 2016). Ayrıca, üst toprak katmanında ve tozda bulunan toksik ağır metaller; deri, yutma ve solunum süreçleri dahil olmak üzere çeşitli yollarla hem yetişkinlerin hem de çocukların vücutlarına kolayca nüfuz edebilir (Rahman ve ark., 2021). Sonuç olarak ağır metaller biyomoleküllerin bağlanma bölgelerine etki ederek enzimlerin, proteinlerin ve nükleik asitlerin biyolojik fonksiyonlarını bozmaktadır (Akinsanya ve ark., 2019).

Temel olmayan bir eser element olan arsenik (As), toksik ağır metaloid olarak sınıflandırılır. Yüksek seviyelerde arseniğe maruz kalmak cilt lezyonlarına, cilt kanserine, mesane, akciğer ve karaciğer kanserlerine ve çeşitli diğer sağlık bozukluklarına neden olabilir (Argos ve ark., 2012). Arsenik, fotosentezi engelleyerek, besin alımını azaltarak ve oksidatif strese neden olarak bitki büyümesini etkileyebilir (Karimi ve ark., 2013; Ahmad ve ark., 2021; Kamran ve ark., 2022).

Kadmiyum (Cd) aynı zamanda kanserojen element olarak da bilinir ve böbrek hasarına, solunum problemlerine ve kemik hastalıklarına neden olabilir (Plumlee ve Ziegler, 2005). Kadmiyum, bitkilerde RNA sentezi, fotosentez hızının azalması, yaprakların kıvrılması ve sararması, stomaların açılmasının engellenmesi ve çeşitli enzimlerin fonksiyonlarının baskılanması gibi çeşitli süreçleri bozabilir (Huang ve ark., 2019).

Bakır (Cu), bitkiler, hayvanlar ve insanlar için temel bir mikro besindir; ancak aşırı konsantrasyonları toksik hale gelebilir ve insanlarda karaciğer ve böbrek hasarı, anemi ve nörolojik bozukluklar gibi sorunlara yol açabilir (Selinus ve Alloway, 2005). Cu ayrıca solunum, klorofil sentezi ve enzim aktivasyonu gibi bitki büyümesinde de hayati bir rol oynar (Chakraborty ve ark., 2022; Kaur ve ark., 2022). Topraklardaki aşırı bakır birikimi, bitkiler için zararlı olabilir ve hidroksil radikallerinin üretilmesine yol açabilir (Kaur ve ark., 2022).

Kurşun (Pb), fotosentezi bozarak, klorofil üretimini engelleyerek yaprak klorozuna neden olarak, besin emilimini azaltarak, tohum üretimini düşürerek ve çeşitli

diğer olumsuz etkilere yol açarak bitki büyümesini engelleyebilir (Pourrut ve ark., 2011). İnsanlarda Pb, öğrenme güçlükleri ve davranışsal bozukluklar gibi sorunlara yol açarak beyne ve sinir sistemine zarar verme potansiyeline sahiptir. Ayrıca kırmızı kan hücresi üretimini engelleyerek kansızlığa neden olabilir ve böbrek hastalıklarına ve üreme sorunlarına katkıda bulunabilir (Selinus ve Alloway, 2005).

Çinko (Zn), fotosentez, protein sentezi ve enzim aktivasyonu da dahil olmak üzere çeşitli fizyolojik süreçlerde önemli bir rol oynar (Kaur ve ark., 2022). Çinko aynı zamanda bitki büyümesini ve gelişimini etkileyen bitki hormonu seviyelerinin düzenlenmesinde de rol oynar (Umair Hassan ve ark., 2020). Tarımsal alanlardaki topraklarda Zn eksikliği ürün veriminin azalmasına ve bitki büyümesinin yetersiz olmasına yol açabilir (Alloway, 2009; Ahmad ve ark., 2012). Buna karşılık, aşırı miktarda Zn varlığı; bodur büyümeye, kloroza, nekroza ve verimin azalmasına neden olabilir (Kaur ve Garg, 2021).

Krom (Cr), sadece temel bir besin maddesi olarak değil, aynı zamanda insanlar için toksik bir element olarak da kabul edilir. Kromun biyolojik işlevi, oksidasyon durumuna bağlıdır. Cr (III), glikoz metabolizmasında ve insülin sinyalizasyonunda önemli bir rol oynarken, Cr (VI) toksiktir ve solunum yolu hastalıkları gibi sağlık sorunlarına neden olabilir. Cr ile kirlenmiş toprak ve tozun solunması ve yutulması potansiyel olarak cilt tahrişine, mide-bağırsak sorunlarına ve ciddi vakalarda kanser gelişimine bile katkıda bulunabilir (Selinus ve Alloway, 2005).

Bitkilerin az miktarda nikel (Ni) ihtiyacı vardır çünkü nikel, üreazın sentezinde rol oynar. Üreaz, üreyi amonyağa dönüştüren ve daha sonra bitkiler için bir azot kaynağı görevi gören bir enzimdir (Kaur ve ark., 2022). Ni eksikliği bodur büyümeye, kloroza (yaprak sararması) ve verimin azalmasına yol açabilir (Liu ve ark., 2011). Yüksek Ni seviyelerine kısa süreli maruz kalma cilt tahrişine, solunum problemlerine, mide bulantısına, kusmaya ve ishale yol açabilirken, düşük Ni konsantrasyonlarına uzun süreli maruz kalma akciğer kanseri, burun kanseri ve böbrek hasarı gelişimi ile ilişkilendirilebilir (Guo ve ark., 2019; Pesch ve ark., 2019; Genchi ve ark., 2020).

Topraklardaki ağır metal kirliliğini nicel ve nitel olarak araştırmak için zenginleştirme faktörleri (EF), kirlilik indeksleri (PI ve PLI) ve jeo-birikim indeksleri (I_{geo}) kullanılarak çalışmalar yürütülmüştür (Hu ve ark., 2020; Liu ve ark., 2020; Öztürk ve Arıcı, 2020; Wang ve ark., 2020; Solgun ve ark., 2021; Wu ve ark., 2021; Bhat ve ark., 2022). Pozitif matris faktörizasyon modeli (PMF), temel bileşen analizi (PCA), edge analizi ve Geo-Detector Modeli gibi indeksler çeşitli kirleticilerin kaynak

katkılarını ölçmek için birçok çalışmada kullanılmıştır (Guan ve ark., 2018; Men ve ark., 2020; Wang ve ark., 2020; Liu ve ark., 2021).

Yıllar bazında yeni modellemeler geliştirilerek toprak, bitki, su gibi ortamlarda ağır metal birikimi konusu araştırılmakta ve canlı sağlığı ile olan ilişkisi ortaya koyulmaya çalışılmaktadır. Artan nüfus, gelişen teknolojiyle birlikte artan tüketim, kirlilik kaynaklarının artması gibi durumlar global anlamda endişe yaratmakta ve kirliliğin önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Ağır metallerin özellikle kanserojenik risk barındırması ve canlı sağlığına olan tehditleri çeşitli disiplinler arasında ortak çalışmaların yürütülmesini gerekli kılmıştır.

Bu çalışma da benzer amaçları ve kaygıları baz alarak hazırlanmıştır. İnceleme alanı Abana-Bozkurt (Kastamonu) ilçelerine bağlı Ezine Çayı ve İlişi Çayı arasında kalan bölgeleri kapsamaktadır. “Abana-Bozkurt (Kastamonu) Bölgelerindeki Derekumu ve Topraklardaki Ağır Metallerin Kökeni ve İnsan Sağlığı Açısından Risk Faktörlerinin Araştırılması” başlıklı bu çalışma Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda 2019-2024 yılları arasında doktora tez çalışması olarak hazırlanmıştır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Çalışma bölgesi eski bir civa ocağı işletmesini içeren Ezine çayı havzası ve etkileyecek/etkilenebilecek yakın bölge olan İlişi Çayı havzasını içermektedir.

Bu kapsamda tez çalışması Abana-Bozkurt (Kastamonu) ilçelerine bağlı Ezine Çayı ve İlişi Çayı arasında kalan bölgelerin (a) kayaç, toprak ve plaserlerin (dere sedimanları) ağır metaller (As, Cd, Hg, Cu, Ni, Pb, Zn vd.) açısından zenginleşmesini ve kirlilik seviyelerinin tespitini, (b) anomali gösteren yerlerin belirlenmesini (c) ağır metallerin kökenlerini ve kaynaklarını jeojenik ve antropojenik yönden değerlendirmeyi (d) ağır metal birikimlerinin toprağa olan etkilerini incelemeyi ve canlı sağlığı açısından durumlarının tespit edilmesini (e) elde edilen sonuçlar kapsamında neler yapılabileceği gibi konuların aydınlatılmasını amaçlamaktadır.

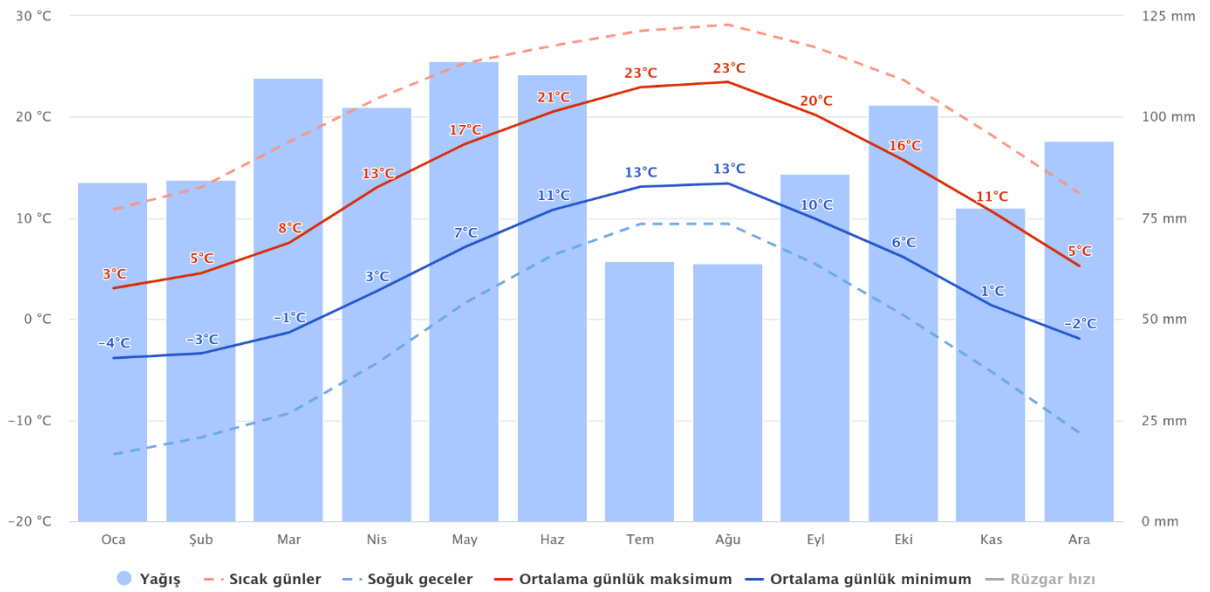
Diğer bir deyişle bu tez çalışması (a) araziden alınan numuneler üzerinde yapılan analizlere dayalı olarak hazırlanan jeokimyasal dağılım haritaları baz alınarak kayaç, toprak ve dere sedimanlarında ağır metal anomali durumlarının tespitini (b) kirlilik indeksleri kullanılarak ağır metal zenginleşmelerini ve kirlilik durumlarının tespitini (c) kayaç jeokimyası ve jeolojik referanslar (kıta kabuğu arka plan değerleri vb.) ile elde edilen jeokimyasal bulguların karşılaştırılması yoluyla kaynak/köken ilişkisi ve

Abana ilçesinin Karadeniz’e olan toplam sahil şeridi 11 km olup, yüzölçümü 33 km²’dir. İlçenin yüzölçümünün büyük bir bölümü, orman (kestane, çam, meşe) fundalık, çalılık ve kayalık saha şeklindedir. Batısında Ezine ve İlişi, doğusunda Hacıveli ve Kuğu çayları dik yamaçları ve kanyonları geçerek Abana çevresinde denizle buluşurlar. İlçede Karadeniz iklimi hâkimdir. Yazları sıcak, kışları ise ılık geçmektedir. Her mevsimde yeterli yağış görülmektedir. İlçenin doğusu Çatalzeytin ilçesi, güney ve batısında Bozkurt ilçesi ile sınır komşusudur. Kuzeyi ise Karadeniz ile çevrilidir (Kastamonu İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2024). İlçe’nin Kastamonu il merkezine uzaklığı 98 km’dir. Ulaşım Abana-Bozkurt-Devrekani-Kastamonu Devlet Karayolundan sağlanmaktadır. Coğrafi yapı nedeniyle yollar inişli ve çıkışlı olmakla birlikte, büyük bölümü sert virajlardan oluşmaktadır (Abana Kaymakamlığı, 2024).

Yıl içerisinde sıcaklık normalde 3 °C ila 28 °C arasında değişiklik gösterir ve nadiren -2 °C altında ve 32°C üzerinde olur (URL-1).

Abana

41.98°N, 34.01°E (12 m rakım).
Model: ERA5T.



Şekil 1.2. Abana ilçesi yıllık ortalama sıcaklık ve yağış grafiği

Bozkurt ilçesi denizden 2 km içeride Ezine Çayı vadisinde kurulmuştur. Kuzeyde Karadeniz ve Abana, güneyde Küre ve Devrekani, doğuda Çatalzeytin, batıda ise Abana ilçeleri ile çevrili olup, yüzölçümü 296 km²’dir. Karadeniz’e uzanan kıyı şeridi takriben 10.5 km’dir. Ezine ve İlişi çayları ilçenin önemli akarsularıdır.

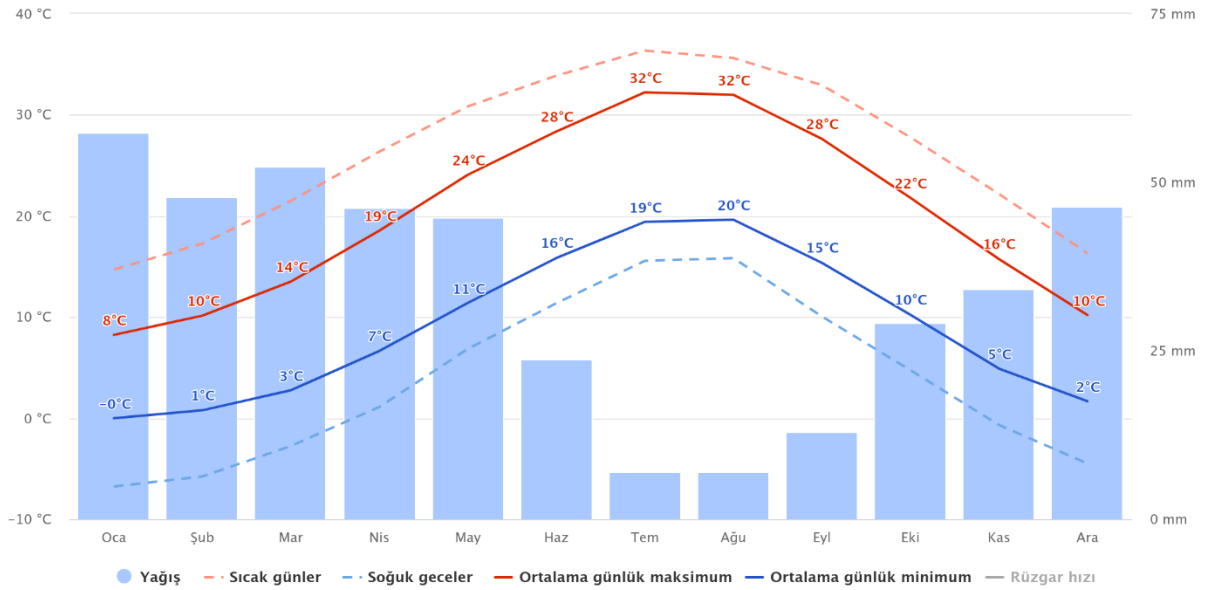
Ezine çayı, Devrekani ilçesinden doğar, Küre topraklarından geçerek ilçe sınırlarına girer, buradan Keşlik ve Maraz çaylarını da alarak, Sınarcık semtinden

Yılmaz semti ile Pazaryeri kısmında ilçeyi ikiye böler ve Abana'da Harmoson denilen mevkiden denize dökülür. Uzunluğu 60 km'dir. İlişi çayı ise; Küre ilçesinden doğar, ilçe topraklarını geçerek İlişi (Yakaören) köyünden denize dökülür. Uzunluğu yaklaşık 40'km'dir. Karadeniz'den yükselen dağlar, denize paralel olarak uzanır. Geniş bir topluluk olarak kıyıdağdan itibaren yükselen bir karakter gösterirler. Bu yükseltiler İsfendiyar dağlarının devamı sayılır. Başlıcaları: Yaralıgöz dağı (2018 m), Göynük dağı (1770 m)'dir. İlçenin bilinen başlıca tepeleri ise Belen, Hene, Yılmaz, Karabalçık ve İrmalı'dır. Tepelerin yüksekliği 1300 metreye kadar çıkmaktadır. İlçe genelde dağlık bir yapıya sahiptir. Ovaya rastlanmaz. Dağlar ormanlarla kaplıdır. Kıyı kesimlerindeki yükseltilerde fındık, iç kısımlarda kestane, meşe, kayın, köknar ve çam ağaçları ile kaplıdır (T.C. Bozkurt Kaymakamlığı, 2024).

Bozkurt ilçesinde yazlar ılık, kurak ve kışlar ılık ve parçalı bulutlu olarak geçmektedir. Yıl içerisinde sıcaklık normalde 2 °C ila 27 °C arasında değişiklik gösterir ve nadiren -3 °C altında ve 31 °C üzerinde olur (URL-2).

Bozkurt

37.82°N, 29.61°E (861 m rakım).
Model: ERA5T.



Şekil 1.3. Bozkurt ilçesi yıllık ortalama sıcaklık ve yağış grafiği

Abana ilçesinde tarım ve hayvancılık gelişmemiştir. İlçe sınırlarında 25 civarında sera mevcuttur. Ayrıca kivi yetiştiriciliği halk tarafından talep görerek, üretim yapılmaktadır. Doğal şifa kaynağı kestane balının ve diğer arı ürünlerinin üretimi yaygındır. Balıkçılıkla geçimini temin eden aileler mevcuttur. İlçenin ekonomik yönden

diğer bir gelir kaynağı ise turizmdir. İlçedeki ticari hayat yeteri kadar gelişmemiştir (Abana Belediyesi, 2024).

Bozkurt ilçesinde de tarım ve hayvancılık gelişmemiştir. İlçede üretilen tarımsal ürünlere detaylı bir şekilde bakıldığında; tahıllardan yulaf, çavdar ve mısır üretim alanı bulurken, endüstriyel bitkilerden şeker pancarı üretilmektedir. Ayrıca yumru bitkilerden patates, yem bitkilerinden ise yonca ve fiğ üretimi öne çıkmaktadır. İlçede baklagil üretimi ise mevcut değildir. Şekerpancarı üretiminden ise artık vazgeçilmeye başlanmıştır. Turizm esasen ilçe ekonomisi için önemli bir gelir kaynağı değildir. Büyük şehirlere ve turizm merkezlerine uzak oluşu, ulaşım güçlükleri gibi nedenlerle bu konudaki potansiyel değerlendirilememektedir (Bozkurt Kaymakamlığı, 2024).



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde öncelikle çalışma bölgesi olan Kastamonu ve yakın çevresinde gerçekleştirilen jeolojik, hidrojeolojik ve petrografik çalışmalar hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonra araştırma konusunun temeli olan ağır metaller ve bunların toprak, plaser gibi çevresel ortamlara ait yerlerde birikmesi konusunda yapılan çalışmalarla (birikim, köken-kaynak ilişkisi, çevresel risk faktörleri gibi) birlikte kirliliğin insan sağlığına olan etkileri konusunda gerek global çapta gerekse ülkemizde yapılan çalışmaların özeti sunulmuştur. Özellikle son dönemlerde önemi artan kirlilik-istatistik çalışmaları da incelenerek yakın zamanlı bazı araştırmalar özetlenmiştir.

Kirlilik ve jeoloji bilimi arasındaki ilişkilerin incelenmesi amacını da taşıyan bu çalışmada havza analizi konusunda yapılan araştırmalarla birlikte kirlilik parametresinin değerlendirilmesi yönünde yapılan çalışmalar da özetlenmiştir.

2.1. Çalışma Bölgesi ve Yakın Çevresinde Yapılan Jeolojik, Hidrojeolojik, Petrografik Araştırmalar

Ketin ve Gümüş (1963), Elek Dağı (Kastamonu) civarında yapmış oldukları incelemelerde başlıca siyah renkli arduvaz, fillat, şeyl ve kumtaşlarından meydana gelen bir birim tespit etmişler ve bu birime “Akgöl Formasyonu” adını vermişlerdir. Formasyonun üst kısımlarına doğru karbonatlaşma seviyeleri gözlemlenmiştir. Bu çalışma bölgede yapılan ve literatürde rastlanılan ilk çalışma olması bakımından önem arz etmektedir.

Eren (1979), Taşköprü (Kastamonu) bölgesinde incelemelerde bulunmuş ve çalışma bölgesinde mevcut olan metamorfik kayaların jeolojik ve petrografik özelliklerini belirleyerek stratigrafi tanımlamaları yapmıştır. Tabanda Elekdağ serpantinitlelerinin bulunduğunu belirten yazar üste doğru sırasıyla Kürüztepe metagabrosu, Düzdağ metadiyabazı, Fındıcak metabazaltı, Gökbelen formasyonu, Domuzdağı formasyonu ve Kuvaterner alüvyon birimlerinin bulunduğunu ifade etmiştir. Araştırmacı ayrıca tanımlamış olduğu bu birimler üzerindeki metamorfizma tipinin, düşük sıcaklık ve yüksek basınç özelliğinde olduğunu ve ilerleyen metamorfizma koşullarında geliştiğini tespit etmiştir.

Yılmaz ve Tüysüz (1984), Devrekani çevresinde yapmış oldukları çalışmada başlıca mermer ve gnayslardan oluşan bir birim tespit etmişler ve bu birime “Devrekani Metamorfikleri” adını vermişlerdir. Araştırmacılar bölgede bulunan Daday grubunun

aktif bir kıta kenarının dilimlenmesi ile oluşmuş metamorfik kayaç dilimlerini oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Boztuğ ve ark. (1986), Kastamonu ve Devrekani çevresinde gerçekleştirdikleri incelemelerde bölgede yüzeyleme gösteren granitik bileşimli birimi, Kastamonu Granitoyidi olarak adlandırmışlardır. Mevcut birimin siyenogranit ile granodiyorit arasında değişen bir litolojiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Altun ve ark. (1990), yapmış oldukları çalışmalarda, Kastamonu'nun KD kesiminde bulunan ofiyolitler ile bu ofiyolitlerin üst kısmına gelen Triyas-Liyas yaşlı Akgöl Formasyonu'nun Bekirli Metamorfikleri üzerine itildiğini belirlemişlerdir. Devrekani metamorfiklerinin kıtasal kabuk orijinli metamorfik kayaçlar olduğu ve bunların okyanusal kabuğa doğru itilerek yerleştiği tespit edilmiştir.

Şengün ve ark. (1990), Daday-Devrekani masif kütesinin Kretase yaşlı filişlerden meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bu masifin ayrıca progresif anlamda deforme geçirmiş kıtasal kabuk-ofiyolit parçalarıyla kıta sahasında eş zamanlı bir şekilde çöktüklerini de ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, Paleotetis'in Anatolidler ve Pontidler arasında bulunduğunu ve kuzey eksenli yitim sonucunda yok olduğu fikrini ileri sürmüşlerdir. Yine bölgede yapmış oldukları çalışmalarda Araç-Daday-Kastamonu yöresinde iki tektono-stratigrafik birimi ayırtlamışlardır.

Boztuğ, (1992a, 1992b), Daday-Devrekani masifinin güneybatı kesiminde yüzey veren metamorfik, magmatik ve sedimanter kayaçları litostratigrafi birimleri halinde tanımlamıştır. Araştırmacıya göre Prekambriyen yaşlı Dorukyayla gnaysı, en yaşlı birimdir ve yüksek dereceli metamorfizmaya uğramış sedimanter kayaçlar ile bunları kesen asidik ve ortaç karakterli dayklardan oluşmaktadır.

Aydın ve ark. (1995), Devrekani çevresinde yüzeyleme veren birimleri Bekirli grubu adıyla incelemiş ve birimin alt düzeylerinden tüm kayaç K-Ar yöntemi ile yaptıkları çalışmalarla yaşının 311 ± 6.2 My (Karbonifer) olduğunu tespit etmişlerdir.

Ustaömer ve Robertson (1990), Pontidlerin çok çeşitli birimlerden meydana geldiğini ifade etmişler ve bunun Geç Jura'dan daha önce olduğunu belirtmişlerdir. Üst Mesozoyik yaşlı ofiyolitlerin Pontidler'in güney kesiminde yer alıp Neotetis okyanus kabuğuyla ilişkili olduğunu ve Anatolidlerle bağlantılı kayaçlarla çevrelenmiş bölgelerden meydana geldiğini saptamışlardır.

Okay ve ark. (2006), Taşköprü-Boyabat (Kastamonu) arasında, Geç Triyas ve Geç Kretase döneminde Lavrasya'nın güney kenarı boyunca kıtasal kabuğun çarpışma öncesi büyüyerek kalınlaşması ve bölgede yüzeyleme veren yüksek basınç-düşük

sıcaklık metamorfik kayaçlarının gelişim mekanizmaları ile ilgili çalışmalar gerçekleştirmişlerdir.

Erol (2007), Orta Pontidler'de, Taşköprü-Boyabat arasında kalan bölgede, Elekdağ Metaofiyolitlerinde gerçekleştirdiği çalışmalarda, metamorfik kayaçların petrografik-mineralojik yapılarını, meydana gelme şartlarını ve kökenlerinin kaynaklarını bulmaya yönelik çalışmalar yaparak bölgede yüzeyleme veren birimlerin farklı özellikte metamorfizmadan etkilendiklerini belirtmiştir.

Nzegge (2008), Küre civarında doktora çalışması yapmış ve Deliktaş, Sivrikaya ve Devrekani Granitoyidleri ile temel birimlerin petrojenetik ve jeokronolojik özelliklerini ortaya koymuştur. Araştırmacı, Devrekani Granitoyidleri ile Devrekani Metamorfik kayaçları üzerinde tüm kayaç ve zirkon yaşlandırmaları da yapmıştır. Devrekani Granitoyidine ait kuvarslı diyorit örneğindeki zirkonlarda U-Pb yaşlandırması ile 192 ± 4.6 My yaşını elde etmiştir.

Okay ve ark. (2013), Orta Pontidler'in güneyinde Erken Kretase yaşlı birimlerin sedimantasyonu ve orojenezi konusunda çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Dorukyayla ve Araç metamorfitlerinin de içerisinde bulunduğu çalışmada, Araç metamorfitleri Orta Pontid Metamorfik Süperkompleksi olarak Daday Masifi altında Saka Kompleksi içerisinde, Dorukyayla metamorfitleri ise İstanbul Zonu altında Geç Neoproterozoyik Temeli içerisinde irdelemiştir.

2.2. Dünya Ölçeğinde Yapılan Yakın Zamanlı Kirlilik ve İnsan Sağlığı Çalışmaları

Adimalla ve ark. (2020), Güney Hindistan'da 25 kentsel topraktaki altı ağır metalin kontaminasyonunu belirlemek ve ayrıca yetişkinler ve çocuklar için çeşitli endeksler aracılığıyla ilgili sağlık riskini değerlendirmek amacıyla çalışmalar yapmışlardır. Analiz edilen Pb (47,48 mg/kg), Cr (43,24 mg/kg), Cu (40,64 mg/kg), Zn (34,68 mg/kg), Co (16,54 mg/kg) ve Ni (7,55 mg/kg) elementlerinin ortalama konsantrasyonlarının jeokimyasal arka plan değerlerini aştığı belirlenmiştir. Pb ve Zn kirliliği trafik kaynaklarıyla yakından ilişkilendirilmiş, jeobirikim indeksi (I_{geo}), topraklardaki Pb ve Co'nun orta düzeyde kirlilik seviyesinde olduğunu, toprak örneklerinin %4'ünün ise Cu tarafından orta derecede ve ağır düzeyde kirlendiğini göstermiştir.

Guo ve ark. (2020), Hunchun havzasında topraktaki ağır metal (As, Hg, Cu, Pb, Zn, Cr, Ni ve Cd) kirliliğinin daha doğru değerlendirilebilmesi amacıyla 310 adet toprak örneği toplanmışlardır. Ağır metal kirliliği, Nemerow kompleksi kirlilik indeksi

(INmw), jeobirikim indeksi (I_{geo}) ve potansiyel ekolojik risk indeksi (RI) ile değerlendirilmiştir. Ağır metal kaynağı analizi için ise hiyerarşik küme analizi ve temel bileşen analizi gibi çok değişkenli istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Sonuçlar, tüm toprak örneklerindeki INmw'nin nispeten küçük olduğunu ve önemli ölçüde kirlenmediğini göstermiştir.

Astatkie ve ark. (2021), Etiyopya'nın güneybatısındaki Awatu havzasındaki derelerin çeşitli derecelerde ağır metal kirliliği (As, Cd, Cr, Pb ve Hg) gösteren sedimanları üzerinde araştırma yapmışlardır. Dere sedimanı numuneleri, endüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi kullanılarak As, Cd, Cr, Pb ve Hg seviyeleri açısından analiz edilmiştir. Sedimanlardaki metal konsantrasyonunun $Pb > As > Cr > Cr > Hg$ sırasıyla azaldığı belirlenmiştir. Spesifik olarak Dololo ve Kito akarsularındaki sedimanlarda As, Cd ve Cr'nin diğer metallere göre önemli ölçüde yüksek konsantrasyonlara sahip olduğu saptanmıştır.

Chen ve ark. (2021), Çin'de terk edilmiş bir elektronik atık imha merkezinin çevresini çalışma alanı olarak seçmişler ve ağır metallerin neden olduğu olası sağlık risklerini Monte Carlo simülasyonu ile değerlendirmişlerdir. Sonuçlar, kadmiyum (Cd) ve bakırın (Cu) çalışma alanındaki başlıca toprak kirleticileri olduğunu ve yüksek ekolojik risklere neden olduğunu ortaya çıkarmıştır. Olasılığa dayalı sağlık riski değerlendirmesi, tüm popülasyonlar için kanserojen olmayan ve kanserojen risklerin kabul edilebilir olduğunu göstermiştir.

He ve ark. (2021), ağır metallerin toprak ve sokak tozundaki dağılımlarını ve sağlık risklerini incelemek için Çin'in Changsha kentindeki farklı arazi kullanım alanlarından çiftler halinde örnekler toplamışlardır. Park ve yol kenarlarındaki toprakların, yerleşim ve tarım alanlarına göre daha yüksek ağır metal içerdiği, bununla birlikte parklardan, yol kenarlarından ve yerleşim alanlarından toplanan sokak tozunun ise tarım alanlarına göre daha yüksek ağır metal içerdiği tespit edilmiştir.

Keshavarzi ve ark. (2021), Tellus veri tabanını kullanarak Kuzey İrlanda'daki endüstriyel, tarımsal ve kentsel alanlardan alınan 620 numune için ağır metallerden kaynaklanan toprak kirliliğinin düzeyini ve mekansal dağılımını incelemişlerdir. Analiz edilen ağır metaller arasında Mn içeriğinin en yüksek, Cd içeriğinin ise en düşük olduğu belirlenmiştir. Pearson korelasyon analizi, ağır metallerin birbirleriyle yüksek düzeyde korelasyona sahip olduğunu ortaya çıkarmış, bu da ağır metallerin benzer kaynaklara işaret ettiğini göstermiştir. Çok değişkenli istatistiksel analiz sonuçlarına göre ise, ağır

metallerin katkısından karışık faktörlerin (antropojenik ve litojenik) sorumlu olduğu ortaya çıkmıştır.

Shen ve ark. (2021), Sarı Nehir'in (Yellow River) Ningxia bölümünün tarım topraklarından 250 adet toprak örneği almışlar ve Cd, Cu, Pb, Zn, Cr, Ni ve As içeriklerini analiz etmişlerdir. Pozitif matris çarpanlarına ayırma (PMF), bu ağır metallerin ana kaynaklarını tanımlamak için, Sıralı Gauss Simülasyonu (SGS), mekansal dağılımlarını ve yüksek riskli alanlarını belirlemek için ve İnsan Sağlığı Riski (HHR) modeli sağlık riskini ölçmek için kullanılmıştır. Sonuçlar ortalama Cd ve As içeriğinin hafif düzey kirliliğe ait olan "Toprak Çevre Kalitesi-Tarımsal Arazi Toprak Kirliliği Risk Kontrol Standardı" (GB 15618-2018) risk tarama değerlerinin aştığını göstermiştir.

Araújo ve ark. (2022), Brezilya'nın Botafogo halisindeki topraktaki ağır metal konsantrasyonlarının coğrafi dağılımını, ekolojik-insan sağlığı risklerini ve toprak fraksiyonlarındaki metal içeriklerini ve mangrov organizmalarını değerlendirdikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Metal konsantrasyonlarının jeokimyasal arka plan değerini 2,6 katına kadar aştığı ve toprakların sırasıyla %91, %59, %64, %31 ve %82'sinin Cr, Zn, Pb, Cu ve Ni ile kirlendiği belirlenmiştir.

Kirat (2022), Erzurum'un İspir ilçesine bağlı olan Ulutaş köyü ve yakın çevresinden 93 adet dere sedimanı örneği derleyerek ağır metaller açısından çalışmalar yapmıştır. Analizler sonucunda örneklerin çoğunluğunun yüksek Ag, As, Au, Cu, Fe, Mn, Pb ve Zn konsantrasyonlarını gösterdiği ve çalışma alanındaki başlıca kirleticiler olduğu belirlenmiştir.

Li ve ark. (2022), Lanzhou'nun ana kentsel bölgesindeki ağır metal kirliliği, ekolojik ve insan sağlığı riskleri ile kentsel topraklardaki ve tozdaki ağır metal kaynaklarının kapsamlı değerlendirmesini sağlayan bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Sonuçlar Pb, Cu ve Zn'nin kentsel toprak ve tozda yaygın olarak dağıldığını ve ana kentsel alan boyunca orta veya önemli düzeyde kirlenmeye neden olduğunu göstermiştir.

Liang ve ark. (2022), ağır metal kirliliği kaynaklarını ve risklerini belirlemek ve ölçmek için PMF modeli, jeodetektör modeli ve sağlık riski değerlendirme modelini (HRA) temel alan kaynak dağıtımı ve risk değerlendirmesi için entegre bir kaynak-risk yöntemi önermişler ve uygulamışlardır. 208 üst toprak örneğindeki Hg, As, Pb, Cd, Cu, Ni, Cr ve Zn analizi, sekiz ağır metalin ortalama içeriğinin arka plan değerlerinden

1,87-5,86 kat daha fazla olduğunu göstermiş, bunlar arasında da Cd ve As'in nispeten daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Belirlenen toprak riski tarama değerlerinden daha yüksek olan ağır metallerin yüksek değerli alanlarının çoğunlukla çalışma alanının orta kısmında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Sağlık riski değerlendirmesinin sonuçları, topraktaki ağır metallerin çalışma popülasyonunda kanserojen risklerinin (yetişkin: $4.74E-05$, çocuklar: $7.41E-05$) kabul edilebilir olduğunu, yetişkinlerin kanserojen olmayan riskinin ($THI = 0.277$) sınır içinde olduğunu, çocukların kanserojen olmayan riskinin ($THI = 1.70$) sınır değerden yüksek olduğunu göstermiştir.

Wang ve ark. (2022), meta-analiz yöntemi kullanarak Çin'in ana tahıl üretim bölgelerindeki tarım arazilerinin ağır metalleri (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni ve Zn) ile ilgili literatürü analiz etmişler ve insan sağlığı risklerini doğru bir şekilde değerlendirmek için toplam ve biyolojik erişilebilirlik verilerini toplamışlardır. Çalışmada metal konsantrasyonu, alım oranı, toksisite katsayısı ve vücut ağırlığındaki belirsizliği azaltmak için Monte Carlo simülasyonu kullanılmıştır. Cd'nin ortalama konsantrasyonunun ($0,47 \text{ mg/kg}$) ve jeolojik birikim indeksinin ($I_{geo} 0-5,24$) metallerin kontrolünde öncelikli konum olduğu tespit edilmiştir. Tarım arazisi topraklarındaki Cd dışındaki diğer ağır metallerin (loidler) genel olarak güvenli aralıkta olduğu ve kirli toprakların çocuklar üzerindeki kanser riskinin yetişkinlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Al-Kahtany ve ark. (2023), Wadi el-Gemal çökeltilerindeki ağır metallerin çevre ve sağlık risklerini değerlendirmeyi amaçlayan bir inceleme gerçekleştirmişlerdir. Tek ve bütünleşik indekslerin bulguları Fe, Cu, Zn, Ni, Co ve Cd ile önemli bir kirlilik göstermezken, çökelti sırasıyla Mn ve Cd açısından şiddetli ve az zenginleşme göstermiştir, bu da çalışma alanının yakınındaki dağlarda bazı madencilik faaliyetlerinin varlığına atfedilmiştir. Sedimanlardan deri yoluyla emilimden kaynaklanan olası kanserojen ve kanserojen olmayan riskler analiz edilmiş ve bulgular, kanserojen olmayan sağlık tehlikelerinin tolere edilebilir ve güvenli sınırlar içinde olduğunu göstermiştir.

Chen ve ark. (2023), Ankang Havzası'ndaki toprakların insanlar için oluşturduğu ağır metal kirliliği özelliklerini, ekolojik tehlikeleri ve sağlık riski durumunu değerlendirmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu doğrultuda 38 adet yüzey toprağı örneği toplanmış ve ardından arsenik, cıva, bakır, kadmiyum, kurşun, krom, nikel ve çinko element seviyelerinin belirlenmesi işlemi uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen veriler, jeobirikim indeksi yöntemi, potansiyel ekolojik risk değerlendirme

yöntemi, insan sağlığı risk değerlendirme modeli ve Monte Carlo simülasyon yöntemi gibi çeşitli akademik yöntemler kullanılarak analiz ve değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bulgular, topraktaki sekiz ağır metalin konsantrasyonunun arka plan seviyelerinin üzerinde olduğunu, yalnızca kadmiyumun (Cd) toprak kirliliği risklerini kontrol etmek için belirlenen eşiği marjinal olarak aştığını göstermiştir.

Fatmi ve ark. (2023), Cezayir'de yer alan Saïda şehri havzasındaki kentsel kirliliğin güncel analizi konusunda çalışma yapmışlardır. Bu doğrultuda tespit edilen kirlетici maddelerin tanımı ve niceliği sunulmuş ve sediment numunelerindeki eser metallerin toplam seviyeleri standart referans değerleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, yağış olaylarının ve sediment örnekleme dönemlerinin kentsel havzadaki kirlilik üretimi ve yenilenme süreçleri üzerinde etkisi olduğunu göstermiştir.

Gao ve ark. (2023), Hainan eyaletinin kuzeydoğusundaki topraklarda ağır metallerin dağılım özelliklerini ve potansiyel ekolojik risklerini anlamak için yüzey tabakasından (0-20 cm) 2.592 toprak örneği, orta tabakadan (80-100 cm) ve derin katmanlardan (180-200 cm) toplamda 269 numune derlemişlerdir. Seçilen sekiz ağır metal (Cu, Pb, Zn, Cr, Ni, Cd, As ve Hg) analiz edilmiş ve farklı ana malzemeler ve arazi kullanım tiplerinin topraklarda ağır metal birikimi üzerindeki etkileri karşılaştırılarak birincil ağır metal kaynakları analiz edilmiştir. I_{geo} sonuçları, sekiz metal elementinin ortalama değerinin Pb dışında sıfırdan büyük olduğunu göstermiştir. Yüzey topraklarında, As, Cd, Hg ve Zn'nin I_{geo} değerleri çoğunlukla orta kirlilik sınıfına, Cr, Cu ve Ni'nin ise orta ve ağır kirlilik sınıfına düşmüştür. Çalışma alanının RI'si ise, Cd, Hg ve Ni konsantrasyonları nedeniyle “yüksek-önemli ölçüde yüksek” ekolojik risk olduğunu göstermiştir.

Ghaffari ve ark. (2023), Bandar Abbas, İran'da bulunan park oyun ekipmanlarında ve çocuk oyun alanlarının topraklarında biriken tozdaki kirlilik seviyelerini, sağlık risklerini ve ağır metal kaynaklarını karşılaştırmışlardır. Bu nedenle, 37 çocuk oyun alanından toplam 74 toprak ve ekipman tozu örneği toplanmış ve ağır metal konsantrasyonları İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon spektroskopisi (ICP-OES) ile analiz edilmiştir. As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn dahil incelenen tüm ağır metallerin tozdaki konsantrasyon seviyeleri topraktakilerden daha yüksek olarak bulunmuştur.

Hasan ve ark. (2023), Bangladeş'teki Sundarban mangrov ormanı (Dünya mirası ve Ramsar alanı) içindeki mangrov ağırlıklı bir nehirden gelen çökeltilerin çeşitli katmanlarındaki dokuz ağır metalin dikey dağılımını ve olası ekolojik risklerini

değerlendirmeyi amaçlayan bir çalışma yapmışlardır. Beş istasyondan toplamda 45 numune alınarak Alevli Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (FAAS) aracılığıyla analiz edilmiştir. Bulgular, çökeltilerin yüzey katmanında (0-10 cm) daha yüksek metal seviyelerinin kaydedildiğini ortaya çıkarmıştır. Endüstriyel olmayan orman sedimanı ile karşılaştırıldığında, endüstriyel bölgelerdeki sedimanların belirgin şekilde daha fazla metal içerdiği tespit edilmiştir.

Li ve ark. (2023), Çin'deki ilk kaya gazı üretim alanından toplam 96 üst toprak örneği derleyerek ağır metal konsantrasyonları ve insan sağlığı açısından incelemelerde bulunmuşlardır. Pozitif matris çarpanlarına ayırma ve korelasyon analizi kullanılarak topraklardaki dokuz potansiyel toksik metalin kaynakları belirlenmiş ve iki arazi kullanım türü altında farklı kaynaklardan gelen toksik metallerin ekolojik ve insan sağlığına yönelik riskleri hesaplanmıştır. Sonuçlar, tarım arazileri (1,18) ve ormanlık alanlar (1,40) için ortalama kirlilik yükü indeksi (PLI) değerlerinin orta düzeyde kirliliğe işaret ettiğini, As, Cd ve Ni'nin dokuz potansiyel toksik metalin tümü arasında en ciddi kirletici maddeler olduğunu göstermiştir.

Liu ve ark. (2023), Orta Sarı Nehir Havzası'ndaki toprakta bulunan ağır metallerin mekansal değişimlerini jeostatistik teknikler kullanarak analiz etmişler, kirlilik durumunu ve sağlık risklerini birden fazla yöntemle kapsamlı bir şekilde değerlendirmişlerdir. Önemli ölçüde yüksek ağır metal içeriğine sahip toprağın çoğunlukla endüstriyel şehirlerin yakınında yer aldığı ve özellikle Hg, Cd ve Pb açısından büyük zenginleşme faktörü değerlerine ($>1,5$) sahip olduğu belirlenmiştir. Kapsamlı değerlendirme yöntemine dayanarak, çalışma alanındaki toprağın genel olarak temiz ve güvenli olduğu, ancak Tongchuan ve Weinan da dahil olmak üzere bazı bölgelerin nispeten şiddetli kirlilik ve nispeten yüksek riskler içerdiği tespit edilmiştir.

Liu ve ark. (2023), Çin'in Yunnan eyaletinin kuzeybatısındaki önemli bir altın madenciliği sahası ve çevresindeki taş ocakları ile diğer özel antropojenik aktivite alanlarından aldıkları toprak örneklerinde As, Cd, Al, Ni, Cu, Hg, Cr, Au, Co, Zn, Pb, Mn ve Fe elementlerinin toplam içeriklerini belirleyerek kirlilik durumu, ekolojik ve insan sağlığı risklerinin değerlendirilmesi, ayrıca 10 ağır metalin kaynaklarını (As, Cd, Ni, Cu, Hg, Cr, Co, Pb, Zn ve Mn) tespit etme konularında araştırmalar yapmışlardır. Ağır metallerin içeriğinin, Co (yalnızca madencilik alanı için As ve Cd) hariç olmak üzere ilgili arka plan değerlerini, madencilik alanındaki As ve Cd içeriklerinin risk tarama değerini, çalışma alanı genelinde Ni, Cu ve Zn ilgili risk tarama değerlerinin, Pb'nin ise risk kontrol değerini aştığı tespit edilmiştir.

Sheng ve ark. (2023), Çin'deki Danjiangkou Rezervuarı'nın su kaynağını çevreleyen toplam 7656 adet üst toprak örneği toplamışlar ve As, Hg ve Pb açısından analiz ederek değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Bu ağır metallerin mekansal korelasyonunu ve değişimini analiz etmek için Moran I indeksi ve yarıvariogramlar (semivariograms) kullanılmıştır. Ağır metal kirliliğini değerlendirmek için potansiyel ekolojik risk indeksi kullanılmış, GeoDetector modeli kullanılarak da ağır metal kirliliğinin kaynaklarını araştırmak için on beş adet doğal ve insan faktörü seçilmiştir. Pozitif matris çarpanlarına ayırma (PMF) modeli, GeoDetector modeli tarafından belirlenen ana faktörlerin makul olduğunu doğrulamış ve ayrıca topraktaki ağır metallerin iki ana kaynağının miktarını belirlemiştir. Topraktaki potansiyel ekolojik riski en ciddi olanın Hg olduğu saptanmış; alanın %24,67'sinin yüksek veya çok yüksek risk altında olduğu belirlenmiştir. GeoDetector modeli ve PMF modelinin sonuçları, Faktör 1'in (gübre ve otomobil egzoz emisyonları) ve Faktör 2'nin (endüstriyel atıklar) topraktaki ağır metal kirliliğine katkısının sırasıyla %49,8 ve %50,2 olduğunu göstermiştir.

Wang ve ark. (2023), antropojenik faaliyetlerin topraktaki ağır metaller üzerindeki etkisini değerlendirmek için Çin'in Zhuzhou şehrini çalışma alanı olarak belirlemişler, arka plan alanı olarak ise jeolojik ve iklim koşullarının Zhuzhou kentine benzer olduğu Yueyang'ı seçmişlerdir. Çalışmalar sonucunda As (6.6-23.6 mg/kg), Cd (0.125-0.757 mg/kg), Cu (33-75 mg/kg), Hg (0.032-0.202 mg/kg), Pb (17-108 mg/kg) ve Zn (74-122 mg/kg) konsantrasyonlarının kontamine alandaki dikey toprak profillerindekilerden daha yüksek (sırasıyla 1.7-20.7, 0.085-0.210, 21-47, 0.030-0.105, 17-38 ve 32-88 mg/kg) olduğu belirlenmiştir.

Zhou ve ark. (2023), Çin'in Daye şehrindeki tipik bir antik maden alanında toprağın ağır metal risklerini araştırmak için hem çevre kirliliğini hem de çevre kirliliğinin insan sağlığına etkilerini göz önünde bulundurarak PMF, Monte Carlo analizi, toprak kirliliği risk indeksi ve insan sağlığı risk değerlendirme modelini içeren metodolojilerin bir kombinasyonunu kullanmışlardır. Çalışma alanında, yedi adet ağır metalin tamamının konsantrasyonlarının, özellikle Cu için, yerel arka plan değerlerini önemli ölçüde aştığı belirlenmiştir. Çok elementli entegre risk faktörü dikkate alındığında ise toprak kirliliği riskinin yaklaşık %48,44'ünün ağır kirliliğe işaret edecek seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir.

2.3. Türkiye’de Yapılan Yakın Zamanlı Kirlilik ve İnsan Sağlığı Çalışmaları

Özkul (2019), Kütahya'daki çocuk parklarında yer alan toprakların ağır metal içeriklerini incelemeye yönelik çalışma yapmıştır. Kütahya şehir merkezi yerleşim alanında bulunan 19 çocuk parkından toprak örnekleri toplanmıştır. Toprağın üst kısımlarından alınan örneklerle ait ağır metal konsantrasyonları, As için 9.60-260.90 mg/kg, Cd için 0.07-1.24 mg/kg, Cr için 16.10-55.50 mg/kg, Cu için 9.13-65.23 mg/kg, Hg için 0.02-0.60, Ni için 24.70-121.30 mg/kg, Pb için 13.06-113.60 mg/kg ve Zn için 28.70-252.90 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kirlilik indeksleri hesaplamaları yapılmış ve özellikle As, Cd, Hg, Ni, Pb ve Zn ağır metal içerikleri, çalışma alanındaki çocuk parklarında tehlike oluşturabilecek kadar yüksek bulunmuştur.

Baltas ve ark. (2020), Sinop ili çevresinde 88 örnekleme noktasından toplanan toprak örneklerinde Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, As ve Pb gibi ağır metallerin konsantrasyon seviyelerini enerji dağılımlı X-ray floresans spektroskopisi (EDXRF) kullanarak ölçmeye yönelik çalışmalar yapmışlardır. Ağır metallerin topraktaki kirlilik durumunu ve dağılımını yorumlamak ve değerlendirmek için zenginleşme faktörü (EF), jeoabirikim indeksi (I_{geo}), kirlilik faktörü (CF) ve kirlilik yük indeksi (PLI) gibi metal kirliliği parametreleri ve jeozaysal dağılım modelleri kullanılmıştır. Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, As ve Pb'nin ortalama konsantrasyonları sırasıyla 194,73, 39.848,57, 85,02, 43,19, 65,10, 5,66 ve 17,01 mg/kg olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, Fe, Cu ve As hariç Cr, Ni, As ve Pb'nin ortalama konsantrasyonlarının dünya kabuk ortalamasını aştığını, çok değişkenli analiz sonuçları ise, incelenen bölgedeki Cr, Ni, Zn, As ve Pb seviyelerinin tarım uygulamaları gibi antropojenik girdilerden oldukça etkilendiğini göstermiştir.

Saglam ve ark. (2020), Artvin İli, Murgul İlçesi sınırları içerisinde yer alan bakır işletmesi ve güzergâhını kapsayan bölgede toprak ve sedimentteki ağır metal kirliliğinin mesafeye bağlı olarak değişimini ortaya koymaya yönelik çalışma yapmışlardır. Örneklemede toplamda 0-10 ve 10-20 cm derinlik kademelerinden 54 adet toprak ve 0-10 cm derinlik kademesinden ise 10 adet sediment örneği alınmıştır. Toprak ve sediment örneklerinin ağır metal analiz sonuçlarına göre özellikle kirliletiçi kaynağa yakın alanlarda bakır, kurşun ve çinko değerlerinin ortalamaların sınır değerlerin çok üzerinde olduğu ve merkez noktadan uzaklaştıkça toprak asitliğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Vural ve Çiçek (2020), Gümüşhane, Torul ilçesi sınırları içinde bulunan Gümüştuğ köyünün hemen yakınında bulunan antimonit cevherleşme sahasında gelişmiş toprakların ağır metal içeriklerinin araştırılması amacıyla toprak örnekleri

almışlar ve belli başlı ağır metallerin topraktaki konsantrasyonlarını tespit etmek amacıyla analiz etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, cevherleşme sahasındaki topraklarda özellikle antimon ve bakır açısından yüksek jeobirikim ve kirlilik indeksi değerleri tespit edilmiştir.

Can (2021), Nevşehir Organize Sanayi bölgesi topraklarında ağır metal kirlilik düzeylerinin belirlenmesi amacıyla çalışma yapmıştır. Bu amaçla Nevşehir Organize Sanayi alanı içinden ve sanayi alanının çevresindeki tarım alanlarından 82 adet toprak örneği derlemiştir. Araştırma yapılan alandan alınan toprak örneklerinin ağır metal içerikleri bakımından Dünya Sağlık Örgütü ve Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği ve Birleşmiş Milletler Çevre Koruma Ajansı kriterlerine göre toprakta izin verilebilir sınır değerlerinin altında olduğu belirlenmiştir.

Türkmenler (2022), Adıyaman ilinin farklı bölgelerdeki altı noktasından alınan toprak örneklerinde pH ve ağır metal analizleri çalışması yapmıştır. Ni ve Mn (Organize sanayi bölgesi civarı) ortalama değerlerinin WHO/FAO tarafından belirlenen toprakta müsaade edilen ağır metal sınır değerlerini aştığı, Fe, As ve Co için ise sınır değerlerinin altında kaldığı belirlenmiştir.

Kırat ve Savcı (2023), Ulutaş köyü ve yakın çevresinde bulunan Cu-Zn cevherleşmesinin çevre topraklardaki metal birikimlerini, çevre kirliliğini ve bu metallerin neden olduğu kirlilik kaynaklarını araştırmak amacıyla 20 adet toprak örneği almışlardır. Çalışma alanındaki topraklarda Cu metallerinin ortalama değerlerinin, ultrabazik kayaçların ve siyenitlerin ortalama değerlerinden yüksek olduğu görülmüştür. Tüm lokasyonlardaki PLI değerleri < 1 olduğundan çalışma alanında bu metaller açısından herhangi bir kirliliğin olmadığı tespit edilmiştir.

2.4. Dünya’da ve Türkiye’deki Yakın Zamanlı Havza Analizi ve Morfometrik Çalışmalar

Zorer ve Tonbul (2019), Doğu Anadolu bölgesinin güneydoğu kesiminde yer alan Başkale havzasında morfometrik çalışmalar yapmışlardır. Havzanın oluşum ve gelişimini açıklamak için havza drenaj asimetrisi, asimetrisi, rölyefi, rölyef oranı, dağ önü sinüslülük oranı, hipsometrik eğri ve hipsometrik integral indisleri kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda Başkale havzasının engebeli, yüksek, eğimli bir arazi şekline sahip olduğu ve tektonik aktivite geçirdiği için asimetrik bir morfolojiye sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tektonik aktivitenin havzanın değişik yönlerinde değişik jeomorfolojik oluşumlara sebep olduğu tespit edilmiştir.

Makhamreh ve ark. (2020), Ürdün'deki Al-Shumar havzasının morfometrik parametrelerinin türetilmesinde CBS ve 30 m çözünürlüklü Aster DEM verileri kullanarak değerlendirmeler yapmışlardır. Çalışma alanının 330 km²'lik bir alana sahip olduğu ve yedi alt havzası bulunduğunu saptamışlardır. Havzanın drenaj deseninin dendritik ve paralel bir desen göstermekte olduğu, drenaj yoğunluk değerinin ise 1,49 - 1,85 km/km² olduğu belirlenmiştir. Alt havzaların çatallanma değeri 2,679 ile 4,434 arasında değişmekte olup, jeolojik yapının akarsu ağı üzerindeki etkisinin ihmal edilebilir olduğu durumlarda kayaçlar üzerinde oluşan homojen drenaj ağlarını ortaya koyduğu tespit edilmiştir.

Coskun ve Öztürk (2022), Ermenek Çayı havzası ve Gökçay havzasının morfometrik analiz parametrelerini karşılaştırarak değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Çizgisel, alansal ve rölyef morfometrelerini içeren 23 değişken ele alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Akarsu dizinlerinin belirlenmesinde literatürde önem arz eden Strahler metodu kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalar dikkate alındığında Ermenek Çayı havzasının Gökçay havzasına göre; geçirimsiz, dairesel, eğim değeri yüksek, jeomorfolojik olarak yaşlılık evresine daha yakın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca dolaylı olarak taşkın hassasiyeti ve erozyon duyarlılığının yüksek bir havza olduğu tespit edilmiştir.

Shekar ve Mathew (2022), Telangana Eyaletindeki Murredu havzasını morfometrik ve arazi kullanımı/arazi örtüsü analizi için seçmişler ve araştırmalar yapmışlardır. Havzadan toplam on dört alt havza (SW) oluşturulmuş (SW 1 ila SW 14) ve alt havzalar morfometrik ve LULC özelliklerine göre önceliklendirilmiştir. Sıralamayı tercih etmek için her alt havza için doğrusal yönler, rölyef yönleri ve hava yönleri gibi çeşitli morfometrik özelliklerin değerlendirmesi yapılmıştır. Alt havzalar, morfometrik ve LULC analizine göre toprak ve su koruma önceliğine göre düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Regresyon katsayısı sonuçları, akarsu uzunluğu ve akarsu sırasının ve ayrıca akarsu sayısı ve akarsu sırasının güçlü bir ilişkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmacılar, toprak ve su koruma önlemlerinin dağıtımının yüksek öncelikli alt havzalarda gerçekleştirilebileceğini belirtmişlerdir.

Gautam (2023), Shimsha Nehri'nin hidrolojik ve morfolojik özelliklerini tespit etmek için çalışma yapmıştır. Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi, drenaj havzası morfometrisi için kullanılmıştır. Havza alanının yaklaşık 8741 km² olduğu, dendritik ila subdendritik bir desene sahip olduğu saptanmıştır. Sinüozite indeksinin 1,6 olduğu ve bunun da kıvrımlı bir alan olduğunu gösterdiği belirlenmiştir. Alan parametreleri, drenaj

havzasının orta düzeyde yüzey geçirgenliğine, homojen litolojiye, akışa, aşınabilirliğe, düşük rölyef koşullarına, sızma oranına ve iyi gelişmiş bir drenaj ağına sahip olduğunu göstermektedir. Şekil parametresi, havzanın düz tepe akışına ve daha uzun süreye sahip, alt uzunlamasına olduğunu göstermektedir. Rölyef faktörü, düşük rölyef ve kesi oranının ara aşamasını göstermektedir. Nehrin asimetri faktörü 38.65'tir ve kanalın güneybatıya kaydığına işaret etmektedir.

Chowdhurya (2024), CBS ve uzaktan algılama tekniklerini kullanarak, Bangladeş Halda Nehri Havzası'nın morfometrik parametrelerini analiz etmek için çalışmalar yapmıştır. Çatallanma oranı (4.03) ve ilgili parametreler, jeolojinin ve yapısal kontrolün orta düzeyde etkisinin belirgin olduğunu göstermiştir. Ortalama akarsu uzunluğu (1.27) ve Rho değeri (0.11 ile 0.20 arasında değişir), dik alanlarda yüksek akışın ve düz alanlarda hidrolojik depolama kapasitesinin olduğunu işaret etmiştir. Havza rölyefi (489 m), bağlı rölyef (2,02), engebelilik sayısı (400), Melton engebelilik sayısı (12,43) ve ortalama eğim (%9,33), yüksek erozyon ve malzeme transferi potansiyelini göstermiştir. Morfometrik parametrelerin hiyerarşik düzeni ve mekansal dağılımı, yüksek eğimlere ve düşük dereceli akarsulara sahip alanların toprak erozyonu, heyelanlar ve ani sellerden etkilenme potansiyelinin yüksek olduğunu, başka yerlerde düşük eğimli alanların ise kısa süreli nehir taşkınlarına eğilimli olduğunu göstermiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Abana-Bozkurt (Kastamonu) ilçelerine bağlı Ezine Çayı ve İlişi Çayı arasında kalan bölgeleri kapsayan alanda yapılan bu çalışma; (a) hazırlık çalışmaları (b) arazi-saha çalışmaları (c) laboratuvar çalışmaları ve (d) büro çalışmaları olmak üzere dört ana bölümden meydana gelmektedir.

3.1. Hazırlık Çalışmaları

Bu aşamada çalışma sahasının jeolojisi ile ilgili ön bilgilerin toplanması, bölgede daha önceden yapılan çalışmaların incelenmesi, yayımlanan raporların derlenmesi, çalışma sahasının özelliklerinin saptanması, sahaya olan ulaşım olanaklarının değerlendirilmesi ve arazi çalışması programının yapılması gerçekleştirilmiştir. Ayrıca saha çalışmasının yapılması sırasında kullanılacak olan sarf malzemelerinin (numune poşetleri, etiketler, kırtasiye malzemeleri, vd. gerekli malzemeler) tedariki sağlanmıştır.

3.2. Arazi Çalışmaları

Bu aşamada 1/25.000 ölçekli jeolojik haritalar (E31 ve E32 paftaları) kullanılarak Ezine Çayı ve İlişi Çayı arasında kalan bölgeleri kapsayan alanda arazi çalışmaları yapılmıştır (Şekil 3.1.).

Ezine ve İlişi çayı bölgelerinden, jeokimyasal araştırmalar için litolojiyi ve bölgeyi en iyi biçimde temsil edecek şekilde ve akarsu yataklarında ağır metal birikiminin kaynağı olduğu düşünülen kayaçlardan oluşum sınırları dikkate alınarak kayaç numuneleri (OK : 5 adet, IOK : 6 adet) derlenmiştir.

Toprak örnekleri (OT : 7 adet, IOT : 7 adet) bölgenin jeolojisi (fay, litoloji vb.), morfolojisi, aşınma ve taşınma faktörleri ile madencilik ve işletme faaliyetlerinin yapıldığı alanlar göz önünde bulundurularak yaklaşık 20 cm derinlikten alınmıştır.

Değerli/ağır metallerin/minerallerin yoğunlaşabileceği ana akım dere kollarından ise yaklaşık 5-10 kg ağırlığında dere sedimanı (OP : 12 adet, IOP : 9 adet) örnekleri toplanmıştır.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil 3.1. Arazi çalışmalarından görüntüler (a ve b: kayaç numunelerinin alınması; c ve d: toprak numunelerinin alınması; e ve f: dere sedimanı numunelerinin alınması)

Çalışma sahasından derlenen numuneler sert poşetlere koyularak üzerlerine etiketler yapıştırılmıştır. Alınan numunelerin koordinat bilgileri arazi defterine işlenerek kayıt altına alınmıştır. Aynı zamanda numune alım yerleri harita üzerine işlenmiştir. Çalışma sahasını ve numune alım yerlerini gösterecek şekilde fotoğraflar çekilmiş (Şekil 3.2.) ve çeşitli bellek cihazlarına aktarılarak muhafaza edilmiştir.

Kayaç, toprak ve dere sedimanı numunelerinin tamamı çift torbalara konularak laboratuvara getirilmiştir.



Şekil 3.2. Genel arazi görünümü

3.3. Laboratuvar Çalışmaları

Arazi çalışmaları sırasında derlenen kayaç, toprak ve dere sedimanı numuneleri laboratuvar çalışmalarının yapılacağı yere getirilerek öncelikle kontrolleri sağlanmıştır. Kayaç numuneleri plastik tokmakla ezilmiş, öğütülerek 80 mesh boyutuna düşürülmüş ve 50 g'lık numuneler şeklinde analiz için hazırlanmıştır. Kayaçların kalan kısımları diğer analizler için şahit numune olarak saklanmıştır.

Toprak ve dere sedimanları numunelerinden ilk önce yabancı maddeler (sap, çöp vb.) ayıklanmış ve kirliliğin tipine göre elle, fırçayla ya da yıkama ile bu maddeler temizlenmiştir. Araziden toplanan toprak örnekleri, 40 °C sıcaklıkta 24 saat bekletilerek kurutulmuştur. Daha sonra plastik çekiçe kırılan örnekler 80 mesh boyutuna kadar öğütülmüş ve 200 gr'lık örnekler alınarak geri kalanı daha ileri analizler için şahit numuneler olarak saklanmıştır.

Çalışma alanından alınan dere sedimanı örnekleri yıkandıktan sonra 100 °C fırında 6 saat kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Kurutulan örnekler elek analizi düzeneğinde elenerek 0,75 mikron altındakiler (dip kap) alınarak analizler için hazırlanmıştır. Geri kalan numuneler ise daha ileri analizler için şahit numuneler olarak saklanmıştır.

ALS Laboratuvarında (İzmir, Türkiye) kayaç, toprak ve dere sedimanı örneklerinin uygun analizleri yapılmıştır. Kayaç, toprak ve dere sedimanı analizleri ALS laboratuvarlarında ME-MS41L standartlarına uygun olarak yapılmıştır. QA/QC kalite standartları gereği tespit limitleri içerisinde kalmışlardır.

3.4. Büro Çalışmaları

Bu aşamada tezin yazılabilmesi için gerekli olan tüm verilerin bir araya getirilmesi amaçlanmış ve bu doğrultuda çalışmalar yapılmıştır. Öncelikle kaynak araştırmaları yapılarak önceki çalışmalar özetlenmiş ve tez çalışmasının konusunu oluşturan araştırmalar, yapılan uygulamalar, harita çalışmaları ve istatistik çalışmalar titizlikle incelenmiştir. Çalışma alanının jeolojisi göz önünde bulundurularak öncelikle haritalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ağır metallerin dağılımlarına dayalı olarak da anomali haritaları oluşturulmuştur.

Çalışma konusunun esasını ağır metal kaynaklı kirlilik ve canlı sağlığına olan etkileri oluşturduğu için öncelikle analizi yapılan elementlerin etkisini değerlendirmek amacıyla literatürde kullanılan indeksler ve formüller bir araya getirilmiştir. Tez çalışmasında kullanılan indeksler, kirlilik formülleri, istatistik formülleri aşağıda açıklanmış ve çalışmanın ilerleyen bölümlerinde elde edilen sonuçların bu bilgilere dayalı olarak saptandığı gösterilmiştir.

3.4.1. Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Kullanılan Önemli Yöntemler

3.4.1.1. Jeobirikim İndeksi (I_{geo})

Jeobirikim İndeksi (I_{geo}), metalik kirlenmenin yoğunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan bir araçtır (Muller, 1969). Özellikle antropojenik faaliyetlerle ilişkili olan kirlenmeyi gösteren bir indeks olma özelliği taşımaktadır

(Loska ve ark., 2004; Chabukdhara ve Nema, 2012; Liu ve ark., 2020; Zhang ve ark., 2022). Ayrıca, toprak ve dere sedimanlarındaki eser element kirliliğini değerlendirmek için kullanılmaktadır (Loska ve ark., 2004; Chabukdhara ve Nema, 2012; Chung ve Chon, 2014; Kinimo ve ark., 2018). Bu ampirik indeks, aşağıdaki formülü kullanarak belirli bir konsantrasyonu normalize edilmiş bir jeokimyasal arka planla karşılaştırır (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Jeobirikim İndeksi (I_{geo}), (Muller, 1969)

I_{geo}	Jeobirikim İndeksi (Geoaccumulation Index)	
I_{geo}	$\log_2 C_n/1.5 B_n$	
C_n	Ölçülen ağır metal konsantrasyonu.	
B_n	Metalin temel (background) değeri	
Faktör 1.5, litolojik varyasyonlara bağlı olarak arka plan verileri için		
I_{geo} Değeri	I_{geo} Sınıfı	Çökel Kalitesi
$I_{geo} < 0$	0	Kirlilik yok
$0 < I_{geo} < 1$	1	Az kirlilik
$1 < I_{geo} < 2$	2	Orta derecede kirlilik
$2 < I_{geo} < 3$	3	Kirlenmiş
$3 < I_{geo} < 4$	4	Önemli derecede kirlilik
$4 < I_{geo} < 5$	5	Çok fazla kirlilik
$I_{geo} > 5$	6	Aşırı derecede kirlilik

3.4.1.2. Zenginleşme Faktörü (EF)

EF, 1970'lerin başında atmosferdeki, yağışlardaki veya deniz suyundaki elementlerin kökenini belirlemek için geliştirilen bir indekstir, daha sonra yavaş yavaş toprak, göl sedimanları veya turba gibi diğer çevresel materyallere de uygulanmıştır (Reimann ve de Caritat, 2005; Bourennane ve ark., 2010). Metal elementlerin antropojenik kaynağını tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır (Wang ve ark., 2021; Zhang ve ark., 2022). Aşağıdaki çizelgede zenginleşme faktörünün formülü verilmektedir. Ölçülen ağır metal konsantrasyonunun metalin temel değerine bölünmesi ile elde edilir. Çıkan sonuca göre çökel kalitesi değerlendirilir. $EF > 40$ olması durumunda aşırı zenginleşmenin olduğu söylenebilmektedir. (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3. 2. Zenginleşme Faktörü (EF), (Zhang ve Liu, 2002)

EF :	Zenginleşme Faktörü (Enrichment Factor)
EF =	$(C_x/Fe_x) / (C_c/Fe_c)$
C_x, Fe_x :	Ölçülen ağır metal konsantrasyonu.
C_c, Fe_c :	Metalin temel (background) değeri (Fe için)
EF Değeri	Çökel Kalitesi
EF < 2	Az zenginleşme
2 < EF < 5	Orta zenginleşme
5 < EF < 20	Önemli ölçüde zenginleşme
20 < EF < 40	Çok yüksek zenginleşme
EF > 40	Aşırı zenginleşme

3.4.1.3. Kirlilik Faktörü (Cf)

Toprak ve dere sedmanı örneklerindeki ağır metallerin antropojenik etkilerinin değerlendirilmesi için kullanılan bir indekstir. $C_f < 1$ olması durumunda “az kirlenme”, $C_f > 6$ olması durumunda ise “çok yüksek kirlenme” durumlarının olduğu söylenebilmektedir (Çizelge 3.3.).

Çizelge 3.3. Kirlilik Faktörü (Cf), (Hakanson, 1980)

C_f :	Kirlilik Faktörü (Contamination Factor)
$C_f =$	C_{metal} / C_o
C_{metal} :	Numunenin metal konsantrasyonu
C_o :	Metalin temel (background) değeri
C_f Değeri	Çökel Kalitesi
$C_f < 1$	Az kirlenme
$1 < C_f < 3$	Orta kirlenme
$3 < C_f < 6$	Önemli ölçüde kirlenme
$C_f > 6$	Çok yüksek kirlenme

Kirlilik faktörünün tespit edilebilmesi için “ortalama eşik değerleri” (Turekian ve Wedepohl, 1961; Krauskopf, 1985) veya “ortalama yer kabuğu değerleri” (Taylor, 1972) kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında kirlilik faktörünün hesaplanması için “ortalama eşik değerleri” (Turekian ve Wedepohl, 1961; Krauskopf, 1985) kullanılmıştır.

3.4.1.4. Kirlilik Yük İndeksi (PLI)

Bu indeks, farklı ortamların kirlilik durumlarını karşılaştırmak ve farklı numune istasyonları boyunca kirlilik boyutunun değişimini tespit etmek amacıyla oluşturulmuş bir indekstir (Tomlinson ve ark., 1980). İlk çalışmalarda sadece topraklar için

kullanılması öngörülen bu indeks zamanla çökeller için de uygulanmaya başlanmıştır. Çalışma alanlarındaki ağır metalleri tek bir indekste topladığı için entegre olarak kabul edilmektedir. Herkes tarafından kolaylıkla anlaşılabilirdiği için oldukça avantajlıdır. İndeks değerleri, her bir metale ait kirlilik faktörlerinin (C_f) hesaplanması ve işleme tabi tutulmasıyla elde edilmektedir (Tomlinson ve ark., 1980) (Çizelge 3.4.).

Çizelge 3.4. Kirlilik Yük İndeksi (Tomlinson ve ark., 1980)

PLI:	Kirlilik Yük İndeksi (Pollution Loading Index)
PLI=	$n\sqrt{(C_{F1} * C_{F2} * C_{F3} * \dots * C_{Fn})}$
Cf=	C_{metal} / C_o
C_{metal} :	Numunenin metal konsatrasyonu
C_o :	Metalin temel (background) değeri
C_f :	Kirlilik faktörü
n :	Metal sayısı
PLI değeri > 1	kirlilik var
PLI değeri < 1	kirlilik yok

3.4.1.5. Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^i)

Potansiyel ekolojik risk endeksi (E_r^i) kirlenme durumunun ekolojik risk seviyesini saptamak amacıyla kullanılmaktadır. Ağır metalin toksisitesi için tepki katsayısı ve kirlilik faktörü olan C_f değerinin çarpımı potansiyel ekolojik risk seviyesini vermektedir (Hakanson, 1980) (Çizelge 3.5.).

Çizelge 3.5. Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^i) (Hakanson, 1980)

E_r^i:	Potansiyel ekolojik risk endeksi (Potential ecological risk index)
E_r^i=	$E_r^i = T_r^i \times C_f$
T_r^i:	Ağır metalin toksisitesi için tepki katsayısı.
C_f :	Kirlilik Faktörü (Contamination Factor)
E_r^i Değeri	Tek faktörlü kirlenmenin ekolojik risk seviyesi
$E_r^i < 40$	Az
$40 \leq E_r^i < 80$	Orta
$80 \leq E_r^i < 160$	Yüksek
$160 \leq E_r^i < 320$	İleri
$E_r^i \geq 320$	Önemli

3.4.1.6. Potansiyel toksisite indeksi (RI)

Topraklarda mevcut olan ağır metal birikiminin saptanması amacıyla kullanılmaktadır (Hakanson, 1980). Bu indeks kümülatif şekildeki biyolojik ortamların toksik metallere karşı olan duyarlılık seviyesini göstermektedir (Çizelge 3.6.). Bununla birlikte, potansiyel anlamdaki eko-risklerin derecesini de belirlemek için kullanılabilmektedir (Barkett ve Akün, 2018).

Çizelge 3.6. Potansiyel toksisite indeksi (RI) (Hakanson, 1980)

RI	Potansiyel toksisite indeksi (Potential toxicity index)
RI	$\sum_{i=1}^n E_i^i$
E_i^i :	Potansiyel ekolojik risk endeksi
Değeri	Çökel Kalitesi
$RI < 150$	Düşük
$150 \leq RI < 300$	Orta
$300 \leq RI < 600$	Ciddi
$RI \geq 320$	Önemli

3.4.1.7. Nemerow entegre kirlilik indeksi (NIPI)

Nemerow entegre kirlilik indeksi, kullanılan jeokimyasal arka plandan bağımsız olarak, hafif ila ağır kirlilik olarak değerlendirilen kirlilik seviyesinin genel bir değerlendirmesine olanak tanır (Gashiorek ve ark., 2017). NIPI yalnızca ağır metaller tarafından oluşturulan genel toprak kirliliğini yansıtmakla kalmaz, aynı zamanda yüksek ağır metal konsantrasyonlarının toprak ortamının kalitesi üzerindeki etkisini de vurgular (Li ve ark., 2020; Liu ve ark., 2020).

Burada öncelikle kirlilik faktörü (Cf) indeksinin hesaplanması gerekmektedir. Numunenin metal konsantrasyonunun metalin temel (background) değerine bölünmesi ile Cf hesaplanmış olur. Daha sonra aşağıdaki formülasyon ile NIPI indeksi hesaplanır (Çizelge 3.7.).

Çizelge 3.7. Nemerow Kirlilik İndeksi (Müller, 1969; Li ve ark., 2020)

NIPI=	Nemerow Kirlilik İndeksi (Nemerow Pollution Index)
NIPI=	$\sqrt{(C_{fort})^2 + (C_{fmax})^2} / 2$
Cfort =	Ağır metal konsantrasyonlarının ortalaması
Cfmax =	Maksimum ağır metal konsantrasyonu
NIPI Değeri	Kirlilik durumu
$NIPI \leq 0.7$	Kirlilik yok
$0.7 < NIPI \leq 1.0$	Önlem alınmalı
$1.0 < NIPI \leq 2.0$	Az kirlilik
$2.0 < NIPI \leq 3.0$	Orta kirlilik
$NIPI > 3.0$	Ciddi kirlilik

3.4.2. Sağlık Riski Değerlendirmeleri

3.4.2.1. Kanserojen olmayan ve kanserojen olan risk faktörleri

Canlı sağlığına ait risk durumlarının değerlendirilmesi, kanserojen olmayan ve kanserojenik kimyasallara maruziyetten kaynaklanabilecek sağlık etkilerini tahmin etmek için kullanılan bir süreçtir. Risk değerlendirme süreci; tehlike tanımlama, maruz kalma değerlendirmesi, toksisite (doz-yanıt) değerlendirmesi ve risk karakterizasyonu olarak dört temel adımdan oluşur (U.S. Environmental Protection Agency, 2015).

Tehlike Tanımlama temel olarak herhangi bir yerde bulunan kimyasalları, konsantrasyonlarını ve mekansal dağılımını araştırmayı amaçlar. Maruz kalma değerlendirmesinin amacı, insanların çevresel bir kirleticie maruz kalmalarının yoğunluğunu, sıklığını ve süresini ölçmek veya tahmin etmektir. Doz-yanıt değerlendirmesi, kimyasallara maruz kalma düzeylerinden kaynaklanan toksisiteyi tahmin eder. Kansere eğim faktörü (CSF, kanserojen etki faktörü) ve referans doz (RfD, kanserojen olmayan bir eşik), kullanılan iki önemli toksisite indeksidir. RfD değerleri, "Gözlemlenebilir etki düzeyi yok" ilkesi kullanılarak hayvan çalışmalarından elde edilmiştir. İnsanlar için, belirsizlikleri hesaba katmak için RfD değerleri 10 kat çarpılır (U.S. Environmental Protection Agency, 1989).

Risk karakterizasyonu, kanser riski ve tehlike indekslerinin nicel tahminlerine ulaşmak için toplanan tüm bilgileri entegre ederek, çocukların ve yetişkinlerin potansiyel kanserli ve kanserli olmayan sağlık riskini tahmin eder (U.S. Environmental Protection Agency, 2004).

Yutma (ingestion), solunum (inhalation) ve temas (dermal) yoluyla maruz kalma durumları aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmakta ve çıkan sonuçlara göre değerlendirmeler yapılmaktadır (U.S. Environmental Protection Agency, 2004) (Çizelge 3.8.).

Çizelge 3.8. Sağlık riski değerlendirmesinde kullanılan birimler, referans değerler ve formüller

Faktor	Definition/Tanım	Unit/Birim	Value/Değer		Reference
			Adult/Yetişkin	Children/Çocuk	
C	Metal concentration-Metal Konsantrasyonu	mg kg ⁻¹	—	—	—
R_{ing}	Ingestion rate-Yutma/alım Oranı	mg day ⁻¹	100	200	USEPA (2011)
ED	Exposure duration-Maruz Kalma Süresi	years	24	6	USEPA (2002)
EF	Exposure frequency-Maruz Kalma Sıklığı	days year ⁻¹	350	350	USEPA (1997)
CF	Conversion factor-Dönüşüm Faktörü	kg mg ⁻¹	1.00E-05	1.00E-05	—
BW	Body weight-Vücut Ağırlığı	kg	70	15	USEPA (1997)
AT	Average time-Ortalama maruz kalma süresi	years	24	6	USEPA (2002)
C_{inh}	Inhalation rate-Soluma Oranı	m ³ day ⁻¹	5	20	Du et al. (2013)
PEF	Particle emission factor-Parçacık emisyon faktörü	m ³ kg ⁻¹	1.36E+09	1.36E+09	USEPA (2002)
SA	Skin surface area-Cilt yüzey alanı	cm ²	5700	2800	USEPA (2002)
SL	Skin adherence factor-Deri tutulma/yapışma Faktörü	mg cm ⁻²	0.07	0.07	USEPA (2002)
ABS	Dermal absorption factor-Deri emilim Faktörü	—	0.01	0.01	USEPA (2011)
RFD	Reference dose	mg kg ⁻¹ day ⁻¹	Ing RFD 1.00E-03 (Cd), 5.00E-03 (Cr), 2.00E-02 (Co), 3.70E-02 (Cu), 2.00E-02 (Ni), 3.50E-03 (Pb), 3.00E-01 (Zn), 1.60E-04 (Hg) Inh RFD 1.00E-03 (Cd), 2.86E-05 (Cr), 1.00E-02 (Co), 4.02E-02 (Cu), 2.06E-02 (Ni), 3.52E-03 (Pb), 3.00E-01 (Zn), 8.60E-03 (Hg) Derm RFD 5.00E-05 (Cd), 2.50E-04 (Cr), 1.60E-02 (Co), 1.90E-03 (Cu), 1.00E-03 (Ni), 5.25E-04 (Pb), 6.00E-02 (Zn), 2.10E-05 (Hg)		Abdelhafez et al. 2012; Du et al. 2013; Ma et al 2018; Tang et al.2020;

$$ADD_{\text{ingestion/Yutma}} = (C * R_{\text{ign}} * ED * EF * CF) / (BW * AT) * 10^{-6}$$

$$ADD_{\text{inhalation/Soluma}} = (C * C_{\text{inh}} * ED * EF) / (PEF * BW * AT) * 10^{-6}$$

$$ADD_{\text{dermal/Deri}} = (C * SA * SL * ED * EF * CF * ABS) / (BW * AT) * 10^{-6}$$

Risk seviyesi	HQ/HI	Olumsuz Kanserojen Olmayan Risk	Hesaplanmış Kanser Oluşum Vakaları	Kanser Risk
1	<0.1	İhmal edilebilir	<1 per 1,000,000 inhabitants	Çok Düşük
2	>0.1 < 1	Düşük	>1 per 1,000,000 inhabitants <1 per 100,000 inhabitants	Düşük
3	>1 < 4	Orta	>1 per 100,000 inhabitants <1 per 10,000 inhabitants	Orta
4	>4	Yüksek	>1 per 10,000 inhabitants <1 per 1000 inhabitants	Yüksek
5			>1 per 1000 inhabitants	Çok Yüksek

3.4.3. Haritalama ve Anomali Çalışmaları

Arazi çalışmaları sonucunda numune alım yerlerinin koordinatları baz alınmış ve ArcGIS, QGIS, Global Mapper ve Corel Draw programları kullanılarak ilk önce yerbulduru ve numune dağılım haritası hazırlanmıştır. Daha sonra ağır metal birikimlerinin dağılım haritaları olan anomali haritaları hazırlanmıştır. Bu haritalar sayesinde birikimin fazla olduğu noktalar belirlenmiştir. Bu programlar ayrıca başka haritaların yapılmasında da kullanılmıştır.

3.4.4. İstatistik Çalışmaları

İstatistik çalışmaları için temelde Excel programı kullanılarak hesaplamalar gerçekleştirilmiş ve kirlilik, kanserojenik risk faktör hesaplamaları çeşitli formülasyonlarla elde edilmiştir. Cluster analizi, ana bileşenler analizi gibi yöntemler uygulanarak toprakların ve dere sedimanlarının içerisindeki element dağılımlarının, dağılımlardaki değişimlerin, kümelenmelerin varlığı belirlenmiştir. Ayrıca Excel programına eklenebilen XLSTAT programıyla plot box grafikleri oluşturulmuştur. Ayrıca Oracle Crystal Ball eklentisi kullanılarak kanserojenik risk değerlerinin doğrulanması amacıyla Monte Carlo Simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Minitab ve OriginPro programları kullanılarak da grafikler çizilmiştir.

3.4.4.1. Monte Carlo Simülasyonu

Monte Carlo simülasyonu, maruz kalma faktörleriyle ilgili değişkenleri göz önünde bulundurarak sağlık risklerinin olasılıksal dağılımını analiz edebilen, olasılık teorisine dayalı önemli bir sayısal hesaplama yöntemidir (Yang ve ark., 2019). Monte Carlo simülasyonu en yaygın kullanılan metodlardan biri olup, birçok riskle ilgili belirsizlikleri tanımlamak için kullanılan en etkili yöntemlerden biridir (Hastings, 1970; Fjeld ve ark., 2007), maruz kalma ve sağlık riski olasılığı dağılım değerlendirme modellerini tahmin etmek için nicel bir yöntem sunar (Thompson ve ark., 1992).

Bu tez çalışmasında Monte Carlo simülasyonu Oracle Crystall Ball (Oracle Corporation, Vallejo, CA, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiş ve simülasyon sayısı 1.000 olarak belirlenmiştir. Bu simülasyonlar arasında, tekdüze bir dağılım izleyen ağır metallerin konsantrasyonunu simüle etmek için rastgele değişkenler ayarlanmıştır. Tahmin sonuçları kanserojen olmayan sağlık riskleri (HI) ve kanserojen riskler (CR) değerlerine dayanmaktadır ve programda çalıştırmak için "duyarlılık analizi" seçilmiştir. Topraklardaki ağır metal elementlerinin HI ve CR'si, toplam belirsizliğe farklı elementlerin katkısını elde etmek için duyarlılık analiziyle birleştirilerek

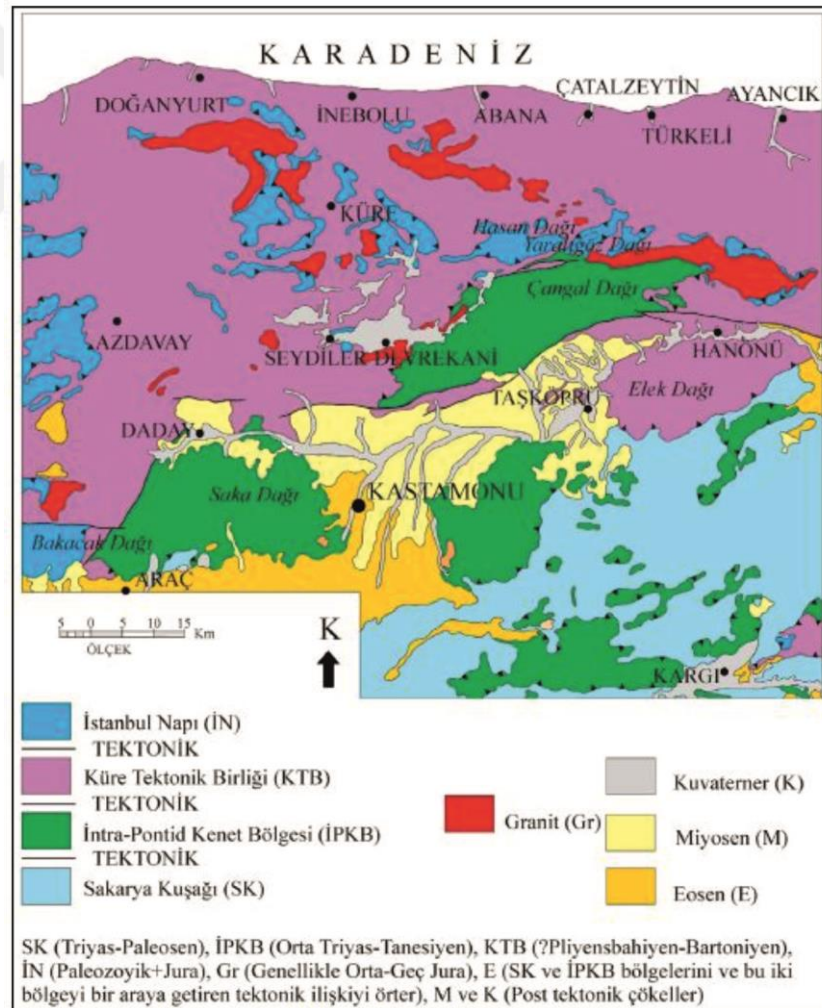
hesaplanmıştır. Bu nedenle, bu çalışmada, yetişkinler ve çocuklar için ağır metallerin HI olasılık riskini ve CR olasılık riskini hesaplamak için Crystal System Ball yazılımına dayalı Monte Carlo simölasyonu gerçekleştirilmiştir. Simölasyon sonrasında elde edilen değerler kullanılarak Origin ve Minitab programlarında grafikler elde edilmiştir.



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

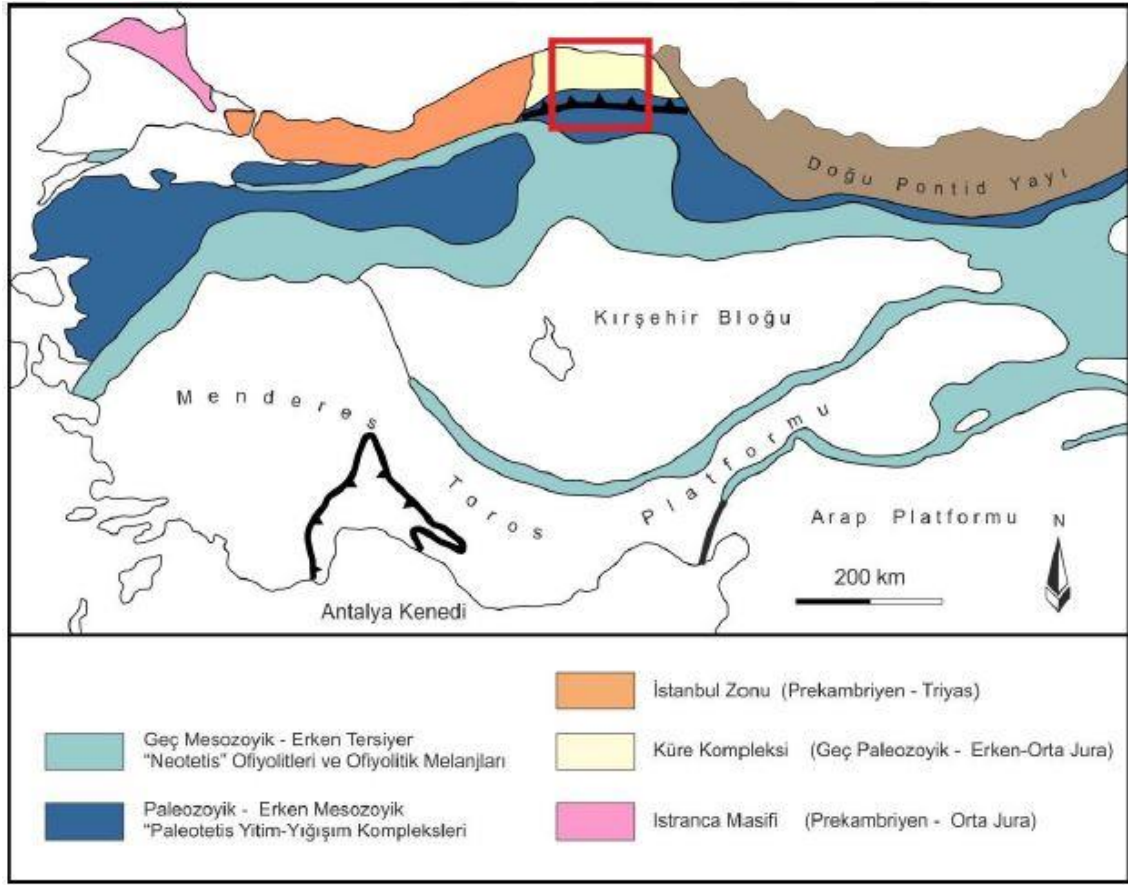
4.1. Genel Jeoloji

Türkiye, Tetis okyanusunun kapanması sonucunda meydana gelmiş bir tektonik yapı içerisinde farklı okyanusal ve kıtasal birliklerin olduğu belli bir kesimde yer almakta ve ayrıca Anatolid ve Torid kuşaklarının da çevrelediği bir alanda bulunmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Tüysüz, 1999). Türkiye'nin kuzey kıyılarını meydana getiren Pontidler Trakya-Gürcistan hattı boyunca uzanan bir sıkışma kuşağı olma özelliğini taşımaktadır (Robinson, 1997). Tetis okyanusunun kapanması sonucunda Mesozoyik ve dönemine ait ofiyolitlerle geniş bir kompleks sunmaktadırlar. Pontidler Batı, Doğu ve Orta (çalışma bölgesinin de için de bulunduğu) olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Şekil 4.1.). Her bölgenin kendine has karakteristik geçmişleri vardır ve gerilme, sıkışma ve doğrultu atımlı deformasyonları mevcuttur (Robinson, 1997; Yılmaz ve ark., 1997).



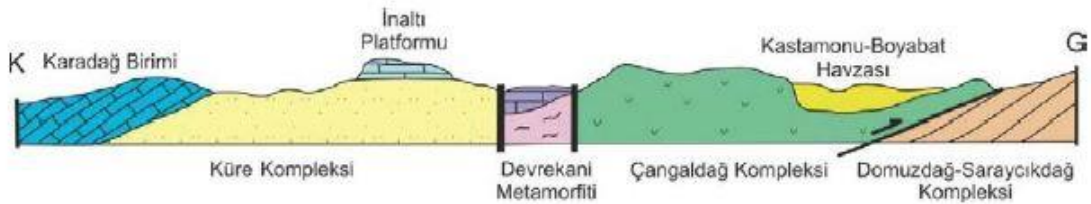
Şekil 4.1. Orta Pontidler'in tektonik birliklerini gösteren harita (Uğuz ve ark., 2002; Uğuz, 2022)

İnceleme alanının bulunduğu Orta Pontidler, batıda İstanbul zonu, doğuda Doğu Pontid yayı, güneyde ofiyolitik melanjlara ve kuzeyde ise Karadeniz ile sınırlanmıştır (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Türkiye'nin kenet kuşakları ve çalışma alanını da kapsayan Orta Pontidler (Ustaömer ve Robertson, 1994)

Çalışma alanı Orta Pontidler içerisinde yer almaktadır. Orta Pontidler kuzeyden güneye doğru D-B uzanımlı birçok tektonik birlikten oluştuğu tespit edilmiştir. Bu tektonik birliklerin başlıcaları; Küre Kompleksi, Devrekâni Metamorfiti, Çangaldağ Kompleksi, Domuzdağ-Saraycıkdağ Kompleksi ve Kargı Kompleksidir (Turgut, 2017, Şekil 4.3.).



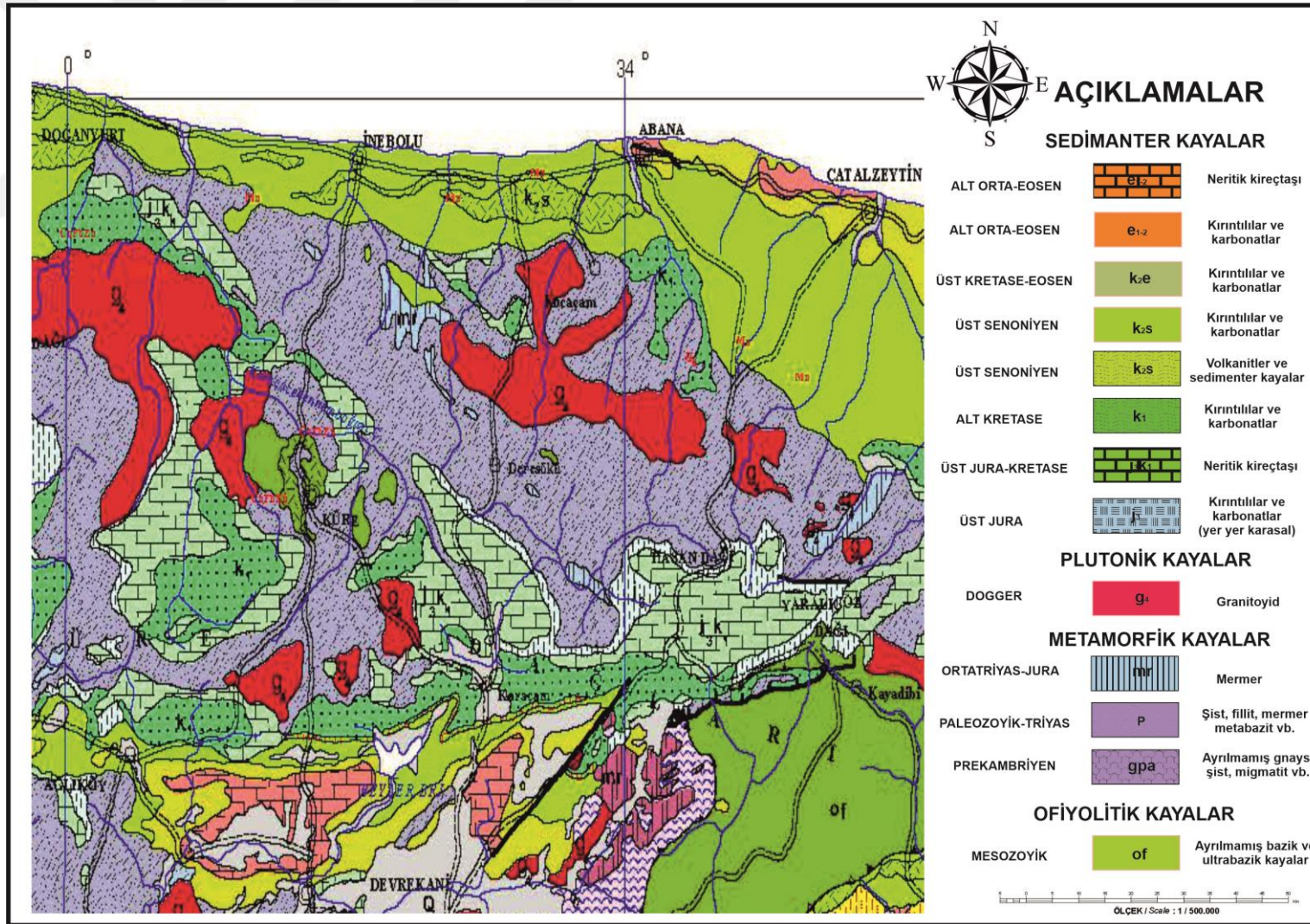
Şekil 4.3. Orta Pontidler ve tektonik birliklerin ilişkisini gösteren kesit (Turgut, 2017)

Devrekani metamorfiti geniş yayılım sunan amfibolit fasiyesinde metamorfizma geçirmiş ve yüksek oranda makaslanmış kaya topluluğu olma özelliği göstermektedir. Metamorfiklerin taban kesiminde amfibolit ve gnayslar bulunmakta, bunların üzerlerine metakarbonatlar uyumsuz bir şekilde gelmiştir (Ustaömer ve Robertson, 1997).

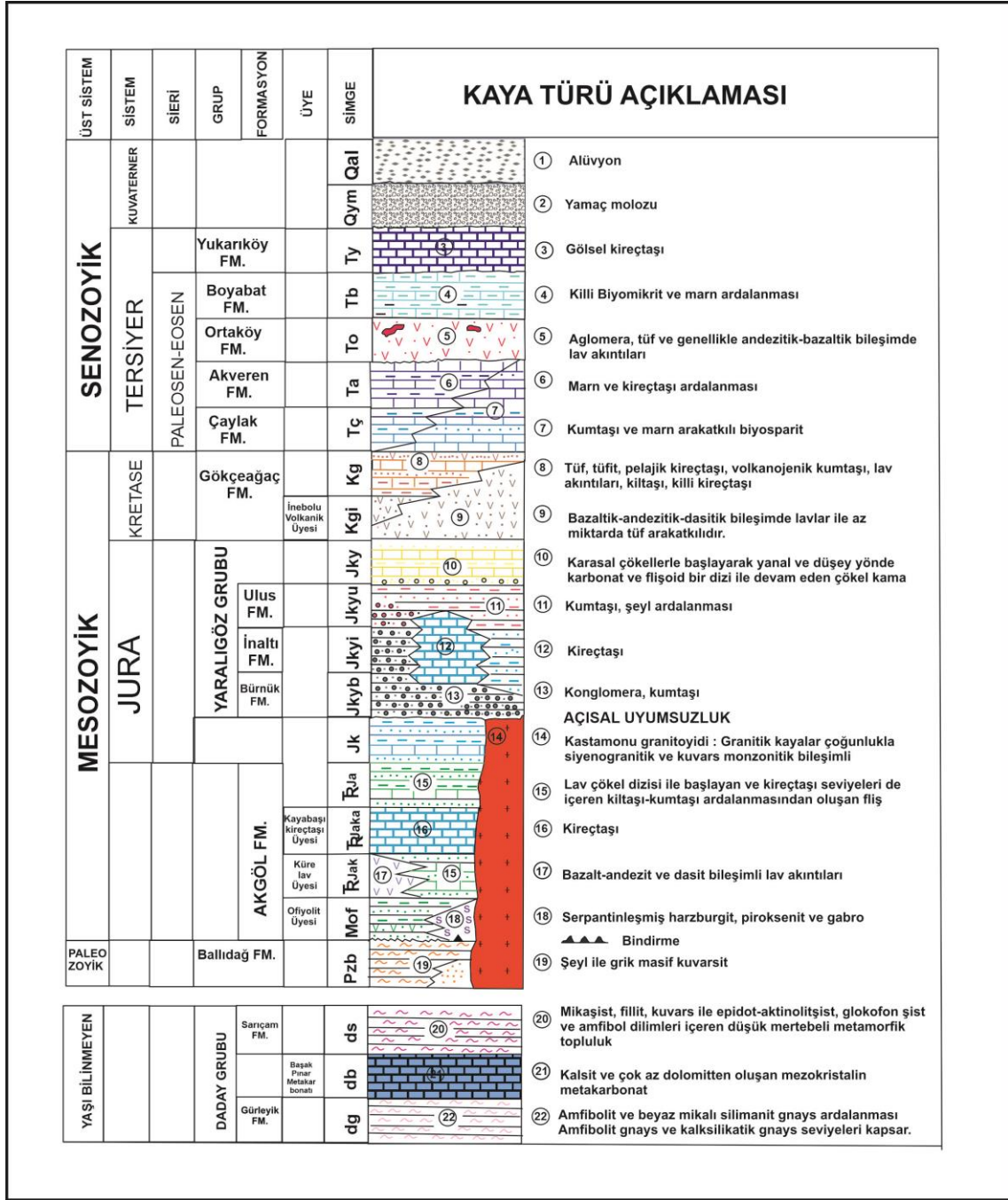
Çangaldağ kompleksi yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş dayk toplulukları ve bazik bileşimli lav birliklerinden meydana gelmiştir. Kompleks ofiyolitik bir temel üzerinde yer alan volkanoklastik kayaç topluluğu şeklinde tanımlanmıştır (Ustaömer ve Robertson, 1997). Domuzdağ-Saraycıkdağ Kompleksi Çangaldağ kompleksinin güney kısmında bulunur ve mavişist fasiyesinde metamorfizma geçirmiştir. Bu kompleks kuzeyde bir melanj yapısından, güneyde metabazitler ile pelitik kayaçlardan meydana gelmektedir. Küre kompleksi ofiyolitlerin tektonik dilimlerinden meydana gelmişlerdir ve kuzey kesimde Kretase-Neojen yaş konağına sahip volkano-sedimenter istif tarafından Karadeniz sahili boyunca uyumsuz bir şekilde üzerlenmektedirler (Ustaömer Robertson, 1997).

4.1.1. Stratigrafi

İnceleme alanı ve yakın çevresinde yüzey veren birimler yaşıdan gence doğru yaşı bilinmeyen Daday grubuna ait Gürleyik formasyonu (dg), Başakpınar metakarbonatı (db), Sarıçam formasyonu (ds); Paleozoyik yaşı Ballıdağ formasyonu (Pzb), Mesozoyik yaşı Akgöl formasyonuna ait birimler; Ofiyolit üyesi (Mof), Küre lav üyesi (TrJak), Kayabaşı kireçtaşı üyesi (Trjaka) ve Akgöl formasyonu (Trja); Jura yaşı Kastamonu granitoyidi (Jk), yine Jura yaşı Yaralığöz grubunda bulunan Bürnük formasyonu (JKyb), İnaltı formasyonu (Jkyi), Ulus formasyonu (Jkyu); Kretase yaşı Gökçe ağaç formasyonuna ait birimler; İnebolu volkaniti üyesi (Kgi) ve Gökçe ağaç formasyonu (Kg); Senozoyik üst sistemli, Tersiyer sistemli, Paleosen-Eosen yaşı Çaylak formasyonu (Tç), Akveren formasyonu (Ta), Ortaköy formasyonu (To), Boyabat formasyonu (Tb), Yukarıköy formasyonu (Ty); Kuvaterner yaşı Yamaç molozu (Qym) ve Alüvyon (Qal)'dur. İnceleme alanının ve yakın çevresinin jeoloji haritası ve genelleştirilmiş tektono-stratigrafik dikme kesiti aşağıda verilmiştir (Şekil 4.4. ve Şekil 4.5.).



Şekil 4.4. Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası (Uğuz ve ark., 2002'den düzenlenerek alınmıştır)



Şekil 4.5. Çalışma alanı ve yakın çevresinin genelleştirilmiş tektono-stratigrafik dikme kesiti (Altun ve ark., 1990'dan düzenlenerek alınmıştır).

4.1.1.1. Daday Grubu

Daday grubu, metamorfik kayaç dilimlerinden meydana gelmiştir ve aktif kıta kenar dilimlenmesi/ayrılmasından oluştuğu belirtilmektedir. Yaşı saptanamamış olup yaşlıdan gence doğru Gürleyik formasyonu, Başakpınar metakarbonatı, Sarıçam formasyonlarından oluşmaktadır (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.1.1. Gürleyik formasyonu (dg)

Birim gnays, amfibol gnays ve amfibolit gibi değişik kaya türlerinden meydana gelmiştir. Yılmaz (1979) tarafından Gürleyik Gnaysı olarak adlandırılmasına karşın barındırdığı kayaç türleri nedeniyle formasyon mertebesinde değerlendirilmiş ve Altun ve ark. (1990) tarafından Gürleyik formasyonu olarak adlandırılmıştır. Gürleyik formasyonu çalışma alanının doğusunda Başakpınar yöresinde ve Kışla Mahallesiinde gözlenmiştir (Altun ve ark., 1990).

Gürleyik formasyonu, açık renk özelliğindeki mika-gnays, mikaşist ve koyu renk yapısında amfibolit ve amfibol-gnays karışımından meydana gelmiştir. Birimdeki bu kayaçların genel parajenez yapıları kuvars + K-feldspat + plajiyoklaz + biyotit + muskovit + sillimanit + granat + hornblend + albit + opak mineralleri olup fiziksel koşullar amfibolit fasiyesi koşullarına denk gelmiştir. Üstte ise Başakpınar metakarbonatı ile geçişli olup birimin tabanı çalışma alanının hiçbir yerinde gözlenmemiştir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.1.2. Başakpınar Metakarbonatı (db)

Formasyondaki mermerler kalkıştillerden ve dolomitik özellikteki mermerlerden meydana gelmektedir. Mermerler orta tabakalı özellik gösterirken dolomitik özellikteki mermerler kalın katmanlıdır. Kayaçlar genel olarak kalsit ya da kalsit + dolomit araldanmasından oluşmuştur. Köken kayacın mineralojik özelliklerine göre de beyaz mika, epidot, kuvars, plajiyoklaz ve tremolite de rastlanabilmektedir. Devrekani yöresinde yaygın olarak mostra veren birim, Yılmaz (1979) tarafından adlandırılmıştır.

Gürleyik formasyonu ve Başakpınar metakarbonatının Prekambriyen yaşlı olduğu önerisine (Yılmaz, 1979) karşın bu birimlerin Alt Paleozoyik yaşlı da olabileceği tahmin edilmiştir (Yılmaz ve Tüysüz, 1984). Bu birim, alt kısımda bulunan Gürleyik formasyonu ile geçişli olma özelliği göstermektedir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.1.3. Sarıçam Formasyonu (ds)

Formasyon fillit, kuvars-şist gibi metapellitler ve metabaziklerden meydana gelmektedir. Birimin adlandırılması Şengün ve ark. (1988) tarafından yapılmıştır. Metabazitler yeşil, koyu yeşil renklidirler, masif şeklinde değişim gösteren bir kayaç araldanması gösterirler. Masif örneklerde yaygın olarak kloritleşme, albitleşme ile prehnitleşme ve ender olarak pumpelliyleşme gözlenmiştir. Fillitler mika ve kuvars-feldspatik bantların araldanmasından meydana gelmiştir (Altun ve ark., 1990). Çalışma

sahasının güneybatı kesiminde bulunmaktadır ve Sabırlar Mahallesi dolaylarında mostra vermektedir. (Altun ve ark., 1990).

Altında ve üstünde bulunan tüm birimlerle tektonik dokanaklı olma özelliği göstermektedir. Birim, Apsiyen-Üst Kretase yaşlı flişle uyumsuz olarak örtülmekte olup yaşının Apsiyen öncesi olabileceği belirtilmiştir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.2. Paleozoyik

4.1.1.2.1. Ballıdağ Formasyonu (Pzb)

Birim altta kuvarsit ile başlayıp kısım kısım mor-yeşil renkteki şeyllere doğru geçiş göstermektedir. Şengün ve ark. (1988) tarafından adlandırılmıştır. Bazı yerlerde birkaç metre veya birkaç on metre kalınlık gösteren kuvarsit, yer yer şeyl içerisinde 1-2 metre kalınlıkta bantlar olarak da izlenebilir. Kuvarsit masif ve kalın olup kuvarsitlerin ince olduğu yerlerde, bunlarla geçişli olarak izlenen mor - yeşil şeyl ardalanmasının, kuvarsitlerin kalın olduğu yerlerde sarı şeyllerle temsil ettiği gözlenmiştir. Genellikle krem veya beyaz renkli olan birime, Fe oksitlerinin limonitleşmesi sonucu yer yer pembe renkli olarak da rastlanmıştır. Kuvars içeriği % 90'ın üzerinde olup kaolinleşmiş feldspat, kompozit kuvars-feldspatik taneler ve aksesuar oranda yuvarlaklaşmış zirkon içermekte olup şeyller çoğunlukla kil mineralleri ve az oranda kuvars siltinden meydana gelmiştir (Altun ve ark., 1990).

Formasyonun Avutlu Tepe ve Güney Mahallesi dolaylarında mostra verdiği gözlenmiştir. Birimin alt sınırı bu çalışma kapsamında haritalanmış alanlarda takip edilememiştir. Ancak çalışma alanı batısında yer alan Prekambriyen yaşlı metamorfik temel üzerinde uyumsuz olarak bulunduğu gözlenmiştir (Boztuğ, 1986).

Çalışma alanında yaş belirleyecek fosile rastlanmamıştır. Ancak çalışma alanı batısında yapılmış bir çalışmada kuvarsitler ile geçişli şeyller içerisinde graptolitler bulunmuş ve yaşı Geç Permiyen olarak belirlenmiş fakat daha batıda Akyol ve ark. (1974)'nin yaptığı incelemeler Paleozoyik yaşındaki bir çökel birikiminin var olduğunu göstermiştir. Bu tartışmalar ışığında, Alt Paleozoyik-Permiyen (?) yaşlı olabileceği belirtilmiştir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.2.2. Akgöl Formasyonu (TrJa)

Akgöl formasyonunun büyük bölümü kumtaşı - şeyl ardalanmasından meydana gelmektedir. Birim, Ketin ve Gümüş (1962) tarafından adlandırılmış olup çalışma sahasında çok geniş mostralara verdiği gözlenmiştir. Formasyon ofiyolit, Küre lav ve

Kayabaşı kireçtaşı olmak üzere 3 üyeye ayrılmıştır. Karakaya grubunun (Bingöl, 1983, 1984) eşdeğeri olduğu düşünülmektedir (Altun ve ark., 1990).

Kumtaşı esas olarak kuvars ve feldspat kumu, daha az olarak bazik volkanik kayaç parçaları ve kireçtaşı kırıntıları kapsamaktadır. Flişin alt kesimindeki kumtaşlarında hemen hemen hiç karbonat görülmemektedir ancak kireçtaşı seviyelerine doğru karbonat çimento izlenmiştir. Kil matriks oldukça fazla olup boylanma kötü, taneler köşeli veya yarı köşeli, altta ultrabazik kayaçlar ile tektonik(?) ilişkili olup Yaralıgöz Grubu çökelleri ile uyumsuz olarak örtüldüğü gözlenmiştir. Birimin yaşı Kayabaşı kireçtaşı üyesinin kapsadığı foraminifer ve konodontlara göre Triyas olarak belirlenmiştir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.2.3. Ofiyolit Üyesi (Mof)

Bu birim ultrabazik özellikteki peridotit, dunit ve piroksenit gibi kayaçlardan meydana gelmektedir. Küre bölgesinde mevcut olan peridotitler son derece taze olma özelliğine sahiptirler. Peridotitlerde sonradan ortaya çıkan eklemisel yapılarda krizotil izleri gözlenmektedir. Küre yöresinde peridotitlerin alt sınırı görülmemiştir. Ofiyolitler kuvarsa çok zengin granit damarları ile kesilmektedir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.2.4. Küre Lav Üyesi (TrJak)

Şengün ve ark. (1988) tarafından adlandırılmış olup Küre dolaylarında Göynük Dağı Kuzeyinde gözlenmiştir. Masif lavlar andezit - bazaltik bileşimde ve koyu renkli kayaçlarla temsil edilir. Ender olarak dasit bileşiminde kayaçlar gözlenmiştir. Kayaç örnekleri makaslanmış olup taze olduğu görülmüştür. Masif lavları ince bir silttaşı-kiltaşı ardalı ve yastık lavlar takip etmektedir (Altun ve ark., 1990).

Küre lav üyesi altta ultrabazik kayaçlarla tektonik ilişkili olup üste doğru Akgöl formasyonunun kumtaşı-silttaşı ardalı ile geçişli olarak devam etmektedir. Birim üst düzeylerde yer alan Orta-Üst Triyas yaşlı kireçtaşlarından daha yaşlıdır (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.2.5. Kayabaşı Kireçtaşı Üyesi (TrJaka)

Birim pembe, gri renkli, orta-kalın katmanlı kireçtaşlarından meydana gelmiştir. Bu birim Ataman ve ark. (1977) tarafından adlandırılmıştır. Granitlerle kesildiği yerlerde kristalize olma özelliği göstermektedir (Uğuz ve Sevin, 2007). Küre ilçesinin güneydoğu kesiminde ve Göynükdağı'nın güney kısımlarında yüzeyleyen birimlerinden Uğuz ve Sevin (2007) tarafından alınan örnekler baz alındığında birimin yaşının Alt

Triyas-Liyas arasında olabileceği belirtilmiştir. Önder ve ark. (1987) tarafından yapılan konodont değerlendirmelerine göre ise birimin yaşının Orta-Üst Triyas yaşlı olabileceği öne sürülmüştür (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.3. Jura

4.1.1.3.1. Kastamonu Granitoyidi (Jk)

Boztuğ (1986) tarafından adlandırılan birim başta Devrekani ve Küre olmak üzere geniş mostralara vermektedir. Buralarda bulunan granitlerin bileşimleri grano-diorit ve siyeno-granit arasında değişim göstermektedir. Bu birim Akgöl formasyonundan farklı olarak Alt Paleozoyik yaşlı birimleri de kesmektedir ve yaşının Dogger olduğu belirtilmiştir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.3.2. Yaralıgöz Grubu (Jky)

Yaralıgöz grubu Yılmaz (1979) tarafından adlandırılmış olup, alttan üste doğru ve yanal olarak birbirine geçişli olan Bürnük, İnaltı kireçtaşı ve Ulus formasyonlarından meydana gelmektedir (Altun ve ark., 1990).

Bürnük formasyonu; karasal ve sığ denizel kırıntılı birimleri, İnaltı kireçtaşı; karbonatları, Ulus formasyonu da flişoid litolojileri temsil etmektedir. Gruba ait olan formasyonların her biri Liyas öncesi temel üzerine aşıl uyumsuzlukla gelebilmektedir. Akgöl formasyonu, Kastamonu granitoyidi ve daha yaşlı birimleri post tektonik olarak örter ve üste doğru Gökçeada formasyonu ile geçişli olduğu gözlenmektedir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.3.3. Bürnük formasyonu (Jkyb)

Birim, Kastamonu granitoyidi ile konglomeratik kumtaşı ve yer yer görülebilen kireçtaşı arakatkılarından meydana gelmektedir. Bu birim Ketin ve Gümüş (1962) tarafından adlandırılmıştır. Çalışma alanı içerisinde dağınık bir şekilde az mostra vermektedirler. Konglomeralar iyi tutturulmuş olup genellikle polijeniktirler ve metamorfik, volkanik kayaç parçaları içermektedirler. Birimin üst düzeylerinde çakıl parçalarının daha da iyi tutturulduğu ve olgunlaşmanın daha iyi gözlemlendiği birimlere yönelik değişim izlenmektedir. İçerdiği fosiller göz önünde bulundurularak Üst Jura yaşı verilmiştir ((Altun ve ark., 1990).

4.1.1.3.4. İnaltı kireçtaşı (Jkyi)

Bu birim Ketin ve Gümüş (1962) tarafından adlandırılmıştır. Birim kalın katman yapıya sahip gri pelmikrit ve biyopelmikritlerle, aynı zamanda da kalsit çamuruyla temsil edilmektedir. Sahip olduğu bu özellikler bulunduğu ortamın tektonizma

açısından aktif olduğuna işaret etmektedir. Birim, bol miktarda kavkı parçası barındırmakta olup foraminifer ve alg miktarı bakımından zengin bir fauna içermektedir. Birim kapsadığı *Protopeneroplis trochangulata* Sept., *Conicospirillina basiliensis* Mohler, *Pseudocyclammina sphaeroidalis* Hottinger, *Anchispirocyclina lusitanica* Egger, *Pseudocyclammina lituus* Yokoyama, *Trocholina lapina* Leopold, *Valvulina*, *lagenidae* sp., *Miliolidae* sp., *Nautiloculina* sp., fosillerine göre Üst Jura-Neokamiyen yaşındadır. Bu bol miktardaki fosil içeriği dikkate alınarak birime Üst Jura-Neokamiyen yaşı verilmiştir ((Altun ve ark., 1990).

4.1.1.3.5. Ulus formasyonu (Jkyu)

Yer yer kireçtaşı arakatkıları da içeren birim genel olarak kumtaşı, kıltaşı araldanmasından meydana gelmektedir. Bu birim Akyol ve ark. (1974) tarafından adlandırılmıştır. Çalışma alanının orta ve kuzey bölgelerinde mostralar vermektedir. Kumtaşları boz, gri renkli olup türbiditik özelliğe sahiptirler. Kum boyutuna sahip taneler genel anlamda kuvars, feldispat, granit, kuvarsit, şist ve gnays parçaları içermektedir. Alt kısımda İnaltı Kireçtaşı ile, üst kısımda ise Gökçe ağaç Formasyonu ile geçişli olma özelliği göstermektedir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.4. Kretase

4.1.1.4.1. Gökçe ağaç Formasyonu (Kg)

Birim karbonatlı ve kırıntılı kayalardan meydana gelmektedir. Bu birim Yılmaz ve Tüysüz (1984) tarafından adlandırılmıştır. Birim alt kesimlerde kırmızı-pembemsi, orta katmanlı, bol mikro ölçekli fosilli kireçtaşları ile başlamakta, bunların üzerine beyaz-boz renkli marn topluluğu ve kumtaşları gelmekte, en üstleri ise kahve-krem renkli, orta-kalın katman özelliğine sahip kumlu kireçtaşları ile üzerlenmektedir. Bu birim ayrıca İnebolu bölgesinde İnebolu Volkanik Üyesi şeklinde ayırtlanıp isimlendirilmiştir. Birim alt kısımlardaki Alt Kretase yaşındaki Ulus formasyonu ve üst kesimdeki Paleosen yaşındaki Akveren formasyonu ile dereceli olarak geçişli olma özelliği göstermektedir. Barındırdığı fosillerden yola çıkılarak bu birime Üst Kretase yaşı verilmiştir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.4.2. İnebolu Volkanik Üyesi (Kgi)

Bu birim Şengün ve ark. (1988) tarafından adlandırılmıştır. Birim İnebolu yöresinde yaygın olarak görülmektedir ve lav akıntıları, piroklastikler ve bunlarla arakatkılı marnlardan meydana gelmektedir. Birimin alt kısımlarında pembe, gri renkli tüf-tüfit arakatkıları barındıran mikritler bulunmaktadır (Altun ve ark., 1990).

Bunların üzerinde ise volkanik aktivitenin artması ile şeyl-mikrit arakatlı lav akıntıları yer almaktadır. Bu lavlar genel olarak bazalt, bazaltik-andezitik ve kısmen dasitiktir. İnebolu bölgesinde yer alan volkaniklerin alt kısımlarında yer alan türbiditlerin Turoniyen yaşında olması baz alınarak bu birime de Turoniyen ve sonrası yaşı verilmesi uygun görülmüştür (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.5. Paleosen-Eosen

4.1.1.5.1. Çaylak Formasyonu (Tç)

Bu birim Şengün ve ark. (1988) tarafından adlandırılmıştır. Çaylak Mahallesi, Akçapınar Köyü, Kavras Mahallesi, Corlar Mahallesi tip kesitler veren formasyonun, hakim litolojisi kireçtaşı olarak gözlenmiştir. Kahverenkli orta-kalın katmanlı kumtaşı ile başlayıp gri, beyaz, mikritik kumlu kireçtaşı ve orta-kalın katmanlı alg'lı bryozoalı sparitik dokulu kısmen dolomitize kireçtaşı ile devam etmektedir (Altun ve ark., 1990).

Altta bulunan Gökçeada formasyonu ve üstteki Akveren ve Boyabat formasyonu ile dereceli geçişli olarak bulunmaktadır. Kapsadığı Rotaliidae, Miliolidae, Laffiteina mangandi (ASTRE), Orduina erki SİREL, Discocyclina seunesi, Mississippina sp. fosillerine göre yaşı Paleosen olarak belirlenmiştir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.5.2. Akveren Formasyonu (Ta)

Birim Aydın ve ark. (1986) tarafından adlandırılmıştır. Fliş fasiyesi özellikleri gösteren Gökçeada formasyonu üzerine karbonat miktarının artması ile marn ve türbiditik kireçtaşı litolojilerini içeren Akveren formasyonu gelmektedir. Kireçtaşı açık gri, beyaz renkli, orta-kalın katmanlı ve bol fosilli ve marnlar kireçtaşları arasında gri, boz renkli, ince-orta katmanlı olarak gözlenmektedir. Abana Batı'sında tip kesit vermektedir (Altun ve ark., 1990).

Altta Gökçeada formasyonu ile geçişli olup üstte daha genç birim yer almaktadır. Kapsadığı Globigerina sp., Globorotalia sp., Kathina selveri Smout, Laffiteina menguudi (ASTRE) fosillerine göre yaşı Alt-Orta Paleosen olarak belirlenmiştir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.5.3. Ortaköy Formasyonu (To)

Birim Şengün ve ark. (1988) tarafından adlandırılmıştır. Formasyon içerisinde aglomera, tuf, bazalt ve andezit birimleri bulunmaktadır. Tüfler genellikle ortaç bileşimde olup, plajiyoklaz klastları, volkanik cam ve volkanik kayaç parçaları

içermektedir. Ender olarak ignimbritler de gözlenmiştir. Andezitler kahverengi ve porfirittir. Fenokristaller oligoklaz, andezin, hornblend ve biyotit olup ender olarak kiinopiroksen ve lamproboliti de kapsar. Erdemler Mahallesi dolaylarında yayılım göstermektedir (Altun ve ark., 1990).

Bazaltlar koyu renkli, kompakt, yer yer mikroporfiritiktir. Genellikle krolitleşmiş ve palagonitleşmiş cam ile plajiyoklaz mikrolitlerinden oluşan hyalopilitik bir hamur içinde yer alan ojit plajiyoklaz ve ender olarak da olivin fenokristallerinden meydana gelmektedir. Boyabat formasyonu ile transgresif asmalı olarak örtülen Ortaköy formasyonu çalışma alanında Daday Grubuna ait formasyonlar üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Boyabat formasyonunun yaşına dayalı olarak yaşı Kuizyen- Lütésiyen olarak belirlenmiştir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.5.4. Boyabat Formasyonu (Ngb)

Bu birim Aydın ve ark. (1986) tarafından adlandırılmıştır. Kayalar Mahallesi ve Böcek Mahallesi tip kesit veren birimin alt kesimlerinde gri, beyaz, sarımsı renkte kompakt, ince taneli, algli, bryozoalı biyomikritler yer almaktadır. Katmanlanmalar orta kalınlıkta ve düzgün olup kireçtaşı katmanları arasında marn seviyeleri de gözlenmektedir. Üst düzeylerinde ise kırmızı, pembe renkli, ince kalınlıkta, ince taneli, bol mikrofosilli kireçtaşı bulunmaktadır. Bu kireçtaşı üzerinde gri, beyaz renkli, ince-orta kalınlıkta marn kum taşı aralanması bulunmaktadır (Altun ve ark., 1990).

Çaylak formasyonu üzerine geçişli olarak gelen formasyonun kapsadığı, *Nummulites cf. irregularis* Deshayes, *Eorupetia magna* (Le CALVES), *Fabiania cassis* (OPPENHEIM), *Discocyclina* spp., *Asterigerina* sp., *Astero-cylina* sp., *Globorotalia* spp., *Assilina* sp., *Nummulites* sp., *Alveolina* sp. fosillerine göre Alt Eosen-Lütésiyen yaşında olduğu belirlenmiştir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.5.5. Yukarıköy Formasyonu (Ty)

Birim gölssel kireçtaşlarından meydana gelmektedir ve açık-gri renkli özelliğe sahiptir. Şengün ve ark. (1988) tarafından adlandırılan birim çalışma sahasının güney kesimlerinde mostra vermektedir (Altun ve ark., 1990).

Formasyon içinde kısım kısım olacak şekilde marn seviyeleri bulunmaktadır ve altındaki bütün birimleri uyumsuz olarak örtmektedir. Bölgedeki fosillere benzeyen fosiller içermediğinden dolayı yaşı belirlenememiştir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.6. Kuvaterner

4.1.1.6.1. Yamaç Molozu (Qym)

Yamaç eteklerinin kısımlarında bulunan ve konglomeratik düzeylerden oluşan, yuvarlak olmayan ve kötü dereceli boylanma özelliği gösteren çakıllardan meydana gelen birimdir (Altun ve ark., 1990).

4.1.1.6.2. Alüvyon (Qal)

Akarsu vadilerinde ve düzlüklerde oluşan çakıl, kum ve çamurdan oluşan birimdir (Altun ve ark., 1990).

4.1.2. Yapısal Jeoloji

Tetis kavramı, Paleo ve Neotetis şeklinde isimlendirilen ve bunlara ait kenarları kapsayan bir terimdir (Şengör ve Yılmaz, 1981). Şengör (1979)'e göre Paleotetis Triyas süresince Gondwana'dan riftleşmiş Kimmerid kıtasının Lavrasya ile çarpışması neticesinde Orta Mesozoyik sürecinde kapanmıştır. Bu kapanmayla birlikte ülkemizde iki adet okyanusal bölgenin kaldığı belirtilmiştir. Bunlar çok kollu kuzey yönlü Neotetis (Intra-Pontid, İzmir-Ankara-Erzincan ve İç Toros Okyanusları) ve daha basit şekilli olan güney kesimli Neotetis kollarıdır (Şengör ve Yılmaz, 1981).

Paleotetis ve Neotetis okyanuslarının farklı kollarının kapanması neticesinde meydana gelen Pontidler, Avrasya'nın Tetis okyanusuna olan kenar kesiminin en iyi izlendiği bölgelerden biri olma özelliğini taşımaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Tüysüz, 1990).

4.1.3. Jeolojik Evrim

Triyas'tan beri parçalandığı iddia edilen (Wilson, 1963) Pangea'nın batı kesimlerine doğru daralmakta olan girintilerinden Tetis ve Paleotetis'in Paleozoyik boyunca var olup olmadığı hala tartışmalı bir konudur. Levha hareketlerinin yorumlanabilmesini sağlayan Atlantik okyanus tabanına ait bilgiler son 250 my için verilebildiği için bu tartışmalı konu bilim dünyasında halen devam etmektedir (Livermoore ve Smith, 1984). Bununla birlikte, Torosların jeolojik özelliklerinin temel özellikleri Paleozoyik boyunca kuzeye yönelen bir platformun var olduğuna (Şenel, 1986) dair somut işaretler taşımaktadır. Avrasya kıta kenarında ise benzer çökel örneklerinin görülmesi normal karşılanır çünkü Gondvana ve Avrasya arasında kara bağlantısı bulunmaktadır (Hallam, 1972). Aynı zamanda, Permo-Karbonifer paleocoğrafyası Pontid kesimlerinde güney kısma bakan bir platformun var olduğuna

işaret etmektedir. Bu durum, Pontidler ve Anatolidler'in (Ketin, 1966) Paleozoyik boyunca bu okyanus ile ayrıldığını göstermektedir.

Pontidlerde kenet zonundan uzaktaki herhangi bir noktada Liyas öncesinde bir metamorfizma gerçekleştiği, yalnızca saha gözlemleri sonucunda bile bu deformasyon sürecinin Liyas ya da Liyas öncesi bir yaşta olduğu ifade edilebilmektedir (Kaya, 1987). Kenet zonuna yakın olan yerlerde ise Kretase flişinde izlenebilen izoklinal kıvrımlanma ile yine aynı flişteki makaslama düzleminde gözlemlenebilen kristalizasyonlar Kretase yaşlı bir metamorfizma durumunun jeolojik göstergeleri olma özelliğini taşımaktadır. Liyas ya da Liyas öncesi aktif olan granitik yay magmatizması bir dalma-batma zonu gerilemesine bağlı olarak Üst Jura itibariyle aktivitesini kaybetmiş olabilir (Yılmaz ve Boztuğ, 1986).

4.2. Kayaç, Toprak ve Dere Sedimanı Jeokimyası

İnceleme alanından (Ezine ve İlişi Çayı çevresi) derlenen 11 adet kayaç (Ezine çayı çevresi: 5 adet (OK); İlişi çayı çevresi: 6 adet (IOK)); 14 adet toprak (Ezine çayı çevresi: 7 adet (OT); İlişi çayı çevresi: 7 adet (IOT)) ve 21 adet dere sedimanı (Ezine çayı çevresi: 12 adet (OP); İlişi çayı çevresi: 9 adet (IOP)) numunelerinde 65 elementin analizleri yaptırılmıştır. Kayaç, toprak ve dere sedimanı jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve değerler hesaplanmıştır (Çizelge 4.1.). Tüm değerlerin ppm cinsinden olmasına dikkat edilmiş ve analiz sonuçları % olarak gelen değerler ppm'e çevrilmiştir.

4.2.1. Kayaç Jeokimyası

İnceleme alanından (Ezine ve İlişi Çayı çevresi) derlenen 11 adet kayaç (Ezine çayı çevresi: 5 adet (OK); İlişi çayı çevresi: 6 adet (IOK)) numunesinde 65 elementin analizleri yaptırılmıştır. Kayaç jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve değerler hesaplanmıştır.

4.2.1.1. Ezine çayı çevresinden derlenen kayaçların jeokimyası

Ezine çayı çevresinden derlenen 5 adet kayaç numunesinde 65 elementin analizleri yaptırılmıştır. Kayaç jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve değerler hesaplanmıştır (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Ezine çayı çevresinden derlenen kayaç numunelerinin analiz sonuç değerleri (ppm) ve istatistiksel bakımdan analiz özet çizelgesi (Min. : Minimum değer, Max. : Maksimum değer, Ort. : Ortalama değer, Std. Sapm. : Standart Sapma değeri)

	OK-1	OK-2	OK-3	OK-4	OK-5	Min.	Max.	Ort.	Std. Sapm.
Au	0.0007	0.0002	0.0003	0.0147	0.0004	0.0002	0.0147	0.00	0.006
Ag	0.204	0.024	0.294	0.141	0.032	0.024	0.294	0.13	0.115
Al	17400	26400	6300	7600	17900	6300	26400	15120	8284.141
As	2.94	24	4.49	547	43.1	2.94	547	124.30	236.860
Ba	123	61.7	265	82	117.5	61.7	265	129.84	79.685
Ca	48000	1900	23100	500	4400	500	48000	15580	20292.54
Cd	0.1	0.027	0.321	0.043	0.081	0.027	0.321	0.11	0.119
Co	12.75	29.8	5.82	9.5	18	5.82	29.8	15.17	9.320
Cr	11.75	47.1	13.55	11	22.4	11	47.1	21.16	15.199
Cu	37.6	41.9	20.6	48.9	24.9	20.6	48.9	34.78	11.797
Fe	22300	47200	14700	27700	44000	14700	47200	31180	13995.96
Hg	0.051	0.099	0.085	2.37	0.077	0.051	2.37	0.53	1.025
K	2800	2300	1900	3200	5000	1900	5000	3040	1201.249
Li	15.3	48.9	4.6	9.2	21.3	4.6	48.9	19.86	17.411
Mg	4500	7300	2700	400	10200	400	10200	5020	3841.484
Mn	407	563	158	114.5	890	114.5	890	426.5	317.522
Mo	0.34	0.34	1.2	1.2	0.26	0.26	1.2	0.66	0.486
Na	230	660	210	320	350	210	660	354	180.914
Ni	27.9	76.1	29.7	30.6	47.6	27.9	76.1	42.38	20.454
P	520	680	430	460	530	430	680	524	96.591
Pb	24.9	37.5	6.56	43.2	16.2	6.56	43.2	25.67	15.022
Sb	0.132	0.663	0.216	5.24	1.11	0.132	5.24	1.47	2.142
Sr	84.1	19.65	39.1	12.45	15.95	12.45	84.1	34.25	29.714
Tl	0.03	0.081	0.064	0.663	0.143	0.03	0.663	0.19	0.264
Th	3.93	4.08	2.7	4.42	4.22	2.7	4.42	3.87	0.678
V	22.2	34.1	12.7	19.6	24.8	12.7	34.1	22.68	7.813
Zn	60.9	105.5	113	48	132	48	132	91.88	35.799
Zr	1.68	1.28	1.26	2.2	2.06	1.26	2.2	1.69	0.432
Nd	9.26	5.1	4.49	3.59	26.1	3.59	26.1	9.70	9.417
Sm	2.49	2.51	1.81	1.79	5.15	1.79	5.15	2.75	1.386

4.2.1.1.1. Korelasyon ilişki analizi

Ezine çayı çevresinden derlenen kayaçlarda (OK) analizi gerçekleştirilen iz elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri basit korelasyon analizleriyle değerlendirilmiştir. Buna göre;

Au; As, Hg, Sb ve Tl ile çok güçlü; Cu, Mo, Pb, Zr ile güçlü; Th ile de zayıf pozitif korelasyona; Mg ve Zn ile güçlü; Al ve Mn ile zayıf negatif korelasyona sahiptir.

Ag; Ba, Ca, Cd, Mo ile güçlü pozitif korelasyona; Fe ve V ile çok güçlü; Al, Co, Cr, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Th ve Sm ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

Al; Co, Li, P, V ile çok güçlü; Cr, Fe, Mg, Mn, Na, Ni ile güçlü pozitif korelasyona; Mo ile çok güçlü; Ba, Cd ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

As; Hg, Sb, Tl ile çok güçlü; Cu, Pb, Zr ile güçlü pozitif korelasyona; Mg, Zn ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

Ba; Cd ile çok güçlü pozitif korelasyona; Pb, Th ile çok güçlü; Co, Cu, Fe, Li, Na, P, V ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

Ca; Sr ile çok güçlü pozitif korelasyona; Fe ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

Cd; Th ile çok güçlü; Co, Cu, Fe, Na, P, Pb, V ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

Co; Cr, Fe, Li, Na, Ni, P, V ile çok güçlü; Mg, Mn ile güçlü pozitif korelasyona sahiptir.

Cr; Li, Na, Ni, P, V ile çok güçlü; Fe ile güçlü pozitif korelasyona sahiptir.

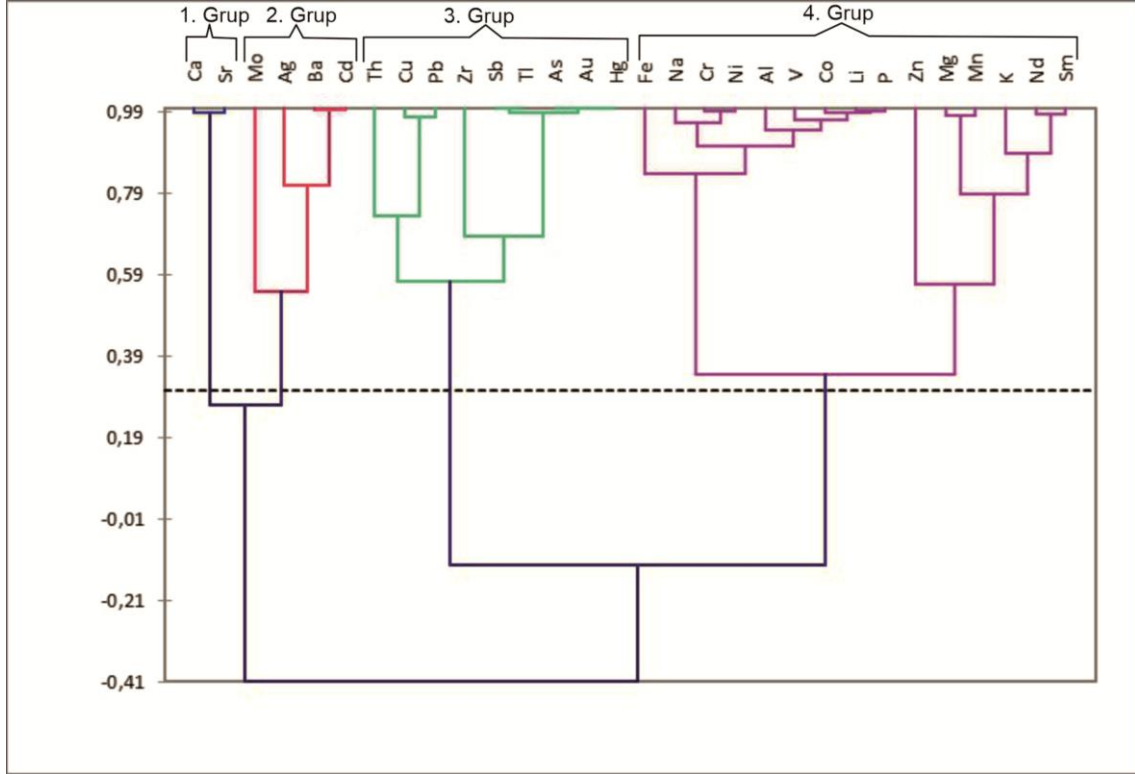
Cu; Pb ile çok güçlü; Hg, Sb, Tl, Th ile güçlü pozitif korelasyona sahiptir.

Diğer elementlerin birbirleriyle olan korelasyon ilişkileri için aşağıdaki çizelge incelenebilir (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Ezine çayı çevresinden derlenen kayaçlarda analizi yapılan elementlere ait korelasyon katsayıları

	Au	Ag	Al	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Sr	Tl	Th	V	Zn	Zr	Nd	Sm	
Au	1	0,019	-0,510	0,996	-0,336	-0,393	-0,337	-0,352	-0,392	0,672	-0,151	0,999	0,081	-0,355	-0,676	-0,550	0,604	-0,123	-0,341	-0,380	0,650	0,981	-0,387	0,985	0,458	-0,227	-0,700	0,661	-0,358	-0,385	
Ag		1	-0,742	-0,049	0,806	0,644	0,813	-0,840	-0,705	-0,322	-0,986	0,003	-0,573	-0,771	-0,690	-0,745	0,641	-0,783	-0,783	-0,755	-0,481	-0,145	0,555	-0,094	-0,762	-0,869	-0,285	-0,295	-0,479	-0,617	
Al			1	-0,479	-0,625	-0,096	-0,607	0,947	0,830	0,200	0,793	-0,504	0,136	0,929	0,740	0,713	-0,885	0,781	0,830	0,962	0,285	-0,429	0,020	-0,476	0,430	0,945	0,285	-0,255	0,271	0,411	
As				1	-0,368	-0,464	-0,370	-0,303	-0,343	0,663	-0,080	0,998	0,130	-0,312	-0,621	-0,494	0,579	-0,073	-0,284	-0,344	0,659	0,993	-0,458	0,996	0,491	-0,184	-0,647	0,681	-0,311	-0,329	
Ba					1	0,400	0,996	-0,676	-0,467	-0,791	-0,729	-0,336	-0,350	-0,634	-0,252	-0,358	0,490	-0,655	-0,524	-0,660	-0,857	-0,412	0,272	-0,363	-0,941	-0,804	0,328	-0,428	-0,099	-0,210	
Ca						1	0,386	-0,390	-0,468	-0,225	-0,635	-0,429	-0,313	-0,365	-0,172	-0,194	-0,142	-0,595	-0,546	-0,264	-0,401	-0,544	0,989	-0,525	-0,398	-0,353	-0,282	-0,278	-0,107	-0,218	
Cd							1	-0,645	-0,417	-0,760	-0,728	-0,335	-0,427	-0,592	-0,281	-0,399	0,513	-0,605	-0,481	-0,622	-0,825	-0,418	0,263	-0,369	-0,965	-0,780	0,317	-0,493	-0,174	-0,274	
Co								1	0,943	0,277	0,893	-0,332	0,113	0,991	0,678	0,645	-0,725	0,935	0,955	0,986	0,406	-0,241	-0,278	-0,289	0,464	0,978	0,329	-0,235	0,181	0,351	
Cr									1	0,154	0,794	-0,362	-0,102	0,966	0,578	0,493	-0,520	0,958	0,992	0,929	0,295	-0,288	-0,380	-0,325	0,209	0,864	0,450	-0,456	0,012	0,191	
Cu										1	0,222	0,669	-0,121	0,299	-0,379	-0,284	0,032	0,402	0,167	0,322	0,979	0,644	-0,114	0,618	0,705	0,426	-0,773	0,328	-0,469	-0,403	
Fe											1	-0,131	0,500	0,834	0,753	0,777	-0,668	0,834	0,861	0,811	0,391	0,016	-0,550	-0,034	0,650	0,891	0,405	0,148	0,470	0,619	
Hg												1	0,071	-0,333	-0,670	-0,548	0,614	-0,093	-0,310	-0,363	0,655	0,984	-0,423	0,989	0,451	-0,215	-0,677	0,644	-0,367	-0,388	
K													1	-0,022	0,569	0,700	-0,427	-0,053	0,013	-0,012	-0,035	0,218	-0,322	0,194	0,594	0,179	0,261	0,770	0,898	0,880	
Li														1	0,601	0,549	-0,661	0,953	0,963	0,992	0,419	-0,261	-0,251	-0,306	0,388	0,959	0,297	-0,338	0,056	0,230	
Mg															1	0,981	-0,853	0,443	0,621	0,608	-0,253	-0,532	-0,141	-0,567	0,233	0,622	0,743	-0,056	0,795	0,875	
Mn																1	-0,868	0,399	0,554	0,565	-0,162	-0,401	-0,158	-0,439	0,386	0,624	0,640	0,131	0,860	0,929	
Mo						Çok kuvvetli pozitif korelasyon (r = 0,85-1,00)											1	-0,434	-0,539	-0,725	-0,021	0,525	-0,227	0,568	-0,425	-0,749	-0,327	0,035	-0,603	-0,676	
Na						Kuvvetli pozitif korelasyon (r = 0,60-0,85)													1	0,967	0,914	0,544	-0,018	-0,490	-0,059	0,418	0,900	0,243	-0,259	-0,068	0,117
Ni						Zayıf pozitif korelasyon (r = 0,45-0,60)														1	0,923	0,323	-0,218	-0,458	-0,258	0,295	0,885	0,467	-0,347	0,097	0,277
P						Çok zayıf pozitif korelasyon (r = 0,30-0,45)															1	0,425	-0,297	-0,144	-0,344	0,417	0,971	0,239	-0,322	0,072	0,239
Pb						Korelasyon yok (0,30-(-0,30)																1	0,660	-0,287	0,629	0,763	0,537	-0,636	0,339	-0,383	-0,291
Sb						Çok zayıf negatif korelasyon (r = (-0,30)-(-0,45)																	1	-0,536	0,999	0,544	-0,126	-0,573	0,720	-0,224	-0,233
Sr						Zayıf negatif korelasyon (r = (-0,45)-(-0,60)																		1	-0,524	-0,299	-0,227	-0,333	-0,281	-0,131	-0,225
Tl						Kuvvetli negatif korelasyon (r = (-0,60)-(-0,85)																			1	0,500	-0,178	-0,577	0,708	-0,244	-0,260
Th						Çok kuvvetli negatif korelasyon (r = (-0,85)-(-1,00)																				1	0,617	-0,348	0,703	0,293	0,358
V																										1	0,161	-0,087	0,181	0,342	
Zn																											1	-0,353	0,569	0,621	
Zr																													1	0,434	0,376
Nd																														1	0,983
Sm																															1

Ezine çayı çevresine ait kayaç numuneleri üzerinde mevcut durumdaki bileşenler göz önüne alınarak kümelenme durumlarının tespiti için korelasyon katsayı değerleri baz alınarak cluster (küme) analiz metodu uygulanmış ve analiz sonucunda 4 ana grup belirlenmiştir (Şekil 4.6.).



Şekil 4.6. Ezine çayı çevresinden alınan kayaçlar üzerinde yapılan analiz sonuçlarına ait korelasyon katsayıları baz alınarak oluşturulan cluster analizindeki yakınlık durumları

1.grup; Ca, Sr elementlerinden; **2. grup;** Mo, Ag, Ba, Cd elementlerinden; **3. grup;** Th, Cu, Pb, Zr, Sb, Tl, As, Au, Hg elementlerinden ve **4. grup;** Fe, Na, Cr, Ni, Al, V, Co, Li, P, Zn, Mg, Mn, K, Nd, Sm elementlerinden oluşmaktadır.

4.2.1.2. İlişi çayı çevresinden derlenen kayaçların jeokimyası

İlişi çayı çevresinden derlenen 6 adet kayaç numunesinde 65 elementin analizleri yaptırılmıştır. Kayaç jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve değerler hesaplanmıştır (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. İlişi çayı çevresinden derlenen kayaç numunelerinin analiz sonuç değerleri (ppm) ve istatistiksel bakımdan analiz özet çizelgesi (Min. : Minimum değer, Max. : Maksimum değer, Ort. : Ortalama değer, Std. Sapm. : Standart Sapma değeri)

	IOK-1	IOK-2	IOK-3	IOK-4	IOK-5	IOK-6	Min.	Max.	Ort.	Std. Sapm.
Ag	0.013	0.032	0.026	0.014	0.036	0.069	0.013	0.069	0.03	0.020
Al	12900	8300	37800	26700	12800	12100	8300	37800	18433.33	11389.06
As	4.93	175	0.96	4.92	7.12	4.61	0.96	175	32.92	69.631
Ba	254	72.3	232	72.7	178.5	60.9	60.9	254	145.06	87.358

Ca	13000	2000	5800	4300	1300	2000	1300	13000	4733.33	4390.748
Cd	0.075	0.148	0.016	0.027	0.052	0.069	0.016	0.148	0.064	0.046
Co	9.17	8.77	17.95	16.05	13.65	14.85	8.77	17.95	13.40	3.720
Cr	3.43	4.73	6.76	41.1	29.1	9.46	3.43	41.1	15.76	15.584
Cu	40.2	25.1	103.5	34.3	15.75	17.9	15.75	103.5	39.45	32.746
Fe	20400	18900	60300	83300	26800	22100	18900	83300	38633.33	26832.05
Hg	0.049	8.15	0.017	0.101	0.275	0.094	0.017	8.15	1.44	3.284
K	4200	2700	1800	2700	1900	1700	1700	4200	2500	944.457
Li	5.6	3.8	23.6	50.6	20.4	18.6	3.8	50.6	20.43	16.852
Mg	5800	2800	32600	9100	10400	3100	2800	32600	10633.33	11192.97
Mn	587	548	1790	4090	413	339	339	4090	1294.5	1470.25
Mo	0.15	0.45	0.19	0.19	0.34	0.35	0.15	0.45	0.27	0.118
Na	1000	430	770	570	340	240	240	1000	558.33	284.774
Ni	6.17	6.71	9.71	62.5	102.5	9.59	6.17	102.5	32.86	40.501
P	590	260	500	1040	240	390	240	1040	503.33	295.612
Pb	2.98	62.8	1.615	11.3	9.78	32.7	1.615	62.8	20.19	23.667
Sb	0.177	7.67	0.066	0.163	0.437	0.157	0.066	7.67	1.44	3.052
Sr	383	22.2	19.8	22.6	8.63	13.65	8.63	383	78.31	149.363
Tl	0.117	1.24	0.05	0.073	0.09	0.055	0.05	1.24	0.27	0.475
Th	1.935	3.33	0.599	5.15	2.41	2.87	0.599	5.15	2.71	1.517
V	63	21.4	193	51	26.9	50.9	21.4	193	67.7	63.390
Zn	35.4	37	97.8	106	52.4	52.4	35.4	106	63.5	30.727
Zr	16.1	6.69	2.43	1.42	1.54	1.1	1.1	16.1	4.88	5.875
Nd	12.9	15.3	11.75	10	5.05	8.65	5.05	15.3	10.60	3.568
Sm	3.28	2.46	2.93	3.92	1.44	2.25	1.44	3.92	2.71	0.863

4.2.1.2.1. Korelasyon ilişki analizi

İlişi çayı çevresinden derlenen kayalarda (IOK) analizi gerçekleştirilen iz elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri basit korelasyon analizleriyle değerlendirilmiştir. Buna göre;

Ag; Mo ile **güçlü pozitif**; Ca, K, Na, Sm ile **güçlü negatif korelasyona** sahiptir.

Al; Cu, Mg, V, Zn ile **çok güçlü**; Co, Fe, Mn ile **güçlü pozitif**; Cd, Mo ile **güçlü negatif korelasyona** sahiptir.

As; Cd, Hg, Pb, Sb, Tl ile **çok güçlü**; Mo, Nd ile **güçlü pozitif**; Co ile **güçlü negatif korelasyona** sahiptir.

Ba; Ca, Na, Sr ile **güçlü pozitif**; Mo, Pb, Th ile **güçlü negatif korelasyona** sahiptir.

Ca; Na, Sr ile **çok güçlü**; K, Zr ile **güçlü pozitif**; Mo ile **güçlü negatif korelasyona** sahiptir.

Cd; Hg, Pb, Sb, Tl ile çok güçlü; Mo ile güçlü pozitif; Fe, Li, Mg, V, Zn ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

Co; Zn ile çok güçlü; Fe, Li, Mg, V ile güçlü pozitif; Hg, K, Tl, Zr ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

Cr; Fe, Li, Mn, Ni Th ile kuvvetli pozitif; Nd ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

Cu; Mg, V ile çok güçlü pozitif korelasyona; Th ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

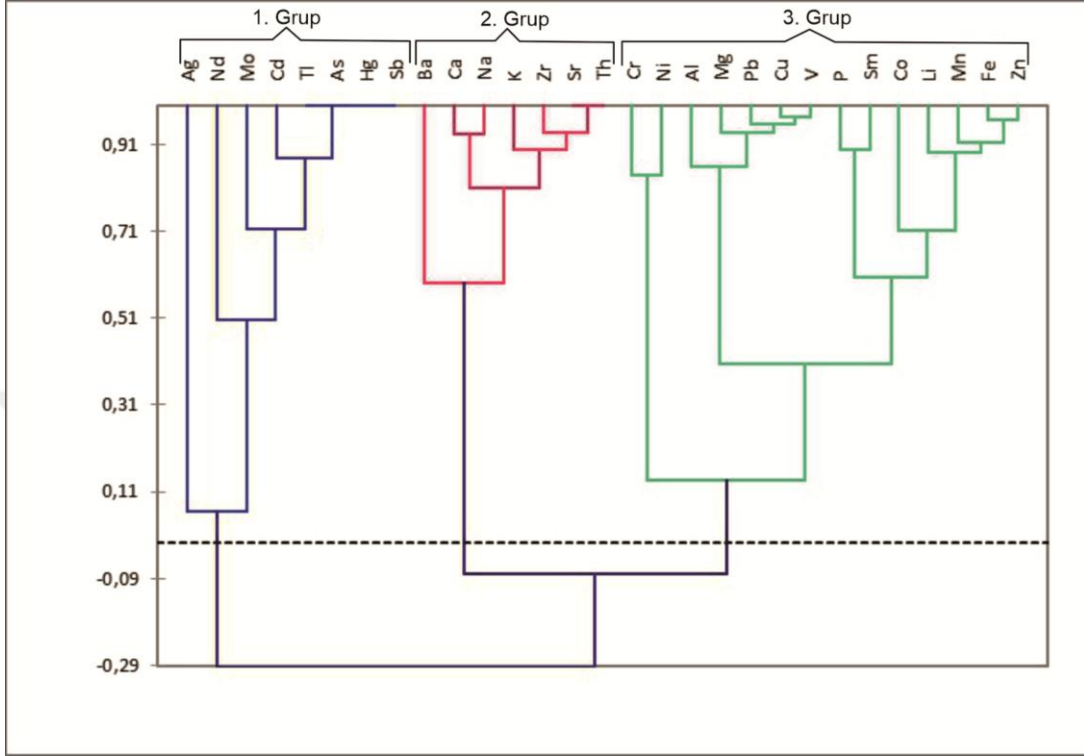
Diğer elementlerin birbirleriyle olan korelasyon ilişkileri için aşağıdaki çizelge incelenebilir (Çizelge 4.4.).



Çizelge 4.4. İlişi çayı çevresinden derlenen kayaçlarda analizi yapılan elementlere ait korelasyon katsayıları

	Ag	Al	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Sr	Tl	Th	V	Zn	Zr	Nd	Sm
Ag	1	-0,357	0,011	-0,476	-0,601	0,183	0,157	-0,217	-0,357	-0,453	0,014	-0,657	-0,201	-0,254	-0,522	0,612	-0,771	-0,113	-0,545	0,420	0,012	-0,464	-0,018	-0,076	-0,176	-0,283	-0,480	-0,366	-0,633
Al		1	-0,457	0,315	0,143	-0,790	0,801	0,203	0,863	0,825	-0,448	-0,277	0,597	0,891	0,659	-0,632	0,388	-0,015	0,508	-0,586	-0,458	-0,224	-0,462	-0,255	0,864	0,899	-0,340	0,003	0,482
As			1	-0,415	-0,311	0,879	-0,623	-0,334	-0,240	-0,371	1,000	0,109	-0,484	-0,364	-0,255	0,718	-0,232	-0,298	-0,407	0,885	1,000	-0,182	0,999	0,212	-0,383	-0,436	0,152	0,629	-0,155
Ba				1	0,698	-0,353	-0,021	-0,320	0,565	-0,077	-0,413	0,346	-0,293	0,550	-0,204	-0,612	0,760	-0,049	-0,087	-0,711	-0,408	0,603	-0,385	-0,774	0,542	-0,049	0,520	0,020	0,021
Ca					1	-0,142	-0,287	-0,353	0,356	-0,012	-0,320	0,816	-0,221	0,110	0,036	-0,765	0,934	-0,407	0,364	-0,526	-0,320	0,930	-0,274	-0,325	0,298	-0,109	0,841	0,409	0,566
Cd						1	-0,856	-0,481	-0,508	-0,713	0,873	0,293	-0,717	-0,664	-0,556	0,723	-0,232	-0,361	-0,527	0,864	0,877	0,115	0,885	0,166	-0,600	-0,787	0,393	0,530	-0,282
Co							1	0,426	0,499	0,718	-0,613	-0,688	0,738	0,680	0,530	-0,348	-0,150	0,253	0,352	-0,493	-0,621	-0,559	-0,647	-0,091	0,615	0,860	-0,755	-0,483	0,123
Cr								1	-0,289	0,634	-0,332	-0,201	0,848	-0,053	0,677	-0,150	-0,295	0,840	0,540	-0,289	-0,330	-0,391	-0,347	0,664	-0,288	0,555	-0,534	-0,602	0,154
Cu									1	0,470	-0,232	-0,103	0,114	0,923	0,287	-0,554	0,594	-0,366	0,191	-0,462	-0,241	0,025	-0,234	-0,618	0,973	0,564	0,004	0,316	0,367
Fe										1	-0,367	-0,165	0,905	0,518	0,961	-0,554	0,195	0,255	0,810	-0,444	-0,375	-0,315	-0,380	0,324	0,438	0,968	-0,439	-0,081	0,656
Hg											1	0,096	-0,482	-0,352	-0,255	0,721	-0,237	-0,293	-0,414	0,884	1,000	-0,193	0,999	0,205	-0,375	-0,429	0,141	0,624	-0,163
K												1	-0,292	-0,365	0,022	-0,417	0,718	-0,270	0,327	-0,119	0,099	0,893	0,146	0,115	-0,235	-0,366	0,919	0,523	0,524
Li													1	0,254	0,893	-0,403	-0,117	0,496	0,769	-0,403	-0,487	-0,424	-0,502	0,530	0,143	0,876	-0,609	-0,409	0,465
Mg														1	0,283	-0,464	0,373	-0,027	0,091	-0,556	-0,357	-0,207	-0,366	-0,617	0,930	0,650	-0,267	-0,029	0,123
Mn															1	-0,517	0,199	0,237	0,902	-0,325	-0,263	-0,214	-0,261	0,535	0,226	0,867	-0,315	0,020	0,762
Mo																1	-0,797	0,041	-0,709	0,869	0,724	-0,537	0,696	0,189	-0,549	-0,505	-0,311	-0,009	-0,690
Na																	1	-0,360	0,401	-0,558	-0,238	0,774	-0,197	-0,382	0,492	0,107	0,729	0,488	0,625
Ni																		1	0,072	-0,314	-0,284	-0,341	-0,307	0,329	-0,351	0,224	-0,452	-0,789	-0,318
P					Çok kuvvetli pozitif korelasyon (r = 0,85-1,00)														1	-0,436	-0,420	0,163	-0,402	0,517	0,151	0,680	-0,001	0,078	0,898
Pb					Kuvvetli pozitif korelasyon (r = 0,60-0,85)															1	0,882	-0,347	0,871	0,348	-0,514	-0,463	-0,075	0,422	-0,273
Sb					Zayıf pozitif korelasyon (r = 0,45-0,60)																1	-0,189	0,999	0,204	-0,383	-0,439	0,146	0,618	-0,172
Sr					Çok zayıf pozitif korelasyon (r = 0,30-0,45)																	1	-0,143	-0,241	-0,028	-0,434	0,941	0,344	0,350
Tl					Korelasyon yok (0,30-(-0,30))																		1	0,201	-0,382	-0,451	0,191	0,647	-0,141
Th					Çok zayıf negatif korelasyon (r = (-0,30)-(-0,45))																			1	-0,667	0,164	-0,234	-0,052	0,336
V					Zayıf negatif korelasyon (r = (-0,45)-(-0,60))																				1	0,574	-0,100	0,163	0,277
Zn					Kuvvetli negatif korelasyon (r = (-0,60)-(-0,85))																					1	-0,571	-0,168	0,519
Zr					Çok kuvvetli negatif korelasyon (r = (-0,85)-(-1,00))																						1	0,567	0,284
Nd																												1	0,494
Sm																													1

İlişi çayı çevresine ait kayaç numuneleri üzerinde mevcut durumdaki bileşenler göz önüne alınarak kümelenme durumlarının tespiti için korelasyon katsayı değerleri baz alınarak cluster (küme) analiz metodu uygulanmış ve analiz sonucunda 3 ana grup belirlenmiştir (Şekil 4.7.).



Şekil 4.7. İlişi çayı çevresinden alınan kayaçlar üzerinde yapılan analiz sonuçlarına ait korelasyon katsayıları baz alınarak oluşturulan cluster analizindeki yakınlık durumları

1. grup; Ag, Nd, Mo, Cd, Tl, As, Hg, Sb elementlerinden; **2. grup;** Ba, Ca, Na, K, Sr, Zn, Th elementlerinden; **3. grup;** Cr, Ni, Al, Mg, Pb, Cu, V, P, Sm, Co, Li, Mn, Fe, Zn elementlerinden oluşmaktadır.

4.2.2. Toprak Jeokimyası

İnceleme alanından (Ezine ve İlişi Çayı çevresi) derlenen 14 adet toprak (Ezine çayı çevresi: 7 adet; İlişi çayı çevresi: 7 adet) numunesinde 65 elementin analizleri yaptırılmıştır. Toprak jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve değerler hesaplanmıştır.

4.2.2.1. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların jeokimyası

Ezine çayı çevresinden derlenen 7 adet toprak numunesinde 65 elementin analizleri yaptırılmıştır. Toprak jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve değerler hesaplanmıştır (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Ezine çayı çevresinden derlenen toprak numunelerinin analiz sonuç değerleri (ppm) ve istatistiksel bakımdan analiz özet çizelgesi (Min. : Minimum değer, Max. : Maksimum değer, Ort. : Ortalama değer, Std. Sapm. : Standart Sapma değeri)

	OT-1	OT-2	OT-3	OT-4	OT-5	OT-6	OT-7	Min.	Max.	Ort.	Std. Sapm.
Ag	0.253	0.253	0.477	0.016	0.107	0.194	0.065	0.016	0.477	0.19	0.154
Al	16200	14700	10600	17400	23600	10100	7500	7500	23600	14300	5438.137
As	6.48	6.78	6.06	18.8	6510	118	343	6.06	6510	1001.30	2432.211
Ba	230	204	365	78.1	174	69.3	78.3	69.3	365	171.24	107.843
Ca	20000	2100	4600	500	51800	1100	137000	500	137000	31014.29	50242.86
Cd	0.176	0.154	0.262	0.031	0.659	0.083	0.229	0.031	0.659	0.22	0.206
Co	13.05	14.4	9.45	21.6	22.6	25.9	9.51	9.45	25.9	16.64	6.662
Cr	14.6	18.2	16.9	49.4	36.3	15.75	15.3	14.6	49.4	23.77	13.615
Cu	45.4	49.8	39.5	30.7	31.7	79.7	15.65	15.65	79.7	41.77	20.115
Fe	28200	27600	25100	34400	62500	40900	19000	19000	62500	33957.14	14369.05
Hg	0.067	0.088	0.586	0.031	5.98	2.53	8.45	0.031	8.45	2.53	3.391
K	2400	2600	1600	2200	4200	3100	2100	1600	4200	2600	842.615
Li	10.5	9.8	6.8	18.1	24.5	10.2	7.4	6.8	24.5	12.47	6.460
Mg	2000	1600	1700	1700	34100	1000	74600	1000	74600	16671.43	28271.76
Mn	911	511	155.5	351	825	443	588	155.5	911	540.64	262.988
Mo	0.63	0.97	1.76	0.7	0.76	1.04	0.6	0.6	1.76	0.92	0.404
Na	140	170	120	300	340	350	200	120	350	231.42	96.683
Ni	39.3	40.1	37.8	62.1	89.3	61.1	35.4	35.4	89.3	52.15	19.815
P	540	220	230	220	570	400	520	220	570	385.71	160.816
Pb	14.45	12.75	11.8	20.4	50.4	38.9	15	11.8	50.4	23.38	15.148
Sb	0.249	0.273	0.288	0.594	669	4.87	25.3	0.249	669	100.08	251.034
Sr	23.8	10.7	12.8	9.75	68.8	11.75	71.3	9.75	71.3	29.84	27.871
Tl	0.155	0.144	0.157	0.13	60	1.055	1.945	0.13	60	9.08	22.462
Th	3.03	3.55	3.08	4.25	4.32	3.76	1.4	1.4	4.32	3.34	0.994
V	24.8	29.5	18.2	38.4	40.7	24.9	17.6	17.6	40.7	27.72	9.085
Zn	102.5	101	90.3	62.9	126.5	99.7	44.5	44.5	126.5	89.62	27.408
Zr	1.64	0.92	0.73	0.85	4.56	1	2.18	0.73	4.56	1.69	1.364
Nd	10.95	11.75	6.11	6.07	14	5.79	5.39	5.39	14	8.58	3.545
Sm	3.2	3.39	2.88	1.295	3.24	2.28	1.49	1.295	3.39	2.53	0.864
pH	6.28	6.32	6.61	6.35	6.28	6.33	6.42	6.28	6.61	6.37	
EC	144	138	135	142	168	154	139	135	168	146	

4.2.2.1.1. Korelasyon ilişki analizi

Ezine çayı çevresinden derlenen topraklarda (OT) analizi gerçekleştirilen iz elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri basit korelasyon analizleriyle değerlendirilmiştir. Buna göre;

Ag; Ba ile çok güçlü; Mo ile güçlü pozitif korelasyona; Na ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

Al; *Li, V* ile **çok güçlü**; *As, Cr, Fe, K, Ni, Sb, Tl, Th, Zn, Zr, Nd* ile **güçlü pozitif** korelasyona sahiptir.

As; *Cd, Fe, Sb, Tl, Zr* ile **çok güçlü**; *K, Li, Ni, Pb, Sr, V, Nd* ile **güçlü pozitif** korelasyona sahiptir.

Ba; *Mo* ile **güçlü pozitif**; *Na* ile **güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

Ca; *Hg, Mg, Sr* ile **çok güçlü**; *P* ile **güçlü pozitif** korelasyona; *Cu, Th* ile **güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

Cd; *Sb, Tl* ile **çok güçlü**; *Fe, K, Sr, Nd* ile **güçlü pozitif** korelasyona sahiptir.

Co; *Na* ile **çok güçlü**; *Fe, K, Li, Ni, Pb, Th, V* ile **güçlü pozitif** korelasyona sahiptir.

Cr; *Li, Ni, Th, V* ile **güçlü pozitif** korelasyona sahiptir.

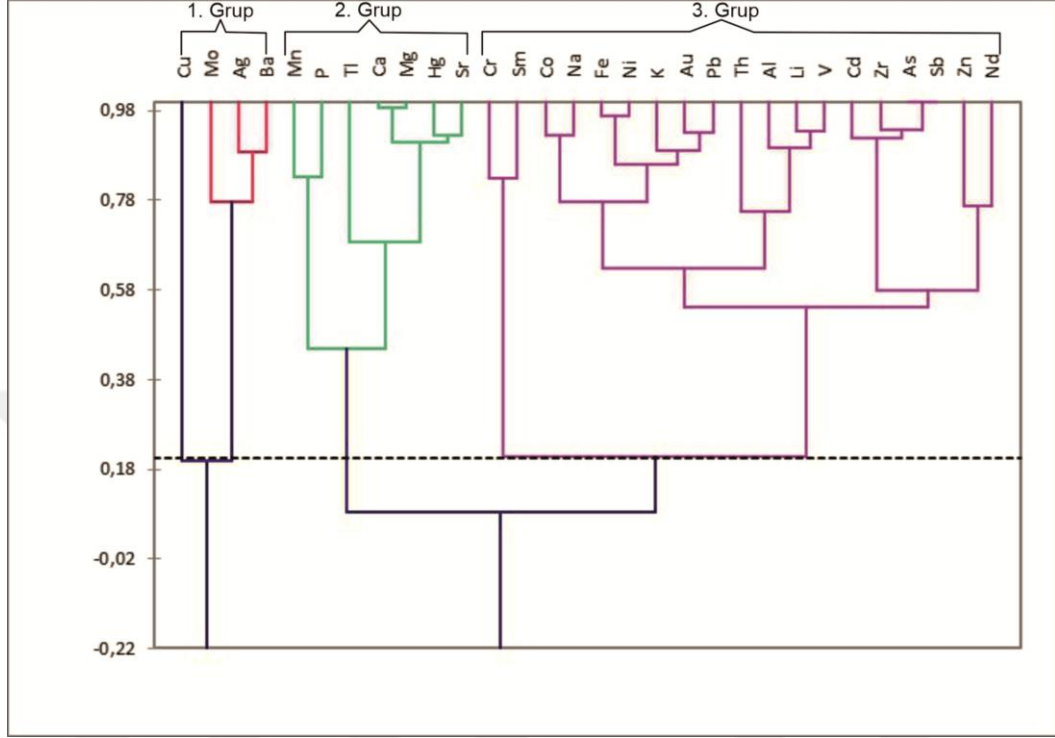
Cu; *Mg, Sr* ile **güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

Diğer elementlerin birbirleriyle olan korelasyon ilişkileri için aşağıdaki çizelge incelenebilir (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Ezine çayı çevresinden derlenen topraklarda analizi yapılan elementlere ait korelasyon katsayıları

	Ag	Al	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Sr	Tl	Th	V	Zn	Zr	Nd	
Ag	1	-0,277	-0,275	0,887	-0,427	-0,002	-0,464	-0,585	0,336	-0,290	-0,464	-0,382	-0,547	-0,470	-0,353	0,848	-0,649	-0,456	-0,326	-0,369	-0,267	-0,444	-0,264	-0,083	-0,533	0,354	-0,383	0,004	
Al		1	0,728	0,058	-0,263	0,557	0,457	0,660	-0,139	0,765	-0,130	0,664	0,899	-0,207	0,497	-0,313	0,365	0,737	0,196	0,517	0,736	0,152	0,737	0,734	0,894	0,616	0,602	0,786	
As			1	-0,016	0,228	0,926	0,385	0,393	-0,239	0,865	0,493	0,837	0,810	0,317	0,483	-0,196	0,503	0,820	0,530	0,790	1,000	0,652	1,000	0,397	0,609	0,564	0,939	0,654	
Ba				1	-0,326	0,265	-0,558	-0,318	-0,031	-0,166	-0,414	-0,309	-0,261	-0,361	-0,175	0,706	-0,707	-0,321	-0,236	-0,364	-0,006	-0,239	-0,006	-0,010	-0,287	0,396	-0,117	0,259	
Ca					1	0,342	-0,381	-0,179	-0,657	-0,169	0,904	0,024	-0,073	0,988	0,335	-0,447	-0,034	-0,118	0,617	0,003	0,217	0,884	0,208	-0,738	-0,297	-0,483	0,501	-0,110	
Cd						1	0,042	0,128	-0,344	0,656	0,531	0,645	0,564	0,405	0,443	-0,007	0,180	0,563	0,548	0,578	0,927	0,713	0,925	0,140	0,319	0,536	0,906	0,636	
Co							1	0,519	0,507	0,769	-0,042	0,702	0,653	-0,296	0,097	-0,233	0,925	0,820	0,060	0,807	0,384	-0,129	0,392	0,769	0,692	0,389	0,217	0,133	
Cr								1	-0,338	0,502	-0,077	0,272	0,811	-0,090	-0,070	-0,281	0,554	0,664	-0,199	0,347	0,397	0,020	0,396	0,641	0,845	-0,048	0,244	0,106	
Cu									1	0,179	-0,454	0,215	-0,196	-0,662	-0,117	0,295	0,248	0,076	-0,175	0,261	-0,238	-0,617	-0,227	0,398	-0,060	0,490	-0,381	-0,023	
Fe										1	0,191	0,915	0,870	-0,070	0,358	-0,147	0,759	0,969	0,348	0,938	0,866	0,277	0,871	0,735	0,762	0,691	0,706	0,556	
Hg											1	0,350	0,151	0,943	0,307	-0,357	0,310	0,231	0,664	0,394	0,480	0,925	0,475	-0,475	-0,111	-0,240	0,676	-0,037	
K												1	0,749	0,105	0,579	-0,357	0,718	0,851	0,524	0,911	0,835	0,418	0,839	0,538	0,659	0,679	0,769	0,662	
Li													1	0,019	0,379	-0,391	0,683	0,920	0,255	0,727	0,813	0,320	0,814	0,709	0,934	0,414	0,690	0,542	
Mg					Çok kuvvetli pozitif korelasyon (r = 0,85-1,00)									1	0,288	-0,422	0,068	-0,008	0,580	0,098	0,306	0,909	0,297	-0,653	-0,206	-0,452	0,555	-0,091	
Mn					Kuvvetli pozitif korelasyon (r = 0,60-0,85)										1	-0,725	0,103	0,260	0,831	0,326	0,482	0,535	0,480	-0,030	0,279	0,384	0,669	0,692	
Mo					Zayıf pozitif korelasyon (r = 0,45-0,60)											1	-0,334	-0,221	-0,558	-0,185	-0,191	-0,455	-0,187	0,081	-0,389	0,196	-0,406	-0,259	
Na					Çok zayıf pozitif korelasyon (r = 0,30-0,45)												1	0,854	0,209	0,864	0,497	0,187	0,502	0,561	0,634	0,178	0,399	0,024	
Ni					Korelasyon yok (0,30-(-0,30))													1	0,278	0,923	0,820	0,285	0,824	0,735	0,820	0,503	0,663	0,407	
P					Çok zayıf negatif korelasyon (r = (-0,30)-(-0,45))														1	0,462	0,523	0,770	0,521	-0,278	-0,005	0,201	0,754	0,342	
Pb					Zayıf negatif korelasyon (r = (-0,45)-(-0,60))																1	0,786	0,371	0,791	0,554	0,578	0,549	0,685	0,345
Sb					Kuvvetli negatif korelasyon (r = (-0,60)-(-0,85))																	1	0,643	1,000	0,406	0,615	0,571	0,936	0,661
Sr					Çok kuvvetli negatif korelasyon (r = (-0,85)-(-1,00))																		1	0,636	-0,396	0,045	-0,084	0,845	0,248
Tl																								1	0,414	0,617	0,578	0,933	0,662
Th																									1	0,823	0,622	0,112	0,407
V																										1	0,400	0,446	0,548
Zn																											1	0,397	0,768
Zr																												1	0,614
Nd																													1

Ezine çayı çevresine ait toprak numuneleri üzerinde mevcut durumdaki bileşenler göz önüne alınarak kümelenme durumlarının tespiti için korelasyon katsayı değerleri baz alınarak cluster (küme) analiz metodu uygulanmış ve analiz sonucunda 3 ana grup belirlenmiştir (Şekil 4.8.).



Şekil 4.8. Ezine çayı çevresinden alınan topraklar üzerinde yapılan analiz sonuçlarınına ait korelasyon katsayıları baz alınarak oluşturulan cluster analizindeki yakınlık durumları

1. grup; Cu, Mo, Ag, Ba elementlerinden; **2. grup;** Mn, P, Tl, Ca, Mg, Hg, Sr elementlerinden; **3. grup;** Cr, Sm, Co, Na, Fe, Ni, K, Au, Pb, Th, Al, Li, V, Cd, Zr, As, Sb, Zn, Nd elementlerinden oluşmaktadır.

4.2.2.2. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların jeokimyası

İlişi çayı çevresinden derlenen 7 adet toprak numunesinde 65 elementin analizleri yaptırılmıştır. Toprak jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve değerler hesaplanmıştır (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. İlişi çayı çevresinden derlenen toprak numunelerinin analiz sonuç değerleri (ppm) ve istatistiksel bakımdan analiz özet çizelgesi (Min. : Minimum değer, Max. : Maksimum değer, Ort. : Ortalama değer, Std. Sapm. : Standart Sapma değeri)

	IOT-1	IOT-2	IOT-3	IOT-4	IOT-5	IOT-6	IOT-7	Min.	Max.	Ort.	Std. Sapm.
Ag	0.027	0.026	0.057	0.053	0.029	0.035	0.046	0.026	0.057	0.03	0.012
Al	27300	19800	25300	47800	19800	16000	22600	16000	47800	25514.29	10521.47
As	11.05	5.46	0.9	3.01	9.96	12.45	16.75	0.9	16.75	8.51	5.619
Ba	374	75.1	103	416	269	164.5	63.8	63.8	416	209.34	144.857

Ca	10200	4900	11100	5600	2000	1400	700	700	11100	5128.57	4182.389
Cd	0.089	0.038	0.134	0.065	0.077	0.157	0.057	0.038	0.157	0.08	0.042
Co	8.06	4.58	2.97	24.3	16.95	16.4	12.85	2.97	24.3	12.30	7.608
Cr	6.68	3.39	1.51	11.2	31.1	8.26	33.6	1.51	33.6	13.67	13.157
Cu	44.8	6.42	11.8	47	28.7	14.55	38.5	6.42	47	27.39	16.635
Fe	20600	18000	12900	49800	30400	31600	37300	12900	49800	28657.14	12650.41
Hg	0.064	0.116	0.029	0.04	0.033	0.023	0.05	0.023	0.116	0.05	0.031
K	1500	2000	1900	2600	2900	3400	2100	1500	3400	2342.85	655.380
Li	12.6	7.5	5.2	27.8	18.7	4.7	42.4	4.7	42.4	16.98	13.933
Mg	6300	5800	4000	31300	3500	1400	4400	1400	31300	8100	10354.71
Mn	877	480	347	1865	706	1035	411	347	1865	817.28	526.158
Mo	0.19	0.21	0.07	0.35	0.6	0.78	0.67	0.07	0.78	0.41	0.273
Na	730	390	4400	410	240	160	160	160	4400	927.14	1544.061
Ni	8.11	2.69	1.44	8.07	39.7	12.4	41.5	1.44	41.5	16.27	17.022
P	140	170	180	520	270	520	520	140	520	331.42	180.778
Pb	14.25	11.35	144	7.23	38.6	46.4	24	7.23	144	40.83	47.728
Sb	1.91	0.511	0.066	0.083	0.245	0.427	0.444	0.066	1.91	0.52	0.634
Sr	917	70.7	454	216	18.7	21.8	9.09	9.09	917	243.89	337.431
Tl	0.207	0.081	0.048	0.096	0.133	0.161	0.079	0.048	0.207	0.11	0.055
Th	1.945	1.29	2.9	1.57	6.15	10.95	3.58	1.29	10.95	4.05	3.458
V	44.2	29.2	23.7	131	40.3	22.5	35.5	22.5	131	46.62	38.078
Zn	37.5	40	46.4	71.1	65	60	83.2	37.5	83.2	57.6	17.016
Zr	3	0.97	5.53	4.04	3.7	0.67	0.42	0.42	5.53	2.61	1.964
Nd	14.95	9.69	16.1	16.6	13.85	24.4	5.37	5.37	24.4	14.42	5.944
Sm	2.63	1.28	2.28	3.77	3.03	4.67	1.975	1.28	4.67	2.80	1.138
pH	6.35	6.51	6.21	6.41	6.48	6.35	6.29	6.21	6.51	6.37	
EC	158	172	128	135	163	158	142	128	172	151	

4.2.2.2.1. Korelasyon ilişki analizi

İlişi çayı çevresinden derlenen topraklarda (IOT) analizi gerçekleştirilen iz elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri basit korelasyon analizleriyle değerlendirilmiştir. Buna göre;

Al; Mg, V ile çok güçlü; Ba, Cu, Mn ile güçlü pozitif korelasyona sahiptir.

As; Cr, Mo, Ni ile güçlü pozitif korelasyona; **Ca, Na, Zr ile güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

Ca; Sr ile çok güçlü; Na, Zr ile güçlü pozitif korelasyona; **Mo ile çok güçlü; Cr, K, Ni, P, Zn ile güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

Cd; Pb, Th, Nd, Sm ile güçlü pozitif; Hg ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

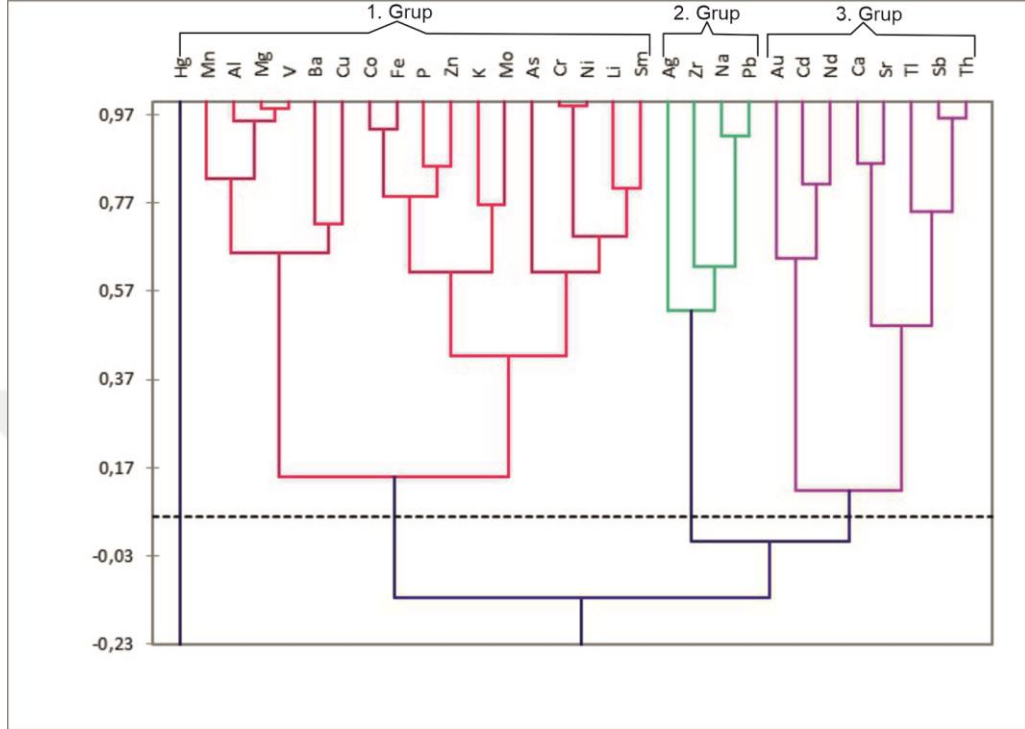
Co; Fe ile çok güçlü; K, Mg, Mn, P, V, Zn, Sm ile güçlü pozitif korelasyona sahiptir.

Cr; Li, Mo, Zn ile güçlü pozitif korelasyona sahiptir (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8. İlişi çayı çevresinden derlenen topraklarda analizi yapılan elementlere ait korelasyon katsayıları

	Ag	Al	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Sr	Tl	Th	V	Zn	Zr	Nd	Sm
Ag	1	0,535	-0,408	-0,061	0,221	0,230	0,157	-0,048	0,135	0,285	-0,513	-0,026	0,302	0,436	0,179	-0,155	0,579	-0,113	0,392	0,534	-0,575	-0,036	-0,645	-0,173	0,375	0,420	0,465	0,040	0,119
Al		1	-0,476	0,678	0,325	-0,273	0,497	-0,135	0,641	0,573	-0,107	-0,151	0,367	0,962	0,760	-0,341	0,040	-0,267	0,247	-0,213	-0,111	0,263	-0,140	-0,546	0,948	0,212	0,483	0,029	0,187
As			1	-0,162	-0,640	-0,047	0,176	0,649	0,289	0,237	-0,076	0,173	0,450	-0,451	-0,206	0,743	-0,630	0,706	0,382	-0,434	0,375	-0,206	0,464	0,444	-0,342	0,427	-0,728	-0,225	0,097
Ba				1	0,262	-0,054	0,578	-0,053	0,721	0,442	-0,223	0,050	0,082	0,645	0,797	-0,121	-0,247	-0,118	0,036	-0,392	0,339	0,466	0,567	-0,160	0,729	-0,024	0,433	0,354	0,487
Ca					1	0,181	-0,535	-0,695	0,009	-0,558	0,099	-0,689	-0,450	0,129	-0,045	-0,912	0,723	-0,705	-0,682	0,445	0,356	0,858	-0,002	-0,557	0,056	-0,712	0,689	0,131	-0,252
Cd						1	-0,056	-0,349	-0,315	-0,237	-0,696	0,382	-0,552	-0,341	0,000	0,155	0,446	-0,258	0,095	0,644	-0,062	0,162	0,229	0,684	-0,345	-0,155	0,210	0,812	0,621
Co							1	0,437	0,564	0,939	-0,469	0,676	0,477	0,616	0,810	0,599	-0,573	0,368	0,766	-0,469	-0,294	-0,383	0,208	0,310	0,711	0,703	-0,035	0,288	0,716
Cr								1	0,418	0,493	-0,257	0,257	0,771	-0,109	-0,121	0,666	-0,469	0,989	0,423	-0,289	-0,176	-0,481	-0,019	0,194	0,022	0,782	-0,252	-0,480	-0,020
Cu									1	0,637	-0,215	-0,169	0,691	0,556	0,543	0,105	-0,364	0,338	0,316	-0,498	0,361	0,341	0,367	-0,291	0,661	0,425	0,131	-0,176	0,204
Fe										1	-0,333	0,499	0,697	0,680	0,741	0,562	-0,584	0,401	0,854	-0,536	-0,303	-0,412	0,031	0,122	0,752	0,815	-0,162	0,035	0,521
Hg											1	-0,524	-0,092	-0,032	-0,258	-0,416	-0,249	-0,280	-0,465	-0,466	0,328	0,057	-0,086	-0,581	-0,108	-0,471	-0,384	-0,546	-0,715
K												1	-0,059	0,033	0,391	0,766	-0,383	0,281	0,635	-0,070	-0,526	-0,687	0,121	0,821	0,090	0,476	-0,208	0,574	0,770
Li													1	0,357	0,150	0,377	-0,401	0,688	0,567	-0,422	-0,125	-0,273	-0,205	-0,245	0,428	0,820	-0,213	-0,618	-0,124
Mg														1	0,840	-0,204	-0,141	-0,245	0,359	-0,355	-0,218	0,051	-0,149	-0,451	0,984	0,275	0,331	0,062	0,253
Mn															1	0,122	-0,366	-0,209	0,496	-0,445	-0,058	0,040	0,294	0,019	0,873	0,250	0,169	0,481	0,690
Mo					Çok kuvvetli pozitif korelasyon (r = 0,85-1,00)										1	-0,637	0,703	0,748	-0,307	-0,221	-0,667	0,239	0,773	-0,100	0,713	-0,595	0,139	0,525	
Na					Kuvvetli pozitif korelasyon (r = 0,60-0,85)											1	-0,449	-0,445	0,920	-0,221	0,387	-0,476	-0,224	-0,233	-0,374	0,694	0,124	-0,229	
Ni					Zayıf pozitif korelasyon (r = 0,45-0,60)												1	0,381	-0,233	-0,137	-0,475	0,035	0,291	-0,111	0,730	-0,290	-0,433	-0,008	
P					Çok zayıf pozitif korelasyon (r = 0,30-0,45)													1	-0,272	-0,426	-0,575	-0,080	0,437	0,397	0,854	-0,389	0,160	0,585	
Pb					Korelasyon yok (0-30-(-0,30))															1	-0,371	0,135	-0,437	0,145	-0,418	-0,203	0,560	0,255	-0,040
Sb					Çok zayıf negatif korelasyon (r = (-0,30)-(-0,45))																1	0,742	0,764	-0,188	-0,171	-0,506	-0,180	-0,045	-0,135
Sr					Zayıf negatif korelasyon (r = (-0,45)-(-0,60))																	1	0,434	-0,429	0,047	-0,622	0,457	0,125	-0,113
Tl					Kuvvetli negatif korelasyon (r = (-0,60)-(-0,85))																		1	0,347	-0,041	-0,255	-0,188	0,423	0,458
Th					Çok kuvvetli negatif korelasyon (r = (-0,85)-(-1,00))																			1	-0,385	0,256	-0,325	0,620	0,699
V																									1	0,350	0,324	0,066	0,320
Zn																										1	-0,224	-0,212	0,294
Zr																											1	0,226	0,054
Nd																												1	0,845
Sm																													1

İlişi çayı çevresine ait toprak numuneleri üzerinde mevcut durumdaki bileşenler göz önüne alınarak kümelenme durumlarının tespiti için korelasyon katsayı değerleri baz alınarak cluster (küme) analiz metodu uygulanmış ve analiz sonucunda 3 ana grup belirlenmiştir (Şekil 4.9.).



Şekil 4.9. İlişi çayı çevresinden alınan topraklar üzerinde yapılan analiz sonuçlarına ait korelasyon katsayıları baz alınarak oluşturulan cluster analizindeki yakınlık durumları

1. grup; Hg, Mn, Al, Mg, V, Ba, Cu, Co, Fe, P, Zn, K, Mo, As, Cr, Ni, Li, Sm elementlerinden; **2. grup;** Ag, Zr, Na, Pb elementlerinden; **3. grup;** Au, Cd, Nd, Ca, Sr, Tl, Sb, Th elementlerinden oluşmaktadır.

4.2.3. Dere Sedimanı Jeokimyası

İnceleme alanından (Ezine ve İlişi Çayı çevresi) derlenen 21 adet dere sedimanı (Ezine çayı çevresi: 12 adet; İlişi çayı çevresi: 9 adet) numunesinde 65 elementin analizleri yaptırılmıştır. Toprak jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve değerler hesaplanmıştır.

4.2.3.1. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının jeokimyası

Ezine çayı çevresinden derlenen 12 adet dere sedimanı numunesinde 65 elementin analizleri yaptırılmıştır. Dere sedimanı jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve değerler hesaplanmıştır (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.9. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanı numunelerinin analiz sonuç değerleri (ppm) ve istatistiksel bakımdan analiz özet çizelgesi (Min. : Minimum değer, Max. : Maksimum değer, Ort. : Ortalama değer, Std. Sapm. : Standart Sapma değeri)

	OP-1	OP-2	OP-3	OP-4	OP-5	OP-6	OP-7	OP-8	OP-9	OP-10	OP-11	OP-12	Min.	Max.	Ort.	Std. Sapm.
Ag	0.069	0.058	0.057	0.073	0.066	0.067	0.056	0.054	0.053	0.068	0.059	0.047	0.047	0.073	0.06	0.007
Al	15000	16200	16200	16000	15200	15600	19000	24300	14800	13800	15300	17000	13800	24300	16533.33	2765.48
As	32.2	35.6	50.1	18.95	67.8	60	48.3	10	27.8	80	43.7	30.8	10	80	42.10	20.362
Ba	142	156	105.5	243	187	170	251	693	167	127	106	72.5	72.5	693	201.66	163.561
Ca	4800	20400	9200	4800	8500	7000	23100	44100	1700	10800	7900	7700	1700	44100	12500	11727.12
Cd	0.061	0.078	0.062	0.074	0.069	0.07	0.081	0.092	0.052	0.073	0.075	0.06	0.052	0.092	0.07	0.010
Co	20.9	13.35	12.6	15.9	15.05	16.75	16.45	14.9	26	14.85	17.7	17.95	12.6	26	16.86	3.624
Cr	40.1	33.7	40.9	35.1	41.2	44	32.5	16.8	38.5	36.9	50.1	40.3	16.8	50.1	37.50	8.067
Cu	53.3	36.5	33.4	41	36.2	42	44.6	58.1	67.1	34.5	48.9	46.8	33.4	67.1	45.2	10.298
Fe	49600	36400	38400	34500	41300	41200	37000	35500	54200	37200	41200	39000	34500	54200	40458.33	5875.289
Hg	0.08	0.079	0.081	0.142	0.136	0.125	0.15	0.053	0.067	0.267	0.245	0.094	0.053	0.267	0.12	0.068
K	2500	2100	2400	2200	2200	2200	2400	2000	2900	2100	1800	2200	1800	2900	2250	277.979
Li	23.8	22.2	25.3	24.7	24.7	24.7	23.5	16.4	22.5	22.9	32.7	35.6	16.4	35.6	24.91	4.936
Mg	4900	7000	8000	5200	7600	7400	8000	9400	3000	7000	6300	6400	3000	9400	6683.33	1694.286
Mn	835	758	684	666	685	728	1060	1665	923	672	726	802	666	1665	850.33	282.074
Mo	0.85	0.65	0.44	0.69	0.57	0.56	0.56	0.71	0.94	0.51	0.64	0.57	0.44	0.94	0.64	0.141
Na	410	330	330	330	270	250	340	400	540	280	240	310	240	540	335.83	83.171
Ni	68.1	46.5	52.1	47.8	58	63.8	46.8	25.3	83.1	52.2	73.8	68.4	25.3	83.1	57.15	15.416
P	500	500	480	490	500	500	540	450	500	550	430	420	420	550	488.33	39.041
Pb	25.5	18.1	16.5	18.7	20.1	21	21.8	20.8	30.2	22	27.2	25.3	16.5	30.2	22.26	4.034
Sb	2.27	0.89	1.21	1.19	1.21	2.03	0.861	0.468	1.035	1.22	1.35	0.801	0.468	2.27	1.21	0.503
Sr	22.3	49.5	26.5	22	23	22.1	62.1	144.5	15.35	23.3	17.65	17.45	15.35	144.5	37.14	36.586
Tl	0.101	0.083	0.09	0.088	0.091	0.099	0.093	0.088	0.097	0.09	0.085	0.088	0.083	0.101	0.09	0.005
Th	3.58	3.71	4.19	4.26	4.62	4.54	4.04	2.05	3.24	4.34	3.05	3.39	2.05	4.62	3.75	0.742
V	36.8	35.4	29.8	33	29	30.2	44.7	80.6	40.1	25.2	27.1	28.4	25.2	80.6	36.69	14.956
Zn	102	75.7	79.4	81.3	85.9	90.4	83.5	73.3	123	80.6	99.8	91.7	73.3	123	88.88	13.934
Zr	1.46	2.44	1.73	1.08	1.7	1.56	3.95	8.77	1.41	1.98	1.83	1.72	1.08	8.77	2.46	2.113
Nd	6.8	9.8	11.3	8.05	11.05	10.35	12.6	13.5	3.87	10.95	5.25	5.56	3.87	13.5	9.09	3.116
Sm	1.93	2.23	2.42	2.16	2.47	2.43	2.75	2.79	1.535	2.41	1.66	1.725	1.535	2.79	2.20	0.415
pH	7.52	7.45	7.68	7.41	7.32	7.62	7.32	7.38	7.45	7.35	7.39	7.32	7.32	7.68	7.43	
EC	215	165	158	312	415	168	218	195	218	176	194	184	158	415	218	

4.2.3.1.1. Korelasyon ilişki analizi

Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında (OP) analizi gerçekleştirilen iz elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri basit korelasyon analizleriyle değerlendirilmiştir. Buna göre;

Al; Ba, Ca, Mn, Sr, V, Zr ile çok güçlü; Cd, Mg ile güçlü pozitif korelasyona; **Cr, Ni, Th ile güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

As; Hg, Th ile güçlü pozitif; Cu, Mo, V ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

Ba; Ca, Mn, Sr, V, Zr ile çok güçlü; Cd ile güçlü pozitif korelasyona; **Cr ile çok güçlü; Li, Ni ile güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

Ca; Mn, Sr, V, Zr ile çok güçlü; Cd, Mg, Nd, Sm ile güçlü pozitif korelasyona; **Cr, Ni, Sb, Zn ile güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

Cd; Sr, Zr, Nd, Sm ile güçlü pozitif; Cr, Fe, K, Ni, Zn ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

Co; Fe, Pb, Zn ile çok güçlü; Cu, K, Mo, Na, Ni ile güçlü pozitif korelasyona; **Mg, Nd, Sm ile güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

Cr; Li, Ni, Sb ile güçlü pozitif korelasyona; **Sr, V ile çok güçlü; Mn, Zr ile güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

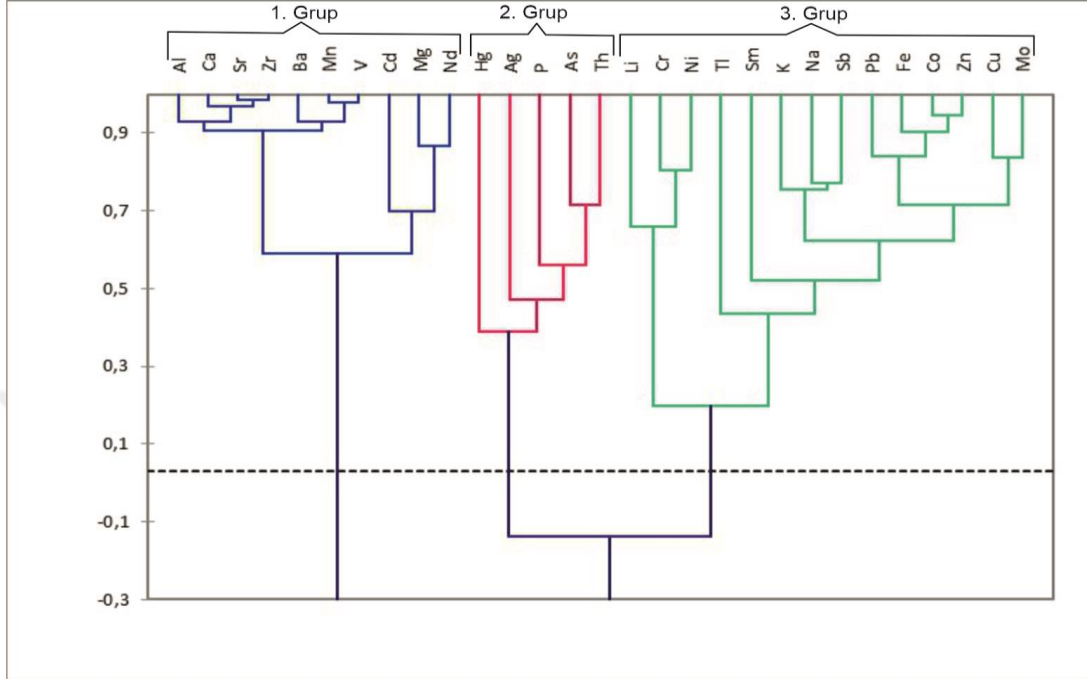
Cu; Fe, Mo, Na, Pb, Zn ile güçlü pozitif; Th ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

Diğer elementlerin birbirleriyle olan korelasyon ilişkileri için aşağıdaki çizelge incelenebilir (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında analizi yapılan elementlere ait korelasyon katsayıları

	Ag	Al	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Sr	Tl	Th	V	Zn	Zr	Nd	Sm	
Ag	1	-0,438	0,338	-0,117	-0,336	0,073	-0,159	0,202	-0,386	-0,061	0,382	-0,123	-0,236	-0,127	-0,435	-0,016	-0,309	-0,065	0,493	-0,301	0,643	-0,297	0,274	0,581	-0,317	-0,142	-0,360	0,145	0,189	
Al		1	-0,555	0,889	0,906	0,679	-0,251	-0,819	0,312	-0,415	-0,421	-0,237	-0,409	0,607	0,918	0,007	0,188	-0,711	-0,308	-0,211	-0,587	0,943	-0,228	-0,645	0,912	-0,446	0,943	0,520	0,533	
As			1	-0,499	-0,318	-0,120	-0,289	0,486	-0,632	-0,055	0,622	-0,120	0,128	0,224	-0,555	-0,608	-0,578	0,167	0,527	-0,169	0,320	-0,441	0,135	0,716	-0,610	-0,110	-0,398	0,275	0,243	
Ba				1	0,850	0,704	-0,161	-0,871	0,372	-0,300	-0,331	-0,199	-0,674	0,474	0,905	0,199	0,275	-0,722	-0,111	-0,191	-0,455	0,935	-0,107	-0,584	0,951	-0,378	0,924	0,532	0,559	
Ca					1	0,831	-0,428	-0,847	0,114	-0,514	-0,236	-0,377	-0,553	0,722	0,851	-0,102	0,066	-0,824	-0,078	-0,326	-0,600	0,975	-0,356	-0,557	0,853	-0,601	0,962	0,681	0,664	
Cd						1	-0,597	-0,615	-0,165	-0,729	0,186	-0,682	-0,424	0,713	0,549	-0,260	-0,327	-0,822	0,031	-0,448	-0,407	0,772	-0,479	-0,275	0,579	-0,718	0,743	0,685	0,690	
Co							1	0,220	0,818	0,881	-0,179	0,657	0,109	-0,815	0,057	0,810	0,670	0,732	-0,044	0,891	0,248	-0,306	0,585	-0,277	0,001	0,946	-0,249	-0,744	-0,691	
Cr								1	-0,235	0,375	0,422	0,028	0,724	-0,413	-0,825	-0,154	-0,404	0,805	-0,099	0,303	0,602	-0,892	0,178	0,476	-0,876	0,488	-0,849	-0,566	-0,579	
Cu									1	0,636	-0,382	0,418	-0,145	-0,462	0,583	0,838	0,755	0,314	-0,297	0,766	-0,081	0,259	0,360	-0,731	0,537	0,678	0,315	-0,474	-0,432	
Fe										1	-0,245	0,706	0,037	-0,728	-0,097	0,704	0,605	0,780	0,044	0,747	0,457	-0,404	0,684	-0,115	-0,129	0,924	-0,361	-0,641	-0,624	
Hg											1	-0,489	0,320	0,040	-0,421	-0,393	-0,619	0,134	0,229	0,102	0,139	-0,342	-0,228	0,320	-0,488	-0,064	-0,272	-0,016	-0,023	
K												1	-0,210	-0,587	-0,036	0,495	0,773	0,417	0,369	0,328	0,161	-0,271	0,669	0,133	-0,022	0,604	-0,286	-0,294	-0,255	
Li													1	-0,230	-0,537	-0,261	-0,441	0,595	-0,536	0,330	0,126	-0,625	-0,199	0,119	-0,651	0,276	-0,554	-0,592	-0,606	
Mg														1	0,388	-0,708	-0,517	-0,755	-0,040	-0,651	-0,335	0,628	-0,354	-0,023	0,372	-0,821	0,629	0,867	0,830	
Mn															1	0,295	0,442	-0,534	-0,194	0,083	-0,495	0,923	-0,011	-0,765	0,977	-0,163	0,946	0,370	0,387	
Mo					Çok kuvvetli pozitif korelasyon (r = 0,85-1,00)											1	0,789	0,349	-0,065	0,636	0,132	0,048	0,373	-0,492	0,334	0,676	0,034	-0,564	-0,518	
Na																		1	0,137	0,087	0,422	-0,169	0,206	0,372	-0,459	0,472	0,510	0,191	-0,291	-0,268
Ni																			1	-0,142	0,741	0,481	-0,795	0,410	0,134	-0,613	0,890	-0,728	-0,850	-0,842
P																				1	-0,228	0,217	-0,112	0,382	0,596	-0,146	-0,096	-0,162	0,396	0,426
Pb																					1	0,139	-0,264	0,347	-0,425	-0,041	0,880	-0,157	-0,759	-0,735
Sb																						1	-0,548	0,677	0,431	-0,468	0,353	-0,561	-0,247	-0,217
Sr																							1	-0,237	-0,623	0,941	-0,504	0,986	0,623	0,621
Tl																								1	0,229	-0,026	0,541	-0,219	-0,124	-0,056
Th																									1	-0,719	-0,151	-0,670	0,186	0,208
V																										1	-0,226	0,934	0,415	0,435
Zn																										1	-0,437	-0,815	-0,784	
Zr																											1	0,582	0,577	
Nd																												1	0,991	
Sm																													1	

Ezine çayı çevresine ait dere sedimanı numuneleri üzerinde mevcut durumdaki bileşenler göz önüne alınarak kümelenme durumlarının tespiti için korelasyon katsayı değerleri baz alınarak cluster (küme) analiz metodu uygulanmış ve analiz sonucunda 3 ana grup belirlenmiştir (Şekil 4.10.).



Şekil 4.10. Ezine çayı çevresinden alınan dere sedimanları üzerinde yapılan analiz sonuçlarına ait korelasyon katsayıları baz alınarak oluşturulan cluster analizindeki yakınlık durumları

1. grup; Al, Ca, Sr, Zr, Ba, Mn, V, Cd, Mg, Nd elementlerinden; **2. grup;** Hg, Ag, P, As, Th elementlerinden; **3. grup;** Li, Cr, Ni, Tl, Sm, K, Na, Sb, Pb, Fe, Co, Zn, Cu, Mo elementlerinden oluşmaktadır.

4.2.3.2. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının jeokimyası

İlişi çayı çevresinden derlenen 9 adet dere sedimanı numunesinde 65 elementin analizleri yaptırılmıştır. Dere sedimanı jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve değerler hesaplanmıştır (Çizelge 4.11.).

Çizelge 4.11. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanı numunelerinin analiz sonuç değerleri (ppm) ve istatistiksel bakımdan analiz özet çizelgesi (Min. : Minimum değer, Max. : Maksimum değer, Ort. : Ortalama değer, Std. Sapm. : Standart Sapma değeri)

	IOP-1	IOP-2	IOP-3	IOP-4	IOP-5	IOP-6	IOP-7	IOP-8	IOP-9	Min.	Max.	Ort.	Std. Sapm.
Ag	0.04	0.045	0.038	0.044	0.041	0.037	0.031	0.026	0.049	0.026	0.049	0.03	0.007
Al	14200	17600	16600	16600	18600	21800	16100	21200	14000	14000	21800	17411.11	2739.728
As	21.4	20.2	23	20.5	21.7	7.41	22	11.65	39.4	7.41	39.4	20.80	8.781
Ba	186	251	323	168.5	265	224	326	181	110	110	326	226.05	72.410
Ca	4900	19200	14800	8300	12000	83300	3300	2500	11100	2500	83300	17711.11	25200.865

Cd	0.049	0.078	0.064	0.051	0.093	0.083	0.055	0.091	0.064	0.049	0.093	0.06	0.016
Co	16.75	14.1	14.35	12.3	15.7	18	14.3	19.3	15.65	12.3	19.3	15.60	2.155
Cr	52.6	56.8	66.1	53.1	61.9	26.8	69.8	31.3	33.1	26.8	69.8	50.16	15.924
Cu	39.2	29.4	27.8	27.8	30.9	46	25.8	30.9	40.3	25.8	46	33.12	6.966
Fe	37100	31500	31800	29400	32500	31700	31800	39700	37900	29400	39700	33711.11	3556.488
Hg	0.055	0.049	0.059	0.049	0.054	0.036	0.042	0.03	0.097	0.03	0.097	0.05	0.019
K	2400	2600	2500	2800	3000	2400	2400	2300	2000	2000	3000	2488.88	289.155
Li	19.4	22.3	21.7	20.2	23	19.8	20.8	24.2	21.8	19.4	24.2	21.46	1.572
Mg	7700	9700	10900	8800	10200	7600	11800	4500	5900	4500	11800	8566.66	2378.024
Mn	623	670	592	658	723	1230	570	1345	744	570	1345	795	286.208
Mo	0.6	0.43	0.46	0.55	0.5	0.27	0.46	0.64	0.57	0.27	0.64	0.49	0.110
Na	440	380	350	470	360	460	330	230	340	230	470	373.33	75.498
Ni	70.4	62.9	71	53.7	69	36.2	74	40.7	54	36.2	74	59.1	13.792
P	440	430	450	520	500	350	430	380	500	350	520	444.44	56.371
Pb	17.25	14.05	12.4	11.3	16.95	18.3	12.05	17.4	20.5	11.3	20.5	15.57	3.217
Sb	1.385	0.609	0.813	0.6	0.625	0.231	0.569	0.396	0.994	0.231	1.385	0.69	0.339
Sr	21.4	68.2	55.8	28	41.7	259	21.6	18.55	31.6	18.55	259	60.65	76.264
Tl	0.098	0.112	0.108	0.13	0.145	0.112	0.114	0.101	0.081	0.081	0.145	0.11	0.018
Th	5.56	6.18	6.55	6.99	6.04	3.57	7.01	4.76	3.6	3.57	7.01	5.58	1.331
V	36.2	42.5	40.8	40.5	43.7	77.4	38	62.7	28.6	28.6	77.4	45.6	15.004
Zn	75	61.1	60.8	57	71.2	61.4	60.7	72.9	83	57	83	67.01	8.780
Zr	1.74	2.09	1.54	1.9	1.52	6.68	1.77	1.84	1.96	1.52	6.68	2.33	1.638
Nd	10.3	14.05	14.4	15.6	15.8	12.25	14.85	13.25	9.27	9.27	15.8	13.30	2.292
Sm	2.25	2.77	2.83	3.07	3.1	2.52	2.87	2.83	2.2	2.2	3.1	2.71	0.325
pH	7.45	7.38	7.46	7.62	7.54	7.68	7.49	7.42	7.53	7.38	7.68	7.50	
EC	195	215	196	315	216	228	215	195	168	168	315	216	

4.2.3.2.1. Korelasyon ilişki analizi

İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında (IOP) analizi gerçekleştirilen iz elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri basit korelasyon analizleriyle değerlendirilmiştir. Buna göre;

Ag; As, Hg, P ile güçlü pozitif korelasyona sahiptir.

Al; V ile çok güçlü; Cd, P ile güçlü pozitif korelasyona; **Sb ile çok güçlü; As, Hg, Ni, P ile güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

As; Hg ile çok güçlü; P, Sb ile güçlü pozitif korelasyona; **V ile çok güçlü; Mn ile güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

Ba; Cr, Mg, Nd ile güçlü pozitif korelasyona; **Pb, Zn ile güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

Ca; Sr, Zr ile çok güçlü; Cu, V ile güçlü pozitif korelasyona; **Mo ile güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

Cd; Li, Mn, V ile güçlü pozitif korelasyona; **Sb ile güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

Co; Fe, Mn, Pb, V ile güçlü pozitif korelasyona; **Cr, Mg, P, Th ile güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

Cr; Mg, Ni, Th ile çok güçlü; Nd ile güçlü pozitif korelasyona; **Cu, Mn, Pb ile güçlü negatif** korelasyona sahiptir.

Cu; Pb, Sr ile güçlü pozitif; Th ile çok güçlü; Nd, Sm ile güçlü negatif korelasyona sahiptir.

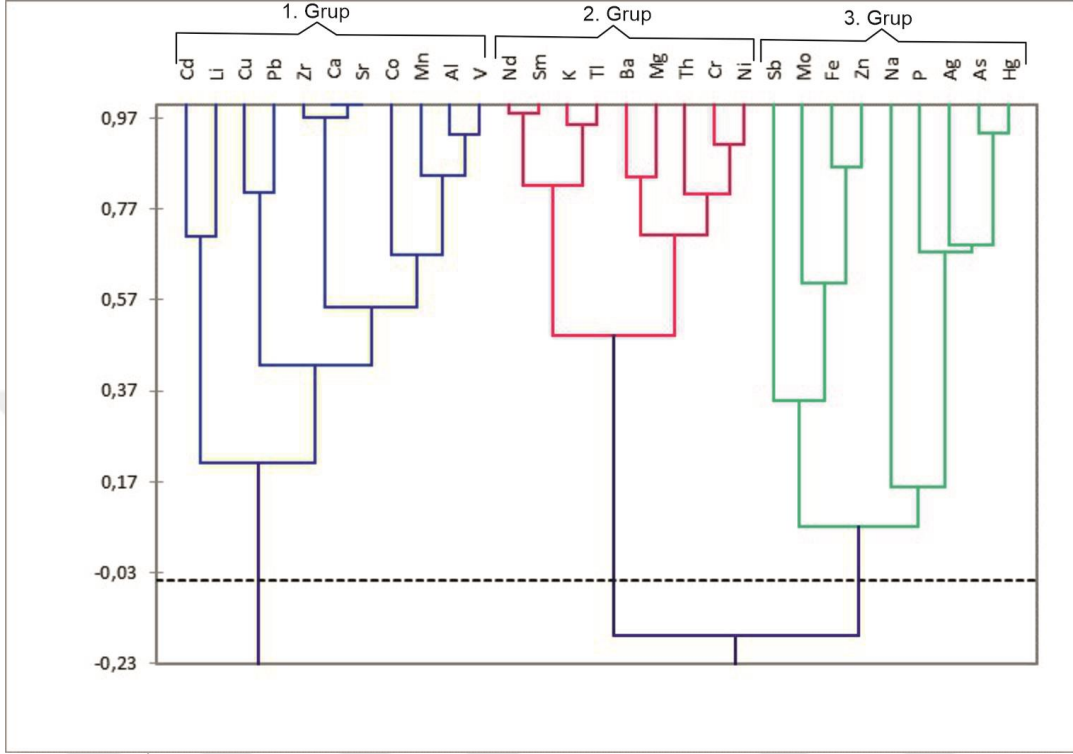
Diğer elementlerin birbirleriyle olan korelasyon ilişkileri için aşağıdaki çizelge incelenebilir (Çizelge 4.12.).



Çizelge 4.12. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında analizi yapılan elementlere ait korelasyon katsayıları

	Ag	Al	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Sr	Tl	Th	V	Zn	Zr	Nd	Sm	
Ag	1	-0,543	0,635	-0,381	0,039	-0,264	-0,530	0,032	0,231	-0,240	0,747	0,097	-0,270	0,076	-0,509	-0,059	0,534	0,166	0,652	0,139	0,428	-0,004	-0,035	-0,079	-0,525	0,164	-0,070	-0,254	-0,281	
Al		1	-0,836	0,147	0,573	0,789	0,549	-0,428	0,124	-0,072	-0,725	0,210	0,355	-0,229	0,826	-0,416	-0,169	-0,666	-0,662	0,123	-0,855	0,596	0,333	-0,283	0,936	-0,297	0,588	0,336	0,380	
As			1	-0,270	-0,506	-0,420	-0,440	0,209	-0,069	0,189	0,937	-0,296	0,029	0,058	-0,625	0,393	-0,109	0,453	0,736	0,140	0,631	-0,542	-0,361	0,011	-0,875	0,507	-0,555	-0,353	-0,335	
Ba				1	0,032	0,068	-0,255	0,731	-0,526	-0,543	-0,402	0,394	0,037	0,840	-0,320	-0,475	-0,115	0,557	-0,203	-0,604	-0,247	0,077	0,443	0,597	0,050	-0,604	-0,069	0,631	0,510	
Ca					1	0,332	0,315	-0,492	0,663	-0,302	-0,236	-0,052	-0,357	-0,075	0,486	-0,845	0,466	-0,569	-0,562	0,288	-0,498	0,998	0,048	-0,538	0,739	-0,280	0,973	-0,137	-0,201	
Cd						1	0,562	-0,357	0,119	0,165	-0,313	0,196	0,711	-0,261	0,661	-0,216	-0,428	-0,441	-0,381	0,416	-0,606	0,343	0,264	-0,386	0,611	0,133	0,277	0,201	0,278	
Co							1	-0,684	0,575	0,713	-0,288	-0,417	0,273	-0,681	0,822	0,066	-0,378	-0,553	-0,697	0,731	-0,164	0,323	-0,353	-0,721	0,638	0,506	0,401	-0,461	-0,386	
Cr								1	-0,745	-0,527	-0,025	0,539	-0,064	0,894	-0,818	0,003	0,037	0,913	0,424	-0,743	0,250	-0,469	0,477	0,903	-0,566	-0,425	-0,591	0,602	0,503	
Cu									1	0,351	0,227	-0,458	-0,386	-0,551	0,442	-0,270	0,364	-0,523	-0,349	0,807	0,122	0,635	-0,435	-0,873	0,378	0,456	0,702	-0,770	-0,771	
Fe										1	0,223	-0,651	0,373	-0,778	0,417	0,643	-0,575	-0,243	-0,201	0,707	0,356	-0,311	-0,682	-0,575	-0,023	0,863	-0,199	-0,688	-0,571	
Hg											1	-0,360	-0,050	-0,095	-0,464	0,249	0,035	0,253	0,639	0,357	0,615	-0,280	-0,435	-0,253	-0,701	0,578	-0,305	-0,524	-0,504	
K												1	0,054	0,547	-0,269	-0,149	0,328	0,301	0,348	-0,492	-0,219	-0,043	0,957	0,626	0,023	-0,506	-0,157	0,809	0,783	
Li													1	-0,236	0,327	0,344	-0,841	-0,110	-0,004	0,160	-0,309	-0,345	0,061	-0,049	0,066	0,283	-0,398	0,251	0,376	
Mg														1	-0,710	-0,433	0,240	0,747	0,249	-0,718	-0,015	-0,053	0,557	0,759	-0,317	-0,630	-0,195	0,633	0,491	
Mn															1	-0,098	-0,287	-0,886	-0,690	0,511	-0,601	0,493	-0,155	-0,670	0,862	0,154	0,580	-0,176	-0,076	
Mo						Çok kuvvetli pozitif korelasyon (r = 0,85-1,00)										1	-0,428	0,152	0,427	0,106	0,520	-0,857	-0,255	0,118	-0,496	0,572	-0,761	-0,193	-0,064	
Na						Kuvvetli pozitif korelasyon (r = 0,60-0,85)											1	0,003	0,172	-0,151	0,159	0,446	0,269	0,072	0,022	-0,372	0,435	-0,035	-0,138	
Ni						Zayıf pozitif korelasyon (r = 0,45-0,60)												1	0,475	-0,455	0,572	-0,557	0,204	0,702	-0,746	-0,068	-0,662	0,249	0,153	
P						Çok zayıf pozitif korelasyon (r = 0,30-0,45)													1	-0,207	0,453	-0,598	0,264	0,401	-0,794	0,157	-0,633	0,172	0,206	
Pb						Korelasyon yok (0,30-(-0,30)															1	0,152	0,260	-0,469	-0,910	0,218	0,828	0,325	-0,751	-0,671
Sb						Çok zayıf negatif korelasyon (r = (-0,30)-(-0,45)																1	-0,517	-0,409	0,080	-0,740	0,519	-0,516	-0,530	-0,555
Sr						Zayıf negatif korelasyon (r = (-0,45)-(-0,60)																	1	0,057	-0,513	0,759	-0,310	0,971	-0,110	-0,178
Tl						Kuvvetli negatif korelasyon (r = (-0,60)-(-0,85)																		1	0,563	0,145	-0,543	-0,030	0,860	0,839
Th						Çok kuvvetli negatif korelasyon (r = (-0,85)-(-1,00)																			1	-0,435	-0,600	-0,589	0,750	0,684
V																										1	-0,271	0,784	0,097	0,114
Zn																											1	-0,236	-0,723	-0,618
Zr																												1	-0,207	-0,257
Nd																													1	0,981
Sm																														1

İlişi çayı çevresine ait dere sedimanı numuneleri üzerinde mevcut durumdaki bileşenler göz önüne alınarak kümelenme durumlarının tespiti için korelasyon katsayı değerleri baz alınarak cluster (küme) analiz metodu uygulanmış ve analiz sonucunda 3 ana grup belirlenmiştir (Şekil 4.11.).



Şekil 4.11. İlişi çayı çevresinden alınan dere sedimanları üzerinde yapılan analiz sonuçlarına ait korelasyon katsayıları baz alınarak oluşturulan cluster analizindeki yakınlık durumları

1. grup; Cd, Li, Cu, Pb, Zr, Ca, Sr, Co, Mn, Al, V elementlerinden, **2. grup;** Nd, Sm, K, Tl, Ba, Mg, Th, Cr, Ni elementlerinden; **3. grup;** Sb, Mo, Fe, Zn, Na, P, Ag, As, Hg elementlerinden oluşmaktadır.

4.3. Toprakların Kirlilik İndeksleri ve Kanserojenik Risk Faktörleri

4.3.1. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların risk indeksleri ve kanserojenik risk faktörleri

4.3.1.1. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların zenginleşme faktörü (EF) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların (OT) analiz sonuçlarına göre Zenginleşme Faktörü (EF) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

EF_{Cu} değerlendirmesinde OT-6 numunesi “**Orta Zenginleşme**” gösterirken OT-1, OT-2, OT-3, OT-4, OT-5 ve OT-7 numuneleri “**Az Zenginleşme**” göstermektedir.

EF_{Pb} değerlendirmesinde *OT-6* numunesi “**Orta Zenginleşme**” gösterirken *OT-1*, *OT-2*, *OT-3*, *OT-4*, *OT-5* ve *OT-7* numuneleri “**Az Zenginleşme**” göstermektedir.

EF_{Zn} , EF_{Ni} , EF_{Mn} , EF_{Fe} , EF_{Cd} , EF_{Cr} ve EF_{Al} değerlendirmesinde tüm numuneler “**Az Zenginleşme**” göstermektedir.

EF_{As} değerlendirmesinde *OT-5* ve *OT-7* numuneleri “**Aşırı zenginleşme**”; *OT-6* numunesi “**Önemli ölçüde zenginleşme**” gösterirken; *OT-1*, *OT-2*, *OT-3*, *OT-4* numuneleri “**Az Zenginleşme**” göstermektedir.

EF_{Hg} değerlendirmesinde *OT-7* numunesi “**Aşırı zenginleşme**”; *OT-5* ve *OT-6* numuneleri “**Önemli Ölçüde zenginleşme**”; *OT-3* numunesi “**Orta zenginleşme**” gösterirken *OT-1*, *OT-2* ve *OT-4* numuneleri “**Az Zenginleşme**” göstermektedir (Çizelge 4.13.).

Çizelge 4.13. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Zenginleşme Faktörü (EF) değerleri

EF _{Fe}	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OT-1	1.69	1.21	1.81	0.97	1.79	1.00	0.83	0.98	0.27	0.34	0.28
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
OT-2	1.89	1.09	1.82	1.01	1.03	1.00	0.89	0.88	0.35	0.31	0.38
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
OT-3	1.65	1.11	1.79	1.05	0.34	1.00	0.88	1.64	0.35	0.25	2.75
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme
OT-4	0.94	1.40	0.91	1.25	0.57	1.00	1.98	0.14	0.75	0.30	0.11
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
OT-5	0.53	1.90	1.01	0.99	0.73	1.00	378.18	1.66	0.30	0.22	11.29
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Aşırı zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Önemli ölçüde zenginleşme
OT-6	2.04	2.24	1.21	1.04	0.60	1.00	10.48	0.32	0.20	0.15	7.30
	Orta zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Önemli ölçüde zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Önemli ölçüde zenginleşme
OT-7	0.86	1.86	1.16	1.29	1.72	1.00	65.54	1.90	0.42	0.23	52.48
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Aşırı zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Aşırı zenginleşme

4.3.1.2. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların jeobirikim indeksi (I_{geo}) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların (OT) analiz sonuçlarına göre Jeobirikim indeksi (I_{geo}) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

$Cu_{I_{geo}}$ değerlendirmesinde OT-6 numunesinde “**Az kirlilik**”, OT-1, OT-2, OT-3, OT-4, OT-5 ve OT-7 numunelerinde ise “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir.

$Zn_{I_{geo}}$, $Ni_{I_{geo}}$, $Mn_{I_{geo}}$, $Fe_{I_{geo}}$, $Cr_{I_{geo}}$ ve $Al_{I_{geo}}$ değerlendirmelerinde OT-1, OT-2, OT-3, OT-4, OT-5, OT-6 ve OT-7 numunelerinde “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir.

$Pb_{I_{geo}}$ değerlendirmesinde OT-5 ve OT-6 numunelerinde “**Az kirlilik**”, OT-1, OT-2, OT-3, OT-4 ve OT-7 numunelerinde “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir.

$As_{I_{geo}}$ değerlendirmesinde OT-5 numunesinde “**Aşırı derecede kirlilik**”, OT-6 numunesinde “**Kirlenmiş**”, OT-7 numunesinde “**Çok fazla kirlilik**” ve OT-1, OT-2, OT-3 ve OT-4 numunelerinde “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir.

$Cd_{I_{geo}}$ değerlendirmesinde OT-5 numunesinde “**Az kirlilik**”, OT-1, OT-2, OT-3, OT-4, OT-6 ve OT-7 numunelerinde “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir.

$Hg_{I_{geo}}$ değerlendirmesinde OT-5 ve OT-7 numunelerinde “**Önemli derecede kirlilik**”, OT-6 numunesinde “**Kirlenmiş**” ve OT-1, OT-2, OT-3, OT-4, OT-6 numunelerinde “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir (Çizelge 4.14.).

Çizelge 4.14. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Jeobirikim İndeksi (I_{geo}) değerleri

Igeo	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OT-1	-0.572	-1.054	-0.475	-1.376	-0.485	-1.328	-1.589	-1.354	-3.209	-2.889	-3.163
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
OT-2	-0.439	-1.234	-0.497	-1.347	-1.319	-1.359	-1.524	-1.547	-2.891	-3.029	-2.769
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
OT-3	-0.773	-1.346	-0.658	-1.432	-3.036	-1.496	-1.686	-0.780	-2.998	-3.501	-0.034
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
OT-4	-1.137	-0.556	-1.180	-0.716	-1.861	-1.041	-0.053	-3.860	-1.450	-2.786	-4.275
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
OT-5	-1.090	0.748	-0.172	-0.192	-0.628	-0.180	8.383	0.550	-1.895	-2.346	3.317
	Kirlilik yok	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Aşırı derecede kirlilik	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Önemli derecede kirlilik
OT-6	0.240	0.375	-0.515	-0.739	-1.525	-0.792	2.597	-2.439	-3.100	-3.571	2.076
	Az kirlilik	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlenmiş	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlenmiş
OT-7	-2.109	-1.000	-1.679	-1.527	-1.117	-1.898	4.137	-0.975	-3.141	-4.000	3.816
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Çok fazla kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Önemli derecede kirlilik

4.3.1.3. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların kirlilik faktörü (CF) ve kirlilik yük indeksi (PLI) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların (OT) analiz sonuçlarına göre kirlilik faktörü (CF) ve kirlilik yük indeksi (PLI) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

CF_{Cu} değerlendirmesinde OT-1, OT-2 ve OT-6 numunelerinde “**Orta kirlenme**”, OT-3, OT-4, OT-5 ve OT-7 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CF_{Pb} değerlendirmesinde OT-4, OT-5 ve OT-6 numunelerinde “**Orta kirlenme**”, OT-1, OT-2, OT-3 ve OT-7 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CF_{Zn} değerlendirmesinde OT-1, OT-2, OT-5 ve OT-6 numunelerinde “**Orta kirlenme**”, OT-3, OT-4 ve OT-7 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CF_{Al} değerlendirmesinde OT-5 numunesinde “**Orta kirlenme**”, OT-1, OT-2, OT-3, OT-4, OT-6 ve OT-7 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CF_{Mn} değerlendirmesinde OT-1 numunesinde “**Orta kirlenme**”, OT-2, OT-3, OT-4, OT-5, OT-6 ve OT-7 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CF_{Fe} değerlendirmesinde OT-5 numunesinde “**Orta kirlenme**”, OT-1, OT-2, OT-3, OT-4, OT-6 ve OT-7 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CF_{As} değerlendirmesinde OT-5, OT-6 ve OT-7 numunelerinde “**Çok yüksek kirlenme**”, OT-4 numunesinde “**Orta kirlenme**”, OT-1, OT-2 ve OT-3 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CF_{Cd} değerlendirmesinde OT-5 numunesinde “**Orta kirlenme**”, OT-1, OT-2, OT-3, OT-4, OT-6 ve OT-7 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CF_{Cr} ve **CF_{Al}** değerlendirmelerinde OT-1, OT-2, OT-3, OT-4, OT-5, OT-6 ve OT-7 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CF_{Hg} değerlendirmesinde OT-5, OT-6 ve OT-7 numunelerinde “**Çok yüksek kirlenme**”, OT-3 numunesinde “**Orta kirlenme**”, OT-1, OT-2, OT-4 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

PLI değerlendirmesinde ise OT-5 numunesi “**Kirlenmiş**”, OT-1, OT-2, OT-3, OT-4, OT-6 ve OT-7 numunelerinde “**Kirlenmemiş**” durumu tespit edilmiştir (Çizelge 4.15.).

Çizelge 4.15. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Kirlilik Faktörü (CF) ve Kirlilik Yük İndeksi (PLI) değerleri

	CF _{Cu}	CF _{Pb}	CF _{Zn}	CF _{Ni}	CF _{Mn}	CF _{Fe}	CF _{As}	CF _{Cd}	CF _{Cr}	CF _{Al}	CF _{Hg}
OT-1	1.009	0.723	1.079	0.578	1.072	0.597	0.498	0.587	0.162	0.203	0.168
	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
OT-2	1.107	0.638	1.063	0.590	0.601	0.585	0.522	0.513	0.202	0.184	0.220
	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
OT-3	0.878	0.590	0.951	0.556	0.183	0.532	0.466	0.873	0.188	0.133	1.465
	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme
OT-4	0.682	1.020	0.662	0.913	0.413	0.729	1.446	0.103	0.549	0.218	0.078
	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
OT-5	0.704	2.520	1.332	1.313	0.971	1.324	500.769	2.197	0.403	0.295	14.950
	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme
OT-6	1.771	1.945	1.049	0.899	0.521	0.867	9.077	0.277	0.175	0.126	6.325
	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme
OT-7	0.348	0.750	0.468	0.521	0.692	0.403	26.385	0.763	0.170	0.094	21.125
	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme

	PLI	
OT-1	0.498	Kirlenmemiş
OT-2	0.484	Kirlenmemiş
OT-3	0.490	Kirlenmemiş
OT-4	0.455	Kirlenmemiş
OT-5	2.259	Kirlenmiş
OT-6	0.941	Kirlenmemiş
OT-7	0.825	Kirlenmemiş

4.3.1.4. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^i) ve potansiyel toksisite indeksi (RI) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların (OT) analiz sonuçlarına göre potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^i) ve potansiyel toksisite indeksi (RI) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

Potansiyel Ekolojik Risk Faktörü (E_r^i) açısından *Cu*, *Pb*, *Zn*, *Ni*, *Mn*, *Cr* için değerlendirildiğinde *OT-1*, *OT-2*, *OT-3*, *OT-4*, *OT-5*, *OT-6* ve *OT-7* numunelerinde “**Az Risk**” olarak bulunmuştur.

As için değerlendirildiğinde *OT-5* numunesinde “**Önemli risk**”, *OT-6* numunesinde “**Yüksek risk**”, *OT-7* numunesinde “**İleri risk**”, *OT-1*, *OT-2*, *OT-3*, *OT-4* ve *OT-7* numunelerinde “**Az Risk**” olarak bulunmuştur.

Hg için değerlendirildiğinde *OT-3* numunesinde “**Orta risk**”, *OT-5* ve *OT-7* numunelerinde “**Önemli risk**”, *OT-6* numunesinde “**İleri risk**”, *OT-1*, *OT-2*, *OT-4*, numunelerinde “**Az Risk**” olarak bulunmuştur.

Yapılan hesaplamalar sonucu bulunan Potansiyel toksisite indeksi (RI) değerlendirmesi; $Cr < Mn < Zn < Ni < Cu < Pb < Cd < Hg < As$ (**Zn; 6.64, Cr; 3.699, Mn; 4.452, Pb; 40.925, Ni; 26.846, As; 5.391,631, Cu; 32.494, Cd; 159.400, Hg; 1773.200**) şeklinde sıralanmıştır. As ve Hg için “**Önemli Risk**”, Cd için “**Orta Risk**”, *Cu*, *Pb*, *Zn*, *Ni*, *Mn*, *Cr* için “**Düşük Risk**” olarak bulunmuştur (Çizelge 4.16.).

Çizelge 4.16. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^i) ve Potansiyel Toksisite İndeksi (RI) Değerleri

E_r^i :	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	As	Cd	Cr	Hg
OT-1	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az
OT-2	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az
OT-3	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Orta
OT-4	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az
OT-5	Az	Az	Az	Az	Az	Önemli	Orta	Az	Önemli
OT-6	Az	Az	Az	Az	Az	Yüksek	Az	Az	İleri
OT-7	Az	Az	Az	Az	Az	İleri	Az	Az	Önemli
	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	As	Cd	Cr	Hg
RI =	32.494	40.925	6.604	26.846	4.452	5391.631	159.400	3.699	1773.200
	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Önemli	Orta	Düşük	Önemli

4.3.1.5. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) durumunun incelenmesi

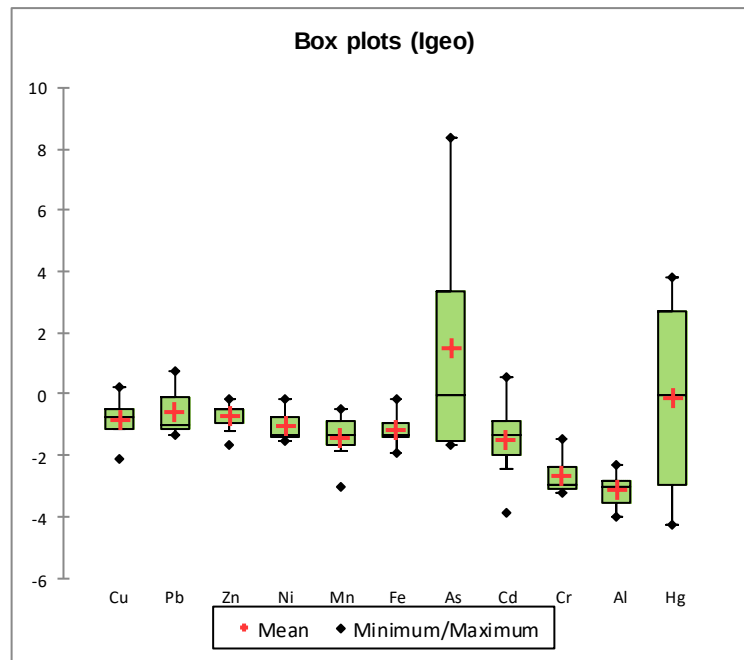
Çalışmada elde edilen verilere göre Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların (OT) analiz sonuçlarına göre Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

$NIPI_{Cu, Pb, Zn, Ni, Fe, Cd}$ değerlendirmesinde “Az Kirlilik”, $NIPI_{Mn}$ değerlendirmesinde “Önem Alınmalı”, $NIPI_{Cr, Al}$ değerlendirmesinde “Kirlilik Yok” ve $NIPI_{As, Hg}$ değerlendirmesinde “Ciddi Kirlilik” durumları tespit edilmiştir (Çizelge 4.17.).

Çizelge 4.17. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) değerleri

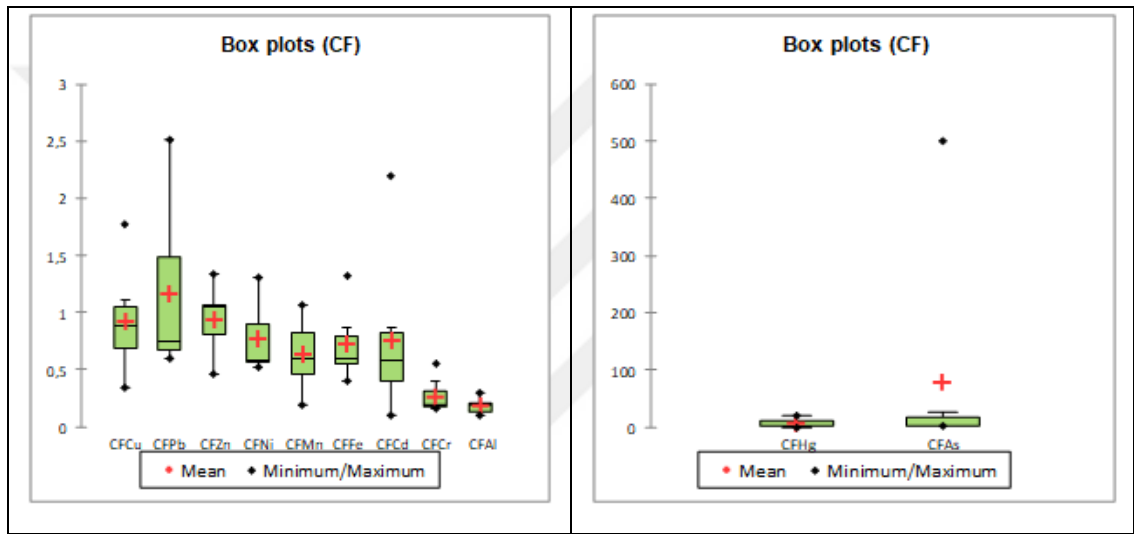
	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
	1,41	1,96	1,15	1,08	0,88	1,07	358,26	1,64	0,43	0,24	15,59
NIPI	Az Kirlilik	Az Kirlilik	Az Kirlilik	Az Kirlilik	Önem Alınmalı	Az Kirlilik	Ciddi Kirlilik	Az Kirlilik	Kirlilik Yok	Kirlilik Yok	Ciddi Kirlilik

Ezine çayı çevresinden derlenen toprak numuneleri üzerinde kirlilik indeksleri kullanılarak hesaplamalar yapıldıktan sonra jeobirikim indeksi (I_{geo}), kirlilik faktörü (CF), zenginleşme faktörü (EF), potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^i) değerlerinden yola çıkılarak literatürde kullanılmakta olan Box plots grafikleri çizilmiştir (Şekil 4.12., Şekil 4.13, Şekil 4.14. ve Şekil 4.15.).



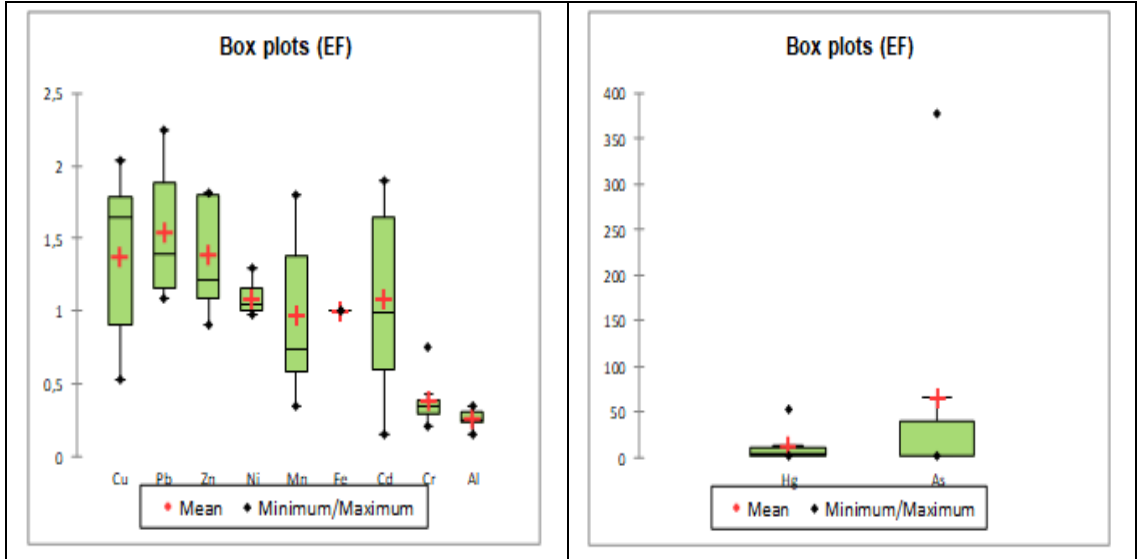
Şekil 4.12. Ezine çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin jeobirikim indeksi (I_{geo}) değerlerinin box plots grafiği

Ezine çayı çevresinden derlenen topraklarda analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan I_{geo} hesaplamaları neticesinde Cu için -2.109 ila 0.240 (ortalama -0.840), Pb için -1.346 ila 0.748 (ortalama -0.581), Zn için -1.679 ila -0.172 (ortalama -0.739), Ni için -1.527 ila -0.192 (ortalama -1.047), Mn için -3.036 ila -0.485 (ortalama -1.424), Fe için -1.898 ila -0.180 (ortalama -1.156), As için -1.686 ila +8.383 (ortalama +1.466), Cd için -3.860 ila 0.550 (ortalama -1.486), Cr için -3.209 ila -1.450 (ortalama -2.669), Al için -4.00 ila -2.346 (ortalama -3.160) ve Hg için -4.275 ila +3.816 (ortalama -0.147) değerleri tespit edilmiştir. Negatif değerler içeren Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Fe, Cr, Al için genel anlamda kirliliğin olmadığı pozitif değerler içeren As ve Hg için ise kirlilik durumlarının var olabileceği belirlenmiştir (Şekil 4.12.).



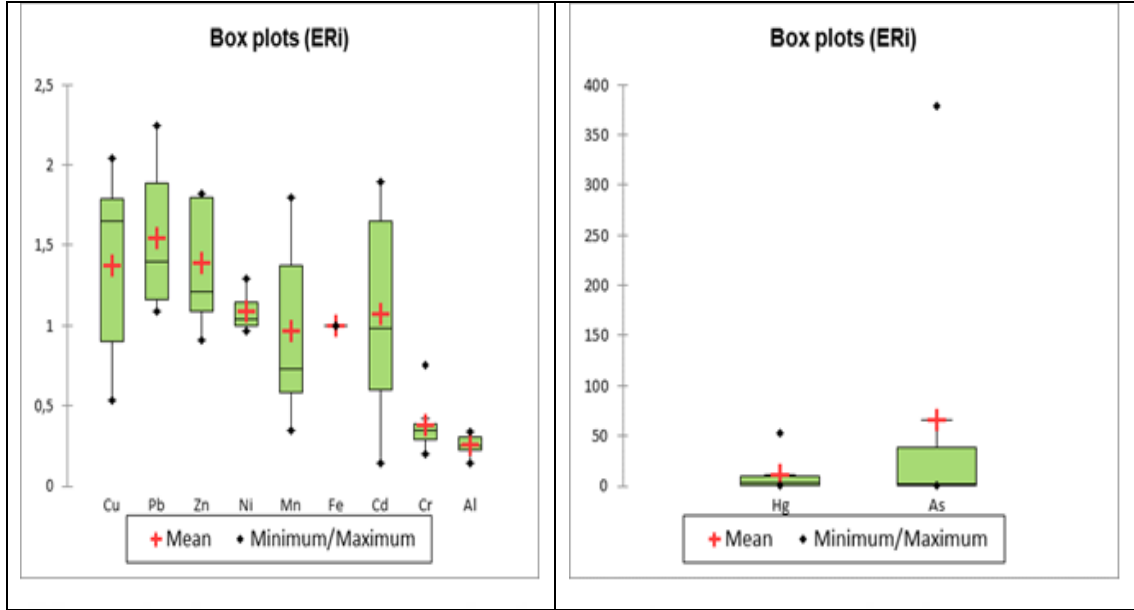
Şekil 4.13. Ezine çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin kirlilik faktörü (CF) değerlerinin box plots grafiği

Ezine çayı çevresinden derlenen topraklarda analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan CF hesaplamaları neticesinde Cu için 0.348 ila 1.771 (ortalama 0.928), Pb için 0.590 ila 2.520 (ortalama 1.169), Zn için 0.468 ila 1.332 (ortalama 0.943), Ni için 0.521 ila 1.313 (ortalama 0.767), Mn için 0.183 ila 1.072 (ortalama 0.636), Fe için 0.403 ila 1.324 (ortalama 0.719), As için 0.466 ila 500.769 (ortalama 77.023), Cd için 0.103 ila 2.197 (ortalama 0.759), Cr için 0.162 ila 0.549 (ortalama 0.264), Al için 0.094 ila 0.295 (ortalama 0.179) ve Hg için 0.078 ila 21.125 (ortalama 6.333) değerleri tespit edilmiştir. Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, As ve Cd için CF değerlerinin çoğu >1'dir. Yüksek CF değerlerinin antropojenik bir metal kaynağına işaret ettiği düşünülmektedir (Zhao ve ark., 2016) ve toprak örneklerinin çoğunun bölgede Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Fe, Cd, Cr ve Al ile az veya orta bir şekilde; As ve Hg ile ise yüksek şekilde kirlenmiş olabileceği anlamına gelmektedir (Şekil 4.13.).



Şekil 4.14. Ezine çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin zenginleşme faktörü (EF) değerlerinin box plots grafiği

Ezine çayı çevresinden derlenen topraklarda analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan EF hesaplamaları neticesinde Cu için 0.532 ila 2.044 (ortalama 1.373), Pb için 1.090 ila 2.245 (ortalama 1.546), Zn için 0.908 ila 1.818 (ortalama 1.386), Ni için 0.967 ila 1.293 (ortalama 1.085), Mn için 0.344 ila 1.794 (ortalama 0.969), As için 0.834 ila 378.181 (ortalama 65.541), Cd için 0.142 ila 1.896 (ortalama 1.074), Cr için 0.202 ila 0.753 (ortalama 0.379), Al için 0.146 ila 0.339 (ortalama 0.257) ve Hg için 0.106 ila 52.479 (ortalama 10.655) değerleri tespit edilmiştir. Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Cd, Cr ve Al için EF değerlerinin çoğu < 2 'dir. Bu da bu metaller açısından az zenginleşme durumunun olduğunu göstermektedir. As ve Hg açısından ise $EF > 40$ değerlerinin olduğu numuneler mevcuttur, bu da yüksek zenginleşmeye işaret etmektedir (Şekil 4.14.).



Şekil 4.15. Ezine çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^i) değerlerinin box plots grafiği

Ezine çayı çevresinden derlenen topraklarda analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan E_r^i hesaplamaları neticesinde Cu için 0.532 ile 2.044 (ortalama 1.373), Pb için 1.090 ile 2.245 (ortalama 1.546), Zn için 0.908 ile 1.818 (ortalama 1.386), Ni için 0.967 ile 1.293 (ortalama 1.085), Mn için 0.344 ile 1.794 (ortalama 0.969), As için 0.834 ile 378.181 (ortalama 65.541), Cd için 0.142 ile 1.896 (ortalama 1.074), Cr için 0.202 ile 0.753 (ortalama 0.379), Al için 0.146 ile 0.339 (ortalama 0.257) ve Hg için 0.106 ile 52.479 (ortalama 10.655) değerleri tespit edilmiştir. Cu, Pb, Zn, Ni, Mn ve Cr için E_r^i değerlerinin çoğu < 40 'dır. Bu da risk seviyesinin “Az” olduğunu göstermektedir. Cd için $40 < E_r^i < 80$ olan bazı durumlar mevcuttur bu da “Orta” risk seviyesine işaret etmektedir. As ve Hg için ise $E_r^i > 320$ olan durumlar mevcuttur bu da risk seviyesinin “İleri” ve “Önemli” olduğunun belirlenmesinde etkili olmuştur (Şekil 4.15.).

4.3.1.6. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların kanserojenik risk faktörleri durumunun incelenmesi

Kanserojenik Risk Faktörlerinin incelenmesinde yetişkinler ve çocuklar için soluma, yutma ve dermal yoldan etkiler olmak üzere 3 faktörün sonuçları araştırılmıştır (Çizelge 4.18., 4.19., 4.20., 4.21., 4.22., 4.23.). Ayrıca elementlerin yetişkinler ve çocuklar için risk seviyeleri de belirlenmiştir (Çizelge 4.24., 4.25., 4.26., 4.27, 4.28., 4.29., 4.30., 4.31., 4.32., 4.33., 4.34.).

Çizelge 4.18. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Yutma (ADD_{Ingestion}) Hesaplamaları

ADD _{ing.} =Yetişkin											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OT-1	2.27E-07	7.23E-08	5.13E-07	1.97E-07	4.56E-06	1.41E-04	3.24E-08	8.80E-10	7.30E-08	8.10E-05	3.35E-10
OT-2	2.49E-07	6.38E-08	5.05E-07	2.01E-07	2.56E-06	1.38E-04	3.39E-08	7.70E-10	9.10E-08	7.35E-05	4.40E-10
OT-3	1.98E-07	5.90E-08	4.52E-07	1.89E-07	7.78E-07	1.26E-04	3.03E-08	1.31E-09	8.45E-08	5.30E-05	2.93E-09
OT-4	1.54E-07	1.02E-07	3.15E-07	3.11E-07	1.76E-06	1.72E-04	9.40E-08	1.55E-10	2.47E-07	8.70E-05	1.55E-10
OT-5	1.59E-07	2.52E-07	6.33E-07	4.47E-07	4.13E-06	3.13E-04	3.26E-05	3.30E-09	1.82E-07	1.18E-04	2.99E-08
OT-6	3.99E-07	1.95E-07	4.99E-07	3.06E-07	2.22E-06	2.05E-04	5.90E-07	4.15E-10	7.88E-08	5.05E-05	1.27E-08
OT-7	7.83E-08	7.50E-08	2.23E-07	1.77E-07	2.94E-06	9.50E-05	1.72E-06	1.15E-09	7.65E-08	3.75E-05	4.23E-08

Çizelge 4.19. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Yutma (ADD_{Ingestion}) Hesaplamaları

ADD _{ing.} =Çocuklar											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OT-1	2.12E-06	6.74E-07	4.78E-06	1.83E-06	4.25E-05	1.32E-03	3.02E-07	8.21E-09	6.81E-07	7.56E-04	3.13E-09
OT-2	2.32E-06	5.95E-07	4.71E-06	1.87E-06	2.38E-05	1.29E-03	3.16E-07	7.19E-09	8.49E-07	6.86E-04	4.11E-09
OT-3	1.84E-06	5.51E-07	4.21E-06	1.76E-06	7.26E-06	1.17E-03	2.83E-07	1.22E-08	7.89E-07	4.95E-04	2.73E-08
OT-4	1.43E-06	9.52E-07	2.94E-06	2.90E-06	1.64E-05	1.61E-03	8.77E-07	1.45E-09	2.31E-06	8.12E-04	1.45E-09
OT-5	1.48E-06	2.35E-06	5.90E-06	4.17E-06	3.85E-05	2.92E-03	3.04E-04	3.08E-08	1.69E-06	1.10E-03	2.79E-07
OT-6	3.72E-06	1.82E-06	4.65E-06	2.85E-06	2.07E-05	1.91E-03	5.51E-06	3.87E-09	7.35E-07	4.71E-04	1.18E-07
OT-7	7.30E-07	7.00E-07	2.08E-06	1.65E-06	2.74E-05	8.87E-04	1.60E-05	1.07E-08	7.14E-07	3.50E-04	3.94E-07

Çizelge 4.20. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Solunum (ADD_{Inhalation}) Hesaplamaları

ADD _{inh.} =Yetişkin											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OT-1	8.35E-13	2.66E-13	1.88E-12	7.22E-13	1.67E-11	5.18E-10	1.19E-13	3.24E-15	2.68E-13	2.98E-10	1.23E-15
OT-2	9.15E-13	2.34E-13	1.86E-12	7.37E-13	9.39E-12	5.07E-10	1.25E-13	2.83E-15	3.35E-13	2.70E-10	1.62E-15
OT-3	7.26E-13	2.17E-13	1.66E-12	6.95E-13	2.86E-12	4.61E-10	1.11E-13	4.82E-15	3.11E-13	1.95E-10	1.08E-14
OT-4	5.64E-13	3.75E-13	1.16E-12	1.14E-12	6.45E-12	6.32E-10	3.46E-13	5.70E-16	9.08E-13	3.20E-10	5.70E-16
OT-5	5.83E-13	9.26E-13	2.33E-12	1.64E-12	1.52E-11	1.15E-09	1.20E-10	1.21E-14	6.67E-13	4.34E-10	1.10E-13
OT-6	1.47E-12	7.15E-13	1.83E-12	1.12E-12	8.14E-12	7.52E-10	2.17E-12	1.53E-15	2.90E-13	1.86E-10	4.65E-14
OT-7	2.88E-13	2.76E-13	8.18E-13	6.51E-13	1.08E-11	3.49E-10	6.31E-12	4.21E-15	2.81E-13	1.38E-10	1.55E-13

Çizelge 4.21. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Solunum ($ADD_{Inhalation}$) Hesaplamaları

$ADD_{inh.}=\text{Çocuklar}$											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OT-1	1.56E-11	4.96E-12	3.52E-11	1.35E-11	3.13E-10	9.68E-09	2.22E-12	6.04E-14	5.01E-12	5.56E-09	2.30E-14
OT-2	1.71E-11	4.38E-12	3.47E-11	1.38E-11	1.75E-10	9.47E-09	2.33E-12	5.28E-14	6.25E-12	5.04E-09	3.02E-14
OT-3	1.36E-11	4.05E-12	3.10E-11	1.30E-11	5.34E-11	8.61E-09	2.08E-12	8.99E-14	5.80E-12	3.64E-09	2.01E-13
OT-4	1.05E-11	7.00E-12	2.16E-11	2.13E-11	1.20E-10	1.18E-08	6.45E-12	1.06E-14	1.70E-11	5.97E-09	1.06E-14
OT-5	1.09E-11	1.73E-11	4.34E-11	3.06E-11	2.83E-10	2.14E-08	2.23E-09	2.26E-13	1.25E-11	8.10E-09	2.05E-12
OT-6	2.73E-11	1.33E-11	3.42E-11	2.10E-11	1.52E-10	1.40E-08	4.05E-11	2.85E-14	5.40E-12	3.47E-09	8.68E-13
OT-7	5.37E-12	5.15E-12	1.53E-11	1.21E-11	2.02E-10	6.52E-09	1.18E-10	7.86E-14	5.25E-12	2.57E-09	2.90E-12

Çizelge 4.22. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD_{dermal}) Hesaplamaları

$ADD_{dermal}=\text{Yetişkin}$											
Numune no	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OT-1	9.06E-09	2.88E-09	2.04E-08	7.84E-09	1.82E-07	5.63E-06	1.29E-09	3.51E-11	2.91E-09	3.23E-06	1.34E-11
OT-2	9.94E-09	2.54E-09	2.01E-08	8.00E-09	1.02E-07	5.51E-06	1.35E-09	3.07E-11	3.63E-09	2.93E-06	1.76E-11
OT-3	7.88E-09	2.35E-09	1.80E-08	7.54E-09	3.10E-08	5.01E-06	1.21E-09	5.23E-11	3.37E-09	2.11E-06	1.17E-10
OT-4	6.12E-09	4.07E-09	1.25E-08	1.24E-08	7.00E-08	6.86E-06	3.75E-09	6.18E-12	9.86E-09	3.47E-06	6.18E-12
OT-5	6.32E-09	1.01E-08	2.52E-08	1.78E-08	1.65E-07	1.25E-05	1.30E-06	1.31E-10	7.24E-09	4.71E-06	1.19E-09
OT-6	1.59E-08	7.76E-09	1.99E-08	1.22E-08	8.84E-08	8.16E-06	2.35E-08	1.66E-11	3.14E-09	2.01E-06	5.05E-10
OT-7	3.12E-09	2.99E-09	8.88E-09	7.06E-09	1.17E-07	3.79E-06	6.84E-08	4.57E-11	3.05E-09	1.50E-06	1.69E-09

Çizelge 4.23. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD_{dermal}) Hesaplamaları

$ADD_{dermal}=\text{Çocuklar}$											
Numune no	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OT-1	2.08E-08	6.61E-09	4.69E-08	1.80E-08	4.17E-07	1.29E-05	2.96E-09	8.05E-11	6.68E-09	7.41E-06	3.06E-11
OT-2	2.28E-08	5.83E-09	4.62E-08	1.83E-08	2.34E-07	1.26E-05	3.10E-09	7.04E-11	8.32E-09	6.72E-06	4.02E-11
OT-3	1.81E-08	5.40E-09	4.13E-08	1.73E-08	7.11E-08	1.15E-05	2.77E-09	1.20E-10	7.73E-09	4.85E-06	2.68E-10
OT-4	1.40E-08	9.33E-09	2.88E-08	2.84E-08	1.61E-07	1.57E-05	8.60E-09	1.42E-11	2.26E-08	7.96E-06	1.42E-11
OT-5	1.45E-08	2.30E-08	5.79E-08	4.08E-08	3.77E-07	2.86E-05	2.98E-06	3.01E-10	1.66E-08	1.08E-05	2.73E-09
OT-6	3.64E-08	1.78E-08	4.56E-08	2.79E-08	2.03E-07	1.87E-05	5.40E-08	3.80E-11	7.20E-09	4.62E-06	1.16E-09
OT-7	7.16E-09	6.86E-09	2.04E-08	1.62E-08	2.69E-07	8.69E-06	1.57E-07	1.05E-10	7.00E-09	3.43E-06	3.86E-09

Çizelge 4.24. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Cu Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Cu					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-2	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.24. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda OT-2 ve OT-6 numuneleri için “Orta”, OT-1, OT-3, OT-4, OT-5 ve OT-7 numuneleri için ise “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) durumlarında ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” sonucu elde edilmiştir.

Çizelge 4.25. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Pb Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Pb					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-5	Orta	İhmal edilebilir	Düşük	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-6	Orta	İhmal edilebilir	Düşük	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.25. incelendiğinde yetişkinler için ADDing (yutma) durumunda OT-4, OT-5, OT-6 numunelerinde “Orta”, çocuklar için OT-4, OT-5, OT-6, OT-7 numuneleri için “Orta” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) durumunda her iki grup için “ihmal edilebilir” sonucu elde edilmiştir. ADDder (temas) durumlarında ise yetişkinler için OT-5 ve OT-6 numunelerinde “düşük” risk seviyeleri belirlenirken OT-1, OT-2, OT-3, OT-4 ve OT-7 numunelerinde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Çocuklar için ise tüm numunelerde “ihmal edilebilir” sonucu elde edilmiştir.

Çizelge 4.26. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Zn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Zn					
	Adult			Children		
	ADDİng	ADDİnh	ADDder	ADDİng	ADDİnh	ADDder
OT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.26. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDİng (yutma) durumunda OT-5 numunesi için “Orta”, OT-1, OT-2, OT-3, OT-4, OT-6 ve OT-7 numuneleri için ise “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDİnh (soluma) ve ADDder (temas) durumlarında ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” sonucu elde edilmiştir.

Çizelge 4.27. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Ni Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Ni					
	Adult			Children		
	ADDİng	ADDİnh	ADDder	ADDİng	ADDİnh	ADDder
OT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.27. incelendiğinde yetişkinler için ADDİng (yutma) durumunda OT-4, OT-5, OT-6 numuneleri için “Orta”, OT-1, OT-2, OT-3 ve OT-7 numuneleri için ise “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. Çocuklar için OT-2, OT-4, OT-5 ve OT-6 numuneleri için “Orta”, OT-1, OT-3 ve OT-7 numuneleri için “düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDİnh (soluma) ve ADDder (temas) durumlarında ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” sonucu elde edilmiştir.

Çizelge 4.28. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Mn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Mn					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.28. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda tüm numuneler için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) durumlarında ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” sonucu elde edilmiştir.

Çizelge 4.29. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Fe Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Fe					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.29. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda OT-4, OT-5 ve OT-6 numuneleri için “Orta”, OT-1, OT-2, OT-3 ve OT-7 numuneleri için ise “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) durumlarında ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” sonucu elde edilmiştir.

Çizelge 4.30. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin As Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	As					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-2	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-4	Orta	İhmal edilebilir	Düşük	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-5	Yüksek	İhmal edilebilir	Yüksek	Yüksek	İhmal edilebilir	Yüksek
OT-6	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük
OT-7	Yüksek	İhmal edilebilir	Orta	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük

Çizelge 4.30. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda OT-5, OT-6 ve OT-7 numuneleri için “Yüksek”, OT-2 ve OT-4 numuneleri için “Orta” ve OT-1, OT-3 için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir. ADDder (temas) durumunda ise yetişkinler için OT-5 numunesinde “Yüksek”, OT-7 numunesinde “Orta”, OT-4, OT-6 numunelerinde “Düşük”, OT-1, OT-2, OT-3 numunelerinde “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir. Çocuklar için OT-5 numunesinde “Yüksek”, OT-6, OT-7 numunelerinde “Düşük” ve OT-1, OT-2, OT-3, OT-4 numunelerinde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.31. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Cd Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Cd					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-3	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-5	Orta	İhmal edilebilir	Düşük	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.31. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda OT-3, OT-5 ve OT-7 numuneleri için “Orta”, OT-1, OT-2, OT-4 ve OT-6 numuneleri için ise “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) durumlarında ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” sonucu elde edilmiştir. ADDder (temas) durumlarında yetişkinler için OT-5

numunesinde “Düşük”, diğer tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir. Çocuklar için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” sonucu elde edilmiştir.

Çizelge 4.32. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Cr Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Cr					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-2	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-3	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-4	Orta	İhmal edilebilir	Düşük	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.32. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda OT-2, OT-3, OT-4, OT-5, OT-6 ve OT-7 numuneleri için “Orta”, OT-1, numunesi için ise “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (solunma) durumunda her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir. ADDder (temas) durumunda ise yetişkinler için OT-4 numunesinde “Düşük”, diğer tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir. Çocuklar için ise tüm numunelerde “ihmal edilebilir” sonucu elde edilmiştir.

Çizelge 4.33. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Al Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Al					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.33. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda OT-4 ve OT-5 numuneleri için “Orta”, OT-1, OT-2, OT-3, OT-6, OT-7 numuneleri için ise “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (solunma) ve ADDder (temas) durumunda her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.34. Ezine Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Hg Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Al					
	Adult			Children		
	ADD _{ing}	ADD _{inh}	ADD _{der}	ADD _{ing}	ADD _{inh}	ADD _{der}
OT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-2	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-3	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OT-5	Yüksek	İhmal edilebilir	Orta	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük
OT-6	Yüksek	İhmal edilebilir	Orta	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük
OT-7	Yüksek	İhmal edilebilir	Yüksek	Yüksek	İhmal edilebilir	Orta

Çizelge 4.34. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADD_{ing} (yutma) durumunda OT-3, OT-5, OT-6 ve OT-7 numuneleri için “Yüksek”, OT-2 numunesi için “Orta” ve OT-4 için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADD_{inh} (solunum) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir. ADD_{der} (temas) durumunda ise yetişkinler için OT-7 numunesinde “Yüksek”, OT-5, OT-6 numunelerinde “Orta”, OT-3 numunesinde “Düşük”, OT-1, OT-2, OT-4 numunelerinde “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

4.3.2. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların risk indeksleri ve kanserojenik risk faktörleri

4.3.2.1. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların zenginleşme faktörü (EF) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların (OT) analiz sonuçlarına göre Zenginleşme Faktörü (EF) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

EF_{Cu} değerlendirmesinde IOT-1 numunesi “Orta Zenginleşme” gösterirken IOT-2, IOT-3, IOT-4, IOT-5, IOT-6 ve IOT-7 numuneleri “Az Zenginleşme” göstermektedir.

EF_{Pb} değerlendirmesinde IOT-3 numunesi “Çok Yüksek Zenginleşme” gösterirken IOT-5, IOT-6 numuneleri “Orta Zenginleşme”, IOT-1, IOT-2, IOT-4 ve IOT-7 numuneleri “Az Zenginleşme” göstermektedir.

EF_{Zn}, EF_{Ni}, EF_{Fe}, EF_{As}, EF_{Cd}, EF_{Cr}, EF_{Al}, EF_{Hg} değerlendirmesinde tüm numuneler “Az Zenginleşme” göstermektedir.

EF_{Mn} değerlendirmesinde IOT-1 ve IOT-4 numuneleri “Orta Zenginleşme”; gösterirken; IOT-2, IOT-3, IOT-5, IOT-6 ve IOT-7 numuneleri “Az Zenginleşme” göstermektedir (Çizelge 4.35.).

Çizelge 4.35. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Zenginleşme Faktörü (EF) değerleri

[illegible]

4.3.2.2. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların jeobirikim indeksi (I_{geo}) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların (IOT) analiz sonuçlarına göre Jeobirikim indeksi (I_{geo}) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

Cu_{Igeo} , Zn_{Igeo} , Ni_{Igeo} , Fe_{Igeo} , As_{Igeo} , Cd_{Igeo} , Cr_{Igeo} , Al_{Igeo} ve Hg_{Igeo} değerlendirmelerinde $IOT-1$, $IOT-2$, $IOT-3$, $IOT-4$, $IOT-5$, $IOT-6$ ve $IOT-7$ numunelerinde “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir.

Pb_{Igeo} değerlendirmesinde $IOT-3$ numunesinde “**Kirlenmiş**”, $IOT-5$, $IOT-6$, numunelerinde “**Az Kirlilik**”, $IOT-1$, $IOT-2$, $IOT-3$, $IOT-4$, $IOT-6$ numunelerinde “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir.

Mn_{Igeo} değerlendirmesinde $IOT-4$ numunesinde “**Az Kirlilik**” ve $IOT-1$, $IOT-2$, $IOT-3$, $IOT-5$, $IOT-6$, $IOT-7$ numunelerinde “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir (Çizelge 4.36.).

Çizelge 4.36. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Jeobirikim İndeksi (I_{geo}) değerleri

[illegible]

4.3.2.3. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların kirlilik faktörü (CF) ve kirlilik yük indeksi (PLI) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların (IOT) analiz sonuçlarına göre kirlilik faktörü (CF) ve kirlilik yük indeksi (PLI) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

CF_{Cu} ve CF_{Fe} değerlendirmesinde IOT-4 numunesinde “**Orta kirlenme**”, IOT-1, IOT-2, IOT-3, IOT-5, IOT-6, IOT-7 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CF_{Pb} değerlendirmesinde IOT-3 numunesinde “**Çok yüksek kirlenme**”, IOT-5, IOT-6, IOT-7 numunelerinde “**Orta kirlenme**” ve IOT-1, IOT-2, IOT-4 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CF_{Zn} , CF_{Ni} , CF_{Cd} , CF_{Cr} , CF_{Al} ve CF_{Hg} değerlendirmelerinde IOT-1, IOT-2, IOT-3, IOT-4, IOT-5, IOT-6 ve IOT-7 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CF_{Mn} değerlendirmesinde IOT-1, IOT-4, IOT-6 numunelerinde “**Orta kirlenme**”, IOT-2, IOT-3, IOT-5 ve IOT-7 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CF_{Fe} değerlendirmesinde IOT-4 numunesinde “**Orta kirlenme**”, IOT-1, IOT-2, IOT-3, IOT-5, IOT-6 ve IOT-7 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CF_{As} değerlendirmesinde IOT-7 numunesinde “**Orta kirlenme**”, IOT-1, IOT-2, IOT-3, IOT-4, IOT-5 ve IOT-6 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

PLI değerlendirmesinde ise, IOT-1, IOT-2, IOT-3, IOT-4, IOT-5, IOT-6 ve IOT-7 numunelerinde “**Kirlenmemiş**” durumu tespit edilmiştir (Çizelge 4.37.).

Çizelge 4.37. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Kirlilik Faktörü (CF) ve Kirlilik Yük İndeksi (PLI) değerleri

	CF _{Cu}	CF _{Pb}	CF _{Zn}	CF _{Ni}	CF _{Mn}	CF _{Fe}	CF _{As}	CF _{Cd}	CF _{Cr}	CF _{Al}	CF _{Hg}
IOT-1	0.996	0.713	0.395	0.119	1.032	0.436	0.850	0.297	0.074	0.341	0.160
	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
IOT-2	0.143	0.568	0.421	0.040	0.565	0.381	0.420	0.127	0.038	0.248	0.290
	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
IOT-3	0.262	7.200	0.488	0.021	0.408	0.273	0.069	0.447	0.017	0.316	0.073
	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
IOT-4	1.044	0.362	0.748	0.119	2.194	1.055	0.232	0.217	0.124	0.598	0.100
	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
IOT-5	0.638	1.930	0.684	0.584	0.831	0.644	0.766	0.257	0.346	0.248	0.083
	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
IOT-6	0.323	2.320	0.632	0.182	1.218	0.669	0.958	0.523	0.092	0.200	0.058
	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
IOT-7	0.856	1.200	0.876	0.610	0.484	0.790	1.288	0.190	0.373	0.283	0.125
	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme

	PLI	
IOT-1	0.365	Kirlenmemiş
IOT-2	0.213	Kirlenmemiş
IOT-3	0.204	Kirlenmemiş
IOT-4	0.387	Kirlenmemiş
IOT-5	0.487	Kirlenmemiş
IOT-6	0.396	Kirlenmemiş
IOT-7	0.515	Kirlenmemiş

4.3.2.4. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^i) ve potansiyel toksisite indeksi (RI) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların (IOT) analiz sonuçlarına göre potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^i) ve potansiyel toksisite indeksi (RI) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

Potansiyel Ekolojik Risk Faktörü (E_r^i) açısından *Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, As, Cd, Cr, Hg* için değerlendirildiğinde *OT-1, OT-2, OT-3, OT-4, OT-5, OT-6 ve OT-7* numunelerinde “**Az Risk**” olarak bulunmuştur.

Yapılan hesaplamalar sonucu bulunan Potansiyel toksisite indeksi (RI) değerlendirmesi; $Cr < Zn < Mn < Ni < Cu < Hg < As < Cd < Pb$ (**Zn; 4.244, Cr; 2.128, Mn; 6.731, Pb; 71.458, Ni; 8.376, As; 45.831, Cu; 21.308, Cd; 61.700, Hg; 35.500**) şeklinde sıralanmıştır. *Cu, Pb, Zn, Ni, Mn As, Cd, Cr, Hg* için “**Düşük Risk**” olarak bulunmuştur (Çizelge 4.38.).

Çizelge 4.38. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^i) ve Potansiyel Toksisite İndeksi (RI) Değerleri

[illegible]

4.3.2.5. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) durumunun incelenmesi

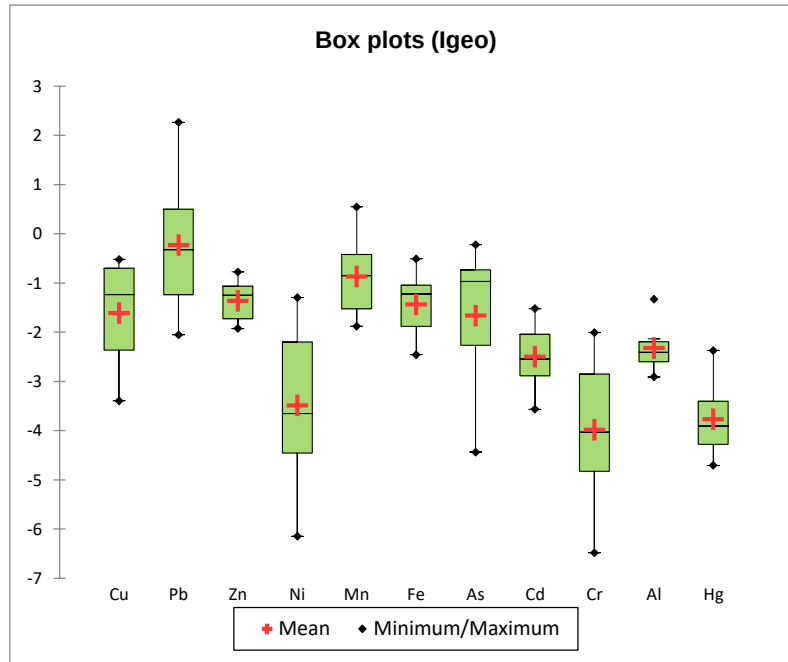
Çalışmada elde edilen verilere göre İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların (IOT) analiz sonuçlarına göre Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

$NIPI_{Mn, As}$ değerlendirmesinde “**Az Kirlilik**”, $NIPI_{Cu, Zn, Fe}$ değerlendirmesinde “**Önem Alınmalı**”, $NIPI_{Ni, Cd, Cr, Al, Hg}$ değerlendirmesinde “**Kirlilik Yok**” ve $NIPI_{Pb}$ değerlendirmesinde “**Ciddi Kirlilik**” durumları tespit edilmiştir (Çizelge 4.39.).

Çizelge 4.39. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerinin Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) değerleri

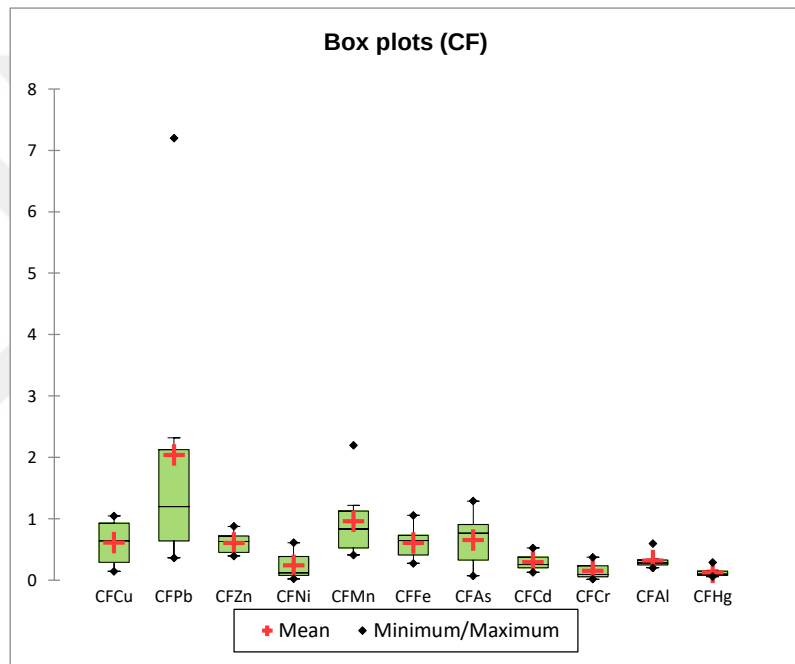
	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
	0,85	5,29	0,75	0,46	1,69	0,86	1,02	0,42	0,29	0,48	0,22
NIPI	Önem Alınmalı	Ciddi Kirlilik	Önem Alınmalı	Kirlilik Yok	Az Kirlilik	Önem Alınmalı	Az Kirlilik	Kirlilik Yok	Kirlilik Yok	Kirlilik Yok	Kirlilik Yok

İlişi çayı çevresinden derlenen toprak numuneleri üzerinde kirlilik indeksleri kullanılarak hesaplamalar yapıldıktan sonra jeobirikim indeksi (I_{geo}), kirlilik faktörü (CF), zenginleşme faktörü (EF), potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^i) değerlerinden yola çıkılarak literatürde kullanılmakta olan Box plots grafikleri çizilmiştir (Şekil 4.16., Şekil 4.17., Şekil 4.18. ve Şekil 4.19.).



Şekil 4.16. İlişi çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin jeobirikim indeksi (I_{geo}) değerlerinin box plots grafiği

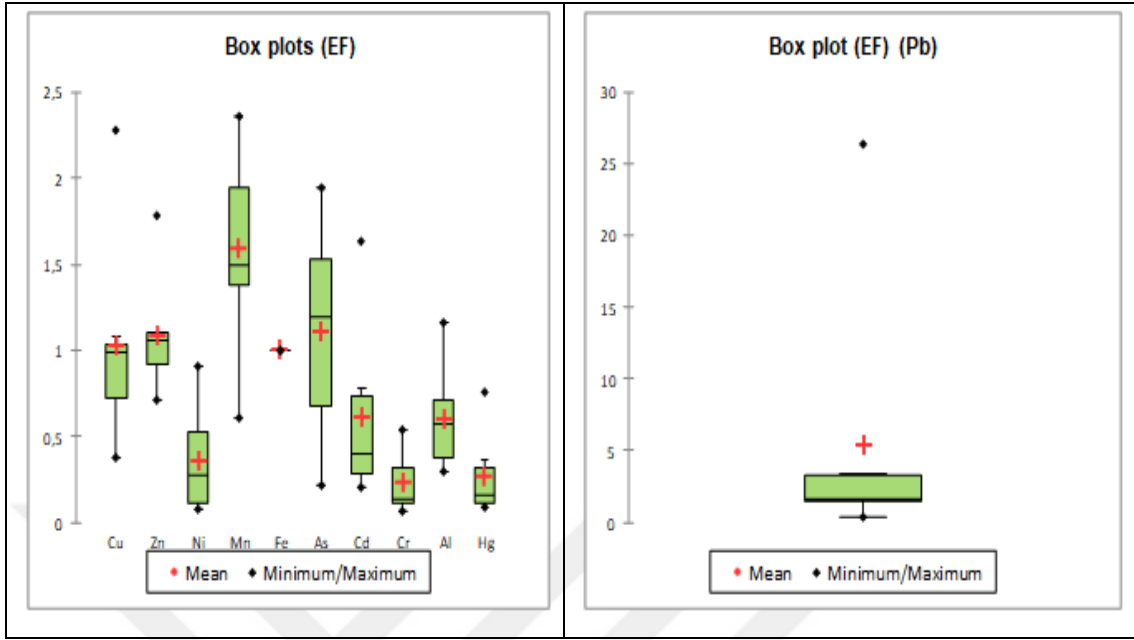
İlişi çayı çevresinden derlenen topraklarda analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan I_{geo} hesaplamaları neticesinde Cu için -3.394 ila -0.522 (ortalama -1.612), Pb için -2.053 ila +2.263 (ortalama -0.228), Zn için -1.926 ila -0.776 (ortalama -1.362), Ni için -6.146 ila -1.297 (ortalama -3.486), Mn için -1.877 ila 0.549 (ortalama -0.866), Fe için -2.456 ila -0.508 (ortalama -1.433), As için -4.437 ila -0.219 (ortalama -1.661), Cd için -3.566 ila -1.519 (ortalama -2.499), Cr için -6.482 ila -2.006 (ortalama -3.983), Al için -2.907 ila -1.328 (ortalama -2.318) ve Hg için -4.705 ila -2.371 (ortalama -3.765) değerleri tespit edilmiştir. Negatif değerler içeren Cu, Zn, Ni, Mn, Fe, As, Cd, Cr, Al ve Hg için genel anlamda kirliliğin olmadığı pozitif değer içeren Pb için ise kirlilik durumlarının var olabileceği belirlenmiştir (Şekil 4.16.).



Şekil 4.17. İlişi çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin kirlilik faktörü (CF) değerlerinin box plots grafiği

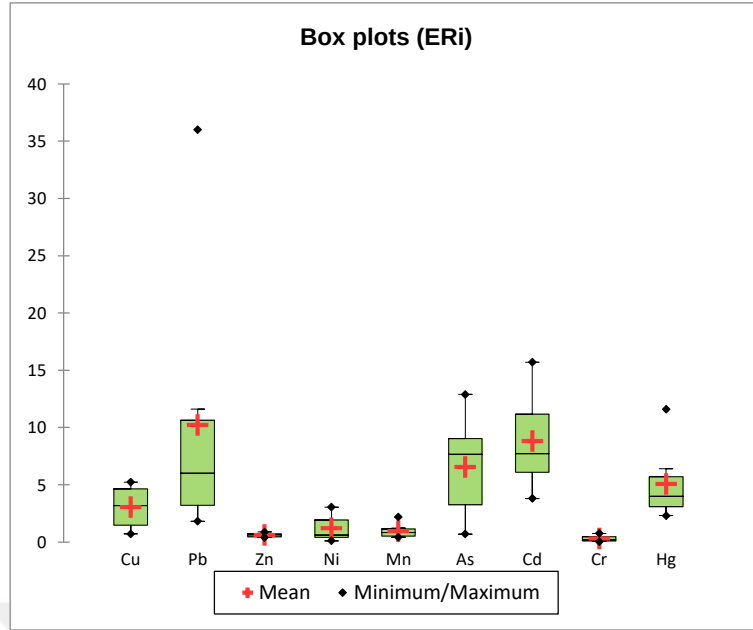
İlişi çayı çevresinden derlenen topraklarda analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan CF hesaplamaları neticesinde Cu için 0.143 ila 1.044 (ortalama 0.609), Pb için 0.362 ila 7.200 (ortalama 2.042), Zn için 0.395 ila 0.876 (ortalama 0.606), Ni için 0.021 ila 0.610 (ortalama 0.239), Mn için 0.408 ila 2.194 (ortalama 0.962), Fe için 0.273 ila 1.055 (ortalama 0.607), As için 0.069 ila 1.288 (ortalama 0.655), Cd için 0.127 ila 0.523 (ortalama 0.294), Cr için 0.017 ila 0.373 (ortalama 0.152), Al için 0.200 ila 0.598 (ortalama 0.319) ve Hg için 0.058 ila 0.290 (ortalama 0.127) değerleri tespit edilmiştir. Pb değerlerinin çoğu için $CF > 1$ 'dir. Yüksek CF değerlerinin antropojenik bir metal kaynağına işaret ettiği düşünülmektedir (Zhao ve ark., 2016) ve toprak örneklerinin çoğunun bölgede Cu, Zn, Ni, Mn, Fe, As, Cd, Cr, Al

ve Hg ile az veya orta bir şekilde; Pb ile ise yüksek şekilde kirlenmiş olabileceği anlamına gelmektedir (Şekil 4.17.).



Şekil 4.18. İlişi çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin zenginleşme faktörü (EF) değerlerinin box plots grafiği

İlişi çayı çevresinden derlenen topraklarda analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan EF hesaplamaları neticesinde Cu için 0.374 ila 2.281 (ortalama 1.023), Pb için 0.343 ila 26.344 (ortalama 5.398), Zn için 0.709 ila 1.787 (ortalama 1.088), Ni için 0.077 ila 0.906 (ortalama 0.360), Mn için 0.612 ila 2.364 (ortalama 1.591), As için 0.219 ila 1.948 (ortalama 1.110), Cd için 0.205 ila 1.634 (ortalama 0.610), Cr için 0.061 ila 0.537 (ortalama 0.228), Al için 0.299 ila 1.157 (ortalama 0.599) ve Hg için 0.086 ila 0.760 (ortalama 0.266) değerleri tespit edilmiştir. Cu, Zn, Ni, As, Cd, Cr, Al ve Hg için EF değerlerinin çoğu < 2 'dir. Bu da bu metaller açısından az zenginleşme durumunun olduğunu göstermektedir. Mn ve Pb açısından ise $2 < EF < 5$ ve $20 < EF < 40$ değerlerinin olduğu numuneler mevcuttur, bu da orta ve çok yüksek zenginleşmeye işaret etmektedir (Şekil 4.18.).



Şekil 4.19. İlişi çayı çevresinden derlenen topraklardaki ağır metallerin potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^i) değerlerinin box plots grafiği

İlişi çayı çevresinden derlenen topraklarda analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan E_r^i hesaplamaları neticesinde Cu için 0.713 ila 5.222 (ortalama 3.044), Pb için 1.808 ila 36.000 (ortalama 10.208), Zn için 0.395 ila 0.876 (ortalama 0.606), Ni için 0.106 ila 3.051 (ortalama 1.197), Mn için 0.408 ila 2.194 (ortalama 0.962), As için 0.692 ila 12.885 (ortalama 6.547), Cd için 3.800 ila 15.700 (ortalama 8.814), Cr için 0.034 ila 0.747 (ortalama 0.304) ve Hg için 2.300 ila 11.600 (ortalama 5.071) değerleri tespit edilmiştir. Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, As, Cd, Cr ve Hg için E_r^i değerlerinin çoğu < 40'dır. Bu da risk seviyesinin “Az” olduğunu göstermektedir (Şekil 4.19.).

4.3.2.6. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların kanserojenik risk faktörleri durumunun incelenmesi

Kanserojenik Risk Faktörlerinin incelenmesinde yetişkinler ve çocuklar için soluma, yutma ve dermal yoldan etkiler olmak üzere 3 faktörün sonuçları araştırılmıştır. (Çizelge 4.40., 4.41, 4.42., 4.43., 4.44., 4.45.). Ayrıca elementlerin yetişkinler ve çocuklar için risk seviyeleri de belirlenmiştir (Çizelge 4.46., 4.47., 4.48., 4.49., 4.50., 4.51., 4.52., 4.53., 4.54., 4.55., 4.56.).

Çizelge 4.40. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Yutma (ADD_{ingestion}) Hesaplamaları

ADD _{ing.} =Yetişkin											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
IOT-1	2.24E-07	7.13E-08	1.88E-07	4.06E-08	4.39E-06	1.03E-04	5.53E-08	4.45E-10	3.34E-08	1.37E-04	3.20E-10
IOT-2	3.21E-08	5.68E-08	2.00E-07	1.35E-08	2.40E-06	9.00E-05	2.73E-08	1.90E-10	1.70E-08	9.90E-05	5.80E-10
IOT-3	5.90E-08	7.20E-07	2.32E-07	7.20E-09	1.74E-06	6.45E-05	4.50E-09	6.70E-10	7.55E-09	1.27E-04	1.45E-10
IOT-4	2.35E-07	3.62E-08	3.56E-07	4.04E-08	9.33E-06	2.49E-04	1.51E-08	3.25E-10	5.60E-08	2.39E-04	2.00E-10
IOT-5	1.44E-07	1.93E-07	3.25E-07	1.99E-07	3.53E-06	1.52E-04	4.98E-08	3.85E-10	1.56E-07	9.90E-05	1.65E-10
IOT-6	7.28E-08	2.32E-07	3.00E-07	6.20E-08	5.18E-06	1.58E-04	6.23E-08	7.85E-10	4.13E-08	8.00E-05	1.15E-10
IOT-7	1.93E-07	1.20E-07	4.16E-07	2.08E-07	2.06E-06	1.87E-04	8.38E-08	2.85E-10	1.68E-07	1.13E-04	2.50E-10

Çizelge 4.41. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Yutma (ADD_{ingestion}) Hesaplamaları

ADD _{ing.} =Çocuklar											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
IOT-1	2.09E-06	6.65E-07	1.75E-06	3.78E-07	4.09E-05	9.61E-04	5.16E-07	4.15E-09	3.12E-07	1.27E-03	2.99E-09
IOT-2	3.00E-07	5.30E-07	1.87E-06	1.26E-07	2.24E-05	8.40E-04	2.55E-07	1.77E-09	1.58E-07	9.24E-04	5.41E-09
IOT-3	5.51E-07	6.72E-06	2.17E-06	6.72E-08	1.62E-05	6.02E-04	4.20E-08	6.25E-09	7.05E-08	1.18E-03	1.35E-09
IOT-4	2.19E-06	3.37E-07	3.32E-06	3.77E-07	8.70E-05	2.32E-03	1.40E-07	3.03E-09	5.23E-07	2.23E-03	1.87E-09
IOT-5	1.34E-06	1.80E-06	3.03E-06	1.85E-06	3.29E-05	1.42E-03	4.65E-07	3.59E-09	1.45E-06	9.24E-04	1.54E-09
IOT-6	6.79E-07	2.17E-06	2.80E-06	5.79E-07	4.83E-05	1.47E-03	5.81E-07	7.33E-09	3.85E-07	7.47E-04	1.07E-09
IOT-7	1.80E-06	1.12E-06	3.88E-06	1.94E-06	1.92E-05	1.74E-03	7.82E-07	2.66E-09	1.57E-06	1.05E-03	2.33E-09

Çizelge 4.42. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Solunum (ADD_{Inhalation}) Hesaplamaları

ADD _{inh.} =Yetişkin											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
IOT-1	8.24E-13	2.62E-13	6.89E-13	1.49E-13	1.61E-11	3.79E-10	2.03E-13	1.64E-15	1.23E-13	5.02E-10	1.18E-15
IOT-2	1.18E-13	2.09E-13	7.35E-13	4.94E-14	8.82E-12	3.31E-10	1.00E-13	6.99E-16	6.23E-14	3.64E-10	2.13E-15
IOT-3	2.17E-13	2.65E-12	8.53E-13	2.65E-14	6.38E-12	2.37E-10	1.65E-14	2.46E-15	2.78E-14	4.65E-10	5.33E-16
IOT-4	8.64E-13	1.33E-13	1.31E-12	1.48E-13	3.43E-11	9.15E-10	5.53E-14	1.19E-15	2.06E-13	8.79E-10	7.35E-16
IOT-5	5.28E-13	7.10E-13	1.19E-12	7.30E-13	1.30E-11	5.59E-10	1.83E-13	1.42E-15	5.72E-13	3.64E-10	6.07E-16
IOT-6	2.67E-13	8.53E-13	1.10E-12	2.28E-13	1.90E-11	5.81E-10	2.29E-13	2.89E-15	1.52E-13	2.94E-10	4.23E-16
IOT-7	7.08E-13	4.41E-13	1.53E-12	7.63E-13	7.56E-12	6.86E-10	3.08E-13	1.05E-15	6.18E-13	4.15E-10	9.19E-16

Çizelge 4.43. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Solunum (ADD_{Inhalation}) Hesaplamaları

ADD _{Inh.} =Çocuklar											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
IOT-1	1.54E-11	4.89E-12	1.29E-11	2.78E-12	3.01E-10	7.07E-09	3.79E-12	3.05E-14	2.29E-12	9.37E-09	2.20E-14
IOT-2	2.20E-12	3.89E-12	1.37E-11	9.23E-13	1.65E-10	6.18E-09	1.87E-12	1.30E-14	1.16E-12	6.79E-09	3.98E-14
IOT-3	4.05E-12	4.94E-11	1.59E-11	4.94E-13	1.19E-10	4.43E-09	3.09E-13	4.60E-14	5.18E-13	8.68E-09	9.95E-15
IOT-4	1.61E-11	2.48E-12	2.44E-11	2.77E-12	6.40E-10	1.71E-08	1.03E-12	2.23E-14	3.84E-12	1.64E-08	1.37E-14
IOT-5	9.85E-12	1.32E-11	2.23E-11	1.36E-11	2.42E-10	1.04E-08	3.42E-12	2.64E-14	1.07E-11	6.79E-09	1.13E-14
IOT-6	4.99E-12	1.59E-11	2.06E-11	4.25E-12	3.55E-10	1.08E-08	4.27E-12	5.39E-14	2.83E-12	5.49E-09	7.89E-15
IOT-7	1.32E-11	8.24E-12	2.85E-11	1.42E-11	1.41E-10	1.28E-08	5.75E-12	1.96E-14	1.15E-11	7.75E-09	1.72E-14

Çizelge 4.44. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD_{dermal}) Hesaplamaları

ADD _{dermal} =Yetişkin											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
IOT-1	8.94E-09	2.84E-09	7.48E-09	1.62E-09	1.75E-07	4.11E-06	2.20E-09	1.78E-11	1.33E-09	5.45E-06	1.28E-11
IOT-2	1.28E-09	2.26E-09	7.98E-09	5.37E-10	9.58E-08	3.59E-06	1.09E-09	7.58E-12	6.76E-10	3.95E-06	2.31E-11
IOT-3	2.35E-09	2.87E-08	9.26E-09	2.87E-10	6.92E-08	2.57E-06	1.80E-10	2.67E-11	3.01E-10	5.05E-06	5.79E-12
IOT-4	9.38E-09	1.44E-09	1.42E-08	1.61E-09	3.72E-07	9.94E-06	6.00E-10	1.30E-11	2.23E-09	9.54E-06	7.98E-12
IOT-5	5.73E-09	7.70E-09	1.30E-08	7.92E-09	1.41E-07	6.06E-06	1.99E-09	1.54E-11	6.20E-09	3.95E-06	6.58E-12
IOT-6	2.90E-09	9.26E-09	1.20E-08	2.47E-09	2.06E-07	6.30E-06	2.48E-09	3.13E-11	1.65E-09	3.19E-06	4.59E-12
IOT-7	7.68E-09	4.79E-09	1.66E-08	8.28E-09	8.20E-08	7.44E-06	3.34E-09	1.14E-11	6.70E-09	4.51E-06	9.98E-12

Çizelge 4.45. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD_{dermal}) Hesaplamaları

ADD _{dermal} =Children											
Numune no	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
IOT-1	2.05E-08	6.52E-09	1.72E-08	3.71E-09	4.01E-07	9.42E-06	5.05E-09	4.07E-11	3.05E-09	1.25E-05	2.93E-11
IOT-2	2.94E-09	5.19E-09	1.83E-08	1.23E-09	2.20E-07	8.23E-06	2.50E-09	1.74E-11	1.55E-09	9.06E-06	5.31E-11
IOT-3	5.40E-09	6.59E-08	2.12E-08	6.59E-10	1.59E-07	5.90E-06	4.12E-10	6.13E-11	6.91E-10	1.16E-05	1.33E-11
IOT-4	2.15E-08	3.31E-09	3.25E-08	3.69E-09	8.53E-07	2.28E-05	1.38E-09	2.97E-11	5.12E-09	2.19E-05	1.83E-11
IOT-5	1.31E-08	1.77E-08	2.97E-08	1.82E-08	3.23E-07	1.39E-05	4.56E-09	3.52E-11	1.42E-08	9.06E-06	1.51E-11
IOT-6	6.65E-09	2.12E-08	2.74E-08	5.67E-09	4.73E-07	1.45E-05	5.69E-09	7.18E-11	3.78E-09	7.32E-06	1.05E-11
IOT-7	1.76E-08	1.10E-08	3.81E-08	1.90E-08	1.88E-07	1.71E-05	7.66E-09	2.61E-11	1.54E-08	1.03E-05	2.29E-11

Çizelge 4.46. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Cu Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Cu					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
IOT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.46. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda IOT-4 numunesi için “Orta”, IOT-1, IOT-2, IOT-3, IOT-5, IOT-6, IOT-7 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (solunum) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.47. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Pb Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Pb					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
IOT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-3	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-5	Orta	İhmal edilebilir	Düşük	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-6	Orta	İhmal edilebilir	Düşük	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.47. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda IOT-3 numunesi için “Yüksek”, IOT-5, IOT-6, IOT-7 numuneleri için “Orta”, IOT-1, IOT-2, IOT-4 numuneleri için ise “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (solunum) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir. ADDder (temas) için yetişkinlerde IOT-3, IOT-5 ve IOT-6 numunelerinde “Düşük”, IOT-1, IOT-2, IOT-4 ve IOT-7 numunelerinde “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir. Çocuklarda ise tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.48. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Zn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Zn					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
IOT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-2	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-3	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.48. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda IOT-2, IOT-3, IOT-4, IOT-5, IOT-6 ve IOT-7 numuneleri için “Orta”, IOT-1 numunesi için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.49. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Ni Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Ni					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
IOT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-5	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-7	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.49. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda IOT-5 ve IOT-7 numuneleri için “Yüksek”, IOT-6 numunesi için “Orta” ve IOT-1, IOT-2, IOT-3, IOT-4 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) durumunda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir. ADDder (temas) için yetişkinlerde IOT-5 ve IOT-7 numunelerinde “Düşük”, IOT-1, IOT-2, IOT-3, IOT-4 ve IOT-6 numunelerinde “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. Çocuklarda ise tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.50. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Mn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Mn					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
IOT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.50. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda IOT-4 ve IOT-6 numuneleri için “Orta” ve IOT-1, IOT-2, IOT-3, IOT-5 ve IOT-7 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (solunum) ve ADDder (temas) durumlarında ise tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.51. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Fe Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Fe					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
IOT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.51. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda IOT-4, IOT-5, IOT-6 ve IOT-7 numuneleri için “Orta” ve IOT-1, IOT-2, IOT-3 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (solunum) ve ADDder (temas) durumlarında ise tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.52. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin As Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	As					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
IOT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-3	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.52. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda IOT-6 ve IOT-7 numuneleri için “Orta”, IOT-1, IOT-2, IOT-4, IOT-5 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri ve IOT-3 numunesi için “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir. ADDinh (solunma) ve ADDder (temas) durumlarında ise tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.53. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Cd Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Cd					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
IOT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-3	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.53. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda IOT-3 ve IOT-6 numuneleri için “Orta”, IOT-1, IOT-2, IOT-4, IOT-5 ve IOT-7 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (solunma) ve ADDder (temas) durumlarında ise tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.54. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Cr Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Cr					
	Adult			Children		
	ADDİng	ADDİnh	ADDder	ADDİng	ADDİnh	ADDder
IOT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-5	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-7	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.54. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDİng (yutma) durumunda IOT-5 ve IOT-7 numuneleri için “Yüksek”, IOT-4 ve IOT-6 numuneleri için “Orta” ve IOT-1, IOT-2, IOT-3 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDİnh (solunma) durumunda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir. ADDder (temas) için yetişkinlerde IOT-5 ve IOT-7 numunelerinde “Düşük”, IOT-1, IOT-2, IOT-3, IOT-4 ve IOT-6 numunelerinde “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. Çocuklarda ise tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.55. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Al Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Al					
	Adult			Children		
	ADDİng	ADDİnh	ADDder	ADDİng	ADDİnh	ADDder
IOT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.55. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDİng (yutma) durumunda IOT-4 numunesi için “Orta”, IOT-1, IOT-2, IOT-3, IOT-5, IOT-6 ve IOT-7 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDİnh (solunma) ve ADDder (temas) durumlarında ise tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.56. İlişi Çayı Çevresi Toprak Numunelerinin Hg Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Hg					
	Adult			Children		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
IOT-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-2	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOT-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.56. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda IOT-2 numunesi için “Orta”, IOT-1, IOT-3, IOT-4, IOT-5, IOT-6 ve IOT-7 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (solunum) ve ADDder (temas) durumlarında ise tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

4.4. Dere Sedimanlarının Kirlilik İndeksleri ve Kanserojenik Risk Faktörleri

4.4.1. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının risk indeksleri ve kanserojenik risk faktörleri

4.4.1.1. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının zenginleşme faktörü (EF) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının (OP) analiz sonuçlarına göre Zenginleşme Faktörü (EF) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

EF_{Cu} , EF_{Pb} , EF_{Zn} , EF_{Ni} , EF_{Fe} , EF_{Cd} , EF_{Cr} , EF_{Al} , EF_{Hg} değerlendirmesinde *OP-1*, *OP-2*, *OP-3*, *OP-4*, *OP-5*, *OP-6*, *OP-7*, *OP-8*, *OP-9*, *OP-10*, *OP-11* ve *OP-12* numuneleri “**Az Zenginleşme**” göstermektedir.

EF_{Mn} değerlendirmesinde *OP-8* numunesi “**Orta Zenginleşme**” gösterirken *OP-1*, *OP-2*, *OP-3*, *OP-4*, *OP-5*, *OP-6*, *OP-7*, *OP-9*, *OP-10*, *OP-11* ve *OP-12* numuneleri “**Az Zenginleşme**” göstermektedir.

EF_{As} değerlendirmesinde *OP-5*, *OP-6*, *OP-10* numuneleri “**Önemli ölçüde zenginleşme**” gösterirken; *OP-1*, *OP-2*, *OP-3*, *OP-7*, *OP-11*, *OP-12* numuneleri “**Orta Zenginleşme**”, *OP-4*, *OP-8*, *OP-9* numuneleri “**Az Zenginleşme**” göstermektedir (Çizelge 4.57.).

Çizelge 4.57. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Zenginleşme Faktörü (EF) değerleri

EF _{Fe}	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OP-1	1.127	1.213	1.022	0.953	0.935	1.000	2.357	0.193	0.424	0.178	0.190
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
OP-2	1.052	1.174	1.033	0.887	1.156	1.000	3.551	0.337	0.486	0.263	0.256
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
OP-3	0.912	1.014	1.027	0.942	0.989	1.000	4.737	0.254	0.559	0.249	0.249
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
OP-4	1.247	1.279	1.171	0.962	1.072	1.000	1.994	0.337	0.534	0.274	0.486
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
OP-5	0.919	1.149	1.033	0.975	0.921	1.000	5.960	0.263	0.523	0.217	0.389
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Önemli ölçüde zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
OP-6	1.069	1.203	1.090	1.075	0.981	1.000	5.288	0.267	0.560	0.223	0.358
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Önemli ölçüde zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
OP-7	1.264	1.390	1.121	0.878	1.591	1.000	4.740	0.344	0.461	0.303	0.478
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
OP-8	1.717	1.383	1.026	0.495	2.604	1.000	1.023	0.408	0.248	0.404	0.176
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
OP-9	1.299	1.315	1.128	1.064	0.946	1.000	1.862	0.151	0.373	0.161	0.146
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
OP-10	0.973	1.396	1.076	0.974	1.003	1.000	7.808	0.309	0.520	0.219	0.847
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Önemli ölçüde zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
OP-11	1.245	1.558	1.204	1.243	0.979	1.000	3.851	0.286	0.638	0.219	0.702
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
OP-12	1.259	1.5310	1.168	1.217	1.142	1.000	2.867	0.242	0.542	0.257	0.284
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme

4.4.1.2. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının jeobirikim indeksi (I_{geo}) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının (OP) analiz sonuçlarına göre Jeobirikim indeksi (I_{geo}) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

$Cu_{I_{geo}}$, $Zn_{I_{geo}}$, $Ni_{I_{geo}}$, $Fe_{I_{geo}}$, $Cd_{I_{geo}}$, $Cr_{I_{geo}}$, $Al_{I_{geo}}$ ve $Hg_{I_{geo}}$ değerlendirmelerinde *OP-1*, *OP-2*, *OP-3*, *OP-4*, *OP-5*, *OP-6*, *OP-7*, *OP-8*, *OP-9*, *OP-10*, *OP-11* ve *OP-12* numunelerinde “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir.

$Pb_{I_{geo}}$ değerlendirmesinde *OP-9* numunesinde “**Az Kirlilik**”, *OP-1*, *OP-2*, *OP-3*, *OP-4*, *OP-5*, *OP-6*, *OP-7*, *OP-8*, *OP-10*, *OP-11* ve *OP-12* numunelerinde “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir.

$Mn_{I_{geo}}$ değerlendirmesinde *OP-8* numunesinde “**Az Kirlilik**”, *OP-1*, *OP-2*, *OP-3*, *OP-4*, *OP-5*, *OP-6*, *OP-7*, *OP-9*, *OP-10*, *OP-11* ve *OP-12* numunelerinde “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir.

$As_{I_{geo}}$ değerlendirmesinde *OP-10* numunesinde “**Kirlenmiş**”, *OP-3*, *OP-5*, *OP-6*, *OP-7*, *OP-11* numunelerinde “**Orta Derecede Kirlilik**”, *OP-1*, *OP-2*, *OP-9*, *OP-12* numunelerinde “**Az Kirlilik**”, *OP-4*, *OP-8* numunelerinde “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir (Çizelge 4.58.).

Çizelge 4.58. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Jeobirikim İndeksi (I_{geo}) değerleri

I_{geo}	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OP-1	-0.341	-0.234	-0.482	-0.583	-0.611	-0.513	0.724	-2.883	-1.751	-3.000	-2.907
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
OP-2	-0.887	-0.729	-0.913	-1.133	-0.750	-0.960	0.868	-2.528	-2.002	-2.889	-2.925
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
OP-3	-1.015	-0.862	-0.844	-0.969	-0.898	-0.883	1.361	-2.860	-1.723	-2.889	-2.889
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Orta derece kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
OP-4	-0.719	-0.682	-0.810	-1.093	-0.937	-1.037	-0.041	-2.604	-1.943	-2.907	-2.079
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
OP-5	-0.899	-0.578	-0.730	-0.814	-0.896	-0.778	1.798	-2.705	-1.712	-2.981	-2.141
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Orta derece kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
OP-6	-0.684	-0.515	-0.657	-0.677	-0.808	-0.781	1.621	-2.684	-1.617	-2.943	-2.263
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Orta derece kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
OP-7	-0.598	-0.461	-0.771	-1.124	-0.266	-0.936	1.309	-2.474	-2.054	-2.659	-2.000
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Orta derece kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
OP-8	-0.216	-0.528	-0.959	-2.011	0.385	-0.996	-0.963	-2.290	-3.006	-2.304	-3.501
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
OP-9	-0.009	0.010	-0.212	-0.296	-0.466	-0.385	0.512	-3.113	-1.810	-3.019	-3.163
	Kirlilik yok	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
OP-10	-0.968	-0.447	-0.822	-0.966	-0.924	-0.928	2.037	-2.624	-1.871	-3.120	-1.168
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlenmiş	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
OP-11	-0.465	-0.141	-0.514	-0.467	-0.812	-0.781	1.164	-2.585	-1.430	-2.971	-1.292
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Orta derece kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
OP-12	-0.528	-0.246	-0.636	-0.577	-0.669	-0.860	0.659	-2.907	-1.744	-2.819	-2.674
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok

4.4.1.3. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının kirlilik faktörü (CF) ve kirlilik yük indeksi (PLI) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının (OP) analiz sonuçlarına göre kirlilik faktörü (CF) ve kirlilik yük indeksi (PLI) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

CFCu değerlendirmesinde *OP-1, OP-8, OP-9, OP-11* ve *OP-12* numunelerinde “**Orta kirlenme**”, *OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-7* ve *OT-10* numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CFPb değerlendirmesinde *OP-1, OP-5, OP-6, OP-7, OP-8, OP-9, OP-10, OP-11* ve *OP-12* numunelerinde “**Orta kirlenme**”, *OP-2, OP-3* ve *OP-4* numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CFZn değerlendirmesinde *OP-1, OP-9* ve *OP-11* numunelerinde “**Orta kirlenme**”, *OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-8, OP-10* ve *OP-12* numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CFNi değerlendirmesinde *OP-1, OP-9, OP-11* ve *OP-12* numunelerinde “**Orta kirlenme**”, *OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-8, OP-10* numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CFMn değerlendirmesinde *OP-7, OP-8, OP-9* numunelerinde “**Orta kirlenme**”, *OP-1, OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-10, OP-11, OP-12* numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CFFe değerlendirmesinde *OP-1* ve *OP-9* numunelerinde “**Orta kirlenme**”, *OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-8, OT-10, OP-11* ve *OP-12* numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CFAs değerlendirmesinde *OP-10* numunesinde “**Çok yüksek kirlenme**”, *OP-3, OP-5, OP-6, OP-7* ve *OP-11* numunelerinde “**Önemli ölçüde kirlenme**”, *OP-1, OP-2, OP-4, OP-9* ve *OP-12* numunelerinde “**Orta kirlenme**” ve *OP-8* numunesinde ise “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CFCd, CFCr, CFAl ve CFHg değerlendirmesinde tüm numunelerde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

PLI değerlendirmesinde ise tüm numunelerde “**Kirlenmemiş**” durumu tespit edilmiştir (Çizelge 4.59.).

Çizelge 4.59. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Kirlilik Faktörü (CF) ve Kirlilik Yük İndeksi (PLI) değerleri

	CF _{Cu}	CF _{Pb}	CF _{Zn}	CF _{Ni}	CF _{Mn}	CF _{Fe}	CF _{As}	CF _{Cd}	CF _{Cr}	CF _{Al}	CF _{Hg}
OP-1	1.184	1.275	1.074	1.001	0.982	1.051	2.477	0.203	0.446	0.188	0.200
	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
OP-2	0.811	0.905	0.797	0.684	0.892	0.771	2.738	0.260	0.374	0.203	0.198
	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
OP-3	0.742	0.825	0.836	0.766	0.805	0.814	3.854	0.207	0.454	0.203	0.203
	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
OP-4	0.911	0.935	0.856	0.703	0.784	0.731	1.458	0.247	0.390	0.200	0.355
	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
OP-5	0.804	1.005	0.904	0.853	0.806	0.875	5.215	0.230	0.458	0.190	0.340
	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
OP-6	0.933	1.050	0.952	0.938	0.856	0.873	4.615	0.233	0.489	0.195	0.313
	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
OP-7	0.991	1.090	0.879	0.688	1.247	0.784	3.715	0.270	0.361	0.238	0.375
	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
OP-8	1.291	1.040	0.772	0.372	1.959	0.752	0.769	0.307	0.187	0.304	0.133
	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
OP-9	1.491	1.510	1.295	1.222	1.086	1.148	2.138	0.173	0.428	0.185	0.168
	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
OP-10	0.767	1.100	0.848	0.768	0.791	0.788	6.154	0.243	0.410	0.173	0.668
	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
OP-11	1.087	1.360	1.051	1.085	0.854	0.873	3.362	0.250	0.557	0.191	0.613
	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
OP-12	1.040	1.265	0.965	1.006	0.944	0.826	2.369	0.200	0.448	0.213	0.235
	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme

	PLI	
OP-1	0.679	Kirlenmemiş
OP-2	0.589	Kirlenmemiş
OP-3	0.603	Kirlenmemiş
OP-4	0.588	Kirlenmemiş
OP-5	0.685	Kirlenmemiş
OP-6	0.704	Kirlenmemiş
OP-7	0.703	Kirlenmemiş
OP-8	0.534	Kirlenmemiş
OP-9	0.706	Kirlenmemiş
OP-10	0.713	Kirlenmemiş
OP-11	0.784	Kirlenmemiş
OP-12	0.661	Kirlenmemiş

4.4.1.4. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^i) ve potansiyel toksisite indeksi (RI) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların (OT) analiz sonuçlarına göre potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^i) ve potansiyel toksisite indeksi (RI) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

Potansiyel Ekolojik Risk Faktörü (E_r^i) açısından *Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Cd, Cr, Hg* için değerlendirildiğinde *OP-1, OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-8, OP-9, OP-10, OP-11* ve *OP-12* numunelerinde “**Az Risk**” olarak bulunmuştur.

As için değerlendirildiğinde *OP-5, OP-6* ve *OP-10* numunelerinde “**Orta risk**”, *OP-1, OP-2, OP-3, OP-4, OP-7, OP-8, OP-9, OP-11* ve *OP-12* numunelerinde “**Az Risk**” olarak bulunmuştur.

Yapılan hesaplamalar sonucu bulunan Potansiyel toksisite indeksi (RI) değerlendirmesi; $Cr < Zn < Mn < Ni < Cu < Pb < Cd < Hg < As$ (**Zn; 11.227, Cr; 10.002, Mn; 12.005, Pb; 66.800, Ni; 50.434, As; 388.654, Cu; 60.267, Cd; 84.700, Hg; 151.900**) şeklinde sıralanmıştır. As için “**Ciddi**”, *Hg* için “**Orta Risk**”, *Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Cd, Cr* için “**Düşük Risk**” olarak bulunmuştur (Çizelge 4.60.).

Çizelge 4.60. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^I) ve Potansiyel Toksikite İndeksi (RI) Değerleri

E_r^I :	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	As	Cd	Cr	Hg
OP-1	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az
OP-2	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az
OP-3	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az
OP-4	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az
OP-5	Az	Az	Az	Az	Az	Orta	Az	Az	Az
OP-6	Az	Az	Az	Az	Az	Orta	Az	Az	Az
OP-7	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az
OP-8	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az
OP-9	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az
OP-10	Az	Az	Az	Az	Az	Orta	Az	Az	Az
OP-11	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az
OP-12	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Az
	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	As	Cd	Cr	Hg
RI =	60.267	66.800	11.227	50.434	12.005	388.654	84.700	10.002	151.900
	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Ciddi	Düşük	Düşük	Orta

4.4.1.5. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının Nemerow Kirlilik indeksi (NIPI) durumunun incelenmesi

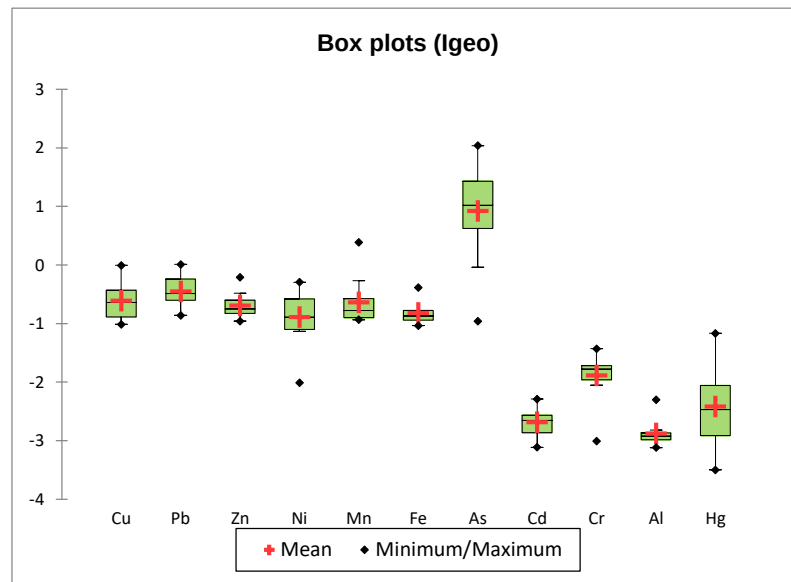
Çalışmada elde edilen verilere göre İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının (OP) analiz sonuçlarına göre Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

$NIPI_{Cu, Pb, Mn}$ değerlendirmesinde “Az Kirlilik”, $NIPI_{Zn, Ni, Fe}$ değerlendirmesinde “Önlem Alınmalı”, $NIPI_{Cd, Cr, Al, Hg}$ değerlendirmesinde “Kirlilik Yok” ve $NIPI_{As}$ değerlendirmesinde “Ciddi Kirlilik” durumları tespit edilmiştir (Çizelge 4.61).

Çizelge 4.61. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) değerleri

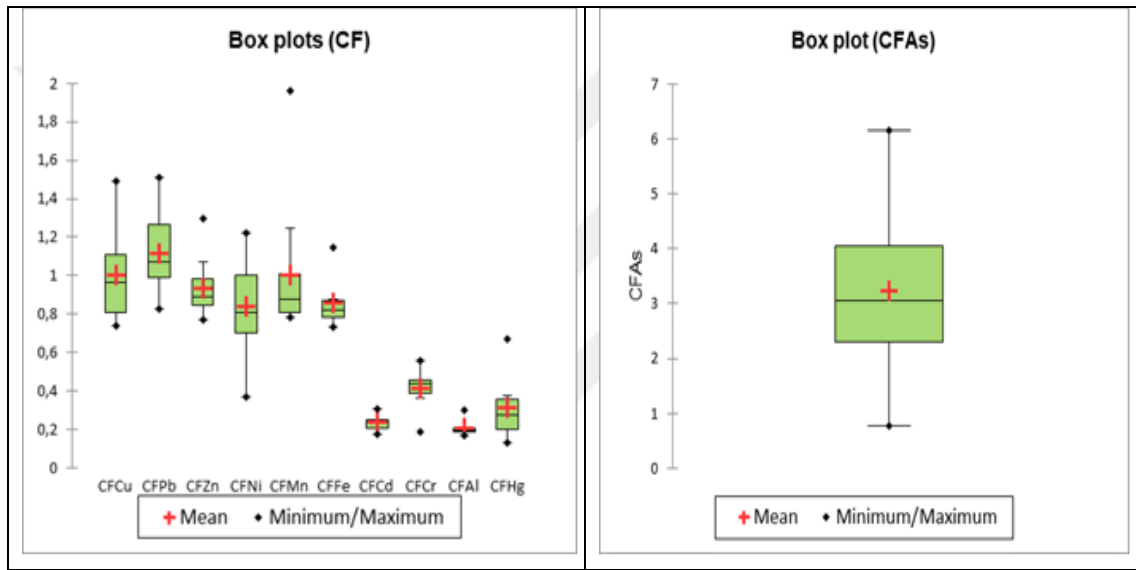
	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
	1,06	1,08	0,92	0,87	1,39	0,82	4,37	0,22	0,40	0,22	0,47
NIPI	Az Kirlilik	Az Kirlilik	Önlem Alınmalı	Önlem Alınmalı	Az Kirlilik	Önlem Alınmalı	Ciddi Kirlilik	Kirlilik Yok	Kirlilik Yok	Kirlilik Yok	Kirlilik Yok

Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanı numuneleri üzerinde kirlilik indeksleri kullanılarak hesaplamalar yapıldıktan sonra jeobirikim indeksi (I_{geo}), kirlilik faktörü (CF), zenginleşme faktörü (EF), potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^d) değerlerinden yola çıkılarak literatürde kullanılmakta olan Box plots grafikleri çizilmiştir (Şekil 4.20., Şekil 4.21., Şekil 4.22. ve Şekil 4.23.).



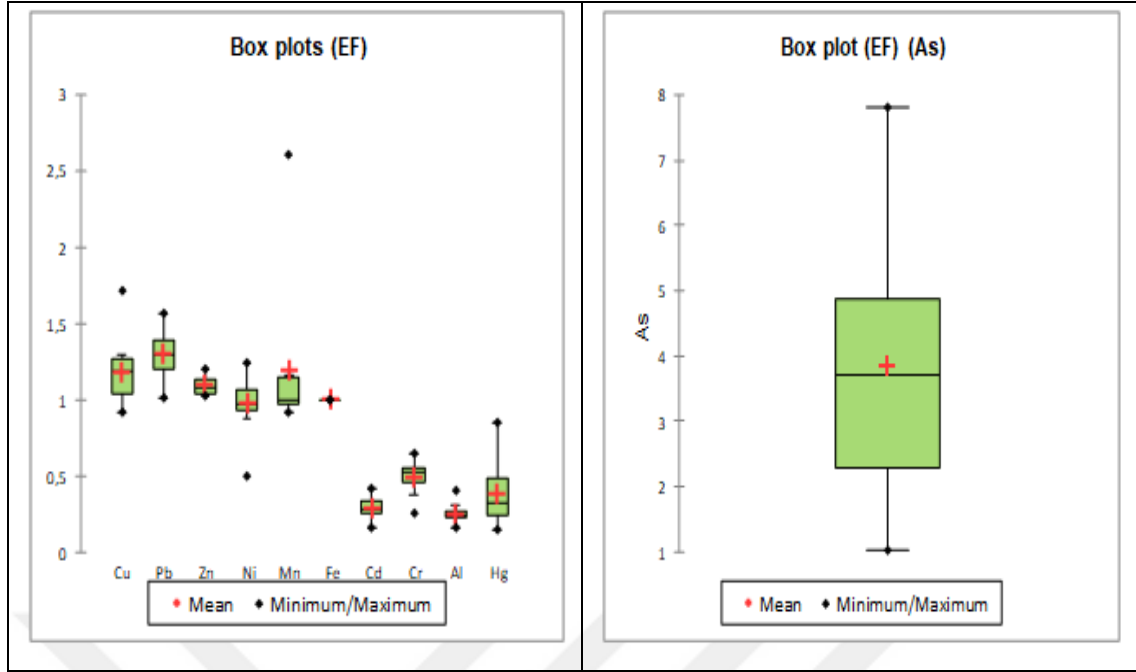
Şekil 4.20. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin jeobirikim indeksi (I_{geo}) değerlerinin box plots grafiği

Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan I_{geo} hesaplamaları neticesinde Cu için -1.015 ila -0.009 (ortalama -0.611), Pb için -0.862 ila 0.010 (ortalama -0.451), Zn için -0.959 ila -0.212 (ortalama -0.696), Ni için -2.011 ila -0.296 (ortalama -0.893), Mn için -0.937 ila 0.385 (ortalama -0.638), Fe için -1.037 ila -0.385 (ortalama -0.820), As için -0.963 ila 2.037 (ortalama 0.921), Cd için -3.113 ila -2.290 (ortalama -2.688), Cr için -3.006 ila -1.430 (ortalama -1.889), Al için -3.120 ila -2.304 (ortalama -2.875) ve Hg için -3.501 ila -1.168 (ortalama -2.417) değerleri tespit edilmiştir. Negatif değerler içeren Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Fe, Cd, Cr, Al ve Hg için genel anlamda kirliliğin olmadığı, pozitif değer içeren As için ise kirlilik durumlarının var olabileceği belirlenmiştir (Şekil 4.20.).



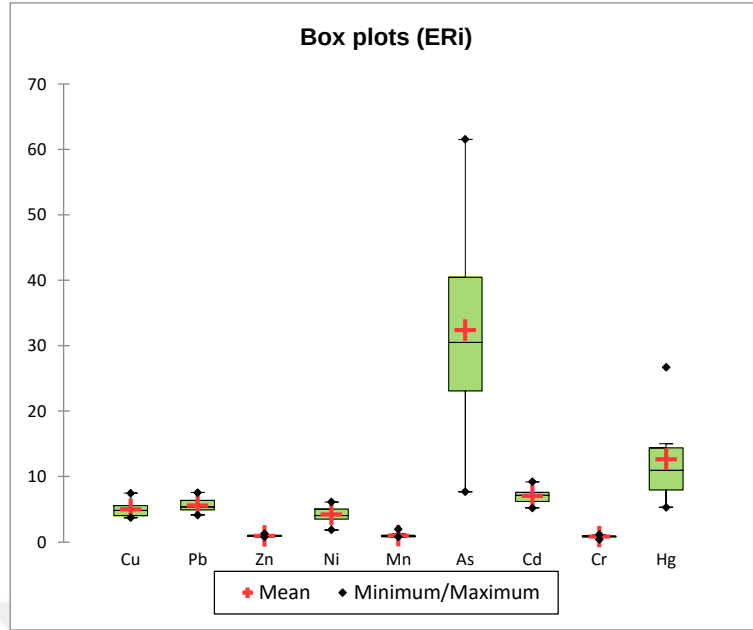
Şekil 4.21. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin kirlilik faktörü (CF) değerlerinin box plots grafiği

Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan CF hesaplamaları neticesinde Cu için 0.742 ila 1.491 (ortalama 1.004), Pb için 0.825 ila 1.510 (ortalama 1.113), Zn için 0.772 ila 1.295 (ortalama 0.936), Ni için 0.372 ila 1.222 (ortalama 0.841), Mn için 0.784 ila 1.959 (ortalama 1.000), Fe için 0.731 ila 1.148 (ortalama 0.857), As için 0.769 ila 6.154 (ortalama 3.239), Cd için 0.173 ila 0.307 (ortalama 0.235), Cr için 0.187 ila 0.557 (ortalama 0.417), Al için 0.173 ila 0.304 (ortalama 0.207) ve Hg için 0.133 ila 0.668 (ortalama 0.316) değerleri tespit edilmiştir. Toprak örneklerinin çoğunun bölgede Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Fe, Cd, Cr, Al ve Hg ile az veya orta bir şekilde; As ile ise önemli ve çok yüksek şekilde kirlenmiş olabileceği anlamına gelmektedir (Şekil 4.21.).



Şekil 4.22. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin zenginleşme faktörü (EF) değerlerinin box plots grafiği

Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan EF hesaplamaları neticesinde Cu için 0.912 ila 1.717 (ortalama 1.174), Pb için 1.014 ila 1.558 (ortalama 1.300), Zn için 1.022 ila 1.204 (ortalama 1.092), Ni için 0.495 ila 1.243 (ortalama 0.972), Mn için 0.921 ila 2.604 (ortalama 1.193), As için 1.023 ila 7.808 (ortalama 3.837), Cd için 0.151 ila 0.408 (ortalama 0.283), Cr için 0.248 ila 0.638 (ortalama 0.489), Al için 0.161 ila 0.404 (ortalama 0.247) ve Hg için 0.146 ila 0.847 (ortalama 0.380) değerleri tespit edilmiştir. Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Cd, Cr, Al ve Hg için EF değerlerinin çoğu < 2 'dir. Bu da bu metaller açısından az zenginleşme durumunun olduğunu göstermektedir. As açısından ise $5 < EF < 20$ değerlerinin olduğu numuneler mevcuttur, bu da önemli ölçüde zenginleşmeye işaret etmektedir (Şekil 4.22.).



Şekil 4.23. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin potansiyel ekolojik risk indeksi (Er^i) değerlerinin box plots grafiği

Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan Er^i hesaplamaları neticesinde Cu için 3.711 ila 7.456 (ortalama 5.022), Pb için 4.125 ila 7.550 (ortalama 5.567), Zn için 0.772 ila 1.295 (ortalama 0.936), Ni için 1.860 ila 6.110 (ortalama 4.203), Mn için 0.784 ila 1.959 (ortalama 1.000), As için 7.692 ila 61.538 (ortalama 32.388), Cd için 5.200 ila 9.200 (ortalama 7.058), Cr için 0.373 ila 1.113 (ortalama 0.834) ve Hg için 5.300 ila 26.700 (ortalama 12.658) değerleri tespit edilmiştir. Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Cd, Cr ve Hg için ERi değerlerinin çoğu < 40 'dır. Bu da risk seviyesinin “Az” olduğunu göstermektedir. As için $40 < Er^i < 80$ olan bazı durumlar mevcuttur bu da “Orta” risk seviyesine işaret etmektedir (Şekil 4.23.).

4.4.1.6. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının kanserojenik risk faktörleri durumunun incelenmesi

Kanserojenik Risk Faktörlerinin incelenmesinde yetişkinler ve çocuklar için soluma, yutma ve dermal yoldan etkiler olmak üzere 3 faktörün sonuçları araştırılmıştır. (Çizelge 4.62., 4.63., 4.64., 4.65., 4.66., 4.67.). Ayrıca elementlerin yetişkinler ve çocuklar için risk seviyeleri de belirlenmiştir (Çizelge 4.68., 4.69., 4.70., 4.71., 4.72., 4.73., 4.74., 4.75., 4.76., 4.77., 4.78.).

Çizelge 4.62. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin
“Ortalama Günlük Doz-Yutma ($ADD_{Ingestion}$) Hesaplamaları

<i>ADD_{ing.}=Yetişkin</i>											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OP-1	2.67E-07	1.28E-07	5.10E-07	3.41E-07	4.18E-06	2.48E-04	1.61E-07	3.05E-10	2.01E-07	7.50E-05	4.00E-10
OP-2	1.83E-07	9.05E-08	3.79E-07	2.33E-07	3.79E-06	1.82E-04	1.78E-07	3.90E-10	1.69E-07	8.10E-05	3.95E-10
OP-3	1.67E-07	8.25E-08	3.97E-07	2.61E-07	3.42E-06	1.92E-04	2.51E-07	3.10E-10	2.05E-07	8.10E-05	4.05E-10
OP-4	2.05E-07	9.35E-08	4.07E-07	2.39E-07	3.33E-06	1.73E-04	9.48E-08	3.70E-10	1.76E-07	8.00E-05	7.10E-10
OP-5	1.81E-07	1.01E-07	4.30E-07	2.90E-07	3.43E-06	2.07E-04	3.39E-07	3.45E-10	2.06E-07	7.60E-05	6.80E-10
OP-6	2.10E-07	1.05E-07	4.52E-07	3.19E-07	3.64E-06	2.06E-04	3.00E-07	3.50E-10	2.20E-07	7.80E-05	6.25E-10
OP-7	2.23E-07	1.09E-07	4.18E-07	2.34E-07	5.30E-06	1.85E-04	2.42E-07	4.05E-10	1.63E-07	9.50E-05	7.50E-10
OP-8	2.91E-07	1.04E-07	3.67E-07	1.27E-07	8.33E-06	1.78E-04	5.00E-08	4.60E-10	8.40E-08	1.22E-04	2.65E-10
OP-9	3.36E-07	1.51E-07	6.15E-07	4.16E-07	4.62E-06	2.71E-04	1.39E-07	2.60E-10	1.93E-07	7.40E-05	3.35E-10
OP-10	1.73E-07	1.10E-07	4.03E-07	2.61E-07	3.36E-06	1.86E-04	4.00E-07	3.65E-10	1.85E-07	6.90E-05	1.34E-09
OP-11	2.45E-07	1.36E-07	4.99E-07	3.69E-07	3.63E-06	2.06E-04	2.19E-07	3.75E-10	2.51E-07	7.65E-05	1.23E-09
OP-12	2.34E-07	1.27E-07	4.59E-07	3.42E-07	4.01E-06	1.95E-04	1.54E-07	3.00E-10	2.02E-07	8.50E-05	4.70E-10

Çizelge 4.63. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin
“Ortalama Günlük Doz-Yutma ($ADD_{Ingestion}$) Hesaplamaları

<i>ADD_{ing.}=Çocuklar</i>											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OP-1	2.49E-06	1.19E-06	4.76E-06	3.18E-06	3.90E-05	2.31E-03	1.50E-06	2.85E-09	1.87E-06	7.00E-04	3.73E-09
OP-2	1.70E-06	8.45E-07	3.53E-06	2.17E-06	3.54E-05	1.70E-03	1.66E-06	3.64E-09	1.57E-06	7.56E-04	3.69E-09
OP-3	1.56E-06	7.70E-07	3.71E-06	2.43E-06	3.19E-05	1.79E-03	2.34E-06	2.89E-09	1.91E-06	7.56E-04	3.78E-09
OP-4	1.91E-06	8.73E-07	3.79E-06	2.23E-06	3.11E-05	1.61E-03	8.84E-07	3.45E-09	1.64E-06	7.47E-04	6.63E-09
OP-5	1.69E-06	9.38E-07	4.01E-06	2.71E-06	3.20E-05	1.93E-03	3.16E-06	3.22E-09	1.92E-06	7.09E-04	6.35E-09
OP-6	1.96E-06	9.80E-07	4.22E-06	2.98E-06	3.40E-05	1.92E-03	2.80E-06	3.27E-09	2.05E-06	7.28E-04	5.83E-09
OP-7	2.08E-06	1.02E-06	3.90E-06	2.18E-06	4.95E-05	1.73E-03	2.25E-06	3.78E-09	1.52E-06	8.87E-04	7.00E-09
OP-8	2.71E-06	9.71E-07	3.42E-06	1.18E-06	7.77E-05	1.66E-03	4.67E-07	4.29E-09	7.84E-07	1.13E-03	2.47E-09
OP-9	3.13E-06	1.41E-06	5.74E-06	3.88E-06	4.31E-05	2.53E-03	1.30E-06	2.43E-09	1.80E-06	6.91E-04	3.13E-09
OP-10	1.61E-06	1.03E-06	3.76E-06	2.44E-06	3.14E-05	1.74E-03	3.73E-06	3.41E-09	1.72E-06	6.44E-04	1.25E-08
OP-11	2.28E-06	1.27E-06	4.66E-06	3.44E-06	3.39E-05	1.92E-03	2.04E-06	3.50E-09	2.34E-06	7.14E-04	1.14E-08
OP-12	2.18E-06	1.18E-06	4.28E-06	3.19E-06	3.74E-05	1.82E-03	1.44E-06	2.80E-09	1.88E-06	7.93E-04	4.39E-09

Çizelge 4.64. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin
“Ortalama Günlük Doz-Solunum ($ADD_{Inhalation}$) Hesaplamaları

<i>ADD_{Inh.}=Yetişkin</i>											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OP-1	9.80E-13	4.69E-13	1.88E-12	1.25E-12	1.53E-11	9.12E-10	5.92E-13	1.12E-15	7.37E-13	2.76E-10	1.47E-15
OP-2	6.71E-13	3.33E-13	1.39E-12	8.55E-13	1.39E-11	6.69E-10	6.54E-13	1.43E-15	6.19E-13	2.98E-10	1.45E-15
OP-3	6.14E-13	3.03E-13	1.46E-12	9.58E-13	1.26E-11	7.06E-10	9.21E-13	1.14E-15	7.52E-13	2.98E-10	1.49E-15
OP-4	7.54E-13	3.44E-13	1.49E-12	8.79E-13	1.22E-11	6.34E-10	3.48E-13	1.36E-15	6.45E-13	2.94E-10	2.61E-15
OP-5	6.65E-13	3.69E-13	1.58E-12	1.07E-12	1.26E-11	7.59E-10	1.25E-12	1.27E-15	7.57E-13	2.79E-10	2.50E-15
OP-6	7.72E-13	3.86E-13	1.66E-12	1.17E-12	1.34E-11	7.57E-10	1.10E-12	1.29E-15	8.09E-13	2.87E-10	2.30E-15
OP-7	8.20E-13	4.01E-13	1.53E-12	8.60E-13	1.95E-11	6.80E-10	8.88E-13	1.49E-15	5.97E-13	3.49E-10	2.76E-15
OP-8	1.07E-12	3.82E-13	1.35E-12	4.65E-13	3.06E-11	6.53E-10	1.84E-13	1.69E-15	3.09E-13	4.47E-10	9.74E-16
OP-9	1.23E-12	5.55E-13	2.26E-12	1.53E-12	1.70E-11	9.96E-10	5.11E-13	9.56E-16	7.08E-13	2.72E-10	1.23E-15
OP-10	6.34E-13	4.04E-13	1.48E-12	9.60E-13	1.24E-11	6.84E-10	1.47E-12	1.34E-15	6.78E-13	2.54E-10	4.91E-15
OP-11	8.99E-13	5.00E-13	1.83E-12	1.36E-12	1.33E-11	7.57E-10	8.03E-13	1.38E-15	9.21E-13	2.81E-10	4.50E-15
OP-12	8.60E-13	4.65E-13	1.69E-12	1.26E-12	1.47E-11	7.17E-10	5.66E-13	1.10E-15	7.41E-13	3.13E-10	1.73E-15

Çizelge 4.65. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Çocuklar İçin
“Ortalama Günlük Doz-Solunum ($ADD_{Inhalation}$) Hesaplamaları

<i>ADD_{Inh.}=Çocuklar</i>											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OP-1	1.83E-11	8.75E-12	3.50E-11	2.34E-11	2.87E-10	1.70E-08	1.10E-11	2.09E-14	1.38E-11	5.15E-09	2.75E-14
OP-2	1.25E-11	6.21E-12	2.60E-11	1.60E-11	2.60E-10	1.25E-08	1.22E-11	2.68E-14	1.16E-11	5.56E-09	2.71E-14
OP-3	1.15E-11	5.66E-12	2.72E-11	1.79E-11	2.35E-10	1.32E-08	1.72E-11	2.13E-14	1.40E-11	5.56E-09	2.78E-14
OP-4	1.41E-11	6.42E-12	2.79E-11	1.64E-11	2.29E-10	1.18E-08	6.50E-12	2.54E-14	1.20E-11	5.49E-09	4.87E-14
OP-5	1.24E-11	6.90E-12	2.95E-11	1.99E-11	2.35E-10	1.42E-08	2.33E-11	2.37E-14	1.41E-11	5.22E-09	4.67E-14
OP-6	1.44E-11	7.21E-12	3.10E-11	2.19E-11	2.50E-10	1.41E-08	2.06E-11	2.40E-14	1.51E-11	5.35E-09	4.29E-14
OP-7	1.53E-11	7.48E-12	2.87E-11	1.61E-11	3.64E-10	1.27E-08	1.66E-11	2.78E-14	1.12E-11	6.52E-09	5.15E-14
OP-8	1.99E-11	7.14E-12	2.52E-11	8.68E-12	5.71E-10	1.22E-08	3.43E-12	3.16E-14	5.76E-12	8.34E-09	1.82E-14
OP-9	2.30E-11	1.04E-11	4.22E-11	2.85E-11	3.17E-10	1.86E-08	9.54E-12	1.78E-14	1.32E-11	5.08E-09	2.30E-14
OP-10	1.18E-11	7.55E-12	2.77E-11	1.79E-11	2.31E-10	1.28E-08	2.75E-11	2.50E-14	1.27E-11	4.74E-09	9.16E-14
OP-11	1.68E-11	9.33E-12	3.42E-11	2.53E-11	2.49E-10	1.41E-08	1.50E-11	2.57E-14	1.72E-11	5.25E-09	8.41E-14
OP-12	1.61E-11	8.68E-12	3.15E-11	2.35E-11	2.75E-10	1.34E-08	1.06E-11	2.06E-14	1.38E-11	5.83E-09	3.23E-14

Çizelge 4.66. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin
“Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD_{dermal}) Hesaplamaları

<i>ADD_{dermal}=Yetişkin</i>											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OP-1	1.06E-08	5.09E-09	2.03E-08	1.36E-08	1.67E-07	9.90E-06	6.42E-09	1.22E-11	8.00E-09	2.99E-06	1.60E-11
OP-2	7.28E-09	3.61E-09	1.51E-08	9.28E-09	1.51E-07	7.26E-06	7.10E-09	1.56E-11	6.72E-09	3.23E-06	1.58E-11
OP-3	6.66E-09	3.29E-09	1.58E-08	1.04E-08	1.36E-07	7.66E-06	9.99E-09	1.24E-11	8.16E-09	3.23E-06	1.62E-11
OP-4	8.18E-09	3.73E-09	1.62E-08	9.54E-09	1.33E-07	6.88E-06	3.78E-09	1.48E-11	7.00E-09	3.19E-06	2.83E-11
OP-5	7.22E-09	4.01E-09	1.71E-08	1.16E-08	1.37E-07	8.24E-06	1.35E-08	1.38E-11	8.22E-09	3.03E-06	2.71E-11
OP-6	8.38E-09	4.19E-09	1.80E-08	1.27E-08	1.45E-07	8.22E-06	1.20E-08	1.40E-11	8.78E-09	3.11E-06	2.49E-11
OP-7	8.90E-09	4.35E-09	1.67E-08	9.34E-09	2.11E-07	7.38E-06	9.64E-09	1.62E-11	6.48E-09	3.79E-06	2.99E-11
OP-8	1.16E-08	4.15E-09	1.46E-08	5.05E-09	3.32E-07	7.08E-06	2.00E-09	1.84E-11	3.35E-09	4.85E-06	1.06E-11
OP-9	1.34E-08	6.02E-09	2.45E-08	1.66E-08	1.84E-07	1.08E-05	5.55E-09	1.04E-11	7.68E-09	2.95E-06	1.34E-11
OP-10	6.88E-09	4.39E-09	1.61E-08	1.04E-08	1.34E-07	7.42E-06	1.60E-08	1.46E-11	7.36E-09	2.75E-06	5.33E-11
OP-11	9.76E-09	5.43E-09	1.99E-08	1.47E-08	1.45E-07	8.22E-06	8.72E-09	1.50E-11	9.99E-09	3.05E-06	4.89E-11
OP-12	9.34E-09	5.05E-09	1.83E-08	1.36E-08	1.60E-07	7.78E-06	6.14E-09	1.20E-11	8.04E-09	3.39E-06	1.88E-11

Çizelge 4.67. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Çocuklar İçin
“Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD_{dermal}) Hesaplamaları

<i>ADD_{dermal}=Çocuklar</i>											
Numune no	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
OP-1	2,44E-08	1,17E-08	4,66E-08	3,11E-08	3,82E-07	2,27E-05	1,47E-08	2,79E-11	1,83E-08	6,86E-06	3,66E-11
OP-2	1,67E-08	8,28E-09	3,46E-08	2,13E-08	3,47E-07	1,66E-05	1,63E-08	3,57E-11	1,54E-08	7,41E-06	3,61E-11
OP-3	1,53E-08	7,55E-09	3,63E-08	2,38E-08	3,13E-07	1,76E-05	2,29E-08	2,84E-11	1,87E-08	7,41E-06	3,70E-11
OP-4	1,88E-08	8,55E-09	3,72E-08	2,19E-08	3,05E-07	1,58E-05	8,67E-09	3,38E-11	1,61E-08	7,32E-06	6,49E-11
OP-5	1,66E-08	9,19E-09	3,93E-08	2,65E-08	3,13E-07	1,89E-05	3,10E-08	3,16E-11	1,88E-08	6,95E-06	6,22E-11
OP-6	1,92E-08	9,60E-09	4,13E-08	2,92E-08	3,33E-07	1,88E-05	2,74E-08	3,20E-11	2,01E-08	7,13E-06	5,72E-11
OP-7	2,04E-08	9,97E-09	3,82E-08	2,14E-08	4,85E-07	1,69E-05	2,21E-08	3,70E-11	1,49E-08	8,69E-06	6,86E-11
OP-8	2,66E-08	9,51E-09	3,35E-08	1,16E-08	7,61E-07	1,62E-05	4,57E-09	4,21E-11	7,68E-09	1,11E-05	2,42E-11
OP-9	3,07E-08	1,38E-08	5,63E-08	3,80E-08	4,22E-07	2,48E-05	1,27E-08	2,38E-11	1,76E-08	6,77E-06	3,06E-11
OP-10	1,58E-08	1,01E-08	3,69E-08	2,39E-08	3,07E-07	1,70E-05	3,66E-08	3,34E-11	1,69E-08	6,31E-06	1,22E-10
OP-11	2,24E-08	1,24E-08	4,56E-08	3,38E-08	3,32E-07	1,88E-05	2,00E-08	3,43E-11	2,29E-08	7,00E-06	1,12E-10
OP-12	2,14E-08	1,16E-08	4,19E-08	3,13E-08	3,67E-07	1,78E-05	1,41E-08	2,74E-11	1,84E-08	7,77E-06	4,30E-11

Çizelge 4.68. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Cu Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Cu					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-8	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-9	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-10	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-11	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-12	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.68. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda OP-8 ve OP-9 numuneleri için “Orta”, OP-1, OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-10, OP-11 ve OP-12 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (solunum) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.69. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Pb Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Pb					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-8	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-9	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-10	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-11	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-12	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.69. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda OP-9 ve OP-11 numuneleri için “Orta”, OP-1, OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-8, OP-10 ve OP-12 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri

belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.70. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Zn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Zn					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-8	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-9	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-10	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-11	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-12	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.70. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda OP-9 numunesi için “Orta”, OP-1, OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-8, OP-10, OP-11 ve OP-12 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.71. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Ni Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Ni					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-8	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-9	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-10	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-11	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-12	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.71. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda OP-9 ve OP-11 numuneleri için “Orta”, OP-1, OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-8, OP-10 ve OP-12 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.72. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Mn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Mn					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-8	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-9	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-10	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-11	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-12	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.72. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda OP-7, OP-8 ve OP-9 numuneleri için “Orta”, OP-1, OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-10, OP-11 ve OP-12 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.73. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Fe Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Fe					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDİng	ADDİnh	ADDder	ADDİng	ADDİnh	ADDder
OP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-8	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-9	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-10	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-11	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-12	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.73. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDİng (yutma) durumunda OP-9 numunesi için “Orta”, OP-1, OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-8, OP-10, OP-11 ve OP-12 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDİnh (solunum) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.74. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin As Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	As					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDİng	ADDİnh	ADDder	ADDİng	ADDİnh	ADDder
OP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-2	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-3	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-8	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-9	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-10	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-11	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-12	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.74. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDİng (yutma) durumunda OP-2, OP-3, OP-5, OP-6, OP-7, OP-10 ve OP-11 numuneleri için “Orta”, OP-1, OP-4, OP-8, OP-9 ve OP-12 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri

belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.75. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Cd Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Cd					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-2	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-8	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-9	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-10	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-11	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-12	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.75. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-8, OP-10 ve OP-11 numuneleri için “Orta”, OP-1, OP-9 ve OP-12 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.76. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Cr Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Cr					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-8	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-9	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-10	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-11	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-12	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.76. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda OP-6 ve OP-11 numuneleri için “Orta”, OP-1, OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-7, OP-8, OP-9, OP-10 ve OP-12 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.77. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Al Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Al					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-2	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-3	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-8	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-9	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-10	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-11	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-12	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.77. incelendiğinde yetişkinler için ADDing (yutma) durumunda OP-2, OP-3, OP-4, OP-6, OP-7, OP-8 ve OP-12 numuneleri için “Orta”, OP-1, OP-5, OP-9, OP-10 ve OP-11 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. Çocuklar için OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-8, OP-11 ve OP-12 numuneleri için “Orta”, OP-1, OP-9, OP-10 numuneleri için “düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.78. Ezine Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Hg Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Hg					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
OP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-8	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-9	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-10	Orta	İhmal edilebilir	Düşük	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-11	Orta	İhmal edilebilir	Düşük	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
OP-12	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.78. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-10, OP-11 ve OP-12 numuneleri için “Orta”, OP-1, OP-2, OP-8 ve OP-9 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (solunum) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir. ADDdermal (temas) için yetişkinlerde OP-10 ve OP-11 numunelerinde “Düşük”, OP-1, OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-8, OP-9 ve OP-12 için “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir. Çocuklar için ise tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir.

4.4.2. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının risk indeksleri ve kanserojenik risk faktörleri

4.4.2.1. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının zenginleşme faktörü (EF) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının (IOP) analiz sonuçlarına göre Zenginleşme Faktörü (EF) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

EF_{Cu} , EF_{Pb} , EF_{Zn} , EF_{Ni} , EF_{Fe} , EF_{Cd} , EF_{Cr} , EF_{Al} , EF_{Hg} değerlendirmesinde IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, IOP-6, IOP-7, IOP-8, IOP-9, IOP-10, IOP-11 ve IOP-12 numuneleri “Az Zenginleşme” göstermektedir.

EF_{Mn} değerlendirmesinde *IOP-6* numunesi “**Orta Zenginleşme**” gösterirken *IOP-1*, *IOP-2*, *IOP-3*, *IOP-4*, *IOP-5*, *IOP-7*, *IOP-8*, *IOP-9* numuneleri “**Az Zenginleşme**” göstermektedir.

EF_{As} değerlendirmesinde *IOP-1*, *IOP-2*, *IOP-3*, *IOP-4*, *IOP-5*, *IOP-7*, *IOP-9* numuneleri “**Orta Zenginleşme**”, *IOP-6*, *IOP-8* numuneleri “**Az Zenginleşme**” göstermektedir (Çizelge 4.79.).



Çizelge 4.79. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Zenginleşme Faktörü (EF) değerleri

EF _{Fe}	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
IOP-1	1.108	1.097	1.004	1.317	0.932	1.000	2.094	0.208	0.744	0.226	0.175
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
IOP-2	0.979	1.053	0.964	1.386	1.181	1.000	2.328	0.390	0.946	0.330	0.184
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
IOP-3	0.917	0.920	0.950	1.550	1.034	1.000	2.626	0.317	1.090	0.308	0.219
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
IOP-4	0.992	0.907	0.963	1.268	1.243	1.000	2.532	0.273	0.947	0.333	0.197
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
IOP-5	0.997	1.231	1.088	1.474	1.235	1.000	2.424	0.450	0.999	0.338	0.196
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
IOP-6	1.522	1.362	0.962	0.793	2.155	1.000	0.849	0.412	0.443	0.406	0.134
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
IOP-7	0.851	0.894	0.948	1.615	0.995	1.000	2.512	0.272	1.151	0.299	0.156
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
IOP-8	0.816	1.034	0.912	0.712	1.881	1.000	1.065	0.361	0.413	0.315	0.089
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
IOP-9	1.115	1.277	1.088	0.989	1.090	1.000	3.774	0.266	0.458	0.218	0.302
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme

4.4.2.2. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının jeobirikim indeksi (I_{geo}) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının (IOP) analiz sonuçlarına göre Jeobirikim indeksi (I_{geo}) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

Cu_{Igeo} , Pb_{Igeo} , Zn_{Igeo} , Ni_{Igeo} , Fe_{Igeo} , Cd_{Igeo} , Cr_{Igeo} , Al_{Igeo} ve Hg_{Igeo} değerlendirmelerinde IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, IOP-6, IOP-7, IOP-8, IOP-9, IOP-10, IOP-11 ve IOP-12 numunelerinde “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir.

Mn_{Igeo} değerlendirmesinde IOP-8 numunesinde “**Az Kirlilik**”, IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, IOP-6, IOP-7, IOP-9, IOP-10, IOP-11 ve IOP-12 numunelerinde “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir.

As_{Igeo} değerlendirmesinde IOP-9 numunesinde “**Orta derecede kirlilik**”, IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5 ve IOP-7 numunelerinde “**Az kirlilik**”, IOP-6, IOP-8 numunelerinde “**Kirlilik yok**” durumu tespit edilmiştir (Çizelge 4.80.).

Çizelge 4.80. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Jeobirikim İndeksi (I_{geo}) değerleri

Igeo	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
IOP-1	-0.784	-0.798	-0.926	-0.535	-1.033	-0.932	0.134	-3.199	-1.360	-3.079	-3.447
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
IOP-2	-1.199	-1.094	-1.222	-0.697	-0.928	-1.168	0.051	-2.528	-1.249	-2.769	-3.614
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
IOP-3	-1.280	-1.275	-1.229	-0.523	-1.107	-1.155	0.238	-2.814	-1.030	-2.854	-3.346
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
IOP-4	-1.280	-1.409	-1.322	-0.926	-0.954	-1.268	0.072	-3.141	-1.346	-2.854	-3.614
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
IOP-5	-1.127	-0.824	-1.001	-0.564	-0.818	-1.123	0.154	-2.275	-1.125	-2.690	-3.474
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
IOP-6	-0.553	-0.713	-1.215	-1.495	-0.052	-1.159	-1.396	-2.439	-2.333	-2.461	-4.059
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
IOP-7	-1.388	-1.316	-1.231	-0.463	-1.161	-1.155	0.174	-3.032	-0.952	-2.898	-3.837
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
IOP-8	-1.127	-0.786	-0.967	-1.325	0.077	-0.835	-0.743	-2.306	-2.109	-2.501	-4.322
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
IOP-9	-0.744	-0.549	-0.780	-0.918	-0.777	-0.902	1.015	-2.814	-2.028	-3.100	-2.629
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Orta derece kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok

4.4.2.3. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının kirlilik faktörü (CF) ve kirlilik yük indeksi (PLI) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının (IOP) analiz sonuçlarına göre kirlilik faktörü (CF) ve kirlilik yük indeksi (PLI) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

CFCu değerlendirmesinde IOP-6 numunesinde “**Orta kirlenme**”, IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, OP-7, IOP-8 ve IOP-9 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CFPb değerlendirmesinde IOP-9 numunesinde “**Orta kirlenme**”, IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, IOP-6, IOP-7, IOP-8 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CFZn, CFFe, CFCd, CFCr, CFAl ve CFHg değerlendirmesinde IO-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, IOP-6, IOP-7, IOP-8, IOP-9 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CFNi değerlendirmesinde IOP-1, IOP-3, IOP-5 ve IOP-7 numunelerinde “**Orta kirlenme**”, IOP-2, IOP-4, IOP-6, IOP-8, IOP-9 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CFMn değerlendirmesinde IOP-6, IOP-8 numunelerinde “**Orta kirlenme**”, IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, IOP-7, IOP-9 numunelerinde “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

CFAs değerlendirmesinde IOP-9 numunesinde “**Önemli ölçüde kirlenme**”, IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5 ve IOP-7 numunelerinde “**Orta kirlenme**” ve OP-6, OP-8 numunelerinde ise “**Az kirlenme**” durumu tespit edilmiştir.

PLI değerlendirmesinde ise tüm numunelerde “**Kirlenmemiş**” durumu tespit edilmiştir (Çizelge 4.81.).

Çizelge 4.81. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Kirlilik Faktörü (CF) ve Kirlilik Yük İndeksi (PLI) değerleri

	CF _{Cu}	CF _{Pb}	CF _{Zn}	CF _{Ni}	CF _{Mn}	CF _{Fe}	CF _{As}	CF _{Cd}	CF _{Cr}	CF _{Al}	CF _{Hg}
IOP-1	0.871	0.863	0.789	1.035	0.733	0.786	1.646	0.163	0.584	0.178	0.138
	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
IOP-2	0.653	0.703	0.643	0.925	0.788	0.667	1.554	0.260	0.631	0.220	0.123
	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
IOP-3	0.618	0.620	0.640	1.044	0.696	0.674	1.769	0.213	0.734	0.208	0.148
	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
IOP-4	0.618	0.565	0.600	0.790	0.774	0.623	1.577	0.170	0.590	0.208	0.123
	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
IOP-5	0.687	0.848	0.749	1.015	0.851	0.689	1.669	0.310	0.688	0.233	0.135
	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
IOP-6	1.022	0.915	0.646	0.532	1.447	0.672	0.570	0.277	0.298	0.273	0.090
	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
IOP-7	0.573	0.603	0.639	1.088	0.671	0.674	1.692	0.183	0.776	0.201	0.105
	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
IOP-8	0.687	0.870	0.767	0.599	1.582	0.841	0.896	0.303	0.348	0.265	0.075
	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
IOP-9	0.896	1.025	0.874	0.794	0.875	0.803	3.031	0.213	0.368	0.175	0.243
	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme

	PLI	
IOP-1	0.549	Kirlenmemiş
IOP-2	0.533	Kirlenmemiş
IOP-3	0.535	Kirlenmemiş
IOP-4	0.481	Kirlenmemiş
IOP-5	0.588	Kirlenmemiş
IOP-6	0.486	Kirlenmemiş
IOP-7	0.506	Kirlenmemiş
IOP-8	0.516	Kirlenmemiş
IOP-9	0.612	Kirlenmemiş

4.4.2.4. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^i) ve potansiyel toksisite indeksi (RI) durumunun incelenmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların (IOT) analiz sonuçlarına göre potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^i) ve potansiyel toksisite indeksi (RI) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

Potansiyel Ekolojik Risk Faktörü (E_r^i) açısından *Cu, Pb, Zn, Ni, As, Mn, Cd, Cr, Hg* için değerlendirildiğinde *OP-1, OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-8, OP-9, OP-10, OP-11* ve *OP-12* numunelerinde “**Az Risk**” olarak bulunmuştur.

Yapılan hesaplamalar sonucu bulunan Potansiyel toksisite indeksi (RI) değerlendirmesi; $Zn < Mn < Cr < Cu < Pb < Ni < Hg < Cd < As$ (**Zn; 6.348, Cr; 10.033, Mn; 8.418, Pb; 35.050, Ni; 39.110, As; 144.046, Cu; 33.122, Cd; 62.800, Hg; 47.100**) şeklinde sıralanmıştır. As için “**Ciddi**”, Hg için “**Orta Risk**”, *Cu, Pb, Zn, Ni, As, Mn, Cd, Cr, Hg* için “**Düşük Risk**” olarak bulunmuştur (Çizelge 4.82.).

4.4.2.4. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının Nemerow Kirlilik indeksi (NIPI) durumunun incelenmesi

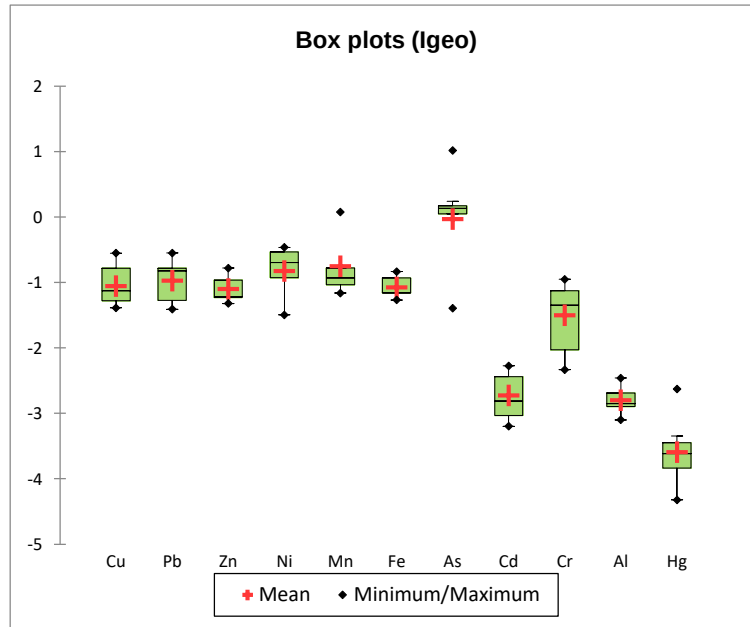
Çalışmada elde edilen verilere göre İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının (IOP) analiz sonuçlarına göre Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre;

$NIPI_{Mn}$ değerlendirmesinde “Az Kirlilik”, $NIPI_{Cu, Pb, Ni}$ değerlendirmesinde “Önlem Alınmalı”, $NIPI_{Zn, Fe, Cd, Cr, Al, Hg}$ değerlendirmesinde “Kirlilik Yok” ve $NIPI_{As}$ değerlendirmesinde “Orta Kirlilik” durumları tespit edilmiştir (Çizelge ??).

Çizelge 4.83. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Dere Sedimanı Numunelerinin Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) değerleri

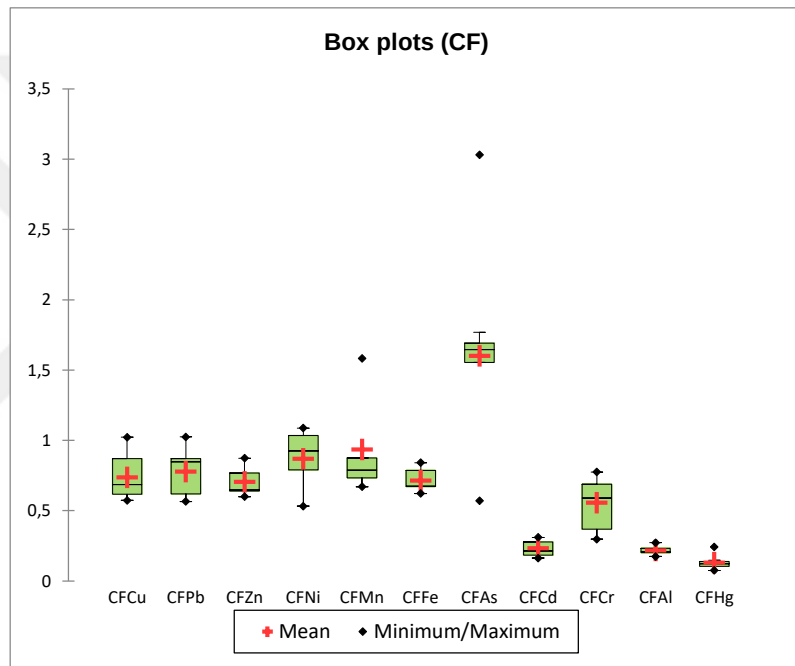
	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
	0,73	0,73	0,62	0,77	1,12	0,60	2,15	0,22	0,55	0,19	0,17
NIPI	Önlem Alınmalı	Önlem Alınmalı	Kirlilik Yok	Önlem Alınmalı	Az Kirlilik	Kirlilik Yok	Orta Kirlilik	Kirlilik Yok	Kirlilik Yok	Kirlilik Yok	Kirlilik Yok

İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanı numuneleri üzerinde kirlilik indeksleri kullanılarak hesaplamalar yapıldıktan sonra jeobirikim indeksi (I_{geo}), kirlilik faktörü (CF), zenginleşme faktörü (EF), potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^i) değerlerinden yola çıkılarak literatürde kullanılmakta olan Box plots grafikleri çizilmiştir (Şekil 4.24., Şekil 4.25., Şekil 4.26. ve Şekil 4.27.).



Şekil 4.24. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin jeobirikim indeksi (I_{geo}) değerlerinin box plots grafiği

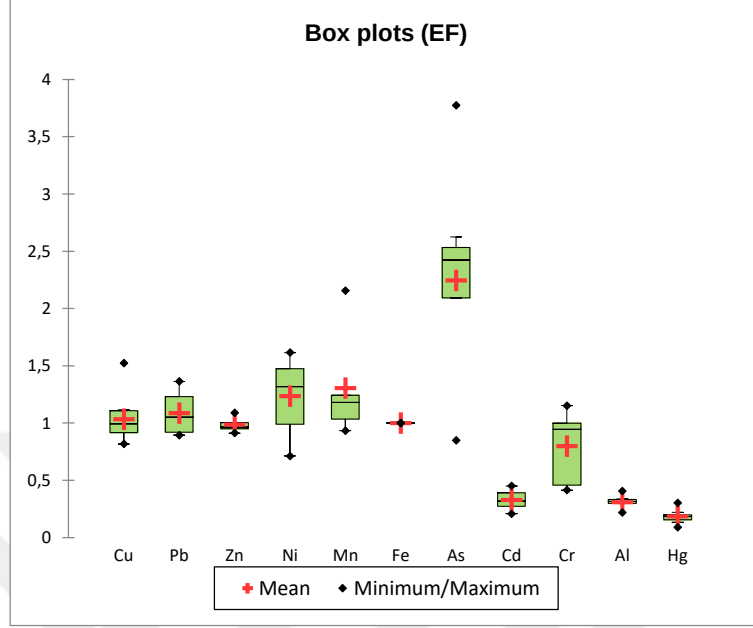
İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan I_{geo} hesaplamaları neticesinde Cu için -1.388 ila -0.553 (ortalama -1.054), Pb için -1.409 ila -0.549 (ortalama -0.974), Zn için -1.322 ila -0.780 (ortalama -1.099), Ni için -1.495 ila -0.463 (ortalama -0.827), Mn için -1.161 ila 0.077 (ortalama -0.750), Fe için -1.268 ila -0.835 (ortalama -1.077), As için -1.396 ila 1.015 (ortalama -0.033), Cd için -3.199 ila -2.275 (ortalama -2.728), Cr için -2.333 ila -0.952 (ortalama -1.503), Al için -3.100 ila -2.461 (ortalama -2.801) ve Hg için -4.322 ila -2.629 (ortalama -3.594) değerleri tespit edilmiştir. Negatif değerler içeren Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Fe, Cd, Cr, Al ve Hg için genel anlamda kirliliğin olmadığı, pozitif değer içeren As için ise kirlilik durumlarının var olabileceği belirlenmiştir (Şekil 4.24.).



Şekil 4.25. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin kirlilik faktörü (CF) değerlerinin box plots grafiği

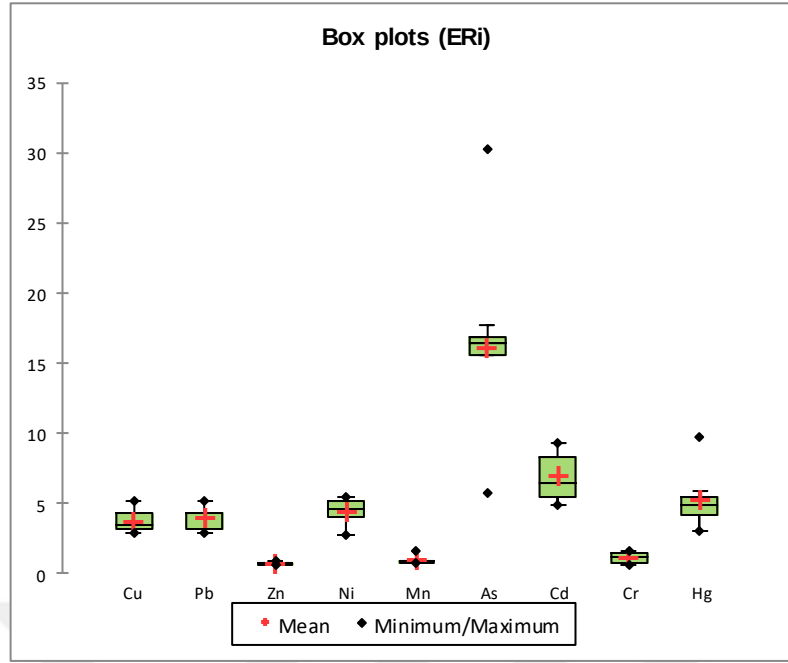
İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan CF hesaplamaları neticesinde Cu için 0.573 ila 1.022 (ortalama 0.736), Pb için 0.565 ila 1.025 (ortalama 0.779), Zn için 0.600 ila 0.874 (ortalama 0.705), Ni için 0.532 ila 1.088 (ortalama 0.869), Mn için 0.671 ila 1.582 (ortalama 0.935), Fe için 0.623 ila 0.841 (ortalama 0.714), As için 0.570 ila 3.031 (ortalama 1.601), Cd için 0.163 ila 0.310 (ortalama 0.233), Cr için 0.298 ila 0.776 (ortalama 0.557), Al için 0.175 ila 0.273 (ortalama 0.218) ve Hg için 0.075 ila 0.243 (ortalama 0.131) değerleri tespit edilmiştir. As değerlerinin çoğu için CF >1'dir. Yüksek CF değerlerinin antropojenik bir metal kaynağına işaret ettiği düşünülmektedir (Zhao ve

ark., 2016) ve toprak örneklerinin çoğunun bölgede Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Fe, As, Cd, Cr, Al ve Hg ile az veya orta bir şekilde; As ile ise orta ve önemli ölçüde kirlenmiş olabileceği anlamına gelmektedir (Şekil 4.25.).



Şekil 4.26. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin zenginleşme faktörü (EF) değerlerinin box plots grafiği

İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan EF hesaplamaları neticesinde Cu için 0.816 ila 1.522 (ortalama 1.033), Pb için 0.894 ila 1.362 (ortalama 1.086), Zn için 0.912 ila 1.088 (ortalama 0.987), Ni için 0.712 ila 1.615 (ortalama 1.234), Mn için 0.932 ila 2.155 (ortalama 1.305), As için 0.849 ila 3.774 (ortalama 2.245), Cd için 0.208 ila 0.450 (ortalama 0.328), Cr için 0.413 ila 1.151 (ortalama 0.799), Al için 0.218 ila 0.406 (ortalama 0.308) ve Hg için 0.089 ila 0.302 (ortalama 0.183) değerleri tespit edilmiştir. Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Cd, Cr, Al ve Hg için EF değerlerinin çoğu < 2 'dir. Bu da bu metaller açısından az zenginleşme durumunun olduğunu göstermektedir. As açısından ise $2 < EF < 5$ değerlerinin olduğu numuneler mevcuttur, bu da orta zenginleşmeye işaret etmektedir (Şekil 4.26.).



Şekil 4.27. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarındaki ağır metallerin potansiyel ekolojik risk indeksi (ER^i) değerlerinin box plots grafiği

İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında analizi gerçekleştirilen ağır metaller üzerinde yapılan ER^i hesaplamaları neticesinde Cu için 2.867 ila 5.111 (ortalama 3.680), Pb için 2.825 ila 5.125 (ortalama 3.894), Zn için 0.600 ila 0.874 (ortalama 0.705), Ni için 2.662 ila 5.441 (ortalama 4.346), Mn için 0.671 ila 1.582 (ortalama 0.935), As için 5.700 ila 30.308 (ortalama 16.005), Cd için 4.900 ila 9.300 (ortalama 6.978), Cr için 0.596 ila 1.551 (ortalama 1.115) ve Hg için 3.000 ila 9.700 (ortalama 5.233) değerleri tespit edilmiştir. Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, As, Cd, Cr ve Hg için ER^i değerlerinin çoğu < 40 'dır. Bu da risk seviyesinin “Az” olduğunu göstermektedir (Şekil 4.27.).

4.4.2.6. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının kanserojenik risk faktörleri durumunun incelenmesi

Kanserojenik Risk Faktörlerinin incelenmesinde yetişkinler ve çocuklar için soluma, yutma ve dermal yoldan etkiler olmak üzere 3 faktörün sonuçları araştırılmıştır. (Çizelge 4.84., 4.85., 4.86., 4.87., 4.88., 4.89.). Ayrıca elementlerin yetişkinler ve çocuklar için risk seviyeleri de belirlenmiştir (Çizelge 4.90., 4.91., 4.92., 4.93., 4.94., 4.95., 4.96., 4.97., 4.98., 4.99., 4.100.).

Çizelge 4.84. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin
“Ortalama Günlük Doz-Yutma ($ADD_{Ingestion}$) Hesaplamaları

<i>ADD_{ing.}=Yetişkin</i>											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
IOP-1	1.96E-07	8.63E-08	3.75E-07	3.52E-07	3.12E-06	1.86E-04	1.07E-07	2.45E-10	2.63E-07	7.10E-05	2.75E-10
IOP-2	1.47E-07	7.03E-08	3.06E-07	3.15E-07	3.35E-06	1.58E-04	1.01E-07	3.90E-10	2.84E-07	8.80E-05	2.45E-10
IOP-3	1.39E-07	6.20E-08	3.04E-07	3.55E-07	2.96E-06	1.59E-04	1.15E-07	3.20E-10	3.31E-07	8.30E-05	2.95E-10
IOP-4	1.39E-07	5.65E-08	2.85E-07	2.69E-07	3.29E-06	1.47E-04	1.03E-07	2.55E-10	2.66E-07	8.30E-05	2.45E-10
IOP-5	1.55E-07	8.48E-08	3.56E-07	3.45E-07	3.62E-06	1.63E-04	1.09E-07	4.65E-10	3.10E-07	9.30E-05	2.70E-10
IOP-6	2.30E-07	9.15E-08	3.07E-07	1.81E-07	6.15E-06	1.59E-04	3.71E-08	4.15E-10	1.34E-07	1.09E-04	1.80E-10
IOP-7	1.29E-07	6.03E-08	3.04E-07	3.70E-07	2.85E-06	1.59E-04	1.10E-07	2.75E-10	3.49E-07	8.05E-05	2.10E-10
IOP-8	1.55E-07	8.70E-08	3.65E-07	2.04E-07	6.73E-06	1.99E-04	5.83E-08	4.55E-10	1.57E-07	1.06E-04	1.50E-10
IOP-9	2.02E-07	1.03E-07	4.15E-07	2.70E-07	3.72E-06	1.90E-04	1.97E-07	3.20E-10	1.66E-07	7.00E-05	4.85E-10

Çizelge 4.85. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin
“Ortalama Günlük Doz-Yutma ($ADD_{Ingestion}$) Hesaplamaları

<i>ADD_{ing.}=Çocuklar</i>											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
IOP-1	1.83E-06	8.05E-07	3.50E-06	3.29E-06	2.91E-05	1.73E-03	9.99E-07	2.29E-09	2.45E-06	6.63E-04	2.57E-09
IOP-2	1.37E-06	6.56E-07	2.85E-06	2.94E-06	3.13E-05	1.47E-03	9.43E-07	3.64E-09	2.65E-06	8.21E-04	2.29E-09
IOP-3	1.30E-06	5.79E-07	2.84E-06	3.31E-06	2.76E-05	1.48E-03	1.07E-06	2.99E-09	3.08E-06	7.75E-04	2.75E-09
IOP-4	1.30E-06	5.27E-07	2.66E-06	2.51E-06	3.07E-05	1.37E-03	9.57E-07	2.38E-09	2.48E-06	7.75E-04	2.29E-09
IOP-5	1.44E-06	7.91E-07	3.32E-06	3.22E-06	3.37E-05	1.52E-03	1.01E-06	4.34E-09	2.89E-06	8.68E-04	2.52E-09
IOP-6	2.15E-06	8.54E-07	2.87E-06	1.69E-06	5.74E-05	1.48E-03	3.46E-07	3.87E-09	1.25E-06	1.02E-03	1.68E-09
IOP-7	1.20E-06	5.62E-07	2.83E-06	3.45E-06	2.66E-05	1.48E-03	1.03E-06	2.57E-09	3.26E-06	7.51E-04	1.96E-09
IOP-8	1.44E-06	8.12E-07	3.40E-06	1.90E-06	6.28E-05	1.85E-03	5.44E-07	4.25E-09	1.46E-06	9.89E-04	1.40E-09
IOP-9	1.88E-06	9.57E-07	3.87E-06	2.52E-06	3.47E-05	1.77E-03	1.84E-06	2.99E-09	1.54E-06	6.53E-04	4.53E-09

Çizelge 4.86. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin
“Ortalama Günlük Doz-Solunum ($ADD_{Inhalation}$) Hesaplamaları

<i>ADD_{inh.}=Yetişkin</i>											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
IOP-1	7.21E-13	3.17E-13	1.38E-12	1.29E-12	1.15E-11	6.82E-10	3.93E-13	9.01E-16	9.67E-13	2.61E-10	1.01E-15
IOP-2	5.40E-13	2.58E-13	1.12E-12	1.16E-12	1.23E-11	5.79E-10	3.71E-13	1.43E-15	1.04E-12	3.24E-10	9.01E-16
IOP-3	5.11E-13	2.28E-13	1.12E-12	1.31E-12	1.09E-11	5.85E-10	4.23E-13	1.18E-15	1.22E-12	3.05E-10	1.08E-15
IOP-4	5.11E-13	2.08E-13	1.05E-12	9.87E-13	1.21E-11	5.40E-10	3.77E-13	9.38E-16	9.76E-13	3.05E-10	9.01E-16
IOP-5	5.68E-13	3.12E-13	1.31E-12	1.27E-12	1.33E-11	5.97E-10	3.99E-13	1.71E-15	1.14E-12	3.42E-10	9.93E-16
IOP-6	8.46E-13	3.36E-13	1.13E-12	6.65E-13	2.26E-11	5.83E-10	1.36E-13	1.53E-15	4.93E-13	4.01E-10	6.62E-16
IOP-7	4.74E-13	2.22E-13	1.12E-12	1.36E-12	1.05E-11	5.85E-10	4.04E-13	1.01E-15	1.28E-12	2.96E-10	7.72E-16
IOP-8	5.68E-13	3.20E-13	1.34E-12	7.48E-13	2.47E-11	7.30E-10	2.14E-13	1.67E-15	5.75E-13	3.90E-10	5.51E-16
IOP-9	7.41E-13	3.77E-13	1.53E-12	9.93E-13	1.37E-11	6.97E-10	7.24E-13	1.18E-15	6.08E-13	2.57E-10	1.78E-15

Çizelge 4.87. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Solunum ($ADD_{Inhalation}$) Hesaplamaları

$ADD_{inh.}=Children$											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
IOP-1	1.35E-11	5.92E-12	2.57E-11	2.42E-11	2.14E-10	1.27E-08	7.34E-12	1.68E-14	1.80E-11	4.87E-09	1.89E-14
IOP-2	1.01E-11	4.82E-12	2.10E-11	2.16E-11	2.30E-10	1.08E-08	6.93E-12	2.68E-14	1.95E-11	6.04E-09	1.68E-14
IOP-3	9.54E-12	4.25E-12	2.09E-11	2.44E-11	2.03E-10	1.09E-08	7.89E-12	2.20E-14	2.27E-11	5.70E-09	2.02E-14
IOP-4	9.54E-12	3.88E-12	1.96E-11	1.84E-11	2.26E-10	1.01E-08	7.03E-12	1.75E-14	1.82E-11	5.70E-09	1.68E-14
IOP-5	1.06E-11	5.82E-12	2.44E-11	2.37E-11	2.48E-10	1.12E-08	7.45E-12	3.19E-14	2.12E-11	6.38E-09	1.85E-14
IOP-6	1.58E-11	6.28E-12	2.11E-11	1.24E-11	4.22E-10	1.09E-08	2.54E-12	2.85E-14	9.20E-12	7.48E-09	1.24E-14
IOP-7	8.85E-12	4.13E-12	2.08E-11	2.54E-11	1.96E-10	1.09E-08	7.55E-12	1.89E-14	2.40E-11	5.52E-09	1.44E-14
IOP-8	1.06E-11	5.97E-12	2.50E-11	1.40E-11	4.62E-10	1.36E-08	4.00E-12	3.12E-14	1.07E-11	7.27E-09	1.03E-14
IOP-9	1.38E-11	7.03E-12	2.85E-11	1.85E-11	2.55E-10	1.30E-08	1.35E-11	2.20E-14	1.14E-11	4.80E-09	3.33E-14

Çizelge 4.88. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Yetişkinler İçin “Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD_{dermal}) Hesaplamaları

$ADD_{dermal}=Yetişkin$											
Numune No	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
IOP-1	7.82E-09	3.44E-09	1.50E-08	1.40E-08	1.24E-07	7.40E-06	4.27E-09	9.78E-12	1.05E-08	2.83E-06	1.10E-11
IOP-2	5.87E-09	2.80E-09	1.22E-08	1.25E-08	1.34E-07	6.28E-06	4.03E-09	1.56E-11	1.13E-08	3.51E-06	9.78E-12
IOP-3	5.55E-09	2.47E-09	1.21E-08	1.42E-08	1.18E-07	6.34E-06	4.59E-09	1.28E-11	1.32E-08	3.31E-06	1.18E-11
IOP-4	5.55E-09	2.25E-09	1.14E-08	1.07E-08	1.31E-07	5.87E-06	4.09E-09	1.02E-11	1.06E-08	3.31E-06	9.78E-12
IOP-5	6.16E-09	3.38E-09	1.42E-08	1.38E-08	1.44E-07	6.48E-06	4.33E-09	1.86E-11	1.23E-08	3.71E-06	1.08E-11
IOP-6	9.18E-09	3.65E-09	1.22E-08	7.22E-09	2.45E-07	6.32E-06	1.48E-09	1.66E-11	5.35E-09	4.35E-06	7.18E-12
IOP-7	5.15E-09	2.40E-09	1.21E-08	1.48E-08	1.14E-07	6.34E-06	4.39E-09	1.10E-11	1.39E-08	3.21E-06	8.38E-12
IOP-8	6.16E-09	3.47E-09	1.45E-08	8.12E-09	2.68E-07	7.92E-06	2.32E-09	1.82E-11	6.24E-09	4.23E-06	5.99E-12
IOP-9	8.04E-09	4.09E-09	1.66E-08	1.08E-08	1.48E-07	7.56E-06	7.86E-09	1.28E-11	6.60E-09	2.79E-06	1.94E-11

Çizelge 4.89. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanları Numuneleri Bazında Çocuklar İçin “Ortalama Günlük Doz-Dermal (ADD_{dermal}) Hesaplamaları

$ADD_{dermal}=Çocuklar$											
Numune no	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
IOP-1	1,79E-08	7,89E-09	3,43E-08	3,22E-08	2,85E-07	1,70E-05	9,79E-09	2,24E-11	2,41E-08	6,49E-06	2,52E-11
IOP-2	1,34E-08	6,43E-09	2,79E-08	2,88E-08	3,06E-07	1,44E-05	9,24E-09	3,57E-11	2,60E-08	8,05E-06	2,24E-11
IOP-3	1,27E-08	5,67E-09	2,78E-08	3,25E-08	2,71E-07	1,45E-05	1,05E-08	2,93E-11	3,02E-08	7,59E-06	2,70E-11
IOP-4	1,27E-08	5,17E-09	2,61E-08	2,46E-08	3,01E-07	1,34E-05	9,38E-09	2,33E-11	2,43E-08	7,59E-06	2,24E-11
IOP-5	1,41E-08	7,75E-09	3,26E-08	3,16E-08	3,31E-07	1,49E-05	9,92E-09	4,25E-11	2,83E-08	8,51E-06	2,47E-11
IOP-6	2,10E-08	8,37E-09	2,81E-08	1,66E-08	5,63E-07	1,45E-05	3,39E-09	3,80E-11	1,23E-08	9,97E-06	1,65E-11
IOP-7	1,18E-08	5,51E-09	2,78E-08	3,38E-08	2,61E-07	1,45E-05	1,01E-08	2,52E-11	3,19E-08	7,36E-06	1,92E-11
IOP-8	1,41E-08	7,96E-09	3,33E-08	1,86E-08	6,15E-07	1,82E-05	5,33E-09	4,16E-11	1,43E-08	9,70E-06	1,37E-11
IOP-9	1,84E-08	9,38E-09	3,80E-08	2,47E-08	3,40E-07	1,73E-05	1,80E-08	2,93E-11	1,51E-08	6,40E-06	4,44E-11

Çizelge 4.90. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Cu Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Cu					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
IOP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-8	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-9	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.90. incelendiğinde yetişkinler için ADDing (yutma) durumunda IOP-6 numunesi için “Orta”, IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, IOP-7, IOP-8, IOP-9 numunelerinde “Düşük” risk ve çocuklarda IOP-6 ve IOP-9 numunelerinde “Orta”, IOP-1, OP-2, OP-3, OP-4, OP-5, OP-7, IOP-8 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.91. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Pb Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Pb					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
IOP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-8	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-9	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.91. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDing (yutma) durumunda IOP-6 ve IO-9 numuneleri için “Orta”, IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, IOP-7 ve IOP-8 numunelerinde “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.92. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Zn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Zn					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDİng	ADDİnh	ADDder	ADDİng	ADDİnh	ADDder
IOP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-8	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-9	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.92. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDİng (yutma) durumunda IOP-9 numunesi için “Orta”, IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, IOP-6, IOP-7 ve IOP-8 numunelerinde “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDİnh (solunma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.93. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Ni Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Ni					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDİng	ADDİnh	ADDder	ADDİng	ADDİnh	ADDder
IOP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-8	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-9	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.93. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDİng (yutma) durumunda IOP-7 numunesi için “Orta”, IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, IOP-6, IOP-8 ve IOP-9 numunelerinde “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDİnh (solunma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.94. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Mn Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Mn					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDİng	ADDİnh	ADDder	ADDİng	ADDİnh	ADDder
IOP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-2	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-8	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-9	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.94. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDİng (yutma) durumunda IOP-2, IOP-4, IOP-5, IOP-6, IOP-8 ve IOP-9 numuneleri için “Orta”, IOP-1, IOP-3 ve IOP-7 numunelerinde “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDİnh (solunma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.95. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Fe Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Fe					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDİng	ADDİnh	ADDder	ADDİng	ADDİnh	ADDder
IOP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-8	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-9	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.95. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDİng (yutma) durumunda IOP-8 numunesi için “Orta”, IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, IOP-6, IOP-7 ve IOP-9 numunelerinde “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDİnh (solunma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.96. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin As Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	As					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDİng	ADDİnh	ADDder	ADDİng	ADDİnh	ADDder
IOP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-3	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-8	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-9	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.96. incelendiğinde yetişkinler için ADDİng (yutma) durumunda IOP-3 ve IOP-9 numuneleri için “Orta”, IOP-1, IOP-2, IOP-4, IOP-5, IOP-6, IOP-7 ve IOP-8 numunelerinde “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. Çocuklarda IOP-3, IOP-5, IOP-7 ve IOP-9 numuneleri için “Orta”, IOP-1, IOP-2, IOP-4, IOP-6 ve IOP-8 numuneleri için “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDİnh (solunum) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.97. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Cd Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Cd					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDİng	ADDİnh	ADDder	ADDİng	ADDİnh	ADDder
IOP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-2	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-3	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-8	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-9	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.97. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için ADDİng (yutma) durumunda IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, IOP-6, IOP-7, IOP-8 ve IOP-9 numuneleri için “Orta”, IOP-1 numunesinde “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDİnh (solunum) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.98. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Cr Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Cr					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
IOP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-2	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-3	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-8	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-9	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.98. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için için ADDing (yutma) durumunda IOP-2, IOP-3, IOP-5 ve IOP-7 numuneleri için “Orta”, IOP-1, IOP-4, IOP-6, IOP-8 ve IOP-9 numunelerinde “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.99. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Al Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

	Al					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
IOP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-2	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-3	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-4	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-8	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-9	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.99. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için için ADDing (yutma) durumunda IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, IOP-6, IOP-7 ve IOP-8 numuneleri için “Orta”, IOP-1 ve IOP-9 numunelerinde “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (soluma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.100. İlişi Çayı Çevresi Dere Sedimanı Numunelerinin Hg Elementi Açısından Yetişkinler ve Çocuklar İçin Risk Seviyeleri

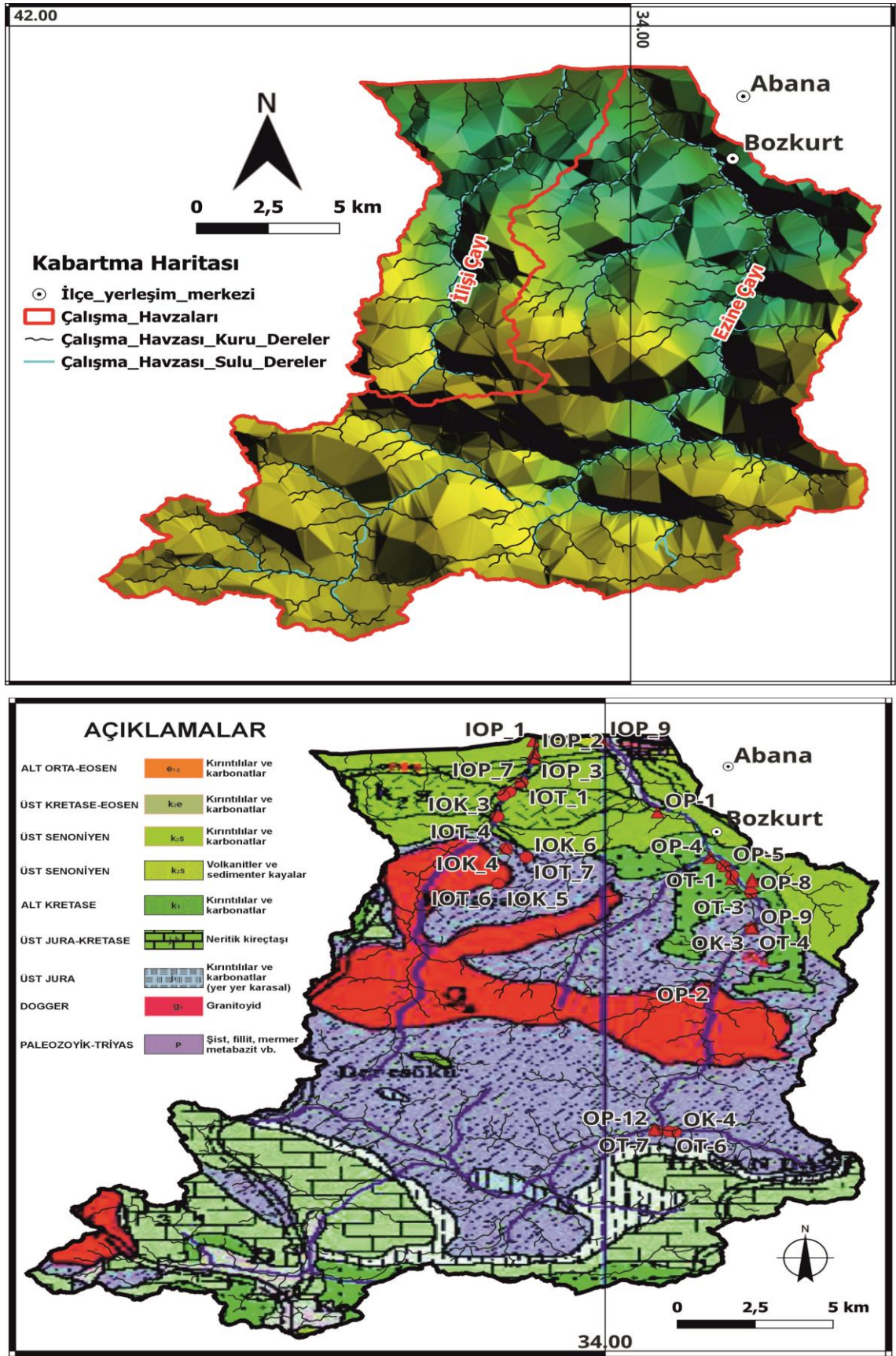
	Hg					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
IOP-1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-3	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-8	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
IOP-9	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

Çizelge 4.100. incelendiğinde yetişkinler ve çocuklar için için ADDing (yutma) durumunda IOP-3 ve IOP-9 numuneleri için “Orta”, IOP-1, IOP-2, IOP-4, IOP-5, IOP-6, IOP-7 ve IOP-8 numunelerinde “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. ADDinh (solunma) ve ADDder (temas) için hem yetişkinlerde hem de çocuklarda tüm numuneler bazında “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir.

4.5. Kayaçlarda, Topraklarda ve Dere Sedimanlarındaki Elementlerin Dağılımları ve Anomalinin Değerlendirilmesi

4.5.1. Element Dağılımları ve Anomali Haritaları

İnceleme alanından derlenen kayaç, toprak ve dere sedimanı numunelerinin (Şekil 4.28.) analiz sonuçları göz önüne alınarak literatürde özellikle sağlık alanında etkisi olduğu ifade edilen elementler seçilmiş ve bunların anomali haritaları hazırlanarak değerlendirmeler yapılmıştır.



Şekil 4.28. Çalışma havzasına ait kabartma ve jeoloji haritası

Bu tez kapsamında anomali haritaları hazırlanan elementler; Alüminyum (Al), Arsenik (As), Kadmiyum (Cd), Krom (Cr), Bakır (Cu), Demir (Fe), Civa (Hg), Manganez (Mg), Nikel (Ni), Kurşun (Pb) ve Çinko (Zn)'dur. Her bir elementin değerlendirilmesi ve anomali haritaları alt başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

4.5.1.1. Alüminyum (Al)

Alüminyum, yer kabuğunda en bol bulunan üçüncü elementtir ve yaklaşık %8 oranında bulunur. Yer kabuğunda 82.000 ppm, ultramafik kayalarda 5.000-20000 ppm aralığında, mafik kayalarda 73.000-88.000 ppm aralığında, asidik kayalarda 60.000-82.000 ppm aralığında, kumtaşlarında 25.000-43.000 ppm aralığında, kalkerli kayalarda 4.000-13.000 ppm aralığında ve topraklarda 10.000-50.000 ppm aralığında değerlere sahip olduğu belirtilmiştir (Kabata-Pendias, 2011).

Ezine çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Al miktarı 15.120 ppm olup değişim aralığı 6.300-26.400 ppm'dir. Elde edilen Al değeri yerkabuğu, mafik, asidik kayaç ve kumtaşlarının içerdikleri oranlara göre düşük, kalkerli kayaçların içeriğine kıyasla yüksek olarak bulunmuştur. Ultramafik kayaç ve toprak değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Al miktarı 18.433 ppm olup değişim aralığı 8.300-37.800 ppm'dir. Elde edilen Al değeri yerkabuğu, mafik, asidik kayaç ve kumtaşlarının içerdikleri oranlara göre düşük, kalkerli kayaçların içeriğine kıyasla yüksek olarak bulunmuştur. Ultramafik kayaç ve toprak değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Ezine çayı çevresindeki toprakların ortalama Al miktarı 14.300 ppm olup değişim aralığı 7.500-23.600 ppm'dir. Elde edilen Al değeri yerkabuğu, mafik, asidik kayaç ve kumtaşlarının içerdikleri oranlara göre düşük, kalkerli kayaçların içeriğine kıyasla yüksek olarak bulunmuştur. Ultramafik kayaç ve toprak değerlerine göre ise normal aralıktadır.

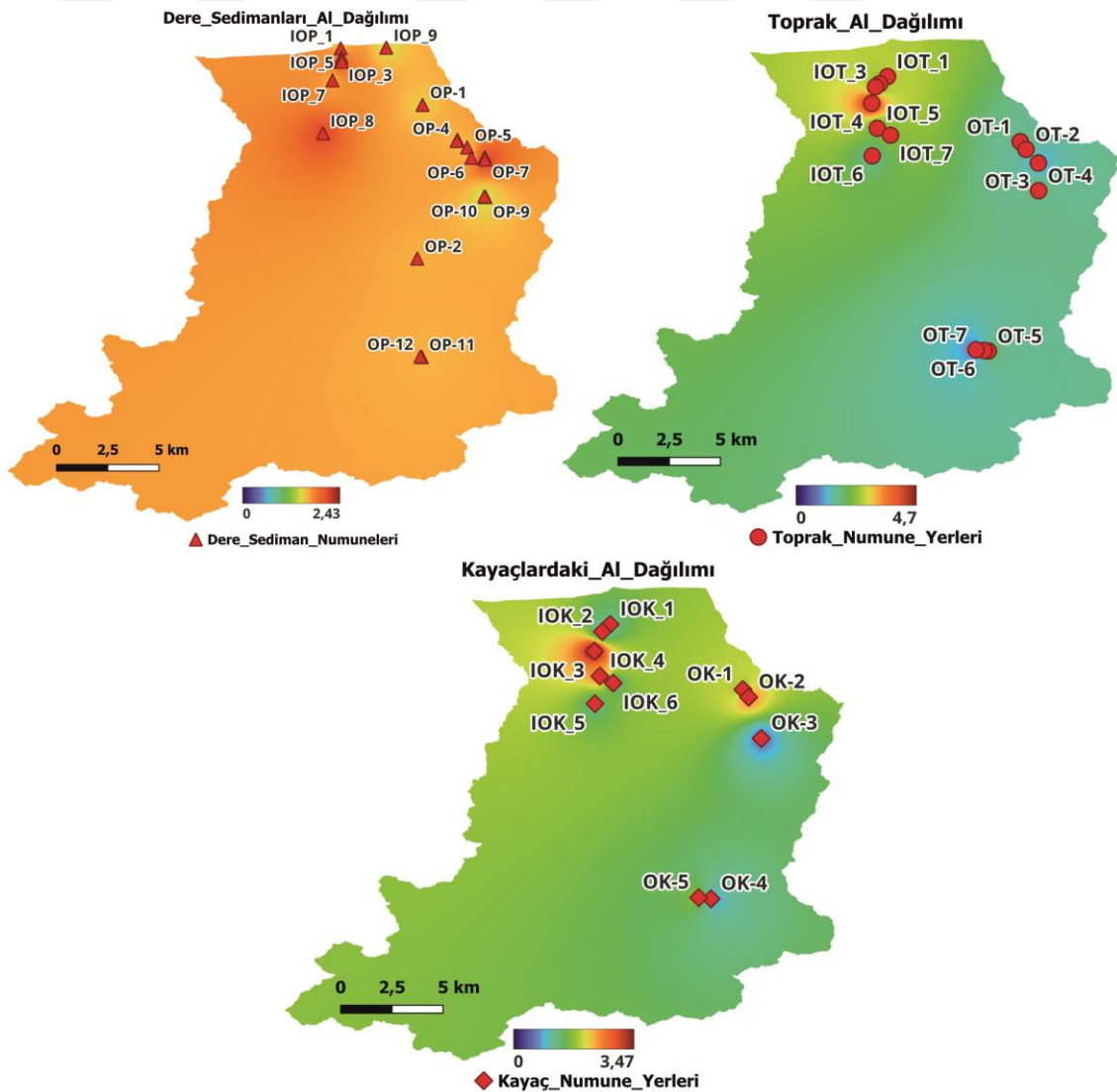
İlişi çayı çevresindeki toprakların ortalama Al miktarı 25.514 ppm olup değişim aralığı 16.000-47.800 ppm'dir. Elde edilen Al değeri yerkabuğu, mafik ve asidik kayaçların içerdikleri oranlara göre düşük, kalkerli kayaçların içeriğine kıyasla yüksek olarak bulunmuştur. Ultramafik kayaç, kumtaşları ve toprak değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Ezine çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Al miktarı 16.533 ppm olup değişim aralığı 13.800-24.300 ppm'dir. Elde edilen Al değeri yerkabuğu, mafik, asidik kayaç ve kumtaşlarının içerdikleri oranlara göre düşük, kalkerli kayaçların

içeriğine kıyasla yüksek olarak bulunmuştur. Ultramafik kayaç ve toprak değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Al miktarı 17.411 ppm olup değişim aralığı 14.000-21.800 ppm'dir. Elde edilen Al değeri yer kabuğu, mafik, asidik kayaç ve kumtaşlarının içerdikleri oranlara göre düşük, kalkerli kayaçların içeriğine kıyasla yüksek olarak bulunmuştur. Ultramafik kayaç ve toprak değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Yapılan bu çalışmada bölgedeki kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında mevcut olan alüminyum (Al) kirliliğinin anomali haritaları hazırlanmış ve kirlilik düzeyleri ortaya koyulmuştur. Elde edilen verilere göre kayaçlarda IOK-3 ve IOK-4, topraklarda IOT-4 ve dere sedimanlarında OP-7 ve IOP-8 noktalarında/numunelerde anomaliler gözlenmiştir (Şekil 4.29.).



Şekil 4.29. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Al dağılımı anomali haritası

4.5.1.2. Arsenik (As)

Yer kabuğunda 1.8-2.5 ppm aralığında, mafik kayalarda 0.5-2.5 ppm aralığında, asidik kayalarda 1-2.5 ppm aralığında, kumtaşlarında 0.5-1.2 ppm aralığında, kalkerli kayalarda 1-2.5 ppm aralığında ve topraklarda 6.83 ppm değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Kabata-Pendias, 2011).

Ezine çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama As miktarı 124 ppm olup değişim aralığı 2.94-547 ppm'dir. Elde edilen As değeri yer kabuğu, mafik, asidik kayaç, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama As miktarı 32.923 ppm olup değişim aralığı 0.96-175 ppm'dir. Elde edilen As değeri yer kabuğu, mafik, asidik kayaç, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur.

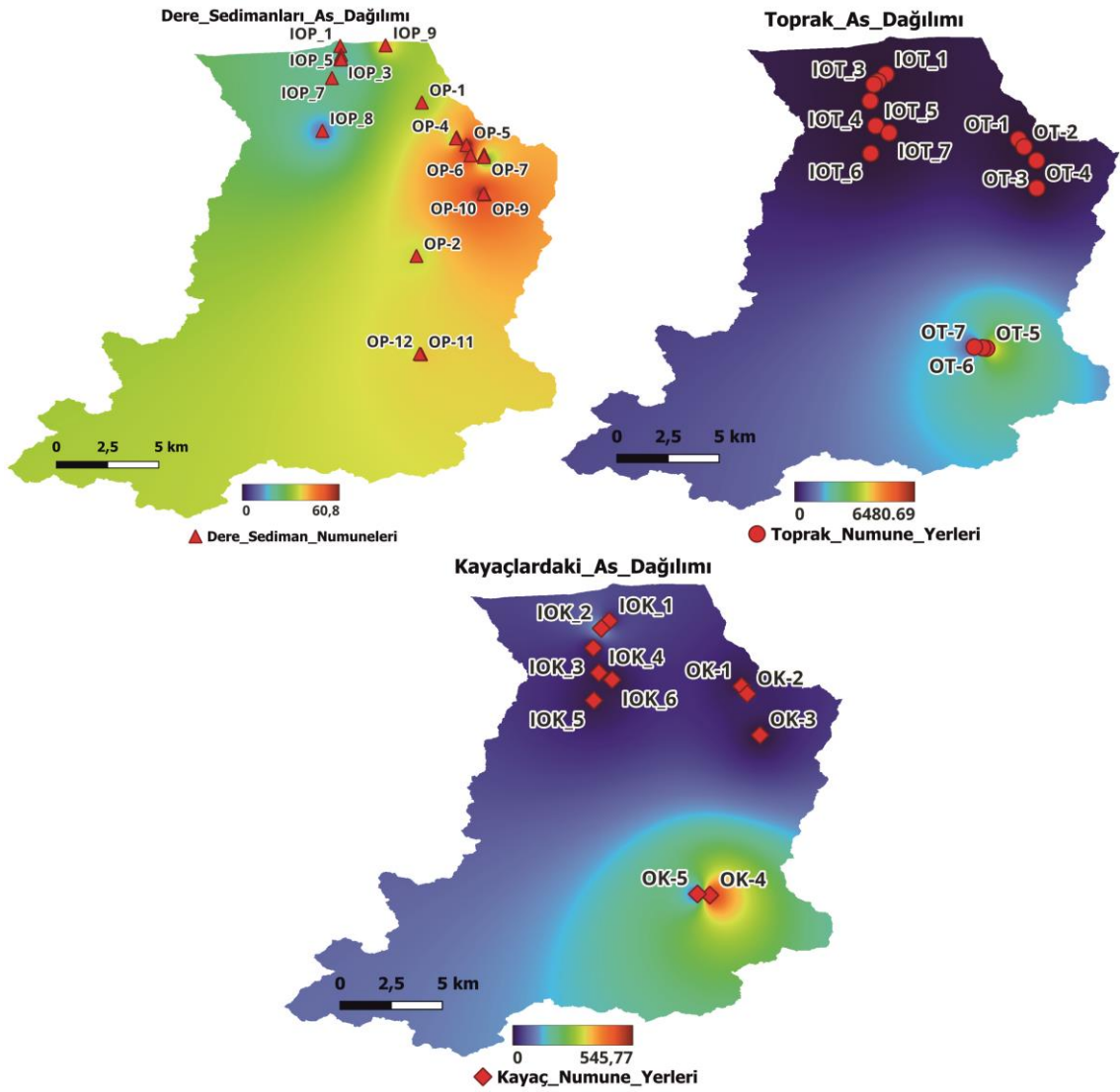
Ezine çayı çevresindeki toprakların ortalama As miktarı 1001,303 ppm olup değişim aralığı 6.06-6.510 ppm'dir. Elde edilen As değeri yer kabuğu, mafik, asidik kayaç, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki toprakların ortalama As miktarı 8.51 ppm olup değişim aralığı 0.9-16.75 ppm'dir. Elde edilen As değeri yer kabuğu, mafik, asidik kayaç, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur.

Ezine çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama As miktarı 42.104 ppm olup değişim aralığı 10-80 ppm'dir. Elde edilen As değeri yer kabuğu, mafik, asidik kayaç, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama As miktarı 20.806 ppm olup değişim aralığı 7.41-39.4 ppm'dir. Elde edilen As değeri yer kabuğu, mafik, asidik kayaç, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur.

Yapılan bu çalışmada bölgedeki kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında mevcut olan arsenik (As) kirliliğinin anomali haritaları hazırlanmış ve kirlilik düzeyleri ortaya koyulmuştur. Elde edilen verilere göre kayaçlarda OK-4, topraklarda OT-5 ve dere sedimanlarında OP-5, OP-9 ve OP-10 noktalarında/numunelerde anomaliler gözlenmiştir (Şekil 4.30.).



Şekil 4.30. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında As dağılımı anomali haritası

4.5.1.3. Kadmiyum (Cd)

Yer kabuğunda 0.1-0.2 ppm aralığında, ultramafik kayaçlarda 0.03–0.05 ppm aralığında, mafik kayaçlarda 0.13–0.22 ppm aralığında, asidik kayaçlarda 0.05–0.2 ppm aralığında, kalkerli kayalarda 0.04–0.1 ppm aralığında ve topraklarda 0.41 ppm değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Kabata-Pendias, 2011).

Ezine çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Cd miktarı 0.114 ppm olup değişim aralığı 0.027-0.321 ppm'dir. Elde edilen Cd değeri ultramafik kayaçların, mafik kayaçların ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük, kalkerli kayaçların içeriğine kıyasla yüksek olarak bulunmuştur. Yer kabuğu, ultramafik kaya ve asidik kayaç değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Cd miktarı 0.064 ppm olup değişim aralığı 0.016-0.148 ppm'dir. Elde

edilen Cd değeri yer kabuğu, mafik ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük olarak bulunmuştur. Ultramafik kayaç, asidik kayaç ve kalkerli kayalar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

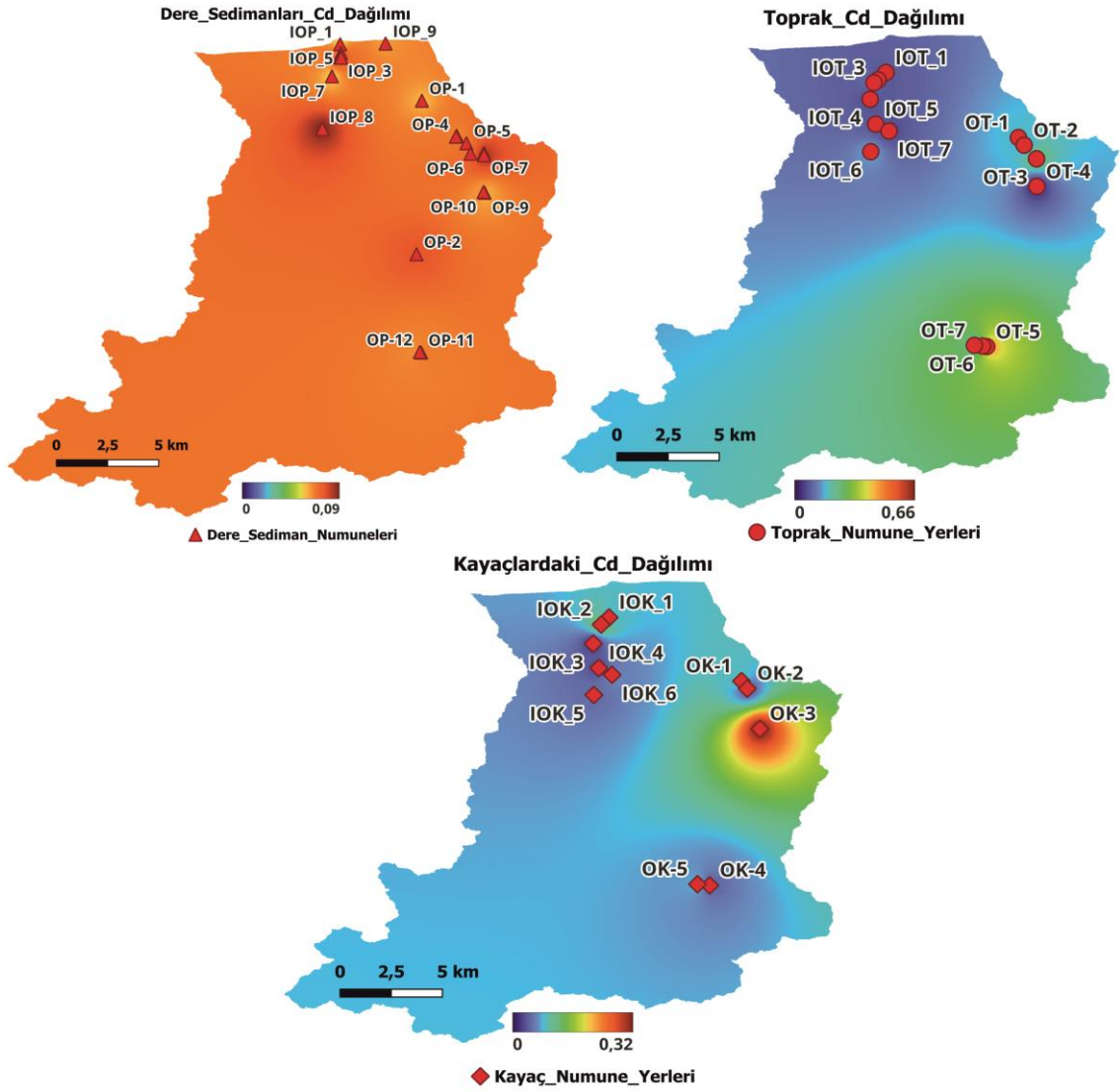
Ezine çayı çevresindeki toprakların ortalama Al miktarı 0.227 ppm olup değişim aralığı 0.031-0.659 ppm'dir. Elde edilen Cd değeri yer kabuğu, ultramafik, mafik, asidik kayaç ve kalkerli kayaların içerdikleri oranlara göre yüksek, toprakların içeriğine kıyasla düşük olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki toprakların ortalama Cd miktarı 0.088 ppm olup değişim aralığı 0.038-0.157 ppm'dir. Elde edilen Cd değeri yer kabuğu, mafik kayaçların ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük, ultramafik kayaçların içeriğine kıyasla yüksek olarak bulunmuştur. Asidik kayaç değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Ezine çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Cd miktarı 0.070 ppm olup değişim aralığı 0.052-0.092 ppm'dir. Elde edilen Cd değeri yer kabuğu, mafik kayaçların ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük, ultramafik kayaçların içeriğine kıyasla yüksek olarak bulunmuştur. Asidik kayaç değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Cd miktarı 0.069 ppm olup değişim aralığı 0.049-0.093 ppm'dir. Elde edilen Cd değeri yer kabuğu, mafik kayaçların ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük, ultramafik kayaçların içeriğine kıyasla yüksek olarak bulunmuştur. Asidik kayaç değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Yapılan bu çalışmada bölgedeki kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında mevcut olan kadmiyum (Cd) kirliliğinin anomali haritaları hazırlanmış ve kirlilik düzeyleri ortaya koyulmuştur. Elde edilen verilere göre kayaçlarda OK-3, topraklarda OT-5 ve dere sedimanlarında OP-7 ve IOP-8 noktalarında/numunelerde anomaliler gözlenmiştir (Şekil 4.31.).



Şekil 4.31. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Cd dağılımı anomali haritası

4.5.1.4. Krom (Cr)

Yer kabuğunda 126-185 ppm, mafik kayaçlarda 170-3400 ppm aralığında, asidik kayaçlarda 10-50 ppm aralığında, kumtaşlarında 20-40 ppm aralığında, kalkerli kayalarda 5-16 ppm aralığında ve topraklarda 60 ppm değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Kabata-Pendias, 2011).

Ezine çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Al miktarı 21.16 ppm olup değişim aralığı 11-47.1 ppm'dir. Elde edilen Cr değeri yer kabuğu, mafik kayaçlar ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük, kalkerli kayaçların içeriğine kıyasla yüksek olarak bulunmuştur. Asidik kayaçlar ve kumtaşları değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Cr miktarı 15.763 ppm olup değişim aralığı 3.43-41.1 ppm'dir. Elde

edilen Cr değeri yer kabuğu, mafik kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük, kalkerli kayaların içeriğine kıyasla yüksek olarak bulunmuştur. Asidik kayalar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

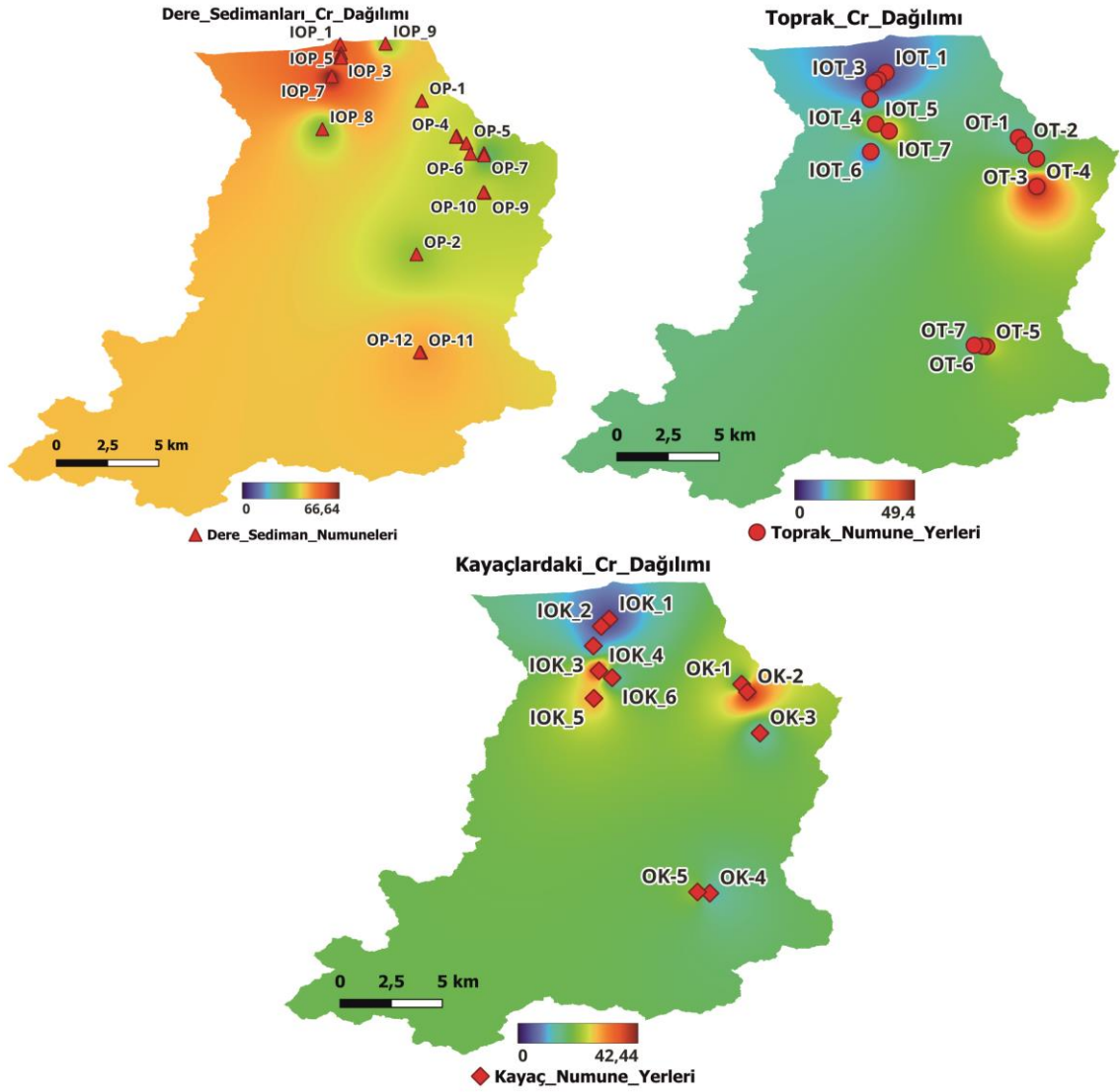
Ezine çayı çevresindeki toprakların ortalama Cr miktarı 23.778 ppm olup değişim aralığı 14.6-49.4 ppm'dir. Elde edilen Cr değeri yer kabuğu, mafik kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük, kalkerli kayaların içeriğine kıyasla yüksek olarak bulunmuştur. Asidik kayalar ve kumtaşları değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki toprakların ortalama Cr miktarı 13.677 ppm olup değişim aralığı 1.51-33.6 ppm'dir. Elde edilen Cr değeri yer kabuğu, mafik kayalar, kumtaşları ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük olarak bulunmuştur. Asidik ve kalkerli kayalar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Ezine çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Cr miktarı 37.508 ppm olup değişim aralığı 16.8-50.1 ppm'dir. Elde edilen Cr değeri yer kabuğu, mafik kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük olarak bulunmuştur. Asidik ve kumtaşları değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Cr miktarı 50.16 ppm olup değişim aralığı 26.8-69.8 ppm'dir. Elde edilen Cr değeri yer kabuğu, mafik kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük olarak bulunmuştur. Asidik, kumtaşları ve kalkerli kayalar değerlerine göre ise yüksek olarak bulunmuştur.

Yapılan bu çalışmada bölgedeki kayalarda, topraklarda ve dere sedimanlarında mevcut olan alüminyum (Cr) kirliliğinin anomali haritaları hazırlanmış ve kirlilik düzeyleri ortaya koyulmuştur. Elde edilen verilere göre kayalarda OK-2 ve IOK-3, topraklarda OT-3 ve dere sedimanlarında IOP-3 ve IOP-7 noktalarında/numunelerde anomaliler gözlenmiştir (Şekil 4.32.).



Şekil 4.32. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Cr dağılımı anomali haritası

4.5.1.5. Bakır (Cu)

Yer kabuğunda 25-27 ppm aralığında, ultramafik kayaçlarda 10-40 ppm aralığında, mafik kayaçlarda 10-120 ppm aralığında, asidik kayaçlarda ve kumtaşlarında 5-30 ppm aralığında, kalkerli kayalarda 5-10 ppm aralığında ve topraklarda 38.9 ppm değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Kabata-Pendias, 2011).

Ezine çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Cu miktarı 34.78 ppm olup değişim aralığı 20.6-48.9 ppm'dir. Elde edilen Cu değeri yer kabuğu, asidik kayaçlar, kumtaşları ve kalkerli kayaçların içerdikleri oranlara göre yüksek, toprak değerinden düşük olarak bulunmuştur. Ultramafik kayaçlar, mafik kayaçlar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Cu miktarı 39.45 ppm olup değişim aralığı 15.75-103.5 ppm'dir. Elde

edilen Cu değeri yer kabuğu, asidik kayalar, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur. Ultramafik kayalar, mafik kayalar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

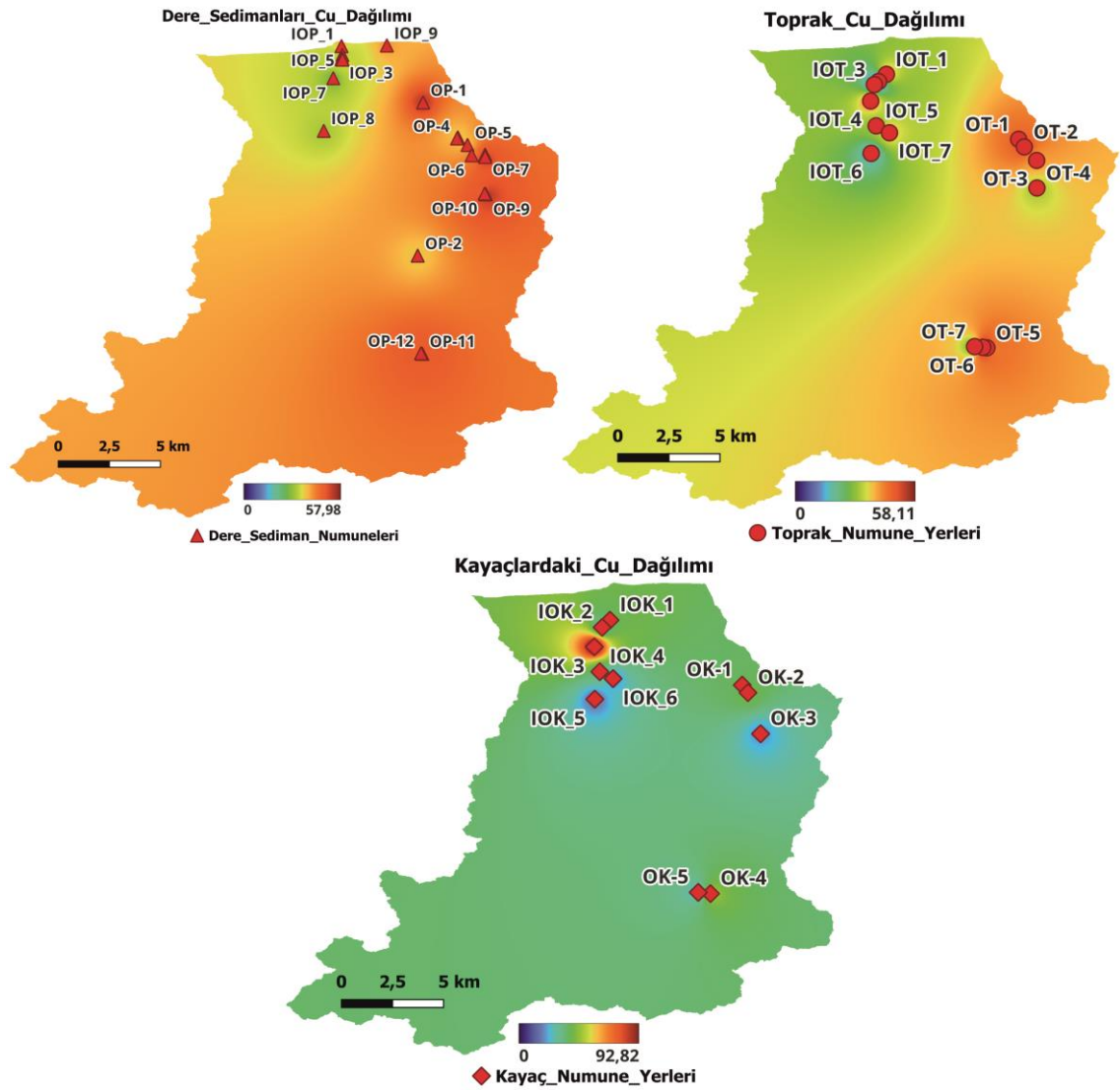
Ezine çayı çevresindeki toprakların ortalama Cu miktarı 41.77 ppm olup değişim aralığı 15.65-79.7 ppm'dir. Elde edilen Cu değeri yer kabuğu, asidik kayalar, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur. Mafik kayalar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki toprakların ortalama Cu miktarı 27.39 ppm olup değişim aralığı 6.42-47 ppm'dir. Elde edilen Cu değeri yer kabuğu ve kalkerli kayaların içerdikleri oranlara göre yüksek, topraklara göre düşük olarak bulunmuştur. Ultramafik kayalar, mafik kayalar, asidik kayalar ve kumtaşları değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Ezine çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Cu miktarı 45.2 ppm olup değişim aralığı 33.4-67.1 ppm'dir. Elde edilen Cu değeri yer kabuğu, ultramafik kayalar, asidik kayalar, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur. Mafik kayalar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Cu miktarı 33.12 ppm olup değişim aralığı 25.8-46 ppm'dir. Elde edilen Cu değeri yer kabuğu, asidik kayalar ve kumtaşları, kalkerli kayaların içerdikleri oranlara göre yüksek, topraklara göre düşük olarak bulunmuştur. Ultramafik ve mafik kayalar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Yapılan bu çalışmada bölgedeki kayalarda, topraklarda ve dere sedimanlarında mevcut olan bakır (Cu) kirliliğinin anomali haritaları hazırlanmış ve kirlilik düzeyleri ortaya koyulmuştur. Elde edilen verilere göre kayalarda IOK-3, topraklarda OT-1, OT-2 ve OT-5 ve dere sedimanlarında OP-1, OP-9 ve OP-10 noktalarında/numunelerde anomaliler gözlenmiştir (Şekil 4.33.).



Şekil 4.33. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Cu dağılımı anomali haritası

4.5.1.6. Demir (Fe)

Yer kabuğunda 45.000-50.000 ppm aralığında, mafik kayaçlarda 37.000-87.000 ppm aralığında, asidik kayaçlarda 14.000-27.000 ppm aralığında, kumtaşlarında 10.000-30.000 ppm aralığında, kalkerli kayalarda 4.000-10.000 ppm aralığında ve topraklarda 35.000 ppm değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Kabata-Pendias, 2011).

Ezine çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Fe miktarı 31.180 ppm olup değişim aralığı 14.700-47.200 ppm'dir. Elde edilen Fe değeri yer kabuğu, mafik kayaçlar ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük, asidik kayalar ve kumtaşları değerlerinden yüksek olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Fe miktarı 38.633 ppm olup değişim aralığı 18.900-83.300 ppm'dir. Elde edilen Fe değeri yer kabuğu değerine göre düşük; asidik kayaçlar, kumtaşları, kalkerli

kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur. Mafik kayalar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

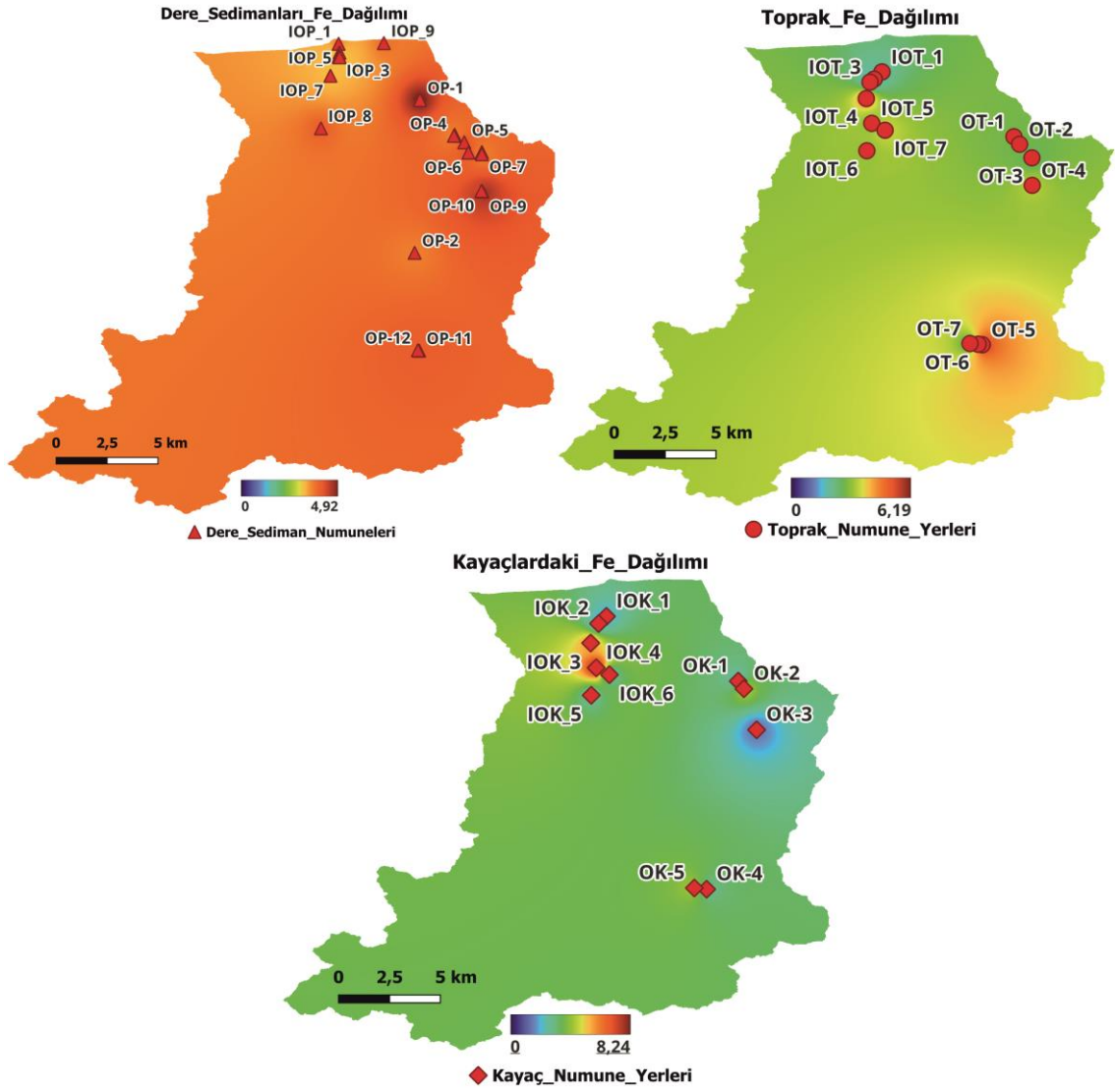
Ezine çayı çevresindeki toprakların ortalama Fe miktarı 33.957 ppm olup değişim aralığı 19.000-62.500 ppm'dir. Elde edilen Fe değeri yer kabuğu, mafik kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük, asidik kayalar, kumtaşları ve kalkerli kayaların değerlerinden yüksek olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki toprakların ortalama Fe miktarı 28.657 ppm olup değişim aralığı 12.900-49.800 ppm'dir. Elde edilen Fe değeri yer kabuğu, mafik kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük, asidik kayalar ve kalkerli kayaların değerlerinden yüksek olarak bulunmuştur. Kumtaşları değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Ezine çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Fe miktarı 40.458 ppm olup değişim aralığı 34.500-54.200 ppm'dir. Elde edilen Fe değeri yer kabuğu değerinden düşük; asidik kayalar, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların değerlerinden yüksek olarak bulunmuştur. Mafik kayalar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Fe miktarı 33.711 ppm olup değişim aralığı 29.400-39.700 ppm'dir Elde edilen Fe değeri yer kabuğu, mafik kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük, asidik kayalar, kumtaşları ve kalkerli kayaların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur.

Yapılan bu çalışmada bölgedeki kayalarda, topraklarda ve dere sedimanlarında mevcut olan demir (Fe) kirliliğinin anomali haritaları hazırlanmış ve kirlilik düzeyleri ortaya koyulmuştur. Elde edilen verilere göre kayalarda IOK-3, topraklarda OT-5 ve dere sedimanlarında OP-1, OP-9 ve OP-10 noktalarında/numunelerde anomaliler gözlenmiştir (Şekil 4.34.).



Şekil 4.34. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Fe dağılımı anomali haritası

4.5.1.7. Civa (Hg)

Yer kabuğunda 0.02-0.09 ppm aralığında, mafik kayaçlarda 0.004-0.01 ppm aralığında, asidik kayaçlarda 0.03-0.08 ppm aralığında, kumtaşlarında 0.01–0.05 ppm aralığında, kalkerli kayalarda 0.02–0.05 ppm aralığında ve topraklarda 0.07 ppm değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Kabata-Pendias, 2011).

Ezine çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Hg miktarı 0.536 ppm olup değişim aralığı 0.051-2.37 ppm'dir. Elde edilen Hg değeri yer kabuğu, mafik kayaçlar, asidik kayaçlar, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Hg miktarı 1.44 ppm olup değişim aralığı 0.017-8.15 ppm'dir. Elde

edilen Hg değeri yer kabuğu, mafik kayalar, asidik kayalar, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur.

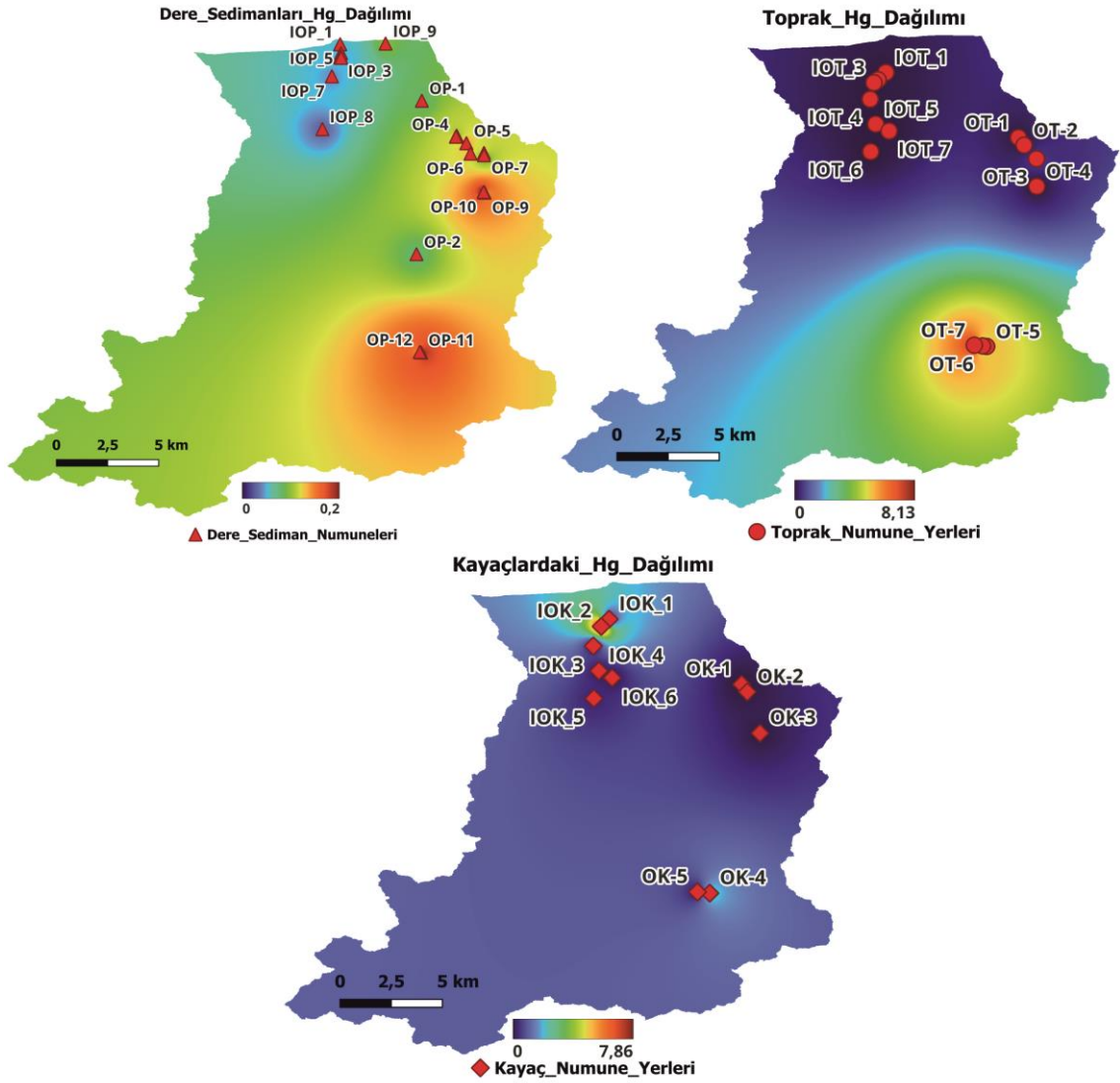
Ezine çayı çevresindeki toprakların ortalama Hg miktarı 2.533 ppm olup değişim aralığı 0.031-8.45 ppm'dir. Elde edilen Hg değeri yer kabuğu, mafik kayalar, asidik kayalar, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki toprakların ortalama Hg miktarı 0.050 ppm olup değişim aralığı 0.023-0.116 ppm'dir. Elde edilen Hg değeri mafik kayalar, kumtaşları ve kalkerli kayaların içerdikleri oranlara göre yüksek; toprak değerinden düşük olarak bulunmuştur. Yer kabuğu ve asidik kayaç değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Ezine çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Hg miktarı 0.126 ppm olup değişim aralığı 0.053-0.267 ppm'dir. Elde edilen Hg değeri yer kabuğu, mafik kayalar, asidik kayalar, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Hg miktarı 0.052 ppm olup değişim aralığı 0.03-0.097 ppm'dir. Elde edilen Hg değeri mafik kayalar, kumtaşları ve kalkerli kayaların içerdikleri oranlara göre yüksek; toprak değerinden düşük olarak bulunmuştur. Yer kabuğu ve asidik kayaç değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Yapılan bu çalışmada bölgedeki kayalarda, topraklarda ve dere sedimanlarında mevcut olan civa (Hg) kirliliğinin anomali haritaları hazırlanmış ve kirlilik düzeyleri ortaya koyulmuştur. Elde edilen verilere göre kayalarda IOK-2, topraklarda OT-7 ve dere sedimanlarında OP-9, OP-10, OP-11 ve OP-12 noktalarında/numunelerde anomaliler gözlenmiştir (Şekil 4.35.).



Şekil 4.35. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Hg dağılımı anomali haritası

4.5.1.8. Manganez (Mn)

Yer kabuğunda 716-1400 ppm aralığında, mafik kayalarda 850-2000 ppm aralığında, asidik kayalarda 350-1200 ppm aralığında, kumtaşlarında 100-500 ppm aralığında, kalkerli kayalarda 200-1000 ppm aralığında ve topraklarda 488 ppm değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Kabata-Pendias, 2011).

Ezine çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Mn miktarı 426.5 ppm olup değişim aralığı 114.5-890 ppm'dir. Elde edilen Mn değeri yerkabuğu, mafik kayaçlar ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük olarak bulunmuştur. Asidik kayalar, kumtaşları ve kalkerli kayaç değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Mn miktarı 1294.5 ppm olup değişim aralığı 339-4090 ppm'dir. Elde

edilen Mn değeri asidik kayaçlar, kumtaşları, kalkerli kayaçlar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur. Yer kabuğu ve mafik kayaçlar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

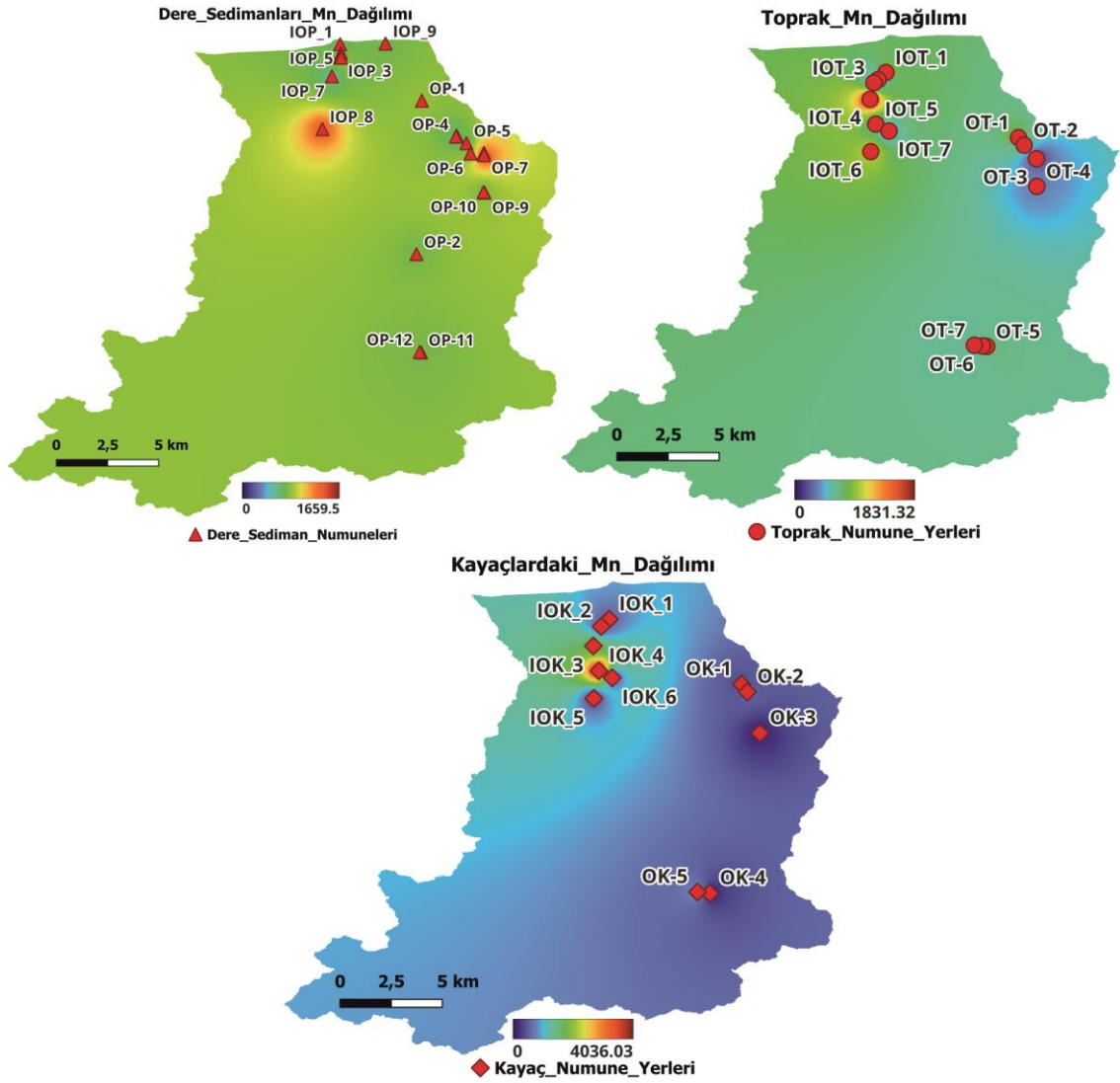
Ezine çayı çevresindeki toprakların ortalama Mn miktarı 540,64 ppm olup değişim aralığı 155,5-911 ppm'dir. Elde edilen Mn değeri yer kabuğu ve mafik kayaçların içerdiklere oranlara göre düşük, toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur. Asidik kayaçlar, kumtaşları ve kalkerli kayaçlar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki toprakların ortalama Mn miktarı 817,28 ppm olup değişim aralığı 347-1865 ppm'dir. Elde edilen Mn değeri kumtaşı ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek, mafik kayaçlara göre düşük olarak bulunmuştur. Yer kabuğu, asidik kayaçlar ve kalkerli kayaçlar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Ezine çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Mn miktarı 850,33 ppm olup değişim aralığı 666-1665 ppm'dir. Elde edilen Mn değeri kumtaşları ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur. Yer kabuğu, mafik kayaçlar, asidik kayalar ve kalkerli kayalar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Mn miktarı 795 ppm olup değişim aralığı 570-1345 ppm'dir Elde edilen Mn değeri kumtaşları ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek, mafik kayaçlara göre düşük olarak bulunmuştur. Yer kabuğu, asidik kayaç ve kalkerli kayalar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Yapılan bu çalışmada bölgedeki kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında mevcut olan manganez (Mn) kirliliğinin anomali haritaları hazırlanmış ve kirlilik düzeyleri ortaya koyulmuştur. Elde edilen verilere göre kayaçlarda IOK-3, topraklarda IOT-4 ve dere sedimanlarında OP-7 ve IOP-8 noktalarında/numunelerde anomaliler gözlenmiştir (Şekil 4.36.).



Şekil 4.36. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Mn dağılımı anomali haritası

4.5.1.9. Nikel (Ni)

Yer kabuğunda 20 ppm, ultramafik kayalarda 1400-2000, mafik kayalarda 130-160 ppm aralığında, asidik kayalarda, kumtaşlarında ve kalkerli kayalarda 5-20 ppm aralığında ve topraklarda 29 ppm değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Kabata-Pendias, 2011).

Ezine çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Ni miktarı 42.38 ppm olup değişim aralığı 27.9-76.1 ppm'dir. Elde edilen Ni değeri yer kabuğu, asidik kayaçlar, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek, ultramafik ve mafik kayaların içerdikleri oranlara göre ise düşük olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Ni miktarı 32.86 ppm olup değişim aralığı 6.17-102.5 ppm'dir. Elde

edilen Ni değeri yer kabuğu, asidik kayalar, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek, ultramafik ve mafik kayaların içerdikleri oranlara göre ise düşük olarak bulunmuştur.

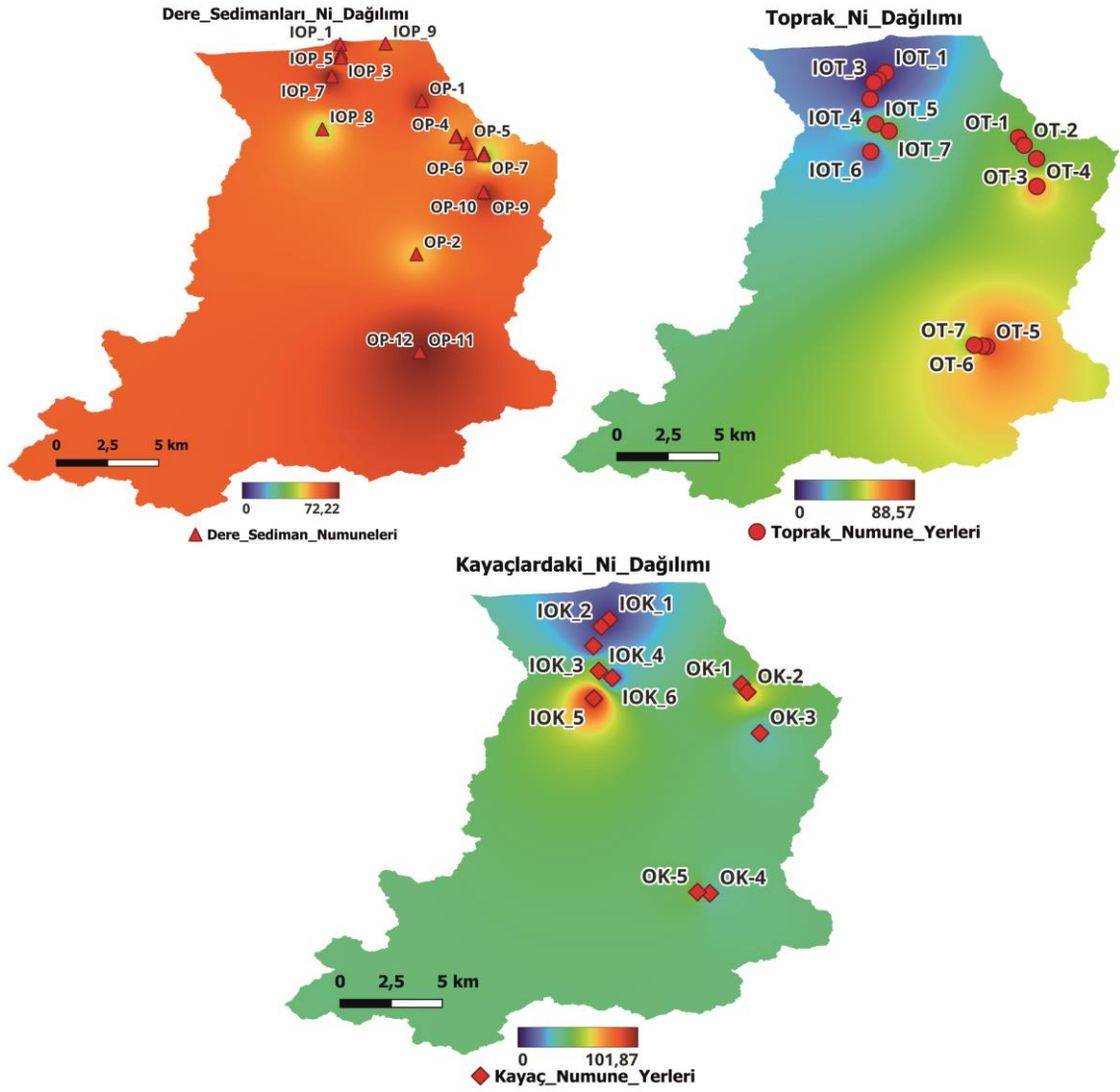
Ezine çayı çevresindeki toprakların ortalama Ni miktarı 52.15 ppm olup değişim aralığı 35.4-89.3 ppm'dir. Elde edilen Ni değeri yer kabuğu, asidik kayalar, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek, ultramafik ve mafik kayaların içerdikleri oranlara göre ise düşük olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki toprakların ortalama Ni miktarı 16.27 ppm olup değişim aralığı 1.44-41.5 ppm'dir. Elde edilen Ni değeri yer kabuğu, ultramafik kayalar, mafik kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük olarak bulunmuştur. Asidik kayalar, kumtaşları ve kalkerli kayalar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Ezine çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Ni miktarı 57.15 ppm olup değişim aralığı 25.3-83.1 ppm'dir. Elde edilen Ni değeri yer kabuğu, asidik kayalar, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek, ultramafik ve mafik kayaların içerdikleri oranlara göre ise düşük olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Ni miktarı 59.1 ppm olup değişim aralığı 36.2-74 ppm'dir. Elde edilen Ni değeri yer kabuğu, asidik kayalar, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek, ultramafik ve mafik kayaların içerdikleri oranlara göre ise düşük olarak bulunmuştur.

Yapılan bu çalışmada bölgedeki kayalarda, topraklarda ve dere sedimanlarında mevcut olan nikel (Ni) kirliliğinin anomali haritaları hazırlanmış ve kirlilik düzeyleri ortaya koyulmuştur. Elde edilen verilere göre kayalarda IOK-5, topraklarda OT-5 ve dere sedimanlarında OP-1, OP-9 ve OP-10 noktalarında/numunelerde anomaliler gözlenmiştir (Şekil 4.37.).



Şekil 4.37. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Ni dağılımı anomali haritası

4.5.1.10. Kurşun (Pb)

Yer kabuğunda 14-15 ppm aralığında, mafik kayaçlarda 0.1-8 ppm aralığında, asidik kayaçlarda 10-25 ppm aralığında, kumtaşlarında 5-10 ppm aralığında, kalkerli kayalarda 3-10 ppm aralığında ve topraklarda 27 ppm değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Kabata-Pendias, 2011).

Ezine çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Ni miktarı 25.67 ppm olup değişim aralığı 6.56-43.2 ppm'dir. Elde edilen Pb değeri yer kabuğu, mafik kayalar, asidik kayaçlar, kumtaşları ve kalkerli kayaların içerdikleri oranlara göre yüksek, toprakların içerdikleri oranlara göre ise düşük olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Pb miktarı 20.19 ppm olup değişim aralığı 1.61-62.8 ppm'dir. Elde

edilen Pb değeri yerkabuğu, mafik kayalar, asidik kayaçlar, kumtaşları ve kalkerli kayaların içerdikleri oranlara göre yüksek, toprakların içerdikleri oranlara göre ise düşük olarak bulunmuştur.

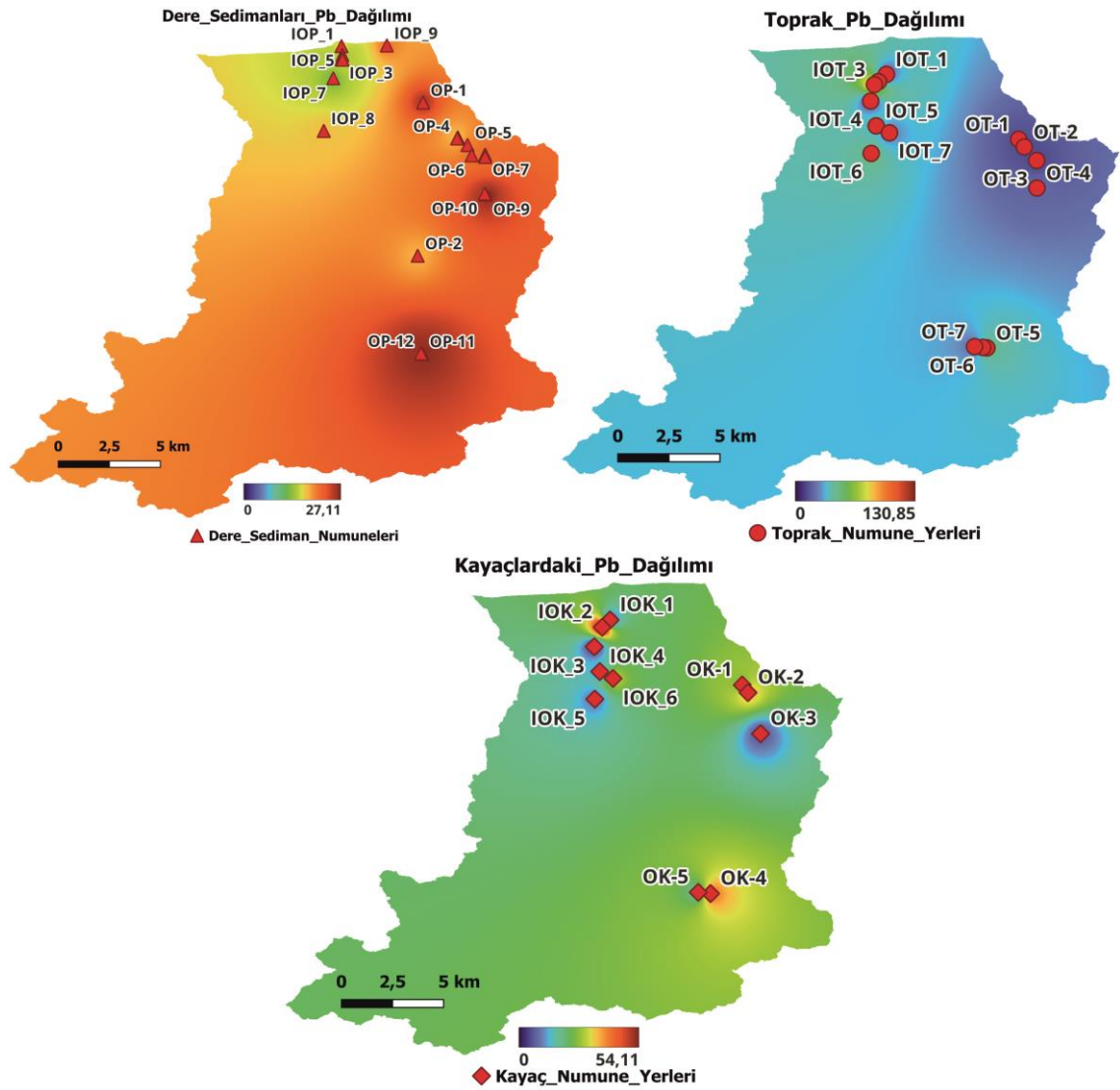
Ezine çayı çevresindeki toprakların ortalama Pb miktarı 23.38 ppm olup değişim aralığı 11.8-50.4 ppm'dir. Elde edilen Pb değeri yerkabuğu, mafik kayalar, asidik kayaçlar, kumtaşları ve kalkerli kayaların içerdikleri oranlara göre yüksek, toprakların içerdikleri oranlara göre ise düşük olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki toprakların ortalama Pb miktarı 40.83 ppm olup değişim aralığı 7.23-144 ppm'dir. Elde edilen Pb değeri yerkabuğu, mafik kayalar, asidik kayaçlar, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur.

Ezine çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Pb miktarı 22.26 ppm olup değişim aralığı 16.5-30.2 ppm'dir. Elde edilen Pb değeri yerkabuğu, mafik kayalar, asidik kayaçlar, kumtaşları ve kalkerli kayaların içerdikleri oranlara göre yüksek, toprakların içerdikleri oranlara göre ise düşük olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Pb miktarı 15.57 ppm olup değişim aralığı 11.3-20.5 ppm'dir. Elde edilen Pb değeri yerkabuğu, mafik kayalar, kumtaşları ve kalkerli kayaların içerdikleri oranlara göre yüksek, toprakların içerdikleri oranlara göre ise düşük olarak bulunmuştur. Asidik kayaçlar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Yapılan bu çalışmada bölgedeki kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında mevcut olan kurşun (Pb) kirliliğinin anomali haritaları hazırlanmış ve kirlilik düzeyleri ortaya koyulmuştur. Elde edilen verilere göre kayaçlarda IOK-2 ve OK-4, topraklarda IOT-3 ve dere sedimanlarında OP-1, OP-9, OP-10, OP-11 ve OP-12 noktalarında/numunelerde anomaliler gözlenmiştir (Şekil 4.38.).



Şekil 4.38. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Pb dağılımı anomali haritası

4.5.1.11. Çinko (Zn)

Yer kabuğunda 52-80 ppm aralığında, mafik kayaçlarda 80-120 ppm aralığında, asidik kayaçlarda 40-100 ppm aralığında, kumtaşlarında 15-30 ppm aralığında, kalkerli kayalarda 10-25 ppm aralığında ve topraklarda 70 ppm değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Kabata-Pendias, 2011).

Ezine çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Zn miktarı 91,88 ppm olup değişim aralığı 48-132 ppm'dir. Elde edilen Zn değeri yer kabuğu, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek, mafik ve asidik kayaların içerdikleri oranlara göre ise düşük olarak bulunmuştur.

İlişi çayı çevresindeki formasyonlardan derlenen kayaçların analiz sonuçlarına göre; ortalama Zn miktarı 63.5 ppm olup değişim aralığı 35.4-106 ppm'dir. Elde edilen

Zn değeri kumtaşları ve kalkerli kayaların içerdikleri oranlara göre yüksek, mafik kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre ise düşük olarak bulunmuştur. Yer kabuğu ve asidik kaya değerlerine göre ise normal aralıktadır.

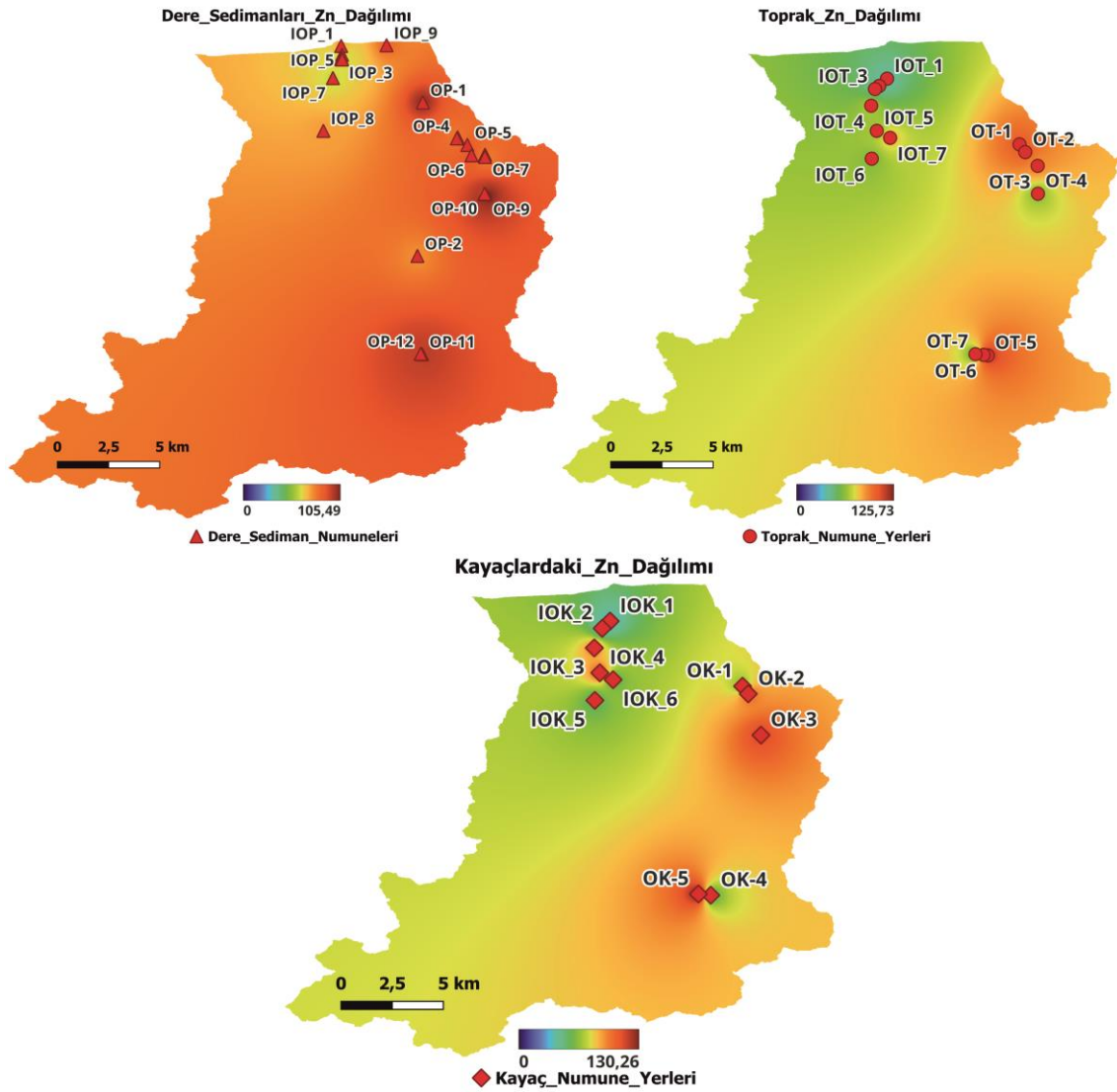
Ezine çayı çevresindeki toprakların ortalama Zn miktarı 89.62 ppm olup değişim aralığı 44.5-126.5 ppm'dir. Elde edilen Zn değeri yer kabuğu, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur. Mafik kayalar ve asidik kaya değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki toprakların ortalama Zn miktarı 57.6 ppm olup değişim aralığı 37.5-83.2 ppm'dir. Elde edilen Zn değeri kumtaşları ve kalkerli kayaların içerdikleri oranlara göre yüksek, mafik kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre düşük olarak bulunmuştur. Yer kabuğu ve asidik kaya değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Ezine çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Zn miktarı 88.88 ppm olup değişim aralığı 73.3-123 ppm'dir. Elde edilen Zn değeri yer kabuğu, kumtaşları, kalkerli kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre yüksek olarak bulunmuştur. Mafik kayalar ve asidik kaya değerlerine göre ise normal aralıktadır.

İlişi çayı çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Zn miktarı 67.01 ppm olup değişim aralığı 57-83 ppm'dir. Elde edilen Zn değeri kumtaşları ve kalkerli kayaların içerdikleri oranlara göre yüksek, mafik kayalar ve toprakların içerdikleri oranlara göre ise düşük olarak bulunmuştur. Yer kabuğu ve asidik kayalar değerlerine göre ise normal aralıktadır.

Yapılan bu çalışmada bölgedeki kayalarda ve dere sedimanlarında mevcut olan kurşun (Pb) kirliliğinin anomali haritaları hazırlanmış ve kirlilik düzeyleri ortaya koyulmuştur. Elde edilen verilere göre kayalarda OK-3 ve OK-5, topraklarda OT-5 ve OT-6 ve dere sedimanlarında OP-1, OP-9 ve OP-10 noktalarında/numunelerde anomaliler gözlenmiştir (Şekil 4.39.).



Şekil 4.39. Kayaçlarda, topraklarda ve dere sedimanlarında Zn dağılımı anomali haritası

4.6. Monte Carlo Simülasyonu

4.6.1. Ezine çayı toprak numuneleri bazında simülasyon değerlendirme

Ezine çayı toprak numunelerinin ağır metal içerikleri göz önüne alınarak yapılacak olan Monte Carlo simülasyonu için ilk önce ön hazırlıklar gerçekleştirilmiştir.

Başlangıç olarak tehlike katsayısı (HQ) ve tehlike indeksi (HI) değerlerine ulaşmak için literatürde var olan formüller düzenlenmiştir.

Ağır metallerin kanserojen olmayan etkileri tipik olarak tehlike katsayısı (HQ) ile karakterize edilir ve bu katsayı (USEPA, 2011) şu şekilde hesaplanır:

$$HQ = \frac{ADD}{RfD}$$

burada RfD ($\text{mg kg}^{-1} \text{ gün}^{-1}$) ağır metaller için mevcut referans oral dozdur. Tehlike indeksi (HI), birden fazla ağır metalin oluşturduğu kümülatif kanser dışı riskleri değerlendirmek için uygulanan bir göstergedir (USEPA, 2011) ve şu şekilde hesaplanır:

$$HI = \sum_{i=1}^n HQ_i$$

burada i bir elementi temsil eder ve dolayısıyla HI çeşitli elementlerin tehlike bölümünün toplamıdır. HQ ve HI'nin 1'in altında olması güvenli kabul edilir, ancak >1 ise olumsuz sağlık etkileri meydana gelebilir.

Ağır metaller için literatürde var olan mevcut referans oral doz değerleri tespit edilerek çizelge haline getirilmiş ve aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 4.101.).

Çizelge 4.101. Ağır metaller için mevcut referans oral doz değerleri($\text{mg kg}^{-1} \text{ gün}^{-1}$)

	Reference Dose (RfD)			Referanslar
	ADDing	ADDinh	ADDder	
Cu	3,70E-02	4,00E-02	2,40E-02	USEPA,2011a
Pb	3,60E-03	3,52E-03	4,20E-04	DEA,2010
Zn	3,00E-02	3,00E-01	7,50E-02	USEPA,2011a
Ni	2,00E-02	2,06E-02	5,60E-03	DEA,2010
Mn	2,00E-01	1,43E-05	8,00E-04	
As	3,00E-04	3,00E-04	3,00E-04	USEPA,2002
Cd	5,00E-04	5,70E-06	5,70E-06	DEA,2010
Cr	3,00E-03	3,00E-05	1,50E-05	USEPA,1991
Hg	3,00E-04	8,57E-05	2,10E-05	USEPA,2012
Fe	7,00E-01	8,00E-01	7,00E-01	
Al	1,00E+00	1,43E-03	1,00E-01	

Daha sonra formüller ve referans doz değerleri kullanılarak Ezine çayı çevresindeki toprakların ağır metal içeriklerinin her biri için HQ ve HI değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.102., 4.103., 4.104., 4.105., 4.106., 4.107., 4.108.).

Çizelge 4.102. Cu elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri

OT_HQ	Cu							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	6,14E-06	2,09E-11	3,77E-07	6,51E-06	5,73E-05	3,89E-10	8,65E-07	5,81E-05
OT-2	6,73E-06	2,29E-11	4,14E-07	7,14E-06	6,28E-05	4,27E-10	9,49E-07	6,38E-05
OT-3	5,34E-06	1,82E-11	3,28E-07	5,67E-06	4,98E-05	3,39E-10	7,53E-07	5,06E-05
OT-4	4,15E-06	1,41E-11	2,55E-07	4,40E-06	3,87E-05	2,63E-10	5,85E-07	3,93E-05
OT-5	4,28E-06	1,46E-11	2,64E-07	4,55E-06	4,00E-05	2,72E-10	6,04E-07	4,06E-05
OT-6	1,08E-05	3,66E-11	6,63E-07	1,14E-05	1,01E-04	6,84E-10	1,52E-06	1,02E-04
OT-7	2,11E-06	7,19E-12	1,30E-07	2,24E-06	1,97E-05	1,34E-10	2,98E-07	2,00E-05

Çizelge 4.103. Pb elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri

OT_HQ	Pb							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	2,01E-05	7,55E-11	6,86E-06	2,69E-05	1,87E-04	1,41E-09	1,57E-05	2,03E-04
OT-2	1,77E-05	6,66E-11	6,06E-06	2,38E-05	1,65E-04	1,24E-09	1,39E-05	1,79E-04
OT-3	1,64E-05	6,16E-11	5,61E-06	2,20E-05	1,53E-04	1,15E-09	1,28E-05	1,66E-04
OT-4	2,83E-05	1,07E-10	9,69E-06	3,80E-05	2,64E-04	1,99E-09	2,22E-05	2,87E-04
OT-5	7,00E-05	2,63E-10	2,39E-05	9,39E-05	6,53E-04	4,91E-09	5,49E-05	7,08E-04
OT-6	5,40E-05	2,03E-10	1,85E-05	7,25E-05	5,04E-04	3,79E-09	4,24E-05	5,47E-04
OT-7	2,08E-05	7,83E-11	7,13E-06	2,80E-05	1,94E-04	1,46E-09	1,63E-05	2,11E-04

Çizelge 4.104. Zn elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri

OT_HQ	Zn							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	1,71E-05	6,28E-12	2,73E-07	1,74E-05	1,59E-04	1,17E-10	6,25E-07	1,60E-04
OT-2	1,68E-05	6,19E-12	2,69E-07	1,71E-05	1,57E-04	1,16E-10	6,16E-07	1,58E-04
OT-3	1,51E-05	5,53E-12	2,40E-07	1,53E-05	1,40E-04	1,03E-10	5,51E-07	1,41E-04
OT-4	1,05E-05	3,85E-12	1,67E-07	1,07E-05	9,78E-05	7,19E-11	3,84E-07	9,82E-05
OT-5	2,11E-05	7,75E-12	3,36E-07	2,14E-05	1,97E-04	1,45E-10	7,71E-07	1,98E-04
OT-6	1,66E-05	6,11E-12	2,65E-07	1,69E-05	1,55E-04	1,14E-10	6,08E-07	1,56E-04
OT-7	7,42E-06	2,73E-12	1,18E-07	7,54E-06	6,92E-05	5,09E-11	2,71E-07	6,95E-05

Çizelge 4.105. Ni elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri

OT_HQ	Ni							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	9,83E-06	3,51E-11	1,40E-06	1,12E-05	9,17E-05	6,55E-10	3,21E-06	9,49E-05
OT-2	1,00E-05	3,58E-11	1,43E-06	1,15E-05	9,36E-05	6,68E-10	3,27E-06	9,68E-05
OT-3	9,45E-06	3,37E-11	1,35E-06	1,08E-05	8,82E-05	6,30E-10	3,09E-06	9,13E-05
OT-4	1,55E-05	5,54E-11	2,21E-06	1,77E-05	1,45E-04	1,03E-09	5,07E-06	1,50E-04
OT-5	2,23E-05	7,97E-11	3,18E-06	2,55E-05	2,08E-04	1,49E-09	7,29E-06	2,16E-04
OT-6	1,53E-05	5,45E-11	2,18E-06	1,75E-05	1,43E-04	1,02E-09	4,99E-06	1,48E-04
OT-7	8,85E-06	3,16E-11	1,26E-06	1,01E-05	8,26E-05	5,90E-10	2,89E-06	8,55E-05

Çizelge 4.106. Mn elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri

OT_HQ	Mn							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	2,28E-05	1,17E-06	2,27E-04	2,51E-04	2,13E-04	2,19E-05	5,21E-04	7,55E-04
OT-2	1,28E-05	6,57E-07	1,27E-04	1,41E-04	1,19E-04	1,23E-05	2,92E-04	4,24E-04
OT-3	3,89E-06	2,00E-07	3,88E-05	4,29E-05	3,63E-05	3,73E-06	8,89E-05	1,29E-04
OT-4	8,78E-06	4,51E-07	8,75E-05	9,68E-05	8,19E-05	8,42E-06	2,01E-04	2,91E-04
OT-5	2,06E-05	1,06E-06	2,06E-04	2,27E-04	1,93E-04	1,98E-05	4,72E-04	6,84E-04
OT-6	1,11E-05	5,69E-07	1,10E-04	1,22E-04	1,03E-04	1,06E-05	2,53E-04	3,67E-04
OT-7	1,47E-05	7,56E-07	1,47E-04	1,62E-04	1,37E-04	1,41E-05	3,36E-04	4,87E-04

Çizelge 4.107. Fe elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri

OT_HQ	Fe							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	2,01E-04	6,48E-10	8,04E-06	2,09E-04	1,88E-03	1,21E-08	1,84E-05	1,90E-03
OT-2	1,97E-04	6,34E-10	7,87E-06	2,05E-04	1,84E-03	1,18E-08	1,80E-05	1,86E-03
OT-3	1,79E-04	5,77E-10	7,15E-06	1,86E-04	1,67E-03	1,08E-08	1,64E-05	1,69E-03
OT-4	2,46E-04	7,90E-10	9,80E-06	2,56E-04	2,29E-03	1,48E-08	2,25E-05	2,32E-03
OT-5	4,46E-04	1,44E-09	1,78E-05	4,64E-04	4,17E-03	2,68E-08	4,08E-05	4,21E-03
OT-6	2,92E-04	9,40E-10	1,17E-05	3,04E-04	2,73E-03	1,75E-08	2,67E-05	2,75E-03
OT-7	1,36E-04	4,37E-10	5,42E-06	1,41E-04	1,27E-03	8,15E-09	1,24E-05	1,28E-03

Çizelge 4.108. As elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri

OT_HQ	As							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	1,08E-04	3,97E-10	4,31E-06	1,12E-04	1,01E-03	7,41E-09	9,88E-06	1,02E-03
OT-2	1,13E-04	4,15E-10	4,51E-06	1,18E-04	1,05E-03	7,75E-09	1,03E-05	1,07E-03
OT-3	1,01E-04	3,71E-10	4,03E-06	1,05E-04	9,43E-04	6,93E-09	9,24E-06	9,52E-04
OT-4	3,13E-04	1,15E-09	1,25E-05	3,26E-04	2,92E-03	2,15E-08	2,87E-05	2,95E-03
OT-5	1,09E-01	3,99E-07	4,33E-03	1,13E-01	1,01E+00	7,45E-06	9,92E-03	1,02E+00
OT-6	1,97E-03	7,23E-09	7,85E-05	2,05E-03	1,84E-02	1,35E-07	1,80E-04	1,85E-02
OT-7	5,72E-03	2,10E-08	2,28E-04	5,94E-03	5,34E-02	3,92E-07	5,23E-04	5,39E-02

Çizelge 4.109. Cd elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri

OT_HQ	Cd							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	1,76E-06	5,68E-10	6,16E-06	7,92E-06	1,64E-05	1,06E-08	1,41E-05	3,06E-05
OT-2	1,54E-06	4,97E-10	5,39E-06	6,93E-06	1,44E-05	9,27E-09	1,24E-05	2,67E-05
OT-3	2,62E-06	8,45E-10	9,17E-06	1,18E-05	2,45E-05	1,58E-08	2,10E-05	4,55E-05
OT-4	3,10E-07	1,00E-10	1,09E-06	1,40E-06	2,89E-06	1,87E-09	2,49E-06	5,38E-06
OT-5	6,59E-06	2,13E-09	2,31E-05	2,97E-05	6,15E-05	3,97E-08	5,29E-05	1,14E-04
OT-6	8,30E-07	2,68E-10	2,91E-06	3,74E-06	7,75E-06	5,00E-09	6,66E-06	1,44E-05
OT-7	2,29E-06	7,39E-10	8,02E-06	1,03E-05	2,14E-05	1,38E-08	1,84E-05	3,98E-05

Çizelge 4.110. Cr elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri

OT_HQ	Cr							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	2,43E-05	8,95E-09	1,94E-04	2,19E-04	2,27E-04	1,67E-07	4,45E-04	6,72E-04
OT-2	3,03E-05	1,12E-08	2,42E-04	2,72E-04	2,83E-04	2,08E-07	5,55E-04	8,38E-04
OT-3	2,82E-05	1,04E-08	2,25E-04	2,53E-04	2,63E-04	1,93E-07	5,15E-04	7,78E-04
OT-4	8,23E-05	3,03E-08	6,57E-04	7,39E-04	7,68E-04	5,65E-07	1,51E-03	2,28E-03
OT-5	6,05E-05	2,22E-08	4,83E-04	5,43E-04	5,65E-04	4,15E-07	1,11E-03	1,67E-03
OT-6	2,63E-05	9,65E-09	2,09E-04	2,36E-04	2,45E-04	1,80E-07	4,80E-04	7,25E-04
OT-7	2,55E-05	9,38E-09	2,03E-04	2,29E-04	2,38E-04	1,75E-07	4,66E-04	7,05E-04

Çizelge 4.111. Al elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri

OT_HQ	Al							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	8,10E-05	2,08E-07	3,23E-05	1,14E-04	7,56E-04	3,89E-06	7,41E-05	8,34E-04
OT-2	7,35E-05	1,89E-07	2,93E-05	1,03E-04	6,86E-04	3,53E-06	6,72E-05	7,57E-04
OT-3	5,30E-05	1,36E-07	2,11E-05	7,43E-05	4,95E-04	2,54E-06	4,85E-05	5,46E-04
OT-4	8,70E-05	2,24E-07	3,47E-05	1,22E-04	8,12E-04	4,18E-06	7,96E-05	8,96E-04
OT-5	1,18E-04	3,03E-07	4,71E-05	1,65E-04	1,10E-03	5,66E-06	1,08E-04	1,21E-03
OT-6	5,05E-05	1,30E-07	2,01E-05	7,08E-05	4,71E-04	2,42E-06	4,62E-05	5,20E-04
OT-7	3,75E-05	9,64E-08	1,50E-05	5,26E-05	3,50E-04	1,80E-06	3,43E-05	3,86E-04

Çizelge 4.112. Hg elementi için hesaplanan OT_HQ ve OT_HI değerleri

OT_HQ	Hg							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	1,12E-06	1,44E-11	6,37E-07	1,75E-06	1,04E-05	2,68E-10	1,46E-06	1,19E-05
OT-2	1,47E-06	1,89E-11	8,36E-07	2,30E-06	1,37E-05	3,52E-10	1,92E-06	1,56E-05
OT-3	9,77E-06	1,26E-10	5,57E-06	1,53E-05	9,12E-05	2,35E-09	1,28E-05	1,04E-04
OT-4	5,17E-07	6,65E-12	2,95E-07	8,11E-07	4,82E-06	1,24E-10	6,75E-07	5,50E-06
OT-5	9,97E-05	1,28E-09	5,68E-05	1,56E-04	9,30E-04	2,39E-08	1,30E-04	1,06E-03
OT-6	4,22E-05	5,43E-10	2,40E-05	6,62E-05	3,94E-04	1,01E-08	5,51E-05	4,49E-04
OT-7	1,41E-04	1,81E-09	8,03E-05	2,21E-04	1,31E-03	3,38E-08	1,84E-04	1,50E-03

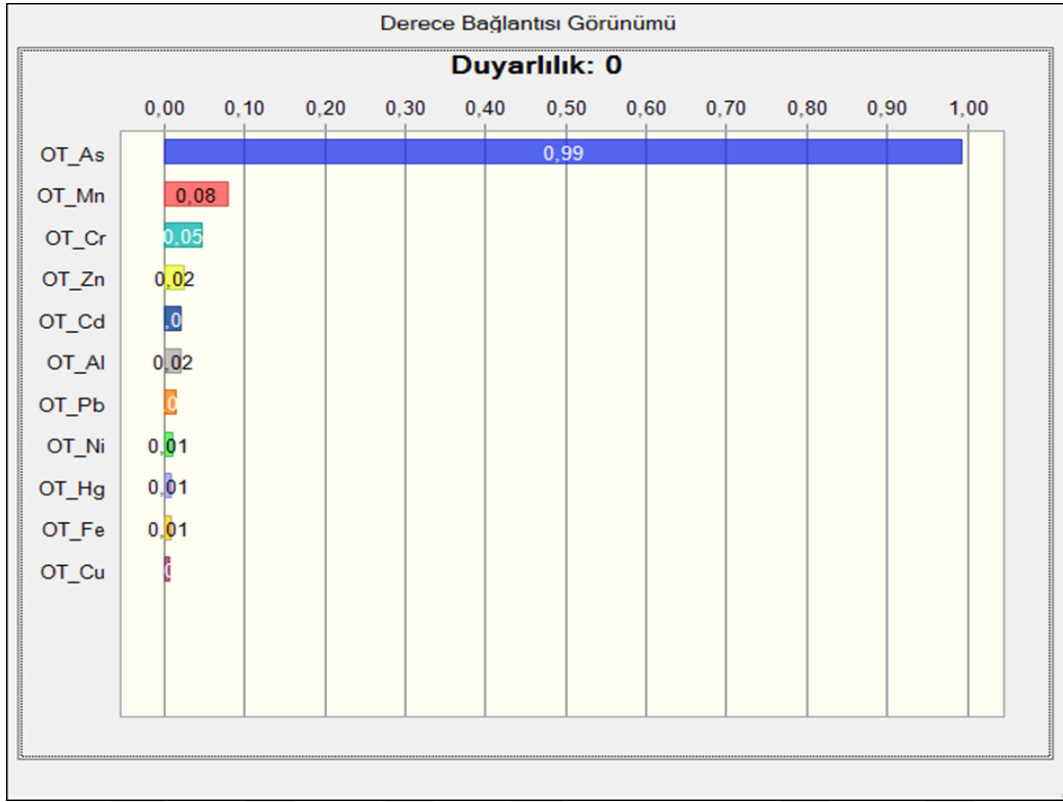
Bu aşamadan sonra Monte Carlo simülasyonu için eldeki veriler tekrar hesaplanmak üzere programa aktarılmış ve 1.000 tekrarlı denemeler gerçekleştirilerek yeni OT_HI değerleri elde edilmiştir. %5'lik ve %95'lik HI değerlerini de içeren çizelge aşağıda gösterilmektedir (Çizelge 4.113.).

Çizelge 4.113. Monte Carlo Simülasyonu sonucu elde edilen OT_HI değerleri

İstatistikler	OT_HI_Al_A d	OT_HI_Al_C h	OT_HI_As_Ad	OT_HI_As_Ch	OT_HI_Cd_Ad	OT_HI_Cd_Ch	OT_HI_Cr_Ad	OT_HI_Cr_Ch	OT_HI_Cu_Ad	OT_HI_Cu_Ch
Denemeler	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03
Temel Durum	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Ortalama	9,93E-05	7,33E-04	1,84E-02	1,56E-01	1,04E-05	3,92E-05	3,47E-04	1,08E-03	5,88E-06	5,55E-05
Orta	1,00E-04	7,17E-04	1,92E-02	1,66E-01	1,04E-05	3,95E-05	3,45E-04	1,08E-03	6,00E-06	5,51E-05
Mod	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Standart Sapma	3,83E-05	2,86E-04	4,41E-02	3,86E-01	9,21E-06	3,46E-05	2,04E-04	6,21E-04	2,82E-06	2,47E-05
Sapma	1,47E-09	8,20E-08	1,95E-03	1,49E-01	8,49E-11	1,20E-09	4,16E-08	3,85E-07	7,97E-12	6,10E-10
Çarpıklık	-5,57E-02	1,22E-01	7,16E-02	8,18E-03	1,26E-02	-1,55E-01	1,83E-02	-1,37E-01	-4,01E-02	7,57E-02
Kurtosis	3,00E+00	2,90E+00	3,02E+00	2,88E+00	2,93E+00	2,91E+00	2,97E+00	2,92E+00	2,87E+00	2,97E+00
Sapmanın Katsayısı	3,86E-01	3,91E-01	2,41E+00	2,47E+00	8,85E-01	8,81E-01	5,87E-01	5,73E-01	4,80E-01	4,45E-01
Minimum	-3,30E-05	-1,49E-04	-1,15E-01	-9,47E-01	-1,58E-05	-6,53E-05	-3,27E-04	-9,41E-04	-2,75E-06	-1,04E-05
Maksimum	2,35E-04	1,69E-03	1,60E-01	1,30E+00	4,07E-05	1,39E-04	9,22E-04	2,80E-03	1,39E-05	1,44E-04
Aralık Genişliği	2,68E-04	1,84E-03	2,75E-01	2,25E+00	5,65E-05	2,04E-04	1,25E-03	3,74E-03	1,67E-05	1,54E-04
Ortalama Standart Hata	1,21E-06	9,06E-06	1,40E-03	1,22E-02	2,91E-07	1,09E-06	6,45E-06	1,96E-05	8,93E-08	7,81E-07
Yüzde Birlikler	OT_HI_Al_A d	OT_HI_Al_C h	OT_HI_As_Ad	OT_HI_As_Ch	OT_HI_Cd_Ad	OT_HI_Cd_Ch	OT_HI_Cr_Ad	OT_HI_Cr_Ch	OT_HI_Cu_Ad	OT_HI_Cu_Ch
5%	3,53E-05	2,72E-04	-5,10E-02	-4,90E-01	-4,88E-06	-2,05E-05	2,39E-05	4,35E-05	1,14E-06	1,53E-05
95%	1,63E-04	1,21E-03	9,07E-02	7,89E-01	2,61E-05	9,36E-05	6,72E-04	2,08E-03	1,03E-05	9,68E-05

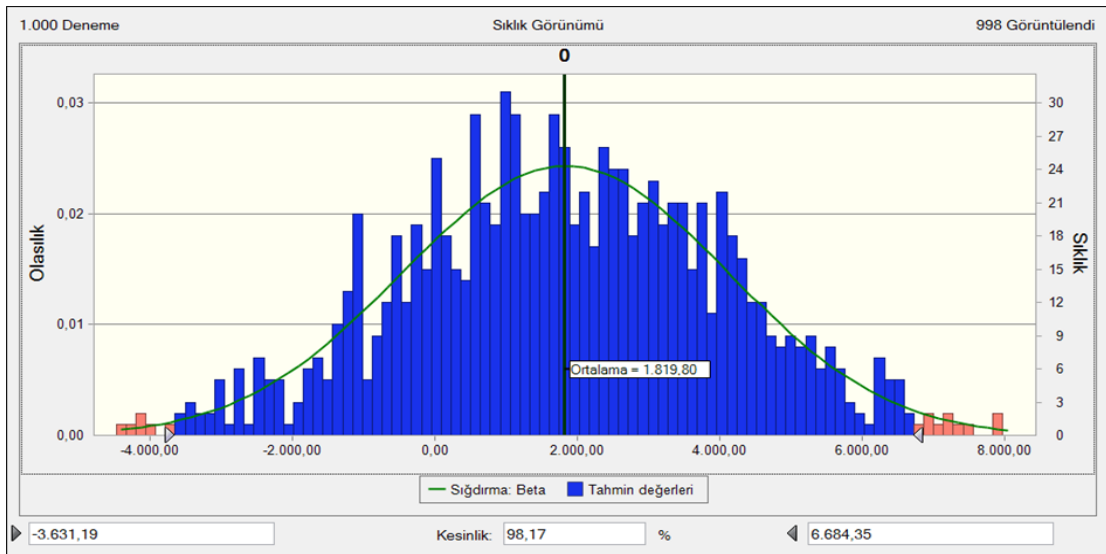
İstatistikler	OT_HI_Fe_A d	OT_HI_Fe_C h	OT_HI_Hg_A d	OT_HI_Hg_C h	OT_HI_Mn_A d	OT_HI_Mn_C h	OT_HI_Ni_Ad	OT_HI_Ni_Ch	OT_HI_Pb_Ad	OT_HI_Pb_Ch	OT_HI_Zn_Ad	OT_HI_Zn_C h
Denemeler	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03
Temel Durum	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Ortalama	2,47E-04	2,25E-03	6,70E-05	4,29E-04	1,48E-04	4,53E-04	1,45E-05	1,27E-04	4,46E-05	3,29E-04	1,51E-05	1,39E-04
Orta	2,48E-04	2,27E-03	6,52E-05	4,29E-04	1,50E-04	4,52E-04	1,45E-05	1,28E-04	4,50E-05	3,25E-04	1,50E-05	1,39E-04
Mod	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Standart Sapma	1,05E-04	9,43E-04	9,12E-05	6,07E-04	7,49E-05	2,27E-04	5,60E-06	4,65E-05	2,87E-05	2,12E-04	4,53E-06	4,32E-05
Sapma	1,11E-08	8,90E-07	8,31E-09	3,68E-07	5,60E-09	5,15E-08	3,14E-11	2,17E-09	8,25E-10	4,49E-08	2,05E-11	1,87E-09
Çarpıklık	5,12E-02	-2,48E-02	5,47E-02	-5,40E-02	3,31E-02	-1,33E-02	-1,90E-02	-7,28E-02	-5,49E-02	1,02E-01	3,92E-02	-9,44E-02
Kurtosis	3,12E+00	2,93E+00	2,98E+00	3,07E+00	2,87E+00	2,85E+00	2,76E+00	3,14E+00	3,05E+00	2,99E+00	2,81E+00	3,14E+00
Sapmanın Katsayısı	4,27E-01	4,20E-01	1,36E+00	1,42E+00	5,04E-01	5,01E-01	3,87E-01	3,67E-01	6,45E-01	6,43E-01	3,00E-01	3,10E-01
Minimum	-9,00E-05	-9,79E-04	-2,08E-04	-1,70E-03	-6,72E-05	-2,05E-04	-1,71E-06	-3,02E-05	-5,65E-05	-2,89E-04	-1,26E-06	-1,18E-05
Maksimum	6,01E-04	5,05E-03	3,27E-04	2,24E-03	4,08E-04	1,20E-03	3,05E-05	2,64E-04	1,31E-04	1,03E-03	2,74E-05	2,77E-04
Aralık Genişliği	6,91E-04	6,03E-03	5,35E-04	3,94E-03	4,75E-04	1,40E-03	3,22E-05	2,94E-04	1,87E-04	1,32E-03	2,86E-05	2,89E-04
Ortalama Standart Hata	3,33E-06	2,98E-05	2,88E-06	1,92E-05	2,37E-06	7,18E-06	1,77E-07	1,47E-06	9,08E-07	6,70E-06	1,43E-07	1,37E-06
Yüzde Birlikler	OT_HI_Fe_A d	OT_HI_Fe_C h	OT_HI_Hg_A d	OT_HI_Hg_C h	OT_HI_Mn_A d	OT_HI_Mn_C h	OT_HI_Ni_Ad	OT_HI_Ni_Ch	OT_HI_Pb_Ad	OT_HI_Pb_Ch	OT_HI_Zn_Ad	OT_HI_Zn_C h
5%	6,40E-05	6,50E-04	-8,35E-05	-6,13E-04	2,24E-05	7,49E-05	5,31E-06	4,77E-05	-8,12E-07	-2,93E-05	7,79E-06	6,62E-05
95%	4,15E-04	3,81E-03	2,16E-04	1,40E-03	2,71E-04	8,31E-04	2,38E-05	2,01E-04	9,06E-05	6,96E-04	2,27E-05	2,10E-04

Bu sırada kullanılan değerler baz alınarak duyarlılık analiz sonuçları da hesaplanmış ve Ezine çayı toprak numunelerinde ağır metaller açısından As elementinin yüksek duyarlılığa sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.40.).



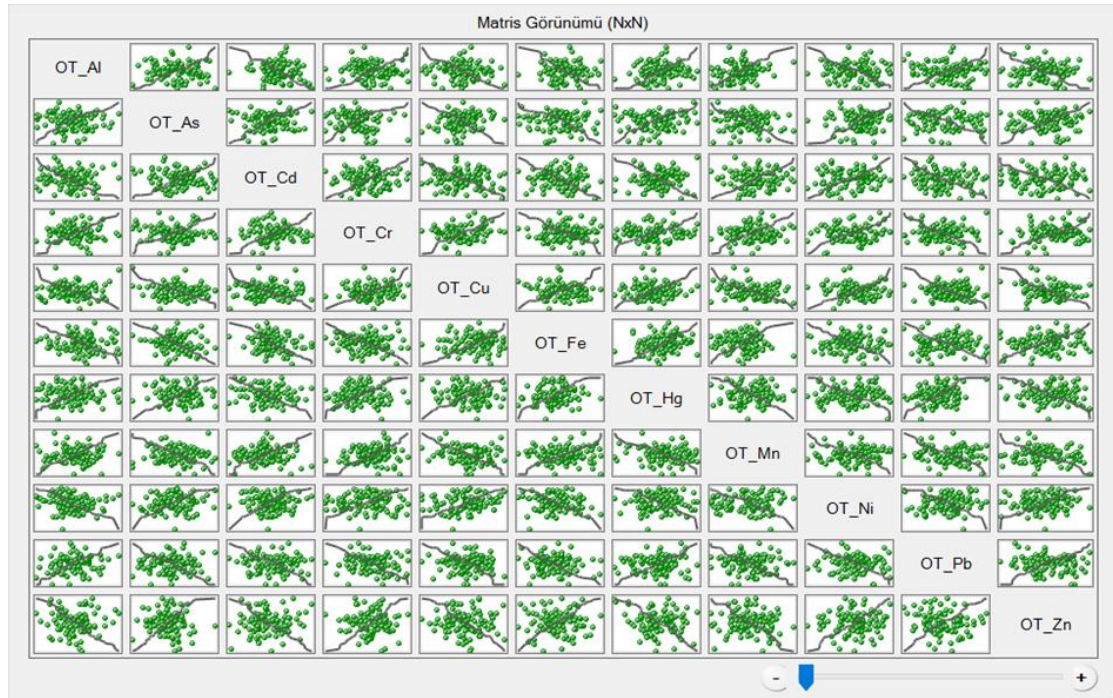
Şekil 4.40. Simülasyon sırasında elde edilen ağır metal duyarlılık analiz görünümü

Yapılan simülasyon 1.000 tekrarlı bir aşamadan oluşmuş ve böylece belirsizliklerin ortadan kalkması için olasılık dağılımları gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.41.).



Şekil 4.41. Ezine çayı toprak numunelerinin ağır metal içerikleri bakımından olasılık dağılım grafiği

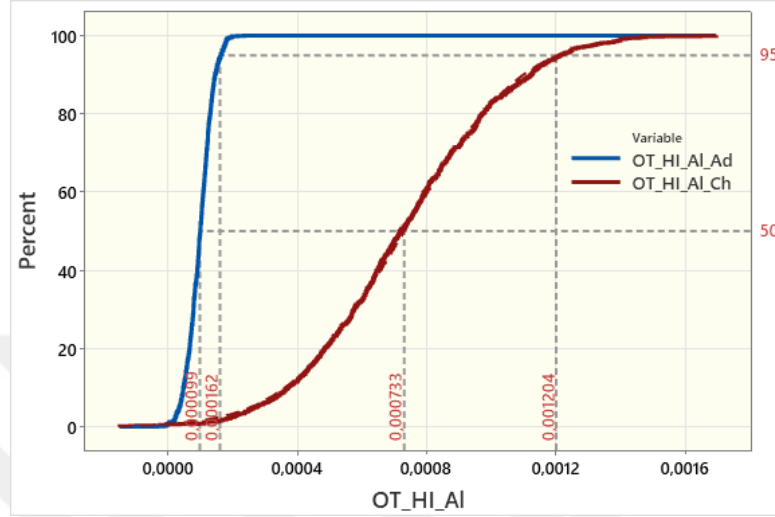
Ezine çayı toprak numunelerinin ağır metal içeriklerinin saçınım-matris görünümleri de Şekil 4.42.'de gösterilmektedir.



Şekil 4.42. Topraktaki ağır metal içeriklerinin saçınım-matris görünümleri

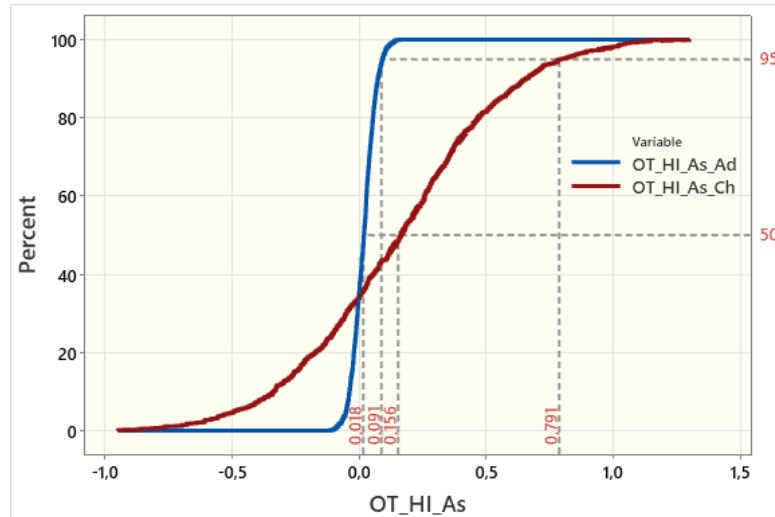
Bütün bu işlemlerden sonra elde edilen değerler alınarak Minitab programında grafik çizimleri için kullanılmıştır. Ezine çayı toprak numunelerinin içerdikleri ağır metallerin simülasyon sonuçları baz alınarak kanserojenik olmayan (HI) değerler için çizilen grafikler ve açıklamaları aşağıda verilmektedir.

Ezine çayı toprak numuneleri bazında Al ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000162'yi ve %50'lik değerde 0,000099'u; çocuklar için ise 0,001204'ü ve 0,000733'ü aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.43.).



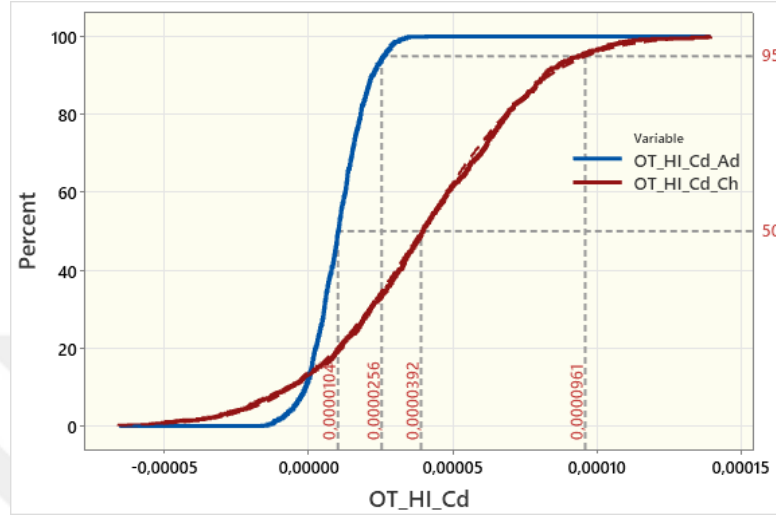
Şekil 4.43. Al ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Al)

Ezine çayı toprak numuneleri bazında As ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,091'i ve %50'lik değerde 0,018'i; çocuklar için ise 0,791'i ve 0,156'yı aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.44.).



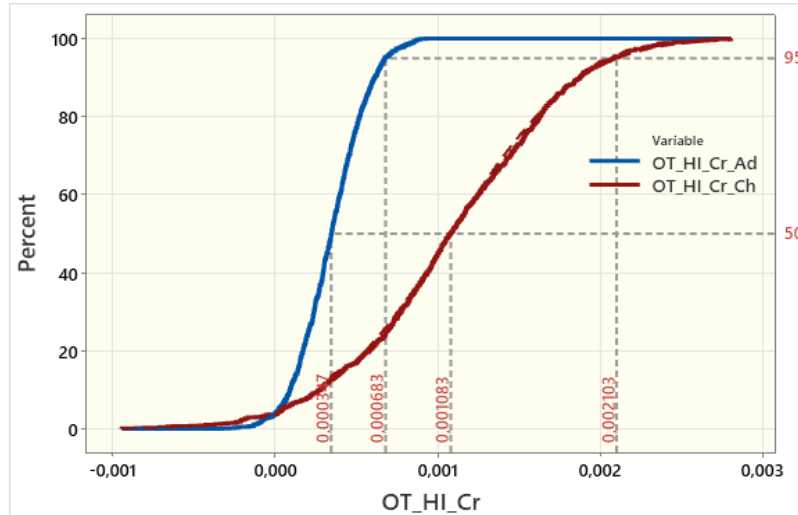
Şekil 4.44. As ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-As)

Ezine çayı toprak numuneleri bazında Cd ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,0000256'yı ve %50'lik değerde 0,0000104'ü; çocuklar için ise 0,0000961'i ve 0,0000392'yi aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.45.).



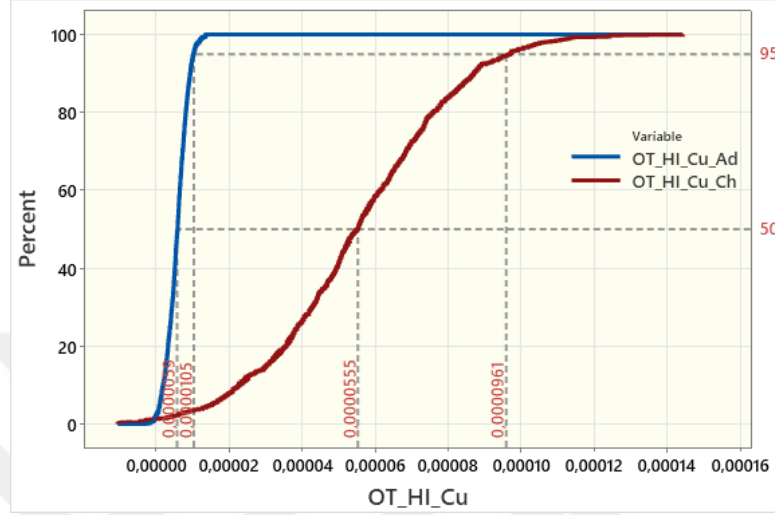
Şekil 4.45. Cd ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Cd)

Ezine çayı toprak numuneleri bazında Cr ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000683'ü ve %50'lik değerde 0,000347'yi; çocuklar için ise 0,002103'ü ve 0,001083'ü aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.46.).



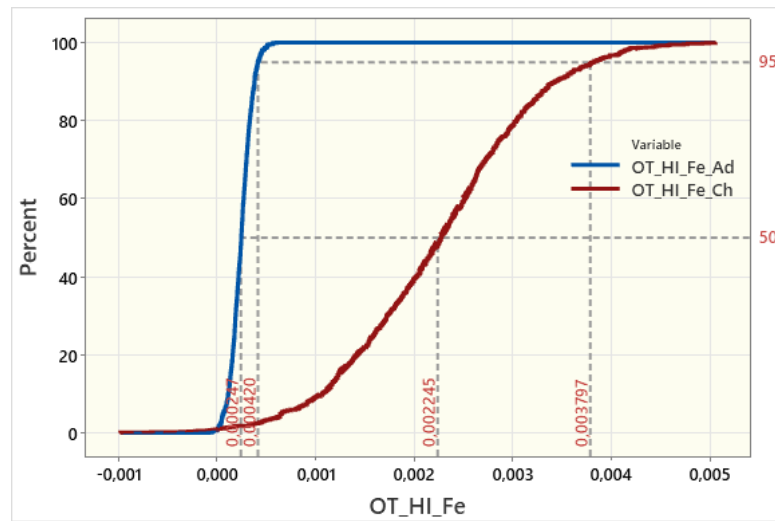
Şekil 4.46. Cr ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Cr)

Ezine çayı toprak numuneleri bazında Cu ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95’lik değerde 0,0000105’i ve %50’lik değerde 0,0000059’u; çocuklar için ise 0,0000961’i ve 0,0000555’i aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.47.).



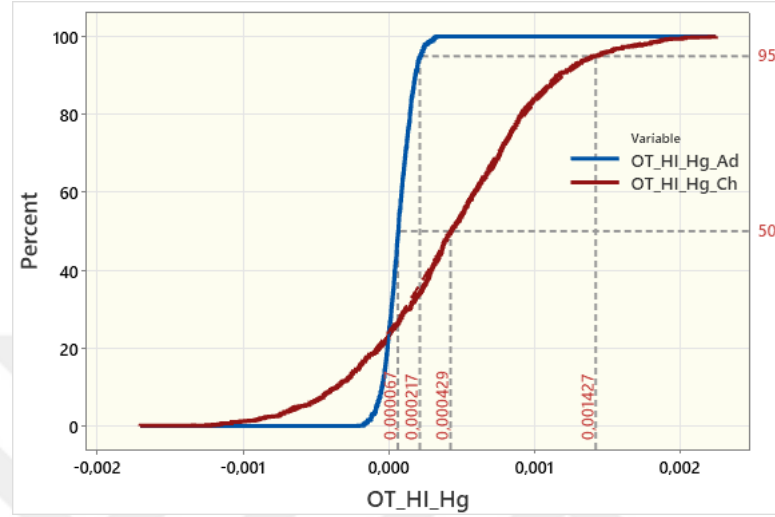
Şekil 4.47. Cu ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Cu)

Ezine çayı toprak numuneleri bazında Fe ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95’lik değerde 0,000420’ yi ve %50’lik değerde 0,000247’yi; çocuklar için ise 0,003797’yi ve 0,002245’i aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.48.).



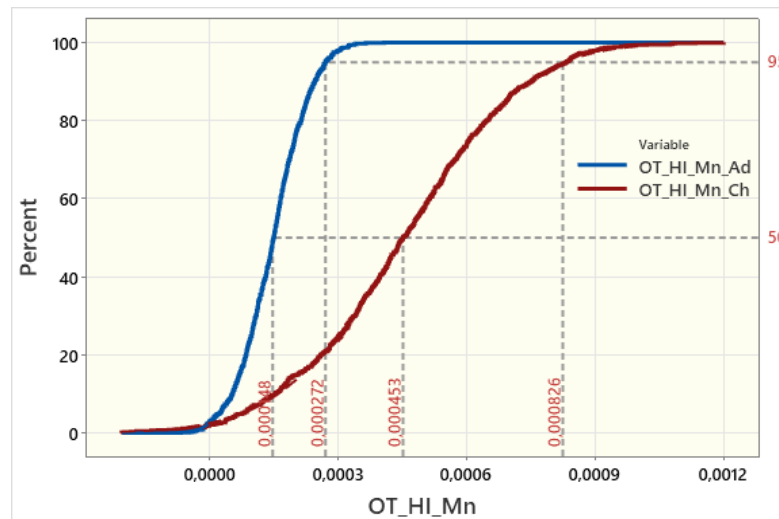
Şekil 4.48. Fe ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Fe)

Ezine çayı toprak numuneleri bazında Hg ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95’lik değerde 0,000217’yi ve %50’lik değerde 0,000067’yi; çocuklar için ise 0,001427’yi ve 0,000429’u aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.49.).



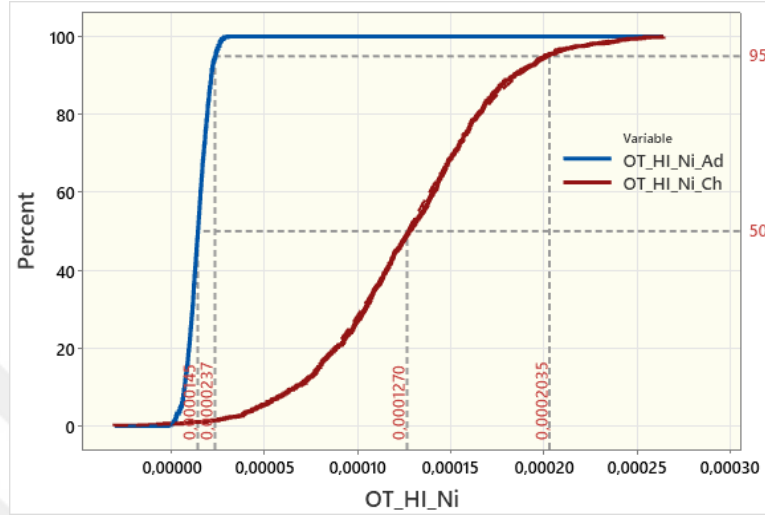
Şekil 4.49. Hg ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Hg))

Ezine çayı toprak numuneleri bazında Mn ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95’lik değerde 0,000272’yi ve %50’lik değerde 0,000148’i; çocuklar için ise 0,000826’yı ve 0,000453’ü aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.50.).



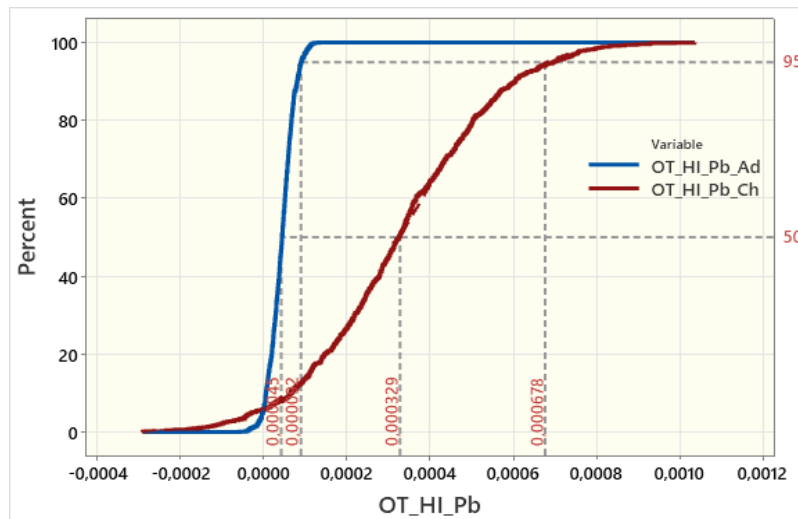
Şekil 4.50. Mn ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Mn))

Ezine çayı toprak numuneleri bazında Ni ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,0000237'yi ve %50'lik değerde 0,0000143'ü; çocuklar için ise 0,0002035'i ve 0,0001270'i aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.51.).



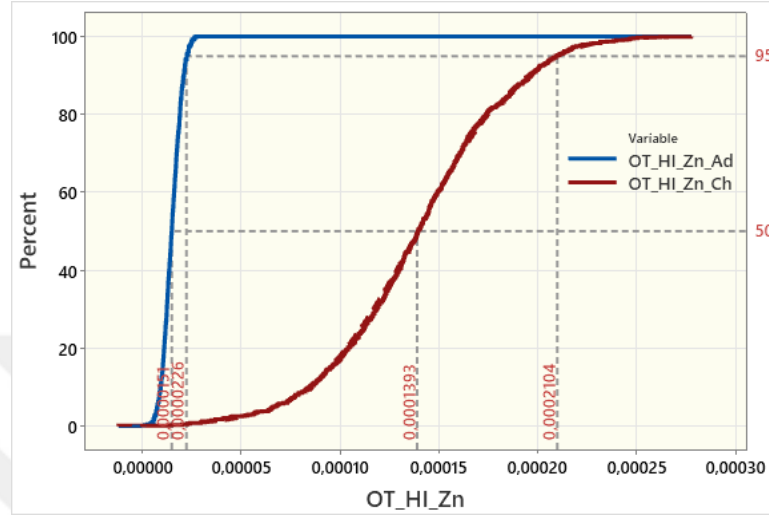
Şekil 4.51. Ni ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Ni)

Ezine çayı toprak numuneleri bazında Pb ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000092'yi ve %50'lik değerde 0,000045'i; çocuklar için ise 0,000678'i ve 0,000329'u aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.52.).



Şekil 4.52. Pb ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Pb)

Ezine çayı toprak numuneleri bazında Zn ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95’lik değerde 0,0000226’yı ve %50’lik değerde 0,0000151’i; çocuklar için ise 0,0002104’ü ve 0,0001393’ü aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.53.).



Şekil 4.53. Zn ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-HI-Zn)

4.6.2. İlişi çayı toprak numuneleri bazında simülasyon değerlendirmesi

İlişi çayı toprak numunelerinin ağır metal içerikleri göz önüne alınarak yapılacak olan Monte Carlo simülasyonu için ilk önce Ezine çayı toprak numunelerinde yapılan benzer işlemler uygulanarak ağır metal içeriklerinin her biri için HQ ve HI değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.114., 4.115., 4.116., 4.117., 4.118., 4.119., 4.120., 4.121., 4.122., 4.123., 4.124.).

Çizelge 4.114. Cu elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri

IOT_HQ	Cu							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	2,24E-07	8,24E-13	8,94E-09	2,33E-07	2,09E-06	1,54E-11	2,05E-08	2,11E-06
IOT-2	3,21E-08	1,18E-13	1,28E-09	3,34E-08	3,00E-07	2,20E-12	2,94E-09	3,03E-07
IOT-3	5,90E-08	2,17E-13	2,35E-09	6,14E-08	5,51E-07	4,05E-12	5,40E-09	5,56E-07
IOT-4	2,35E-07	8,64E-13	9,38E-09	2,44E-07	2,19E-06	1,61E-11	2,15E-08	2,21E-06
IOT-5	1,44E-07	5,28E-13	5,73E-09	1,49E-07	1,34E-06	9,85E-12	1,31E-08	1,35E-06
IOT-6	7,28E-08	2,67E-13	2,90E-09	7,57E-08	6,79E-07	4,99E-12	6,65E-09	6,86E-07
IOT-7	1,93E-07	7,08E-13	7,68E-09	2,00E-07	1,80E-06	1,32E-11	1,76E-08	1,81E-06

Çizelge 4.115. Pb elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri

IOT_HQ	Pb							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	7,13E-08	2,62E-13	2,84E-09	7,41E-08	6,65E-07	4,89E-12	6,52E-09	6,72E-07
IOT-2	5,68E-08	2,09E-13	2,26E-09	5,90E-08	5,30E-07	3,89E-12	5,19E-09	5,35E-07
IOT-3	7,20E-07	2,65E-12	2,87E-08	7,49E-07	6,72E-06	4,94E-11	6,59E-08	6,79E-06
IOT-4	3,62E-08	1,33E-13	1,44E-09	3,76E-08	3,37E-07	2,48E-12	3,31E-09	3,41E-07
IOT-5	1,93E-07	7,10E-13	7,70E-09	2,01E-07	1,80E-06	1,32E-11	1,77E-08	1,82E-06
IOT-6	2,32E-07	8,53E-13	9,26E-09	2,41E-07	2,17E-06	1,59E-11	2,12E-08	2,19E-06
IOT-7	1,20E-07	4,41E-13	4,79E-09	1,25E-07	1,12E-06	8,24E-12	1,10E-08	1,13E-06

Çizelge 4.116. Zn elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri

IOT_HQ	Zn							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	1,88E-07	6,89E-13	7,48E-09	1,95E-07	1,75E-06	1,29E-11	1,72E-08	1,77E-06
IOT-2	2,00E-07	7,35E-13	7,98E-09	2,08E-07	1,87E-06	1,37E-11	1,83E-08	1,88E-06
IOT-3	2,32E-07	8,53E-13	9,26E-09	2,41E-07	2,17E-06	1,59E-11	2,12E-08	2,19E-06
IOT-4	3,56E-07	1,31E-12	1,42E-08	3,70E-07	3,32E-06	2,44E-11	3,25E-08	3,35E-06
IOT-5	3,25E-07	1,19E-12	1,30E-08	3,38E-07	3,03E-06	2,23E-11	2,97E-08	3,06E-06
IOT-6	3,00E-07	1,10E-12	1,20E-08	3,12E-07	2,80E-06	2,06E-11	2,74E-08	2,83E-06
IOT-7	4,16E-07	1,53E-12	1,66E-08	4,33E-07	3,88E-06	2,85E-11	3,81E-08	3,92E-06

Çizelge 4.117. Ni elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri

IOT_HQ	Ni							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	4,06E-08	1,49E-13	1,62E-09	4,22E-08	3,78E-07	2,78E-12	3,71E-09	3,82E-07
IOT-2	1,35E-08	4,94E-14	5,37E-10	1,40E-08	1,26E-07	9,23E-13	1,23E-09	1,27E-07
IOT-3	7,20E-09	2,65E-14	2,87E-10	7,49E-09	6,72E-08	4,94E-13	6,59E-10	6,79E-08
IOT-4	4,04E-08	1,48E-13	1,61E-09	4,20E-08	3,77E-07	2,77E-12	3,69E-09	3,80E-07
IOT-5	1,99E-07	7,30E-13	7,92E-09	2,06E-07	1,85E-06	1,36E-11	1,82E-08	1,87E-06
IOT-6	6,20E-08	2,28E-13	2,47E-09	6,45E-08	5,79E-07	4,25E-12	5,67E-09	5,84E-07
IOT-7	2,08E-07	7,63E-13	8,28E-09	2,16E-07	1,94E-06	1,42E-11	1,90E-08	1,96E-06

Çizelge 4.118. Mn elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri

IOT_HQ	Mn							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	4,39E-06	1,61E-11	1,75E-07	4,56E-06	4,09E-05	3,01E-10	4,01E-07	4,13E-05
IOT-2	2,40E-06	8,82E-12	9,58E-08	2,50E-06	2,24E-05	1,65E-10	2,20E-07	2,26E-05
IOT-3	1,74E-06	6,38E-12	6,92E-08	1,80E-06	1,62E-05	1,19E-10	1,59E-07	1,64E-05
IOT-4	9,33E-06	3,43E-11	3,72E-07	9,70E-06	8,70E-05	6,40E-10	8,53E-07	8,79E-05
IOT-5	3,53E-06	1,30E-11	1,41E-07	3,67E-06	3,29E-05	2,42E-10	3,23E-07	3,33E-05
IOT-6	5,18E-06	1,90E-11	2,06E-07	5,38E-06	4,83E-05	3,55E-10	4,73E-07	4,88E-05
IOT-7	2,06E-06	7,56E-12	8,20E-08	2,14E-06	1,92E-05	1,41E-10	1,88E-07	1,94E-05

Çizelge 4.119. Fe elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri

IOT_HQ	Fe							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	1,03E-04	3,79E-10	4,11E-06	1,07E-04	9,61E-04	7,07E-09	9,42E-06	9,71E-04
IOT-2	9,00E-05	3,31E-10	3,59E-06	9,36E-05	8,40E-04	6,18E-09	8,23E-06	8,48E-04
IOT-3	6,45E-05	2,37E-10	2,57E-06	6,71E-05	6,02E-04	4,43E-09	5,90E-06	6,08E-04
IOT-4	2,49E-04	9,15E-10	9,94E-06	2,59E-04	2,32E-03	1,71E-08	2,28E-05	2,35E-03
IOT-5	1,52E-04	5,59E-10	6,06E-06	1,58E-04	1,42E-03	1,04E-08	1,39E-05	1,43E-03
IOT-6	1,58E-04	5,81E-10	6,30E-06	1,64E-04	1,47E-03	1,08E-08	1,45E-05	1,49E-03
IOT-7	1,87E-04	6,86E-10	7,44E-06	1,94E-04	1,74E-03	1,28E-08	1,71E-05	1,76E-03

Çizelge 4.120. As elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri

IOT_HQ	As							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	5,53E-08	2,03E-13	2,20E-09	5,75E-08	5,16E-07	3,79E-12	5,05E-09	5,21E-07
IOT-2	2,73E-08	1,00E-13	1,09E-09	2,84E-08	2,55E-07	1,87E-12	2,50E-09	2,57E-07
IOT-3	4,50E-09	1,65E-14	1,80E-10	4,68E-09	4,20E-08	3,09E-13	4,12E-10	4,24E-08
IOT-4	1,51E-08	5,53E-14	6,00E-10	1,57E-08	1,40E-07	1,03E-12	1,38E-09	1,42E-07
IOT-5	4,98E-08	1,83E-13	1,99E-09	5,18E-08	4,65E-07	3,42E-12	4,56E-09	4,69E-07
IOT-6	6,23E-08	2,29E-13	2,48E-09	6,47E-08	5,81E-07	4,27E-12	5,69E-09	5,87E-07
IOT-7	8,38E-08	3,08E-13	3,34E-09	8,71E-08	7,82E-07	5,75E-12	7,66E-09	7,89E-07

Çizelge 4.121. Cd elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri

IOT_HQ	Cd							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	4,45E-10	1,64E-15	1,78E-11	4,63E-10	4,15E-09	3,05E-14	4,07E-11	4,19E-09
IOT-2	1,90E-10	6,99E-16	7,58E-12	1,98E-10	1,77E-09	1,30E-14	1,74E-11	1,79E-09
IOT-3	6,70E-10	2,46E-15	2,67E-11	6,97E-10	6,25E-09	4,60E-14	6,13E-11	6,31E-09
IOT-4	3,25E-10	1,19E-15	1,30E-11	3,38E-10	3,03E-09	2,23E-14	2,97E-11	3,06E-09
IOT-5	3,85E-10	1,42E-15	1,54E-11	4,00E-10	3,59E-09	2,64E-14	3,52E-11	3,63E-09
IOT-6	7,85E-10	2,89E-15	3,13E-11	8,16E-10	7,33E-09	5,39E-14	7,18E-11	7,40E-09
IOT-7	2,85E-10	1,05E-15	1,14E-11	2,96E-10	2,66E-09	1,96E-14	2,61E-11	2,69E-09

Çizelge 4.122. Cr elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri

IOT_HQ	Cr							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	3,34E-08	1,23E-13	1,33E-09	3,47E-08	3,12E-07	2,29E-12	3,05E-09	3,15E-07
IOT-2	1,70E-08	6,23E-14	6,76E-10	1,76E-08	1,58E-07	1,16E-12	1,55E-09	1,60E-07
IOT-3	7,55E-09	2,78E-14	3,01E-10	7,85E-09	7,05E-08	5,18E-13	6,91E-10	7,12E-08
IOT-4	5,60E-08	2,06E-13	2,23E-09	5,82E-08	5,23E-07	3,84E-12	5,12E-09	5,28E-07
IOT-5	1,56E-07	5,72E-13	6,20E-09	1,62E-07	1,45E-06	1,07E-11	1,42E-08	1,47E-06
IOT-6	4,13E-08	1,52E-13	1,65E-09	4,29E-08	3,85E-07	2,83E-12	3,78E-09	3,89E-07
IOT-7	1,68E-07	6,18E-13	6,70E-09	1,75E-07	1,57E-06	1,15E-11	1,54E-08	1,58E-06

Çizelge 4.123. Al elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri

IOT_HQ	Al							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	1,37E-04	5,02E-10	5,45E-06	1,42E-04	1,27E-03	9,37E-09	1,25E-05	1,29E-03
IOT-2	9,90E-05	3,64E-10	3,95E-06	1,03E-04	9,24E-04	6,79E-09	9,06E-06	9,33E-04
IOT-3	1,27E-04	4,65E-10	5,05E-06	1,32E-04	1,18E-03	8,68E-09	1,16E-05	1,19E-03
IOT-4	2,39E-04	8,79E-10	9,54E-06	2,49E-04	2,23E-03	1,64E-08	2,19E-05	2,25E-03
IOT-5	9,90E-05	3,64E-10	3,95E-06	1,03E-04	9,24E-04	6,79E-09	9,06E-06	9,33E-04
IOT-6	8,00E-05	2,94E-10	3,19E-06	8,32E-05	7,47E-04	5,49E-09	7,32E-06	7,54E-04
IOT-7	1,13E-04	4,15E-10	4,51E-06	1,18E-04	1,05E-03	7,75E-09	1,03E-05	1,07E-03

Çizelge 4.124. Hg elementi için hesaplanan IOT_HQ ve IOT_HI değerleri

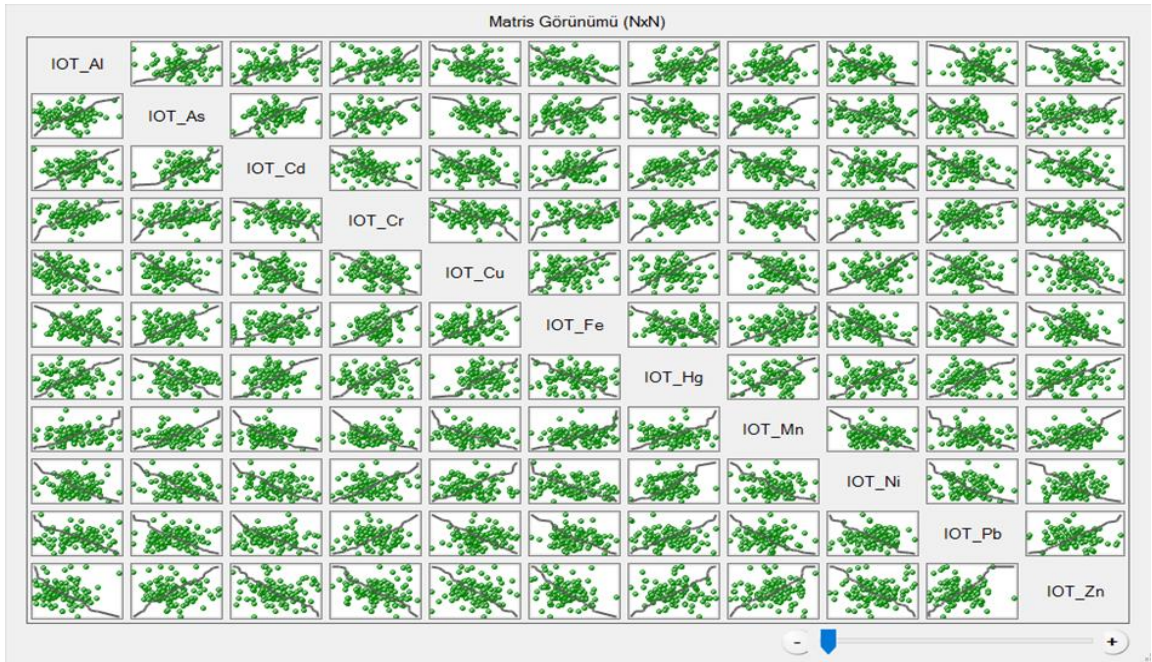
IOT_HQ	Hg							
	Adult (HQ)			HI	Children (HQ)			HI
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	3,20E-10	1,18E-15	1,28E-11	3,33E-10	2,99E-09	2,20E-14	2,93E-11	3,02E-09
IOT-2	5,80E-10	2,13E-15	2,31E-11	6,03E-10	5,41E-09	3,98E-14	5,31E-11	5,47E-09
IOT-3	1,45E-10	5,33E-16	5,79E-12	1,51E-10	1,35E-09	9,95E-15	1,33E-11	1,37E-09
IOT-4	2,00E-10	7,35E-16	7,98E-12	2,08E-10	1,87E-09	1,37E-14	1,83E-11	1,88E-09
IOT-5	1,65E-10	6,07E-16	6,58E-12	1,72E-10	1,54E-09	1,13E-14	1,51E-11	1,56E-09
IOT-6	1,15E-10	4,23E-16	4,59E-12	1,20E-10	1,07E-09	7,89E-15	1,05E-11	1,08E-09
IOT-7	2,50E-10	9,19E-16	9,98E-12	2,60E-10	2,33E-09	1,72E-14	2,29E-11	2,36E-09

Bu aşamadan sonra Monte Carlo simülasyonu için eldeki veriler tekrar hesaplanmak üzere programa aktarılmış ve 1.000 tekrarlı denemeler gerçekleştirilerek yeni IOT_HI değerleri elde edilmiştir. %5'lik ve %95'lik HI değerlerini de içeren çizelge aşağıda gösterilmektedir (Çizelge 4.125.).

Çizelge 4.125. Monte Carlo Simülasyonu sonucu elde edilen IOT_HI değerleri

İstatistikler	IOT_HI_Al_Ad	IOT_HI_Al_Ch	IOT_HI_As_Ad	IOT_HI_As_Ch	IOT_HI_Cd_Ad	IOT_HI_Cd_Ch	IOT_HI_Cr_Ch	IOT_HI_Cr_Ch	IOT_HI_Cu_Ad	IOT_HI_Cu_Ch
Denemeler	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Temel Durum	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Ortalama	1,78E-04	1,34E-03	1,40E-04	1,36E-03	3,96E-06	1,52E-05	2,06E-04	6,41E-04	3,98E-06	3,48E-05
Orta	1,80E-04	1,34E-03	1,39E-04	1,35E-03	3,87E-06	1,50E-05	2,12E-04	6,26E-04	4,00E-06	3,46E-05
Mod	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Standart Sapma	7,38E-05	5,26E-04	9,69E-05	8,94E-04	1,94E-06	7,49E-06	1,93E-04	5,88E-04	2,48E-06	2,13E-05
Sapma	5,45E-09	2,77E-07	9,38E-09	7,99E-07	3,78E-12	5,61E-11	3,73E-08	3,46E-07	6,17E-12	4,53E-10
Çarpıklık	-0,0219	0,0941	0,0199	0,0189	0,0997	0,0247	-0,1849	0,0678	-0,0412	-0,0230
Kurtosis	2,75	3,15	2,96	2,88	2,94	3,00	3,06	2,90	3,06	2,94
Sapmanın Katsayısı	0,4136	0,3918	0,6897	0,6577	0,4910	0,4926	0,9389	0,9183	0,6246	0,6127
Minimum	-4,12E-05	-4,96E-04	-1,62E-04	-1,59E-03	-1,71E-06	-7,29E-06	-4,68E-04	-9,17E-04	-4,35E-06	-3,38E-05
Maksimum	4,15E-04	3,20E-03	4,88E-04	4,13E-03	1,06E-05	3,93E-05	7,93E-04	2,51E-03	1,36E-05	9,88E-05
Aralık Genişliği	4,56E-04	3,70E-03	6,49E-04	5,72E-03	1,23E-05	4,66E-05	1,26E-03	3,43E-03	1,80E-05	1,33E-04
Ortalama Standart Hata	2,33E-06	1,66E-05	3,06E-06	2,83E-05	6,15E-08	2,37E-07	6,11E-06	1,86E-05	7,85E-08	6,73E-07
Yüzde Birlikler	IOT_HI_Al_Ad	IOT_HI_Al_Ch	IOT_HI_As_Ad	IOT_HI_As_Ch	IOT_HI_Cd_Ad	IOT_HI_Cd_Ch	IOT_HI_Cr_Ch	IOT_HI_Cr_Ch (S9)	IOT_HI_Cu_Ad	IOT_HI_Cu_Ch
5%	5,28E-05	4,88E-04	-1,78E-05	-8,76E-05	7,88E-07	2,84E-06	-1,12E-04	-3,21E-04	-2,25E-07	-8,39E-07
95	2,96E-04	2,20E-03	3,04E-04	2,83E-03	7,28E-06	2,78E-05	5,12E-04	1,62E-03	7,89E-06	7,00E-05

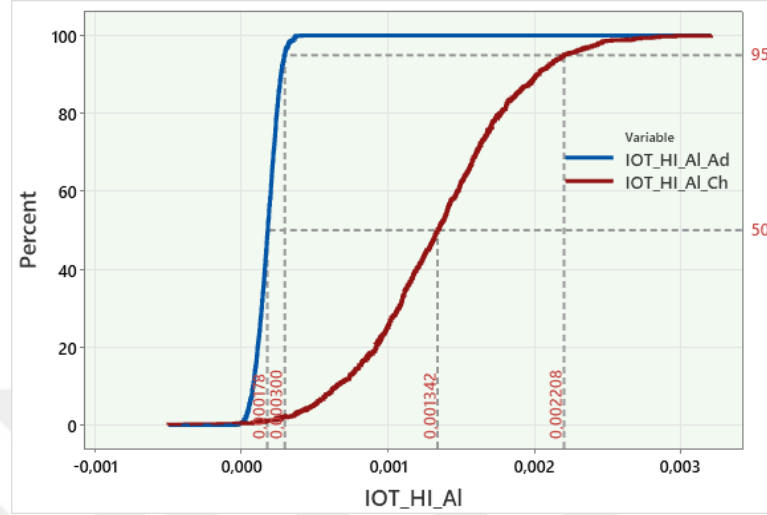
İstatistikler	IOT_HI_Fe_Ad	IOT_HI_Fe_Ch	IOT_HI_Hg_Ad	IOT_HI_Hg_Ch	IOT_HI_Mn_Ad	IOT_HI_Mn_Ch	IOT_HI_Ni_Ad	IOT_HI_Ni_Ch	IOT_HI_Pb_Ad	IOT_HI_Pb_Ch	IOT_HI_Zn_Ad	IOT_HI_Zn_Ch
Denemeler	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Temel Durum	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Ortalama	2,12E-04	1,96E-03	1,35E-06	9,10E-06	2,19E-04	6,88E-04	4,55E-06	3,93E-05	7,78E-05	5,70E-04	9,92E-06	9,09E-05
Orta	2,14E-04	1,95E-03	1,36E-06	8,85E-06	2,17E-04	6,77E-04	4,53E-06	4,09E-05	7,80E-05	5,30E-04	9,97E-06	9,11E-05
Mod	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Standart Sapma	9,47E-05	8,48E-04	8,51E-07	5,82E-06	1,47E-04	4,35E-04	4,95E-06	3,99E-05	8,84E-05	6,89E-04	2,86E-06	2,56E-05
Sapma	8,97E-09	7,19E-07	7,24E-13	3,39E-11	2,17E-08	1,89E-07	2,45E-11	1,59E-09	7,82E-09	4,75E-07	8,21E-12	6,57E-10
Çarpıklık	-0,0253	-0,0285	-0,1683	0,0693	-0,0153	0,0240	0,0888	-0,1616	-0,0468	0,2331	0,0101	-0,0458
Kurtosis	2,98	3,16	3,08	2,89	2,80	3,06	3,12	2,89	2,87	3,35	3,24	2,87
Sapmanın Katsayısı	0,4475	0,4332	0,6315	0,6398	0,6722	0,6326	1,09	1,02	1,14	1,21	0,2888	0,2818
Minimum	-9,83E-05	-7,46E-04	-1,43E-06	-9,09E-06	-2,08E-04	-8,46E-04	-8,54E-06	-1,03E-04	-1,99E-04	-1,39E-03	5,17E-07	1,44E-05
Maksimum	5,14E-04	4,73E-03	3,77E-06	2,79E-05	6,20E-04	2,15E-03	2,57E-05	1,70E-04	3,41E-04	3,73E-03	2,06E-05	1,69E-04
Aralık Genişliği	6,13E-04	5,48E-03	5,20E-06	3,70E-05	8,28E-04	3,00E-03	3,43E-05	2,73E-04	5,40E-04	5,13E-03	2,01E-05	1,55E-04
Ortalama Standart Hata	2,99E-06	2,68E-05	2,69E-08	1,84E-07	4,66E-06	1,38E-05	1,57E-07	1,26E-06	2,80E-06	2,18E-05	9,06E-08	8,10E-07
Yüzde Birlikler	IOT_HI_Fe_Ad	IOT_HI_Fe_Ch	IOT_HI_Hg_Ad	IOT_HI_Hg_Ch	IOT_HI_Mn_Ad	IOT_HI_Mn_Ch	IOT_HI_Ni_Ad	IOT_HI_Ni_Ch	IOT_HI_Pb_Ad	IOT_HI_Pb_Ch	IOT_HI_Zn_Ad	IOT_HI_Zn_Ch
5%	4,80E-05	5,59E-04	-7,21E-08	-7,13E-07	-2,54E-05	-4,79E-05	-3,85E-06	-2,88E-05	-7,04E-05	-5,66E-04	5,10E-06	4,85E-05
95%	3,69E-04	3,30E-03	2,70E-06	1,88E-05	4,57E-04	1,45E-03	1,24E-05	1,02E-04	2,23E-04	1,77E-03	1,45E-05	1,33E-04



Şekil 4.56. İlişi çayı topraklarındaki ağır metal içeriklerinin saçılım-matris görünümü

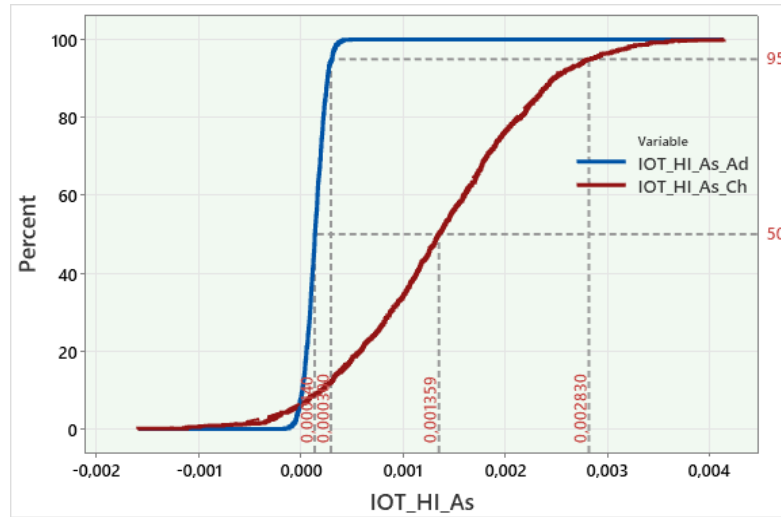
Bütün bu işlemlerden sonra elde edilen değerler alınarak Minitab programında grafik çizimleri için kullanılmıştır. İlişi çayı toprak numunelerinin içerdikleri ağır metallerin simülasyon sonuçları baz alınarak kanserojenik olmayan (HI) değerler için çizilen grafikler ve açıklamaları aşağıda verilmektedir.

İlişi çayı toprak numuneleri bazında Al ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000300'ü ve %50'lik değerde 0,000178'i; çocuklar için ise 0,002208'i ve 0,001342'yi aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.57.).



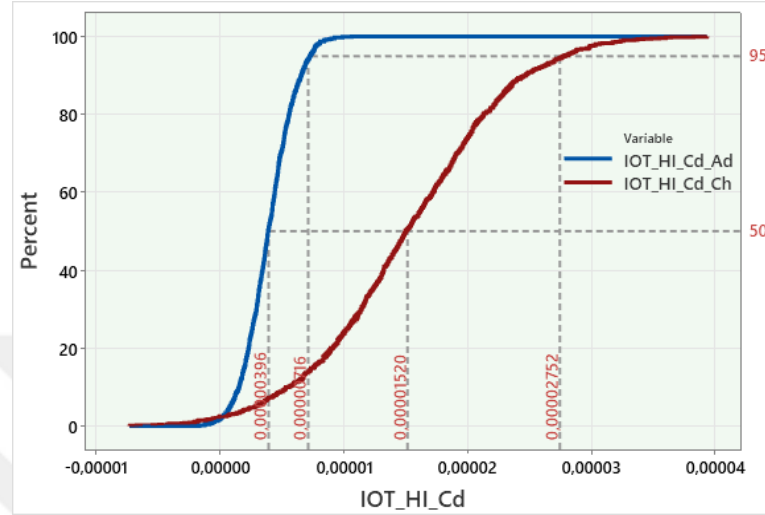
Şekil 4.57. Al ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Al)

İlişi çayı toprak numuneleri bazında As ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000300'ü ve %50'lik değerde 0,000140'ı; çocuklar için ise 0,002830'u ve 0,001359'u aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.58.).



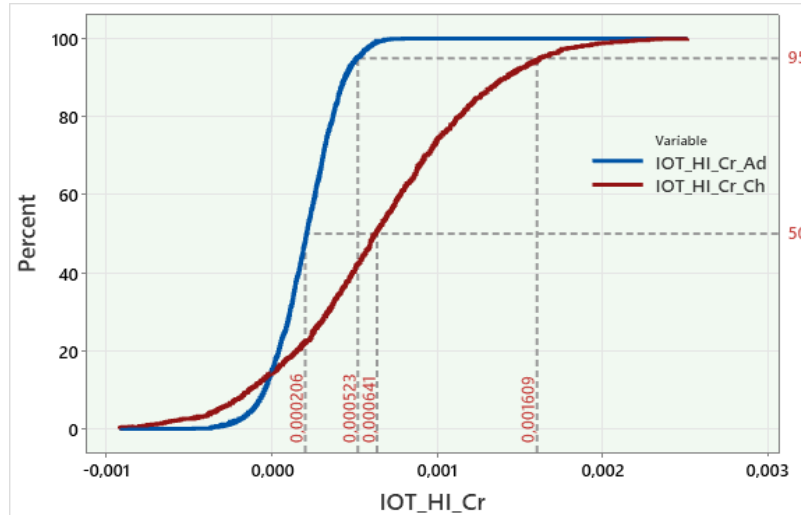
Şekil 4.58. As ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-As)

İlişi çayı toprak numuneleri bazında Cd ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,00000716'yı ve %50'lik değerde 0,00000396'yı; çocuklar için ise 0,00002257'yi ve 0,00001520'yi aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.59.).



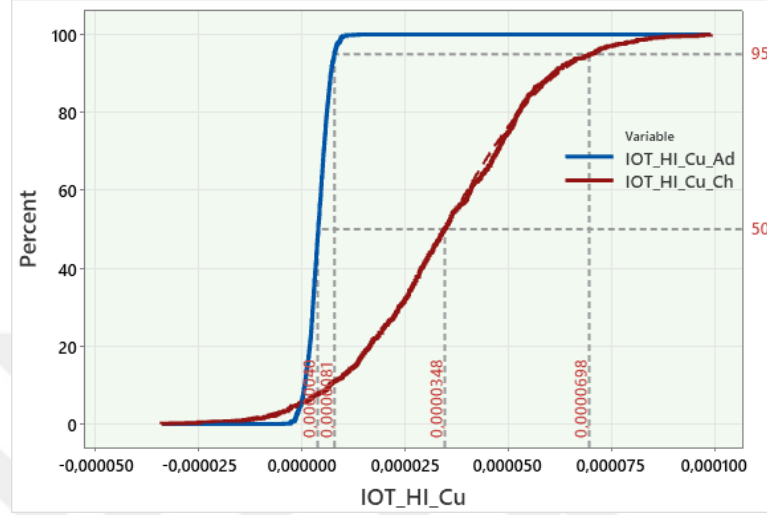
Şekil 4.59. Cd ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Cd)

İlişi çayı toprak numuneleri bazında Cr ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000523'ü ve %50'lik değerde 0,000206'yı; çocuklar için ise 0,001609'u ve 0,000641'i aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.60.).



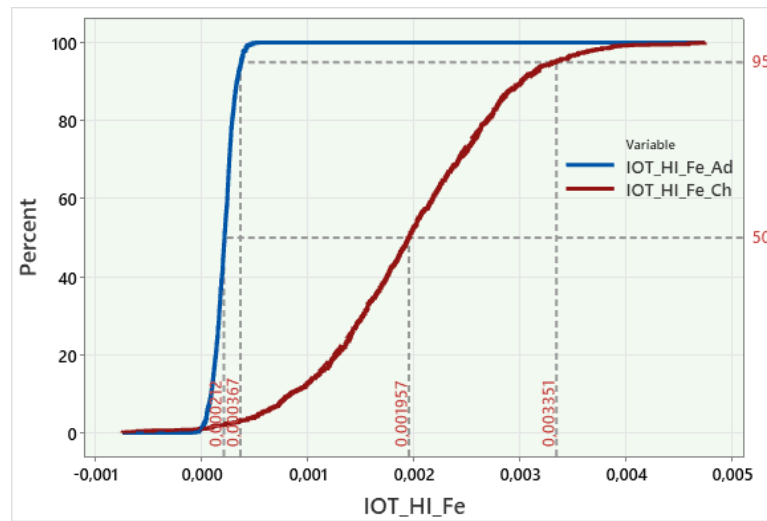
Şekil 4.60. Cr ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Cr)

İlişi çayı toprak numuneleri bazında Cu ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95’lik değerde 0,0000081’i ve %50’lik değerde 0,0000040’ı; çocuklar için ise 0,0000698’i ve 0,0000348’i aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.61.).



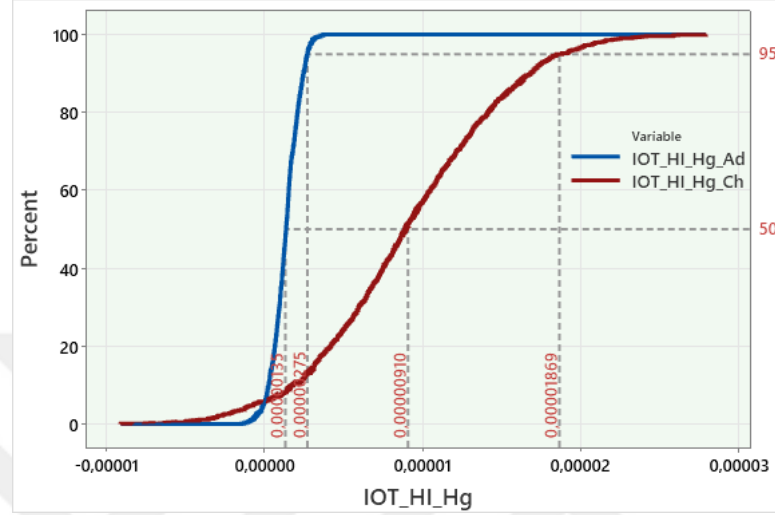
Şekil 4.61. Cu ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Cu)

İlişi çayı toprak numuneleri bazında Fe ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95’lik değerde 0,000367’yi ve %50’lik değerde 0,000212’yi; çocuklar için ise 0,003351’i ve 0,001957’yi aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.62.).



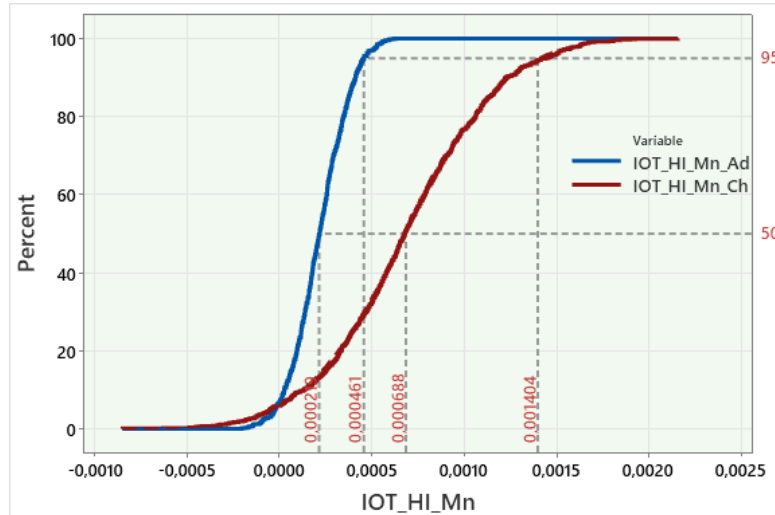
Şekil 4.62. Fe ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Fe)

İlişi çayı toprak numuneleri bazında Hg ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,00000275'i ve %50'lik değerde 0,00000135'i; çocuklar için ise 0,00000910'u ve 0,00001869'u aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.63.).



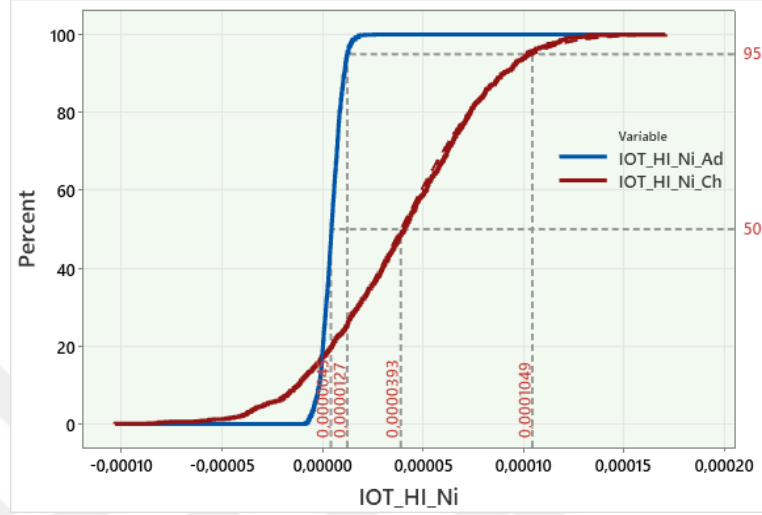
Şekil 4.63. Hg ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Hg)

İlişi çayı toprak numuneleri bazında Mn ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000461'i ve %50'lik değerde 0,000210'u; çocuklar için ise 0,001404'ü ve 0,000688'i aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.64.).



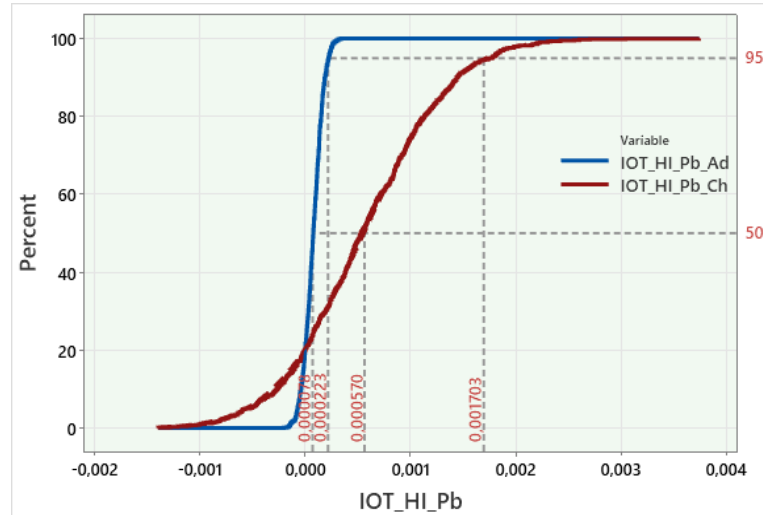
Şekil 4.64. Mn ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Mn)

İlişi çayı toprak numuneleri bazında Ni ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,0000127'yi ve %50'lik değerde 0,0000045'i; çocuklar için ise 0,0001049'u ve 0,0000393'ü aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.65.).



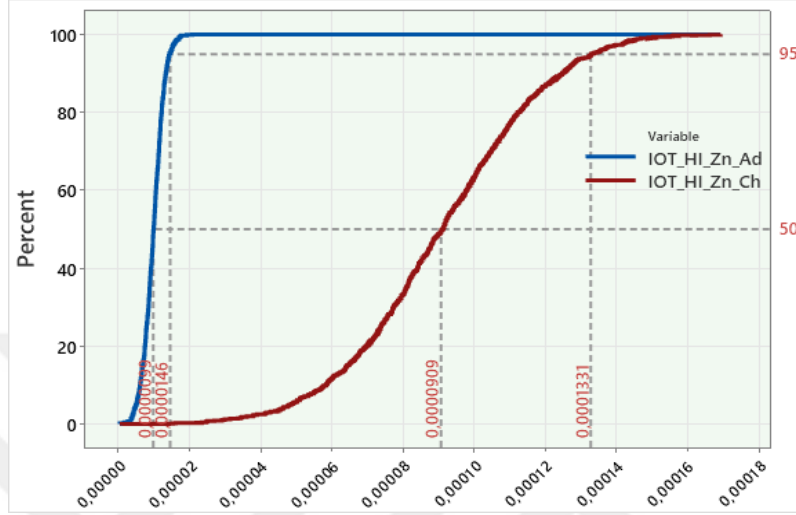
Şekil 4.65. Ni ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Ni)

İlişi çayı toprak numuneleri bazında Pb ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000223'ü ve %50'lik değerde 0,000078'i; çocuklar için ise 0,001703'ü ve 0,000570'i aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.66.).



Şekil 4.66. Pb ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Pb)

İlişi çayı toprak numuneleri bazında Zn ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,0000146'sı ve %50'lik değerde 0,0000099'u; çocuklar için ise 0,0001331'u ve 0,0000909'u aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.67.).



Şekil 4.67. Zn ağır metali için elde edilen HI simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-HI-Zn)

4.6.3. Toplam kanserojenik risk (TCR) bazında simülasyon değerlendirmesi

Kanserojen risk (CR), bir bireyin yaşamı boyunca kirlenmiş toprağın yutulması sonucu kanser geliştirme olasılığının artışını temsil eder ve aşağıdaki denklemle hesaplanabilir (USEPA, 2009).

$$CR = ADD \times SF$$

Burada SF ($\text{mgkg}^{-1}\text{gün}^{-1}$)⁻¹, epidemiyolojik çalışmalardan elde edilen hayvan veya insan verilerinin doğrusal ekstrapolasyonuna dayalı olarak kirlenmiş topraklarda ağır metalin oral yoldan alınması için kanserojen eğim faktörüdür.

Toplam kanser riski (TCR), tüm potansiyel ve muhtemel kanserojen ağır metallerin riskleri toplanarak aşağıdaki şekilde belirlenebilir:

$$TCR = \sum_{i=1}^n ADD_i \times SF_i$$

Burada ADD_i, element i alımının ortalama günlük dozu ($\text{mgkg}^{-1}\text{gün}^{-1}$) iken, SF_i, element i için kanser eğim faktörüdür ($\text{mg kg}^{-1}\text{gün}^{-1}$)⁻¹. 1E-06'yı aşan kanser riskleri genellikle kabul edilemez olarak görülürken, 1E-06'nın altındaki risklerin belirgin bir

tehlike oluşturmadağı kabul edilir (USEPA, 2009). Ağır metaller için kanser eğim faktörleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Çizelge 4.126.).

Çizelge 4.126. Ağır metaller için kanser eğim faktörleri ($\text{mg kg}^{-1} \text{gün}^{-1}$)⁻¹

	Cancer Slope Factor (SF)			
referans	ADDing	ADDinh	ADDder	Referanslar
Pb	8,50E-03	4,20E-02	4,25E+01	USEPA, (2011a)
aNi	1,70E+00	8,40E+01	4,25E+01	USEPA (1989); Adimalla, (2019)
As	1,50E+00	4,30E-03	3,66E+00	USEPA (1989)
Cd	5,01E-01	6,30E+00	6,10E+00	USEPA (2011a), Cui ve ark., 2023
Cr	5,00E-01	4,20E+01	2,00E+01	USEPA (2011a), Cui ve ark., 2023

Burada, element alımının ortalama günlük dozu ($\text{mgkg}^{-1}\text{gün}^{-1}$) ile element için kanser eğim faktörü ($\text{mg kg}^{-1}\text{gün}^{-1}$)⁻¹ çarpılarak Ezine çayı topraklarındaki ağır metaller için kanserojen risk (CR) değerine ulaşılmış ve bu değerler toplanarak toplam kanser riski (TCR) değerlerine ulaşılmıştır (Çizelge 4.127., 4.128., 4.129., 4.130., 4.131., 4.132., 4.133., 4.134., 4.135., 4.136., 4.137.).

Çizelge 4.127. Pb elementi için hesaplanan OT_CR ve OT_TCR değerleri

OT_CR	Pb							
	Adult (CR)			TCR	Children (CR)			TCR
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	8,06E-22	1,12E-14	1,21E-10	1,21E-10	5,73E-09	2,08E-13	2,78E-10	6,01E-09
OT-2	7,11E-22	9,84E-15	1,07E-10	1,07E-10	5,06E-09	1,84E-13	2,45E-10	5,30E-09
OT-3	6,58E-22	9,11E-15	9,89E-11	9,89E-11	4,68E-09	1,70E-13	2,27E-10	4,91E-09
OT-4	1,14E-21	1,58E-14	1,71E-10	1,71E-10	8,09E-09	2,94E-13	3,92E-10	8,48E-09
OT-5	2,81E-21	3,89E-14	4,22E-10	4,22E-10	2,00E-08	7,26E-13	9,68E-10	2,10E-08
OT-6	2,17E-21	3,00E-14	3,26E-10	3,26E-10	1,54E-08	5,61E-13	7,47E-10	1,62E-08
OT-7	8,37E-22	1,16E-14	1,26E-10	1,26E-10	5,95E-09	2,16E-13	2,88E-10	6,24E-09

Çizelge 4.128. As elementi için hesaplanan OT_CR ve OT_TCR değerleri

OT_CR	As							
	Adult (CR)			TCR	Children (CR)			TCR
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	4,86E-08	1,79E-12	4,73E-09	5,33E-08	4,54E-07	3,34E-11	1,08E-08	4,64E-07
OT-2	5,09E-08	1,87E-12	4,95E-09	5,58E-08	4,75E-07	3,49E-11	1,13E-08	4,86E-07
OT-3	4,55E-08	1,67E-12	4,42E-09	4,99E-08	4,24E-07	3,12E-11	1,01E-08	4,34E-07
OT-4	1,41E-07	5,18E-12	1,37E-08	1,55E-07	1,32E-06	9,68E-11	3,15E-08	1,35E-06
OT-5	4,88E-05	1,80E-09	4,75E-06	5,36E-05	4,56E-04	3,35E-08	1,09E-05	4,67E-04
OT-6	8,85E-07	3,25E-11	8,62E-08	9,71E-07	8,26E-06	6,07E-10	1,98E-07	8,46E-06
OT-7	2,57E-06	9,46E-11	2,50E-07	2,82E-06	2,40E-05	1,77E-09	5,74E-07	2,46E-05

Çizelge 4.129. Cr elementi için hesaplanan OT_CR ve OT_TCR değerleri

OT_CR	Cr							
	Adult (CR)			TCR	Children (CR)			TCR
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	4,25E-16	1,13E-12	5,83E-09	5,83E-09	3,41E-07	2,10E-11	1,34E-08	3,54E-07
OT-2	5,30E-16	1,41E-12	7,26E-09	7,26E-09	4,25E-07	2,62E-11	1,66E-08	4,41E-07
OT-3	4,92E-16	1,30E-12	6,74E-09	6,74E-09	3,94E-07	2,44E-11	1,55E-08	4,10E-07
OT-4	1,44E-15	3,81E-12	1,97E-08	1,97E-08	1,15E-06	7,12E-11	4,52E-08	1,20E-06
OT-5	1,06E-15	2,80E-12	1,45E-08	1,45E-08	8,47E-07	5,23E-11	3,32E-08	8,80E-07
OT-6	4,59E-16	1,22E-12	6,28E-09	6,29E-09	3,68E-07	2,27E-11	1,44E-08	3,82E-07
OT-7	4,46E-16	1,18E-12	6,10E-09	6,11E-09	3,57E-07	2,21E-11	1,40E-08	3,71E-07

Çizelge 4.130. Ni elementi için hesaplanan OT_CR ve OT_TCR değerleri

OT_CR	Ni							
	Adult (CR)			TCR	Children (CR)			TCR
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	3,34E-07	6,07E-11	3,33E-07	6,67E-07	3,12E-06	1,13E-09	7,64E-07	3,88E-06
OT-2	3,41E-07	6,19E-11	3,40E-07	6,81E-07	3,18E-06	1,16E-09	7,79E-07	3,96E-06
OT-3	3,21E-07	5,84E-11	3,20E-07	6,42E-07	3,00E-06	1,09E-09	7,35E-07	3,73E-06
OT-4	5,28E-07	9,59E-11	5,27E-07	1,05E-06	4,93E-06	1,79E-09	1,21E-06	6,14E-06
OT-5	7,59E-07	1,38E-10	7,57E-07	1,52E-06	7,08E-06	2,57E-09	1,74E-06	8,82E-06
OT-6	5,19E-07	9,43E-11	5,18E-07	1,04E-06	4,85E-06	1,76E-09	1,19E-06	6,04E-06
OT-7	3,01E-07	5,47E-11	3,00E-07	6,01E-07	2,81E-06	1,02E-09	6,88E-07	3,50E-06

Çizelge 4.131. Cd elementi için hesaplanan OT_CR ve OT_TCR değerleri

OT_CR	Cd							
	Adult (CR)			TCR	Children (CR)			TCR
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
OT-1	4,41E-10	2,04E-14	2,14E-10	6,55E-10	4,11E-09	3,80E-13	4,91E-10	4,61E-09
OT-2	3,86E-10	1,78E-14	1,87E-10	5,73E-10	3,60E-09	3,33E-13	4,30E-10	4,03E-09
OT-3	6,56E-10	3,03E-14	3,19E-10	9,75E-10	6,13E-09	5,66E-13	7,31E-10	6,86E-09
OT-4	7,77E-11	3,59E-15	3,77E-11	1,15E-10	7,25E-10	6,70E-14	8,65E-11	8,11E-10
OT-5	1,65E-09	7,63E-14	8,02E-10	2,45E-09	1,54E-08	1,42E-12	1,84E-09	1,72E-08
OT-6	2,08E-10	9,61E-15	1,01E-10	3,09E-10	1,94E-09	1,79E-13	2,32E-10	2,17E-09
OT-7	5,74E-10	2,65E-14	2,79E-10	8,52E-10	5,35E-09	4,95E-13	6,39E-10	5,99E-09

Bu aşamadan sonra Monte Carlo simülasyonu için eldeki veriler tekrar hesaplanmak üzere programa aktarılmış ve 1.000 tekrarlı denemeler gerçekleştirilerek yeni OT_TCR değerleri elde edilmiştir. %5'lik ve %95'lik TCR değerlerini de içeren çizelge aşağıda gösterilmektedir (Çizelge 4.132.).

Çizelge 4.132. Monte Carlo Simülasyonu sonucu elde edilen OT_TCR değerleri

İstatistikler	OT_As_TCR_Ad	OT_As_TCR_Ch	OT_Cd_TCR_Ad	OT_Cd_TCR_Ch	OT_Cr_TCR_Ad	OT_Cr_TCR_Ch	OT_Ni_TCR_Ad	OT_Ni_TCR_Ad	OT_Pb_TCR_Ad	OT_Pb_TCR_Ch
Denemeler	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Temel Durum	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Ortalama	7,76E-06	7,30E-05	8,30E-10	5,92E-09	9,26E-09	5,76E-07	5,16E-06	8,76E-07	1,98E-10	1,00E-08
Orta	7,74E-06	8,01E-05	8,05E-10	5,92E-09	9,18E-09	5,87E-07	5,15E-06	8,76E-07	2,02E-10	9,71E-09
Mod	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Standart Sapma	2,07E-05	1,85E-04	7,48E-10	5,50E-09	5,60E-09	3,22E-07	1,97E-06	3,35E-07	1,30E-10	6,40E-09
Sapma	4,28E-10	3,42E-08	5,60E-19	3,02E-17	3,14E-17	1,04E-13	3,90E-12	1,12E-13	1,69E-20	4,10E-17
Çarpıklık	4,95E-02	-1,27E-01	3,34E-02	2,36E-02	6,04E-03	-5,85E-02	-9,86E-02	5,65E-02	-3,92E-02	1,23E-01
Kurtosis	2,96E+00	3,18E+00	2,92E+00	3,01E+00	3,10E+00	3,09E+00	2,95E+00	3,24E+00	2,95E+00	2,86E+00
Sapmanın Katsayısı	2,67E+00	2,53E+00	9,01E-01	9,28E-01	6,05E-01	5,60E-01	3,83E-01	3,82E-01	6,55E-01	6,38E-01
Minimum	-6,08E-05	-5,93E-04	-1,45E-09	-1,24E-08	-9,48E-09	-5,25E-07	-1,10E-06	-2,14E-07	-2,07E-10	-8,07E-09
Maksimum	7,35E-05	7,08E-04	3,05E-09	2,20E-08	2,68E-08	1,74E-06	1,06E-05	2,02E-06	6,49E-10	3,08E-08
Aralık Genişliği	1,34E-04	1,30E-03	4,49E-09	3,44E-08	3,63E-08	2,26E-06	1,17E-05	2,24E-06	8,56E-10	3,89E-08
Ortalama Standart Hata	6,54E-07	5,84E-06	2,37E-11	1,74E-10	1,77E-10	1,02E-08	6,25E-08	1,06E-08	4,11E-12	2,02E-10
Yüzde Birlikler	OT_As_TCR_Ad	OT_As_TCR_Ch	OT_Cd_TCR_Ad	OT_Cd_TCR_Ch	OT_Cr_TCR_Ad	OT_Cr_TCR_Ch	OT_Ni_TCR_Ad	OT_Ni_TCR_Ad	OT_Pb_TCR_Ad	OT_Pb_TCR_Ch
%5	-2,53E-05	-2,46E-04	-3,98E-10	-3,32E-09	1,63E-10	6,43E-08	1,88E-06	3,10E-07	-2,72E-11	-7,60E-11
%95	4,15E-05	3,64E-04	2,03E-09	1,52E-08	1,85E-08	1,08E-06	8,50E-06	1,42E-06	4,06E-10	2,07E-08

Çizelge 4.133. Pb elementi için hesaplanan IOT_CR ve IOT_TCR değerleri

IOT_CR	Pb							
	Adult (CR)			TCR	Children (CR)			TCR
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	7,84E-22	1,10E-14	1,19E-10	1,19E-10	5,65E-09	2,05E-13	2,74E-10	5,93E-09
IOT-2	6,24E-22	8,76E-15	9,51E-11	9,51E-11	4,50E-09	1,64E-13	2,18E-10	4,72E-09
IOT-3	7,92E-21	1,11E-13	1,21E-09	1,21E-09	5,71E-08	2,08E-12	2,77E-09	5,99E-08
IOT-4	3,98E-22	5,58E-15	6,06E-11	6,06E-11	2,87E-09	1,04E-13	1,39E-10	3,01E-09
IOT-5	2,12E-21	2,98E-14	3,23E-10	3,23E-10	1,53E-08	5,56E-13	7,41E-10	1,61E-08
IOT-6	2,55E-21	3,58E-14	3,89E-10	3,89E-10	1,84E-08	6,69E-13	8,91E-10	1,93E-08
IOT-7	1,32E-21	1,85E-14	2,01E-10	2,01E-10	9,52E-09	3,46E-13	4,61E-10	9,98E-09

Çizelge 4.134. As elementi için hesaplanan IOT_CR ve IOT_TCR değerleri

IOT_CR	As							
	Adult (CR)			TCR	Children (CR)			TCR
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	8,29E-08	3,05E-12	8,07E-09	9,09E-08	7,74E-07	5,69E-11	1,85E-08	7,92E-07
IOT-2	4,10E-08	1,51E-12	3,99E-09	4,49E-08	3,82E-07	2,81E-11	9,14E-09	3,91E-07
IOT-3	6,75E-09	2,48E-13	6,57E-10	7,41E-09	6,30E-08	4,63E-12	1,51E-09	6,45E-08
IOT-4	2,26E-08	8,30E-13	2,20E-09	2,48E-08	2,11E-07	1,55E-11	5,04E-09	2,16E-07
IOT-5	7,47E-08	2,75E-12	7,27E-09	8,20E-08	6,97E-07	5,13E-11	1,67E-08	7,14E-07
IOT-6	9,34E-08	3,43E-12	9,09E-09	1,02E-07	8,72E-07	6,41E-11	2,08E-08	8,92E-07
IOT-7	1,26E-07	4,62E-12	1,22E-08	1,38E-07	1,17E-06	8,62E-11	2,80E-08	1,20E-06

Çizelge 4.135. Cr elementi için hesaplanan IOT_CR ve IOT_TCR değerleri

IOT_CR	Cr							
	Adult (CR)			TCR	Children (CR)			TCR
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	1,67E-08	5,16E-13	2,67E-09	1,94E-08	1,56E-07	9,63E-12	6,11E-09	1,62E-07
IOT-2	8,48E-09	2,62E-13	1,35E-09	9,83E-09	7,91E-08	4,89E-12	3,10E-09	8,22E-08
IOT-3	3,78E-09	1,17E-13	6,02E-10	4,38E-09	3,52E-08	2,18E-12	1,38E-09	3,66E-08
IOT-4	2,80E-08	8,65E-13	4,47E-09	3,25E-08	2,61E-07	1,61E-11	1,02E-08	2,72E-07
IOT-5	7,78E-08	2,40E-12	1,24E-08	9,02E-08	7,26E-07	4,48E-11	2,84E-08	7,54E-07
IOT-6	2,07E-08	6,38E-13	3,30E-09	2,39E-08	1,93E-07	1,19E-11	7,56E-09	2,00E-07
IOT-7	8,40E-08	2,59E-12	1,34E-08	9,74E-08	7,84E-07	4,84E-11	3,07E-08	8,15E-07

Çizelge 4.136. Ni elementi için hesaplanan IOT_CR ve IOT_TCR değerleri

IOT_CR	Ni							
	Adult (CR)			TCR	Children (CR)			TCR
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	6,89E-08	1,25E-11	6,88E-08	1,38E-07	6,43E-07	2,34E-10	1,58E-07	8,01E-07
IOT-2	2,29E-08	4,15E-12	2,28E-08	4,57E-08	2,13E-07	7,75E-11	5,23E-08	2,66E-07
IOT-3	1,22E-08	2,22E-12	1,22E-08	2,45E-08	1,14E-07	4,15E-11	2,80E-08	1,42E-07
IOT-4	6,86E-08	1,25E-11	6,84E-08	1,37E-07	6,40E-07	2,33E-10	1,57E-07	7,97E-07
IOT-5	3,37E-07	6,13E-11	3,37E-07	6,74E-07	3,15E-06	1,14E-09	7,72E-07	3,92E-06
IOT-6	1,05E-07	1,91E-11	1,05E-07	2,11E-07	9,84E-07	3,57E-10	2,41E-07	1,23E-06
IOT-7	3,53E-07	6,41E-11	3,52E-07	7,05E-07	3,29E-06	1,20E-09	8,07E-07	4,10E-06

Çizelge 4.137. Cd elementi için hesaplanan IOT_CR ve IOT_TCR değerleri

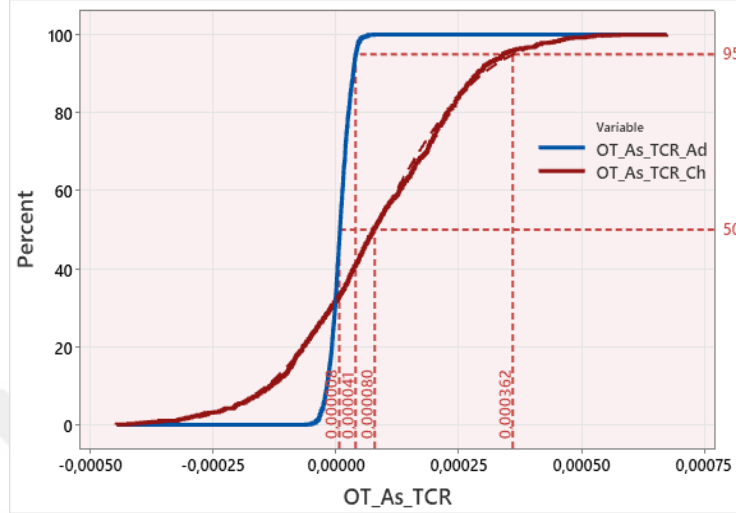
IOT_CR	Cd							
	Adult (CR)			TCR	Children (CR)			TCR
	ADDing	ADDinh	ADDder		ADDing	ADDinh	ADDder	
IOT-1	2,23E-10	1,03E-14	1,08E-10	3,31E-10	2,08E-09	1,92E-13	2,48E-10	2,33E-09
IOT-2	9,52E-11	4,40E-15	4,62E-11	1,41E-10	8,88E-10	8,21E-14	1,06E-10	9,95E-10
IOT-3	3,36E-10	1,55E-14	1,63E-10	4,99E-10	3,13E-09	2,90E-13	3,74E-10	3,51E-09
IOT-4	1,63E-10	7,53E-15	7,91E-11	2,42E-10	1,52E-09	1,41E-13	1,81E-10	1,70E-09
IOT-5	1,93E-10	8,92E-15	9,37E-11	2,87E-10	1,80E-09	1,66E-13	2,15E-10	2,02E-09
IOT-6	3,93E-10	1,82E-14	1,91E-10	5,84E-10	3,67E-09	3,39E-13	4,38E-10	4,11E-09
IOT-7	1,43E-10	6,60E-15	6,94E-11	2,12E-10	1,33E-09	1,23E-13	1,59E-10	1,49E-09

Bu aşamadan sonra Monte Carlo simülasyonu için eldeki veriler tekrar hesaplanmak üzere programa aktarılmış ve 1.000 tekrarlı denemeler gerçekleştirilerek yeni IOT_TCR değerleri elde edilmiştir. %5'lik ve %95'lik TCR değerlerini de içeren çizelge aşağıda gösterilmektedir (Çizelge 4.138.).

Çizelge 4.138. Monte Carlo Simülasyonu sonucu elde edilen TCR değerleri (IOT)

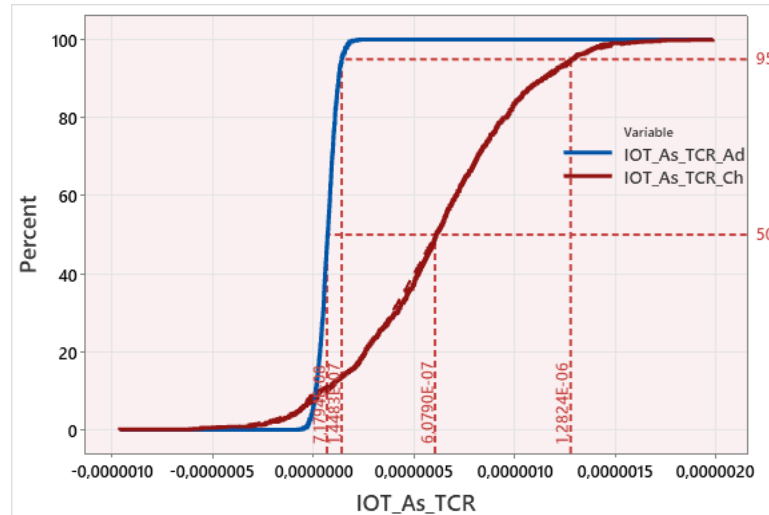
İstatistikler	IOT_As_TCR_Ad	IOT_As_TCR_Ch	IOT_Cd_TCR_Ad	IOT_Cd_TCR_Ch	IOT_Cr_TCR_Ad	IOT_Cr_TCR_Ch	IOT_Ni_TCR_Ad	IOT_Ni_TCR_Ch	IOT_Pb_TCR_Ad	IOT_Pb_TCR_Ch
Denemeler	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Temel Durum	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Ortalama	6,73E-08	6,06E-07	3,24E-10	2,26E-09	3,85E-08	3,38E-07	2,90E-07	1,51E-06	3,45E-10	1,65E-08
Orta	6,57E-08	6,09E-07	3,25E-10	2,26E-09	3,76E-08	3,43E-07	2,89E-07	1,48E-06	3,17E-10	1,58E-08
Mod	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Standart Sapma	4,58E-08	4,01E-07	1,61E-10	1,12E-09	3,66E-08	3,22E-07	2,93E-07	1,69E-06	3,93E-10	1,92E-08
Sapma	2,10E-15	1,61E-13	2,58E-20	1,24E-18	1,34E-15	1,04E-13	8,59E-14	2,84E-12	1,54E-19	3,69E-16
Çarpıklık	1,58E-01	1,41E-01	3,55E-02	1,09E-01	-3,33E-02	8,28E-02	-6,40E-02	-1,69E-02	1,51E-01	5,63E-02
Kurtosis	3,12E+00	3,43E+00	2,94E+00	3,08E+00	2,91E+00	2,85E+00	3,18E+00	2,95E+00	3,17E+00	2,98E+00
Sapmanın Katsayısı	6,81E-01	6,62E-01	4,96E-01	4,93E-01	9,52E-01	9,53E-01	1,01E+00	1,12E+00	1,14E+00	1,16E+00
Minimum	-7,26E-08	-8,43E-07	-1,61E-10	-1,05E-09	-8,16E-08	-6,52E-07	-8,66E-07	-4,49E-06	-1,24E-09	-4,59E-08
Maksimum	2,21E-07	1,96E-06	8,84E-10	6,47E-09	1,45E-07	1,35E-06	1,23E-06	6,37E-06	1,61E-09	7,28E-08
Aralık Genişliği	2,94E-07	2,80E-06	1,04E-09	7,52E-09	2,26E-07	2,00E-06	2,09E-06	1,09E-05	2,85E-09	1,19E-07
Ortalama Standart Hata	1,45E-09	1,27E-08	5,08E-12	3,53E-11	1,16E-09	1,02E-08	9,27E-09	5,33E-08	1,24E-11	6,08E-10
Yüzde Birlikler	IOT_As_TCR_Ad	IOT_As_TCR_Ch	IOT_Cd_TCR_Ad	IOT_Cd_TCR_Ch	IOT_Cr_TCR_Ad	IOT_Cr_TCR_Ch	IOT_Ni_TCR_Ad	IOT_Ni_TCR_Ch	IOT_Pb_TCR_Ad	IOT_Pb_TCR_Ch
%5	-5,64E-09	-3,01E-08	5,50E-11	4,85E-10	-2,48E-08	-1,92E-07	-1,93E-07	-1,32E-06	-2,56E-10	-1,48E-08
%95	1,42E-07	1,26E-06	5,87E-10	4,08E-09	9,88E-08	8,98E-07	7,75E-07	4,41E-06	1,01E-09	4,88E-08

Ezine çayı toprak numuneleri bazında As ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95’lik değerde 0,000041’i ve %50’lik değerde 0,000008’i; çocuklar için ise 0,000362’yi ve 0,000080’i aşması durumunda toplam kanserojenik sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.68.).



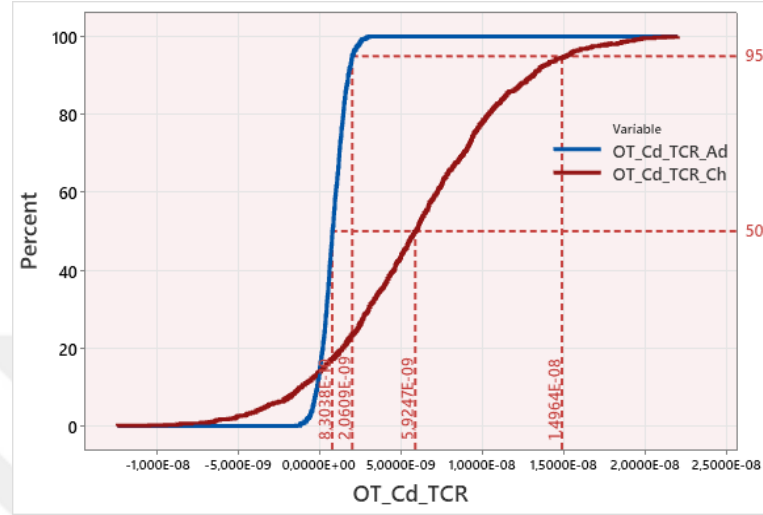
Şekil 4.68. As ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-TCR-As)

İlişi çayı toprak numuneleri bazında As ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95’lik değerde 1.4483E-07’yi ve %50’lik değerde 7.17948E-00’ı; çocuklar için ise 1.2824E-06’yı ve 6.0790E-070’yi aşması durumunda toplam kanserojenik sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.69.).



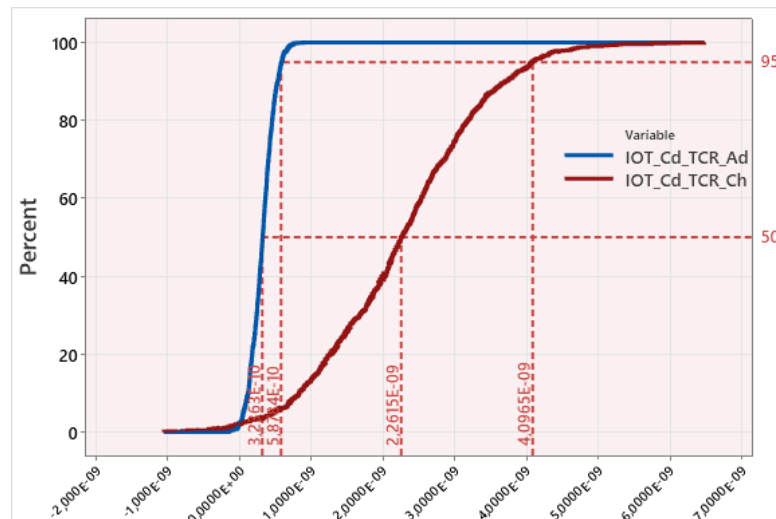
Şekil 4.69. As ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-TCR-As)

Ezine çayı toprak numuneleri bazında Cd ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde $2.0609\text{E-}09$ 'u ve %50'lik değerde $8.3038\text{E-}10$ 'u; çocuklar için ise $1.4964\text{E-}08$ 'i ve $5.9247\text{E-}09$ 'u aşması durumunda toplam kanserojenik sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.70.).



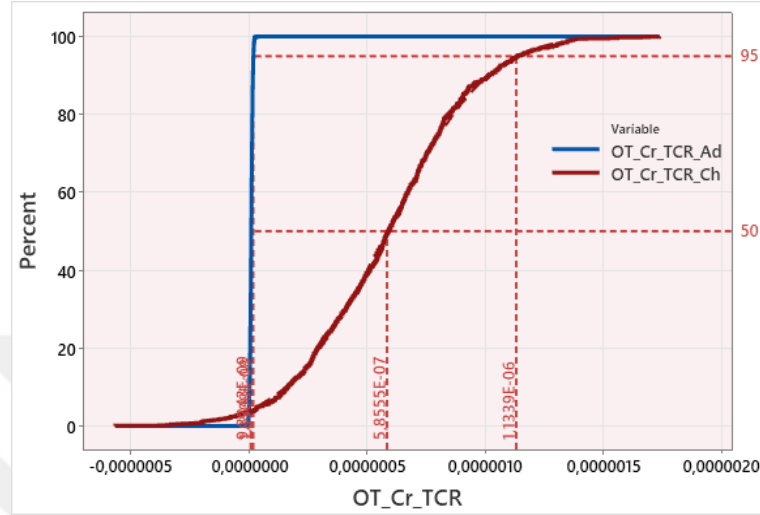
Şekil 4.70. Cd ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-TCR-Cd)

İlişi çayı toprak numuneleri bazında Cd ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde $5.8784\text{E-}10$ 'u ve %50'lik değerde $3.2363\text{E-}10$ 'u; çocuklar için ise $4.0965\text{E-}09$ 'u ve $2.2615\text{E-}09$ 'u aşması durumunda toplam kanserojenik sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.71.).



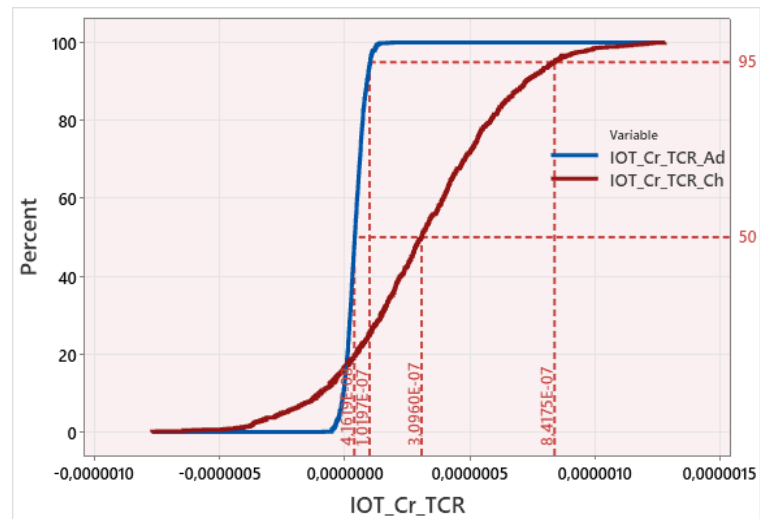
Şekil 4.71. Cd ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-TCR-Cd)

Ezine çayı toprak numuneleri bazında Cr ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde $9.84122E-09$ 'u ve %50'lik değerde $9.84122E-09$ 'u; çocuklar için ise $1.1339E-06$ 'yı ve $5.8555E-07$ 'yi aşması durumunda toplam kanserojenik sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.72.).



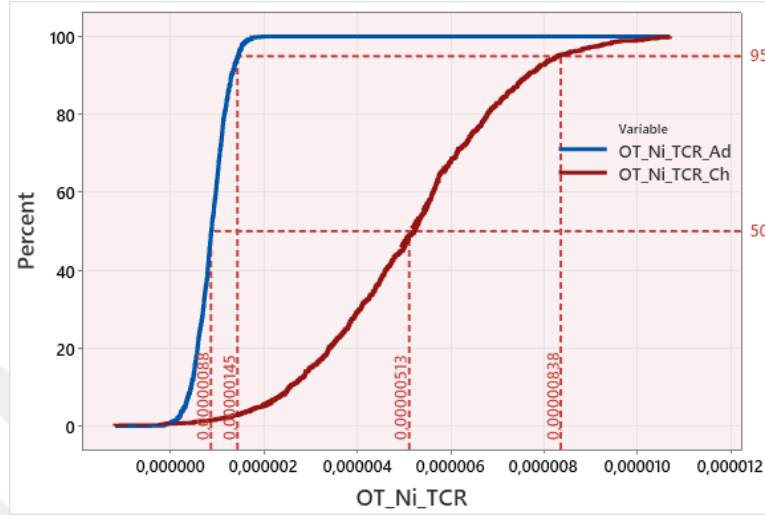
Şekil 4.72. Cr ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-TCR-Cr)

İlişi çayı toprak numuneleri bazında Cr ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde $1.0197E-07$ 'yi ve %50'lik değerde $4.1619E-00$ 'ı; çocuklar için ise $8.4175E-07$ 'yi ve $3.0960E-07$ 'yi aşması durumunda toplam kanserojenik sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.73.).



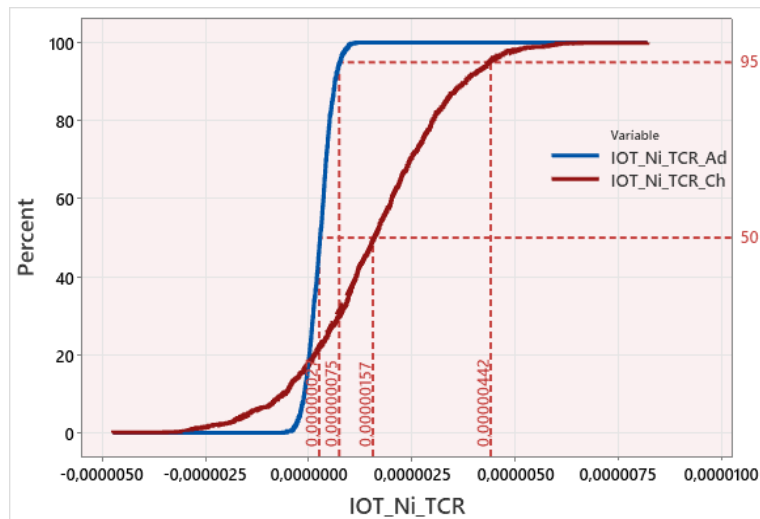
Şekil 4.73. Cr ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-TCR-Cr)

Ezine çayı toprak numuneleri bazında Ni ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,00000145'i ve %50'lik değerde 0,00000088'i; çocuklar için ise 0,00000838'i ve 0,00000513'ü aşması durumunda toplam kanserojenik sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.74.).



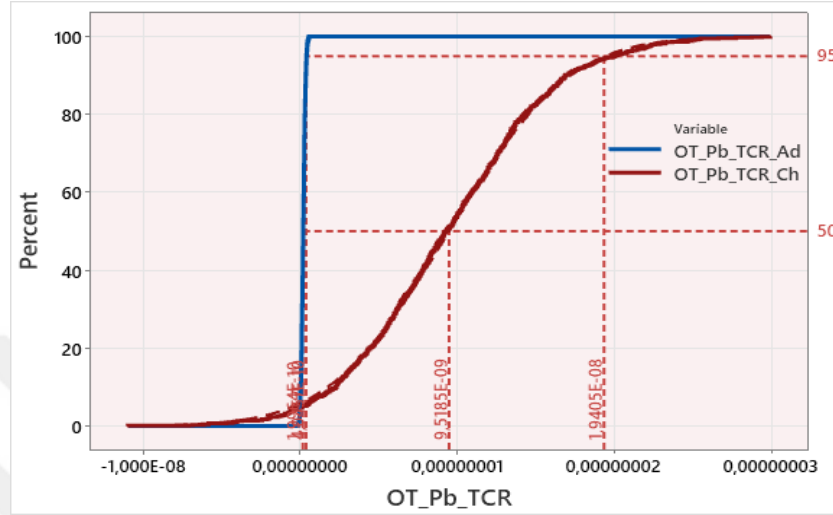
Şekil 4.74. Ni ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-TCR-Ni)

İlişi çayı toprak numuneleri bazında Ni ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0.00000075'i ve %50'lik değerde 0.00000023'ü; çocuklar için ise 0,00000442'yi ve 0,00000157'yi aşması durumunda toplam kanserojenik sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.75.).



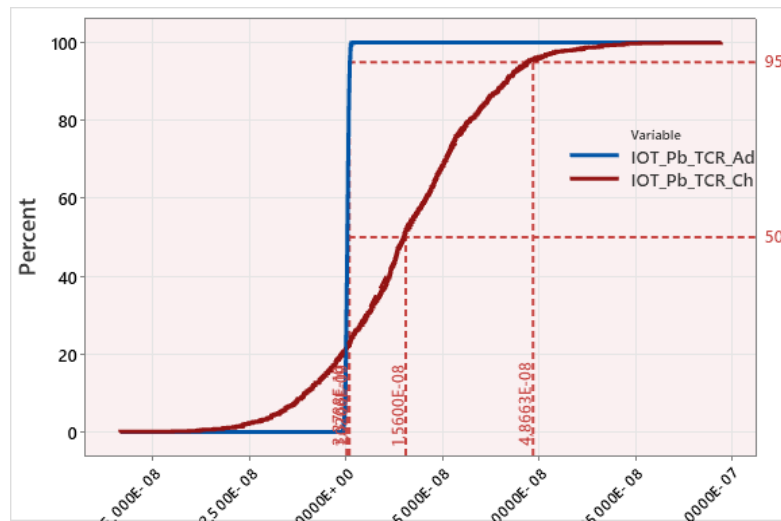
Şekil 4.75. Ni ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-TCR-Ni)

Ezine çayı toprak numuneleri bazında Pb ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde $1.99544E-10$ 'u ve %50'lik değerde $1.99544E-10$ 'u; çocuklar için ise $1.9405E-08$ 'i ve $9.5185E-09$ 'u aşması durumunda toplam kanserojenik sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.76.).



Şekil 4.76. Pb ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (OT-TCR-Pb)

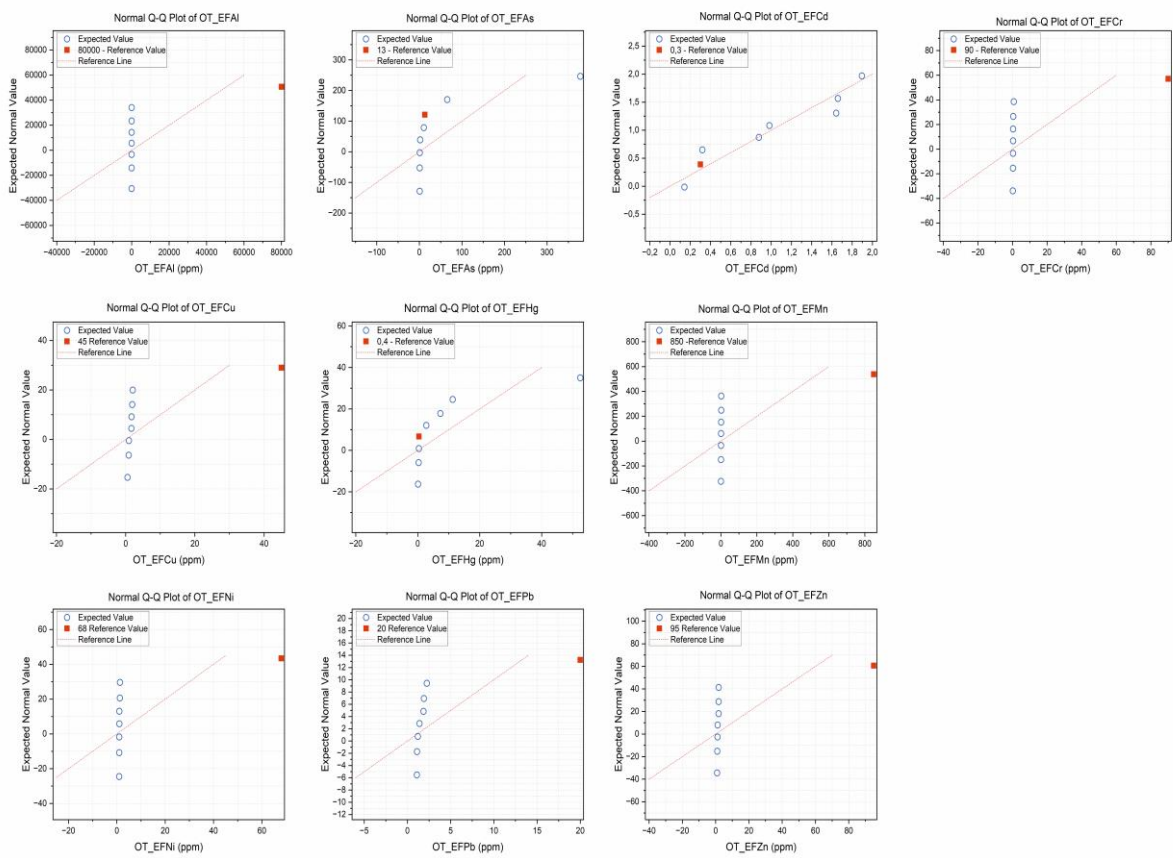
İlişi çayı toprak numuneleri bazında Pb ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde $3.3788E-00$ 'ı ve %50'lik değerde $3.3788E-00$ 'ı; çocuklar için ise $4.8663E-08$ 'i ve $1.5600E-08$ 'i aşması durumunda toplam kanserojenik sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 4.77.).



Şekil 4.77. Pb ağır metali için elde edilen TCR simülasyonu (mavi: yetişkinler (adult); kırmızı: çocuklar (children) (IOT-TCR-Pb)

4.7. Ağır Metallerin Köken-Kaynak (Antropojenik-Jeojenik) İlişkilerinin İncelenmesi

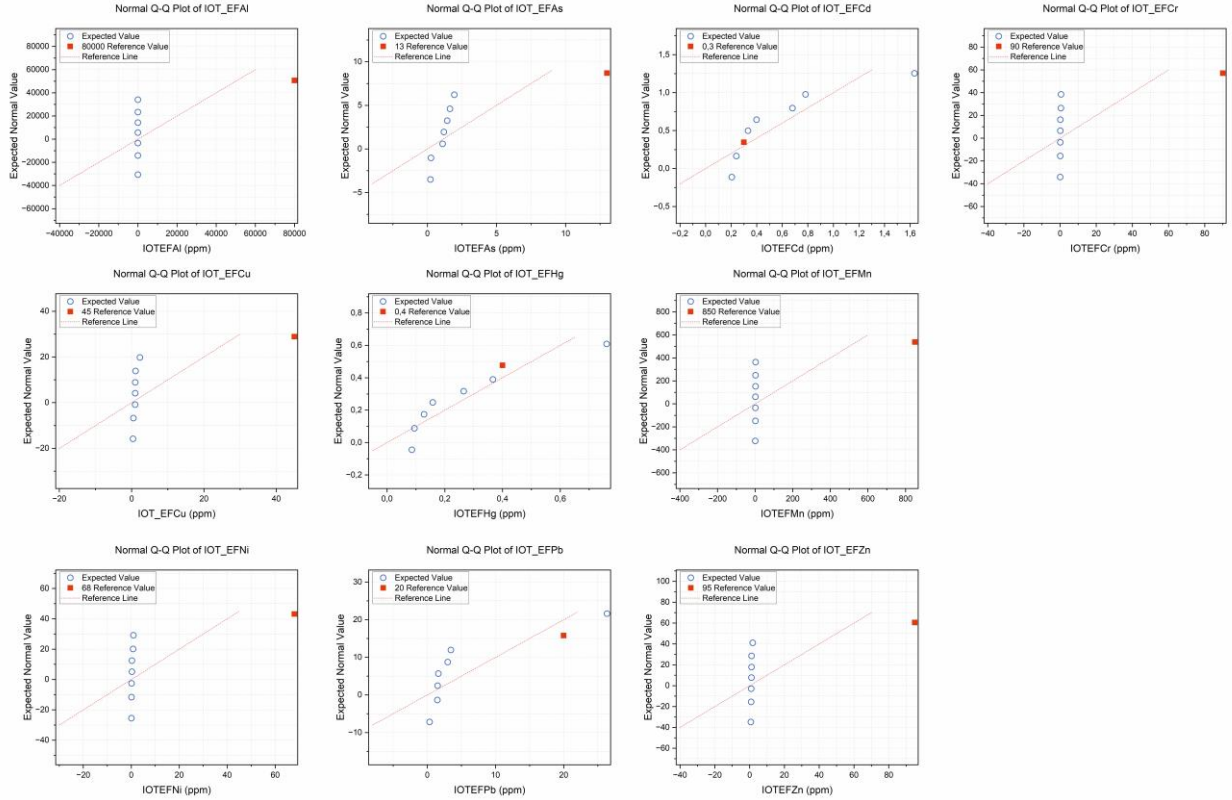
Ezine ve İlişi çayı çevresinden derlenen toprak numunelerinde ağır metaller için hesaplanan EF değerleri alınarak OriginPro programında Q-Q plot grafikleri çizilmiş ve bu metallerin kökeninin antropojenik, jeojenik ya da her ikisinin olup olmama durumları incelenmiştir. Ölçülen değerler X ekseninde ve normal dağılım altında beklenen değerler Y ekseninde çizilmiştir (Şekil 4.78. ve 4.79.). Q-Q grafiklerindeki dönüm noktalarının, antropojenik bir sürecin varlığını işaret ettiği belirtilmektedir (Zhang ve ark., 2008; Zhou ve Xia, 2010).



Şekil 4.78. Ezine çayı çevresinden derlenen toprak numunelerinin zenginleşme faktörü (EF) değerlerine göre çizilen Q-Q plot grafikleri

Şekil 4.78. incelendiğinde Cd ağır metalinin simetrik bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Bu da kaynak metalin kökeninin jeojenik (Elvine Paternie ve ark., 2023) olduğuna işaret etmektedir. Al, As, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb ve Zn ağır metallerinin dağılımları ise asimetriktir. Bu sonuçlara göre, Ezine çayı toprağındaki bu ağır metallerin konsantrasyon aralıkları jeojenik ve antropojenik zenginleşmeden

kaynaklanan çoklu popülasyonların (Zhang ve ark., 2008; Zhou ve Xia, 2010; Elvine Paternie ve ark., 2023) varlığını göstermektedir.



Şekil 4.79. İlişi çayı çevresinden derlenen toprak numunelerinin zenginleşme faktörü (EF) değerlerine göre çizilen Q-Q plot grafikleri

Şekil 4.79. incelendiğinde Cd ve Hg ağır metallerinin simetrik bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Bu da kaynak metalin kökeninin jeojenik (Elvine Paternie ve ark., 2023) olduğuna işaret etmektedir. Al, As, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn ağır metallerinin dağılımları ise asimettiktir. Bu sonuçlara göre, İlişi çayı toprağındaki bu ağır metallerin konsantrasyon aralıkları jeojenik ve antropojenik zenginleşmeden kaynaklanan çoklu popülasyonların (Zhang ve ark., 2008; Zhou ve Xia, 2010; Elvine Paternie ve ark., 2023) varlığını göstermektedir.

4.8. Ezine ve İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerindeki Ağır Metal Miktarlarının Yönetmeliklere Göre Değerlendirilmesi

Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik (2010) baz alınarak değerlendirmesi yapılan toprak örneklerinde “Takip Gerektirmeyen Saha” [Kriter (Sapma = Ölçülen değer/Referans değer) < 1] şeklinde belirlenen alanlar için kirlilik olasılığının/şüphesinin mevcut olmadığı ve Yönetmelik gereğince uyulması gereken sürece tabi olmasının lüzumlu olmadığı tespit edilmiştir.

Takip Gerektiren Saha olarak tespit edilen alanlar için ise, kirlilik olasılığının/şüphesinin gerçekçi olduğu ve Yönetmelikçe öngörülen “İkinci Aşama Değerlendirme sürecine tabi Takip Gerektiren Saha” [Kriter (Sapma = Ölçülen değer/Referans değer) > 1] kapsamında değerlendirmeye tabi tutulmasının gerekli olduğu belirtilmiştir. İkinci aşama değerlendirmedeki asıl amaç, sahanın kirlilik karakterizasyonu ve risk analizi değerlendirmelerine göre temizlenmesi zorunlu kirli saha veya takip gerektirmeyen saha olup olmadığının belirlenmesidir. Bu aşamada “saha durum ve risk değerlendirme ön raporu” ve “saha durum ve risk değerlendirme nihai raporları” düzenlenerek sahanın “takip gerektirmeyen saha” veya “temizlenmesi gereken/zorunlu kirlenmiş saha” durumu ortaya koyularak değerlendirmeler yapılır. Bununla birlikte eğer saha “Bakanlıkça belirlenen süreç uyarınca temizlenmesi gereken Kirlenmiş Saha” [Kriter (Sapma = Ölçülen değer/Referans değer) > 25] kapsamında ise acil müdahale gerekmektedir (Çizelge 4.139.).

Çizelge 4.139. Referans değerlere göre sahanın takiplik durumu

Kriter (Sapma=Ölçülen Değer/Referans Değer)	Değerlendirme
< 1	Takip Gerektirmeyen Saha
> 1	İkinci Aşama Değerlendirme sürecine tabi Takip Gerektiren Saha
> 25	Bakanlıkça belirlenen süreç uyarınca temizlenmesi gereken Kirlenmiş Saha

Bu çalışmada Ezine çayı çevresindeki toprakların kriter değerlerinin hesaplanması için WHO/FAO (2007) ve Turekian ve Wedepohl (1961)’in belirlemiş olduğu değerler kullanılarak hesaplama yapılmıştır (Çizelge 4.140.).

Çizelge 4.140. Birleşmiş Milletlere bağlı Tarım ve Gıda Örgütü/Food and Agriculture Organization (FAO, 2007) ve Dünya Sağlık Örgütü/World Health Organization (WHO) ve Turekian ve Wedepohl (1961)’e göre değerlendirmeler (OT numuneleri)

OT	WHO/FAO, 2007	Turekian ve Wedepohl, 1961	Bu çalışmada		
Metal	Toprak (µg g ⁻¹)	ppm	Ort.	A.L.	Ü.L.
Cd	3	0,3	0,2	0,03	0,7
Cu	140	45	41,8	15,7	79,7
Ni	50	68	52,2	35,4	89,3
Pb	300	20	23,4	11,8	50,4
Zn	300	95	89,6	44,5	126,5
Hg	30	0,4	2,5	0,0	8,5
Cr	150	90	14,6	23,8	49,4
As	20	13	1001,3	6,1	6510,0
Fe	50,000	47200	33957,1	19000,0	62500,0
Mn	80	850	540,6	155,5	911,0

Yapılan hesaplamalar neticesinde WHO/FAO (2007) ve Turekian ve Wedepohl (1961)'e göre Ezine çayı çevresindeki topraklarda bulunan ağır metallerin ortalama, alt limit ve üst limit değerleri bulunmuştur (Çizelge 4.141.).

Çizelge 4.141. Ezine çayı çevresindeki topraklarda bulunan ağır metallerin ortalama, alt limit ve üst limit değerleri (WHO/FAO (2007) ve Turekian ve Wedepohl (1961)'e göre)

OT	WHO/FAO, 2007			Turekian ve Wedepohl, 1961		
Metal	Ort.	A.L.	Ü.L.	Ort.	A.L.	Ü.L.
Cd	0,08	0,01	0,22	0,8	0,10	2,20
Cu	0,30	0,11	0,57	0,9	0,35	1,77
Ni	1,04	0,71	1,79	0,8	0,52	1,31
Pb	0,08	0,04	0,17	1,2	0,59	2,52
Zn	0,30	0,15	0,42	0,9	0,47	1,33
Hg	0,08	0,00	0,28	6,3	0,08	21,13
Cr	0,10	0,16	0,33	0,2	0,26	0,55
As	50,07	0,30	325,50	77,0	0,47	500,77
Fe	0,68	0,38	1,25	0,7	0,40	1,32
Mn	6,76	1,94	11,39	0,6	0,18	1,07

Çalışmalar sonucunda; Dünya Sağlık Örgütü/Gıda ve Tarım Örgütü verileri baz alındığında; Ezine Çayı bölgesinde As için; **“Bakanlıkça belirlenen süreç uyarınca temizlenmesi gereken kirlenmiş saha”**; Ni, Fe ve Mn için; **“İkinci aşama değerlendirme sürecine tabi takip gerektiren saha”** statüsünde olduğu tespit edilmiştir.

İlişi çayı çevresindeki toprakların kriter değerlerinin hesaplanması için de WHO/FAO (2007) ve Turekian ve Wedepohl (1961)'in belirlemiş olduğu değerler kullanılarak hesaplama yapılmıştır (Çizelge 4.142.).

Çizelge 4.142. Birleşmiş Milletlere bağlı Tarım ve Gıda Örgütü/Food and Agriculture Organization (FAO, 2007) ve Dünya Sağlık Örgütü/World Health Organization (WHO) ve Turekian ve Wedepohl (1961)'e göre değerlendirmeler (IOT numuneleri)

IOT	WHO/FAO, 2007	Turekian ve Wedepohl, 1961	Bu çalışmada		
Metal	Toprak (µg g ⁻¹)	ppm	Ort.	A.L.	Ü.L.
Cd	3	0,3	0,1	0,04	0,2
Cu	140	45	27,4	6,4	47,0
Ni	50	68	16,3	1,4	41,5
Pb	300	20	40,8	7,2	144,0
Zn	300	95	57,6	37,5	83,2
Hg	30	0,4	0,1	0,02	0,1
Cr	150	90	13,7	1,5	33,6
As	20	13	19,4	0,9	16,8
Fe	50,000	47200	28657,1	12900,0	49800,0
Mn	80	850	817,3	347,0	1865,0

Yapılan hesaplamalar neticesinde WHO/FAO (2007) ve Turekian ve Wedepohl (1961)'e göre İlişi çayı çevresindeki topraklarda bulunan ağır metallerin ortalama, alt limit ve üst limit değerleri bulunmuştur (Çizelge 4.143.).

Çizelge 4.143. İlişi çayı çevresindeki topraklarda bulunan ağır metallerin ortalama, alt limit ve üst limit değerleri (WHO/FAO (2007) ve Turekian ve Wedepohl (1961)'e göre)

IOT	WHO/FAO, 2007			Turekian ve Wedepohl, 1961		
Metal	Ort.	A.L.	Ü.L.	Ort.	A.L.	Ü.L.
Cd	0,03	0,01	0,05	0,3	0,13	0,52
Cu	0,20	0,05	0,34	0,6	0,14	1,04
Ni	0,33	0,03	0,83	0,2	0,02	0,61
Pb	0,14	0,02	0,48	2,0	0,36	7,20
Zn	0,19	0,13	0,28	0,6	0,39	0,88
Hg	0,00	0,00	0,00	0,1	0,06	0,29
Cr	0,09	0,01	0,22	0,2	0,02	0,37
As	0,97	0,05	0,84	1,5	0,07	1,29
Fe	0,57	0,26	1,00	0,6	0,27	1,06
Mn	10,22	4,34	23,31	1,0	0,41	2,19

Çalışmalar sonucunda; Dünya Sağlık Örgütü/Gıda ve Tarım Örgütü verileri baz alındığında; İlişi Çayı bölgesinde **Mn** için; “İkinci aşama değerlendirme sürecine tabi takip gerektiren saha” statüsünde olduğu tespit edilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Doktora tezi çalışması Abana-Bozkurt (Kastamonu) ilçelerine bağlı Ezine Çayı ve İlişi Çayı arasında kalan bölgelerdeki kayaç, toprak ve dere sedimanı numunelerinin alınarak analizlerinin yapılması, çıkan sonuçlar doğrultusunda da literatürde var olan kirlilik indeksleri, kanserojenik olan ve olmayan risk faktörleri, çeşitli istatistik hesaplamalar ve son dönemlerde sıklıkla kullanılan Monte Carlo simülasyonu yöntemi eşliğinde çalışma bölgesinin insan sağlığı açısından değerlendirilmesi temeline dayanmaktadır.

Diğer bir deyişle bu tez çalışması (a) araziden alınan numuneler üzerinde yapılan analizlere dayalı olarak hazırlanan jeokimyasal dağılım haritaları baz alınarak kayaç, toprak ve dere sedimanlarında ağır metal anomali durumlarının tespitini (b) kirlilik indeksleri kullanılarak ağır metal zenginleşmelerini ve kirlilik durumlarının tespitini (c) kayaç jeokimyası ve jeolojik referanslar (kita kabuğu arka plan değerleri vb.) ile elde edilen jeokimyasal bulguların karşılaştırılması yoluyla kaynak/köken ilişkisi ve zenginleşme proseslerinin tespitini, (ç) korelasyon çalışmaları ve gerekli olan diğer çalışmalarla ağır metallerin birbirleriyle olan ilişkileri, çeşitli durumlarda bu ağır metallerin nasıl davranış sergileyecekleri, (d) kanserojenik risk faktör indeksleri kullanılarak ağır metallerin canlı sağlığına olan etkilerinin belirlenmesini (e) istatistiksel analiz metodlarına (Monte Carlo Simülasyonu) dayanan incelemelerle ağır metallerin bir arada bulunma durumlarının kıyaslanması gibi faktörlerin ayrı bir şekilde değerlendirilmesini kapsamaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda ilk olarak literatürde var olan birçok çalışma okunarak özetlenmiş ve yapılan çalışmalar örnek alınarak tez çalışmasının yönergesi belirlenmiştir. Tez çalışması kapsamında yapılanlar ve elde edilen sonuçlar Küre çayı ve İlişi Çayı olmak üzere alt başlıklar halinde maddeler halinde aşağıda açıklanmıştır.

5.1.1. Ezine çayı ve yakın çevresinden elde edilen sonuçlar

A. İnceleme alanından (Ezine Çayı ve çevresi) derlenen 5 adet kayaç, 7 adet toprak ve 12 adet dere sedimanı numunelerinde 65 elementin analizleri yaptırılmıştır. Kayaç, toprak ve dere sedimanı jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve değerler hesaplanmıştır.

B. Kayaç jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve analiz sonuçları baz alınarak elementlerin alt sınır, üst sınır,

ortalama ve standart sapma hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Ezine çayı çevresinden derlenen kayalarda (OK) analizi gerçekleştirilen iz elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri basit korelasyon analizleriyle değerlendirilmiştir. Yapılan korelasyon analizlerine göre özellikle As'nin; Hg, Sb, Tl ile çok güçlü; Cu, Pb, Zr ile güçlü pozitif korelasyona; Mg, Zn ile güçlü negatif korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir.

C. Toprak jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve analiz sonuçları baz alınarak elementlerin alt sınır, üst sınır, ortalama ve standart sapma hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Ezine çayı çevresinden derlenen topraklarda (OT) analizi gerçekleştirilen iz elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri basit korelasyon analizleriyle değerlendirilmiştir. Yapılan korelasyon analizlerine göre özellikle As'nin; Cd, Fe, Sb, Tl, Zr ile çok güçlü; K, Li, Ni, Pb, Sr, V, Nd ile güçlü pozitif korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir.

D. Dere sedimanı jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve analiz sonuçları baz alınarak elementlerin alt sınır, üst sınır, ortalama ve standart sapma hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında (OP) analizi gerçekleştirilen iz elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri basit korelasyon analizleriyle değerlendirilmiştir. Yapılan korelasyon analizlerine göre özellikle As'nin; Hg, Th ile güçlü pozitif; Cu, Mo, V ile güçlü negatif korelasyona ve Cd'nin; Sr, Zr, Nd, Sm ile güçlü pozitif; Cr, Fe, K, Ni, Zn ile güçlü negatif korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir.

E. Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların zenginleşme faktörü (EF) açısından değerlendirilmesinde EF_{As} için OT-5 ve OT-7 numuneleri "Aşırı zenginleşme", OT-6 numunesi "Önemli ölçüde zenginleşme" gösterirken; EF_{Hg} için OT-7 numunesi "Aşırı zenginleşme", OT-5 ve OT-6 numuneleri "Önemli Ölçüde zenginleşme", OT-3 numunesi "Orta zenginleşme" göstermektedir. EF_{Cu} için de OT-6 numunesi "Orta Zenginleşme" göstermektedir. Jeobirikim indeksi (I_{geo}) açısından yapılan değerlendirmede $As_{I_{geo}}$ için OT-5 numunesinde "Aşırı derecede kirlilik", OT-6 numunesinde "Kirlenmiş", OT-7 numunesinde "Çok fazla kirlilik" durumları tespit edilmiştir. $Hg_{I_{geo}}$ için OT-5 ve OT-7 numunelerinde "Önemli derecede kirlilik", OT-6 numunesinde "Kirlenmiş" durumları tespit edilmiştir. Kirlilik faktörü (CF) açısından yapılan değerlendirmede CF_{As} ve CF_{Hg} için OT-5, OT-6 ve OT-7 numunelerinde "Çok yüksek kirlenme" durumları tespit edilmiştir. Kirlilik yük indeksi (PLI) açısından yapılan değerlendirmede ise OT-5 numunesi "Kirlenmiş" olarak belirlenmiştir. Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^I) açısından yapılan değerlendirmede As için OT-5

numunesinde “Önemli risk”, OT-6 numunesinde “Yüksek risk”, OT-7 numunesinde “İleri risk” durumları tespit edilmiştir. Hg için OT-3 numunesinde “Orta risk”, OT-5 ve OT-7 numunelerinde “Önemli risk”, OT-6 numunesinde “İleri risk” olduğu belirlenmiştir. Potansiyel toksisite indeksi (RI) açısından yapılan değerlendirmede As ve Hg için “Önemli Risk” durumu tespit edilmiştir. Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) açısından yapılan değerlendirmede ise $NIPI_{Cu, Pb, Zn, Ni, Fe, Cd}$ değerlendirmesinde “Az Kirlilik”, $NIPI_{Mn}$ değerlendirmesinde “Önlem Alınmalı”, $NIPI_{Cr, Al}$ değerlendirmesinde “Kirlilik Yok” ve $NIPI_{As, Hg}$ değerlendirmesinde “Ciddi Kirlilik” durumları tespit edilmiştir.

F. Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının zenginleşme faktörü (EF) açısından değerlendirilmesinde EF_{As} için OP-5, OP-6, OP-10 numuneleri “Önemli ölçüde zenginleşme” gösterirken; OP-1, OP-2, OP-3, OP-7, OP-11, OP-12 numuneleri “Orta Zenginleşme” göstermektedir. EF_{Mn} değerlendirmesinde ise OP-8 numunesi “Orta Zenginleşme” göstermektedir. Jeobirikim indeksi (I_{geo}) açısından yapılan değerlendirmede $As_{I_{geo}}$ için OP-10 numunesinde “Kirlenmiş”, OP-3, OP-5, OP-6, OP-7, OP-11 numunelerinde “Orta Derecede Kirlilik” durumları tespit edilmiştir. Kirlilik faktörü (CF) açısından yapılan değerlendirmede CF_{As} için OP-10 numunesinde “Çok yüksek kirlenme; OP-3, OP-5, OP-6, OP-7 ve OP-11 numunelerinde “Önemli ölçüde kirlenme” durumları tespit edilmiştir. Kirlilik yük indeksi (PLI) açısından yapılan değerlendirmede ise tüm numunelerde “Kirlenmemiş” olarak belirlenmiştir. Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (Eri) açısından yapılan değerlendirmede As için OP-5, OP-6 ve OP-10 numunelerinde “Orta risk” durumu tespit edilmiştir. Potansiyel toksisite indeksi (RI) açısından yapılan değerlendirmede As için “Ciddi” ve Hg için “Orta Risk” durumları tespit edilmiştir. Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) açısından yapılan değerlendirmede; $NIPI_{Cu, Pb, Mn}$ değerlendirmesinde “Az Kirlilik”, $NIPI_{Zn, Ni, Fe}$ değerlendirmesinde “Önlem Alınmalı”, $NIPI_{Cd, Cr, Al, Hg}$ değerlendirmesinde “Kirlilik Yok” ve $NIPI_{As}$ değerlendirmesinde “Ciddi Kirlilik” durumları tespit edilmiştir.

G. Ezine çayı çevresi toprak numunelerinin insan sağlığı açısından risk seviyelerini tespit etmek amacıyla ağır metallerin yutma, solunum ve dermal temas olmak üzere yetişkinler ve çocuklar için “ortalama günlük doz” hesaplamaları gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre “ihmal edilebilir”, “düşük”, “orta” ve “yüksek” olarak sınıflama yapılmıştır. Ezine çayı çevresi toprak numunelerinin Cu elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de OT-2 ve OT-6 numuneleri için “Orta” risk seviyesi; OT-1, OT-3,

OT-4, OT-5, OT-7 numuneleri içinse “Düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Pb elementi açısından yapılan değerlendirmede yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) açısından sırasıyla OT-4, OT-5, OT-6 numuneleri ve OT-4, OT-5, OT-6, OT-7 numuneleri için “Orta” risk; OT-1, OT-2, OT-3, OT-7 numuneleri ve OT-1, OT-2, OT-3 içinse “Düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Dermal temas bakımından ise yetişkinlerde OT-5 ve OT-6 numuneleri için “düşük” risk seviyesi, diğer numuneler içinse “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Çocuklarda tüm numuneler için “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Zn elementi açısından yapılan değerlendirmede her iki grup için de OT-5 numunesi “Düşük” risk seviyesi gösterirken soluma ve dermal temas bakımından yapılan değerlendirmede ise her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu belirlenmiştir. Ni elementi açısından yapılan değerlendirmede yetişkinler için OT-4, OT-5, OT-6 numunelerinde “Orta”, OT-1, OT-2, OT-3 ve OT-7 numunelerinde “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. Çocuklar içinse OT-2, OT-4, OT-5, OT-6 numunelerinde “Orta”, OT-1, OT-3 ve OT-7 numunelerinde “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. Solunum ve dermal temas bakımından her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Mn elementi açısından yapılan değerlendirmede yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de tüm numuneler için “düşük” risk seviyesi belirlenmiştir. Soluma ve dermal temas içinse her iki grup bakımından tüm numuneler için “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Fe elementi açısından yapılan değerlendirmede her iki grup için OT-4, OT-5, OT-6 numunelerinde “orta”; OT-1, OT-2, OT-3, OT-7 numunelerinde ise “düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. Soluma ve dermal temas içinse her iki grup bakımından tüm numuneler için “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. As elementi açısından yapılan değerlendirmede yutma (ingestion) bakımından OT-5, OT-6 ve OT-7 numunelerinde yetişkinler ve çocuklar için “yüksek”, OT-2, OT-4 numunelerinde “orta”, OT-1 ve OT-3 numunelerinde “düşük” risk seviyeleri tespit edilmiştir. Soluma bakımından her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Dermal temas bakımından yetişkinler için OT-5 numunesi için “yüksek”, OT-7 numunesi için “orta”, OT-4 ve OT-6 numuneleri için “düşük”, OT-1, OT-2, OT-3 numuneleri için ise “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Çocuklar için dermal temas durumuna bakıldığında

OT-5 için “yüksek”, OT-6 ve OT-7 için “düşük”, OT-1, OT-2, OT-3, OT-4 numunelerinde ise “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Cd elementi açısından yapılan değerlendirmede yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de OT-3, OT-5 ve OT-7 numunelerinde “orta”, OT-1, OT-2, OT-4, OT-6 numunelerinde “düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. Soluma bakımından her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Dermal temas bakımından yetişkinler için OT-5 numunesi için “düşük”, diğer tüm numuneler içinse ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Çocuklar açısından dermal temas durumunda ise tüm numuneler içinse ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Cr elementi açısından yapılan değerlendirmede yutma (ingestion) bakımından OT-1 numunesinde “düşük”, diğer tüm numunelerde ise “orta” risk seviyesi durumu tespit edilmiştir. Soluma bakımından her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Dermal temas bakımından yetişkinler için OT-4 numunesi için “düşük”, diğer tüm numuneler içinse “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Çocuklar açısından dermal temas durumunda ise tüm numuneler içinse ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Al elementi açısından yapılan değerlendirmede yutma (ingestion) bakımından her iki grup için OT-4, OT-5 numuneleri “orta”, diğer tüm numunelerde ise “düşük” risk seviyeleri tespit edilmiştir. Yutma ve dermal temas bakımından yapılan değerlendirmede ise her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Hg elementi açısından yapılan değerlendirmede yutma (ingestion) bakımından her iki grup için OT-3, OT-5, OT-6 ve OT-7 numuneleri “yüksek”, OT-2 numunesi “orta, OT-1 ve OT-4 numunelerde ise “düşük” risk seviyeleri tespit edilmiştir. Soluma bakımından her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Dermal temas bakımından yetişkinler için OT-7 numunesi “yüksek”, OT-5 ve OT-6 numuneleri “orta”, OT-3 numunesi “düşük” ve OT-1, OT-2, OT-4 numunelerinde ise “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Çocuklar açısından dermal temas durumu incelendiğinde OT-7 numunesinde “orta”, OT-5, OT-6 numunelerinde “düşük” ve OT-1, OT-2, OT-3, OT-4 numunelerinde ise “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir.

H. Ezine çayı çevresi dere sedimanları numunelerinin insan sağlığı açısından risk seviyelerini tespit etmek amacıyla ağır metallerin yutma, solunum ve dermal temas olmak üzere yetişkinler ve çocuklar için “ortalama günlük doz” hesaplamaları gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre “ihmal edilebilir”, “düşük”, “orta” ve “yüksek” olarak sınıflama yapılmıştır. Ezine çayı çevresi dere sedimanı numunelerinin Cu elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma

(ingestion) bakımından her iki grup için de OP-8, OP-9 numuneleri için “Orta” risk seviyesi; diğer tüm numuneler içinse “Düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Pb elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de OP-9, OP11 numuneleri için “Orta” risk seviyesi; diğer tüm numuneler içinse “Düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Zn elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de OP-9 numunesi için “Orta” risk seviyesi; diğer tüm numuneler içinse “Düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Ni elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de OP-9, OP-11 numuneleri için “Orta” risk seviyesi; diğer tüm numuneler içinse “Düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Mn elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de OP-7, OP-8, OP-9 numuneleri için “Orta” risk seviyesi; diğer tüm numuneler içinse “Düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Fe elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de OP-9 numunesinde “Orta” risk seviyesi; diğer tüm numuneler içinse “Düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. As elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de OP-2, OP-3, OP-5, OP-6, OP-7, OP-10, OP-11 numunelerinde “Orta” risk seviyesi; OP-1, OP-4, OP-8, OP-9, OP-12 numuneleri içinse “Düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Cd elementi açısından yetişkinler için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından OP-2, OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-8, OP-10, OP-11 numunelerinde “Orta” risk seviyesi; OP-1, OP-3, OP-9, OP-12

numunelerinde “düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Çocuklar içinse OP-1, OP-9, OP-12 numunelerinde “düşük” risk; diğer tüm numunelerde ise “orta” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Cr elementi açısından yetişkinler için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından OP-6, OP-11 numunelerinde “Orta” risk seviyesi; diğer tüm numunelerde “düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Çocuklar içinse OP-3, OP-5, OP-6, OP-11 numunelerinde “orta” risk; diğer tüm numunelerde ise “düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Al elementi açısından yetişkinler için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından OP-2, OP-3, OP-4, OP-6, OP-7, OP-8, OP-12 numunelerinde “Orta” risk seviyesi; diğer tüm numunelerde “düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Çocuklar içinse OP-1, OP-9, OP-10 numunelerinde “düşük” risk; diğer tüm numunelerde ise “orta” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Hg elementi açısından yetişkinler için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından OP-4, OP-5, OP-6, OP-7, OP-10, OP-11, OP-12 numunelerinde “Orta” risk seviyesi; diğer tüm numunelerde “düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Çocuklar içinse OP-1, OP-2, OP-8, OP-9 numunelerinde “düşük” risk; diğer tüm numunelerde ise “orta” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma bakımından hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Dermal temas bakımından yetişkinlerde OP-10, OP-11 numunelerinde “düşük” risk, diğer tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Çocuklarda ise dermal temas durumunda tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir.

I. Ezine çayı toprak numuneleri bazında HI (Hazard Index) simülasyon sonuçları göz önüne alındığında; Al ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95’lik değerde 0,000162’yi ve %50’lik değerde 0,000099’u; çocuklar için ise 0,001204’ü ve 0,000733’ü aşması durumunda; As ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95’lik değerde 0,091’i ve %50’lik değerde 0,018’i; çocuklar için ise 0,791’i ve 0,156’yı aşması durumunda; Cd ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95’lik değerde 0,0000256’yı ve %50’lik değerde 0,0000104’ü; çocuklar için ise 0,0000961’i ve 0,0000392’yi aşması durumunda; Cr ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon

sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000683'ü ve %50'lik değerde 0,000347'yi; çocuklar için ise 0,002103'ü ve 0,001083'ü aşması durumunda; Cu ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,0000105'i ve %50'lik değerde 0,0000059'u; çocuklar için ise 0,0000961'i ve 0,0000555'i aşması durumunda; Fe ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000420' yi ve %50'lik değerde 0,000247'yi; çocuklar için ise 0,003797'yi ve 0,002245'i aşması durumunda; Hg ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000217'yi ve %50'lik değerde 0,000067'yi; çocuklar için ise 0,001427'yi ve 0,000429'u aşması durumunda; Mn ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000272'yi ve %50'lik değerde 0,000148'i; çocuklar için ise 0,000826'yı ve 0,000453'ü aşması durumunda; Ni ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,0000237'yi ve %50'lik değerde 0,0000143'ü; çocuklar için ise 0,0002035'i ve 0,0001270'i aşması durumunda; Pb ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000092'yi ve %50'lik değerde 0,000045'i; çocuklar için ise 0,000678'i ve 0,000329'u aşması durumunda; Zn ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,0000226'yı ve %50'lik değerde 0,0000151'i; çocuklar için ise 0,0002104'ü ve 0,0001393'ü aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir.

Ezine çayı toprak numuneleri bazında TCR (Total Carcinogenic Risk) simülasyon sonuçları göz önüne alındığında; As ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000041'i ve %50'lik değerde 0,000008'i; çocuklar için ise 0,000362'yi ve 0,000080'i aşması durumunda; Cd ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde $2.0609E-09$ 'u ve %50'lik değerde $8.3038E-10$ 'u; çocuklar için ise $1.4964E-08$ 'i ve $5.9247E-09$ 'u aşması durumunda; Cr ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde $9.84122E-09$ 'u ve %50'lik değerde $9.84122E-09$ 'u; çocuklar için ise $1.1339E-06$ 'yı ve $5.8555E-07$ 'yi aşması durumunda; Ni ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,00000145'i ve %50'lik değerde 0,00000088'i; çocuklar için ise 0,00000838'i ve 0,00000513'ü aşması durumunda; Pb ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde $1.99544E-10$ 'u ve

%50'lik değerde $1.99544E-10$ 'u; çocuklar için ise $1.9405E-08$ 'i ve $9.5185E-09$ 'u aşması durumunda toplam kanserojenik sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir.

J. Ezine Çayı çevresinden derlenen toprak numunelerinde ağır metaller için hesaplanan EF değerleri alınarak OriginPro programında Q-Q plot grafikleri çizilmiş ve bu metallerin kökeninin jeojenik, antropojenik ya da her ikisinin olup olmama durumları incelenmiştir. Ezine çayı toprak numuneleri için yapılan değerlendirmede Cd ağır metalinin simetrik bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Bu da kaynak metalin kökeninin jeojenik (Elvine Paternie ve ark., 2023) olduğuna işaret etmektedir. Al, As, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb ve Zn ağır metallerinin dağılımları ise asimetriktir. Bu sonuçlara göre, Ezine çayı toprağındaki bu ağır metallerin konsantrasyon aralıkları jeojenik ve antropojenik zenginleşmeden kaynaklanan çoklu popölasyonların (Zhang ve ark., 2008; Zhou ve Xia, 2010; Elvine Paternie ve ark., 2023) varlığını göstermektedir.

K. Ezine Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerindeki Ağır Metal Miktarlarının Yönetmeliklere Göre Değerlendirilmesi kapsamında yapılan çalışmalarda; Dünya Sağlık Örgütü/Gıda ve Tarım Örgütü verileri baz alındığında; Ezine Çayı bölgesinde As için; “Bakanlıkça belirlenen süreç uyarınca temizlenmesi gereken kirlenmiş saha”; Ni, Fe ve Mn için; “İkinci aşama değerlendirme sürecine tabi takip gerektiren saha” statüsünde olduğu tespit edilmiştir.

5.1.2. İlişi çayı ve yakın çevresinden elde edilen sonuçlar

A. İnceleme alanından (İlişi Çayı ve çevresi) derlenen 6 adet kayaç, 7 adet toprak ve 9 adet dere sedimanı numunelerinde 65 elementin analizleri yaptırılmıştır. Kayaç, toprak ve dere sedimanı jeokimyası için çalışma açısından önem arz eden elementler seçilerek student-t testi gerçekleştirilmiş ve değerler hesaplanmıştır.

B. İlişi çayı çevresinden derlenen kayaçlarda (IOK) analizi gerçekleştirilen iz elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri de basit korelasyon analizleriyle değerlendirilmiştir. Yapılan korelasyon analizlerine göre özellikle As'nin; Cd, Hg, Pb, Sb, Tl ile çok güçlü; Mo, Nd ile güçlü pozitif; Co ile güçlü negatif korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri tez içerisinde bulunan ve korelasyon katsayılarına göre oluşturulan çizelgelere bakılarak kolaylıkla anlaşılabilir.

C. İlişi çayı çevresinden derlenen topraklarda (IOT) analizi gerçekleştirilen iz elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri de basit korelasyon analizleriyle değerlendirilmiştir. Yapılan korelasyon analizlerine göre özellikle As'nin; Cr, Mo, Ni

ile güçlü pozitif korelasyona; Ca, Na, Zr ile güçlü negatif korelasyona ve Cd'nin; Pb, Th, Nd, Sm ile güçlü pozitif; Hg ile güçlü negatif korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri tez içerisinde bulunan ve korelasyon katsayılarına göre oluşturulan çizelgelere bakılarak kolaylıkla anlaşılabilir.

D. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarında (IOP) analizi gerçekleştirilen iz elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri de basit korelasyon analizleriyle değerlendirilmiştir. Yapılan korelasyon analizlerine göre özellikle As'nin; Hg ile çok güçlü; P, Sb ile güçlü pozitif korelasyona; V ile çok güçlü; Mn ile güçlü negatif korelasyona ve Co'nun; Fe, Mn, Pb, V ile güçlü pozitif korelasyona; Cr, Mg, P, Th ile güçlü negatif korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri tez içerisinde bulunan ve korelasyon katsayılarına göre oluşturulan çizelgelere bakılarak kolaylıkla anlaşılabilir.

E. İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların zenginleşme faktörü (EF) açısından değerlendirilmesinde EF_{Pb} için IOT-3 numunesinde “Çok Yüksek Zenginleşme”; IOT-5, IOT-6 numuneleri “Orta Zenginleşme” göstermektedir. EF_{Cu} için ise IOT-1 numunesinin “Orta Zenginleşme” gösterdiği belirlenmiştir. Jeobirikim indeksi (I_{geo}) açısından yapılan değerlendirmede $Pb_{I_{geo}}$ için IOT-3 numunesinde “Kirlenmiş” durumu tespit edilmiştir. Kirlilik faktörü (CF) açısından yapılan değerlendirmede CF_{Pb} için IOT-3 numunesinde “Çok yüksek kirlenme” durumu tespit edilmiştir. Kirlilik yük indeksi (PLI) açısından yapılan değerlendirmede ise IOT-1, IOT-2, IOT-3, IOT-4, IOT-5, IOT-6 ve IOT-7 numunelerinde “Kirlenmemiş” durumu tespit edilmiştir. Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^i) açısından yapılan değerlendirmede Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, As, Cd, Cr, Hg için OT-1, OT-2, OT-3, OT-4, OT-5, OT-6 ve OT-7 numunelerinde “Az Risk” olarak bulunmuştur. Potansiyel toksisite indeksi (RI) açısından yapılan değerlendirmede Cu, Pb, Zn, Ni, Mn As, Cd, Cr, Hg için “Düşük Risk” durumu tespit edilmiştir. Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) açısından yapılan değerlendirmede; $NIPI_{Mn, As}$ değerlendirmesinde “Az Kirlilik”, $NIPI_{Cu, Zn, Fe}$ değerlendirmesinde “Önlem Alınmalı”, $NIPI_{Ni, Cd, Cr, Al, Hg}$ değerlendirmesinde “Kirlilik Yok” ve $NIPI_{Pb}$ değerlendirmesinde “Ciddi Kirlilik” durumları tespit edilmiştir.

F. İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının zenginleşme faktörü (EF) açısından değerlendirilmesinde EF_{Mn} için IOP-6 numunesi “Orta zenginleşme” göstermektedir. EF_{As} değerlendirmesinde ise IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, IOP-7, IOP-9 numuneleri “Orta Zenginleşme” göstermektedir. Jeobirikim indeksi (I_{geo}) açısından yapılan değerlendirmede $As_{I_{geo}}$ için IOP-9 numunesinde “Orta Derecede

Kirlilik” durumu tespit edilmiştir. Kirlilik faktörü (CF) açısından yapılan değerlendirmede CF_{As} için IOP-9 numunesinde “Önemli ölçüde kirlenme; IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5 ve IOP-7 numunelerinde “Orta kirlenme” durumları tespit edilmiştir. CF_{Mn} değerlendirmesinde ise IOP-6, IOP-8 numunelerinde “Orta kirlenme” durumları tespit edilmiştir. Kirlilik yük indeksi (PLI) açısından yapılan değerlendirmede ise tüm numunelerde “Kirlenmemiş” olarak belirlenmiştir. Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (E_r^I) açısından yapılan değerlendirmede Cu, Pb, Zn, Ni, As, Mn, Cd, Cr, Hg için “Az Risk” bulunmuştur. Potansiyel toksisite indeksi (RI) açısından yapılan değerlendirmede As için “Ciddi” ve Hg için “Orta Risk” durumları tespit edilmiştir. Nemerow Kirlilik İndeksi (NIPI) açısından yapılan değerlendirmede; $NIPI_{Mn}$ değerlendirmesinde “Az Kirlilik”, $NIPI_{Cu, Pb, Ni}$ değerlendirmesinde “Önlem Alınmalı”, $NIPI_{Zn, Fe, Cd, Cr, Al, Hg}$ değerlendirmesinde “Kirlilik Yok” ve $NIPI_{As}$ değerlendirmesinde “Orta Kirlilik” durumları tespit edilmiştir.

G. İlişi çayı çevresi toprak numunelerinin insan sağlığı açısından risk seviyelerini tespit etmek amacıyla ağır metallerin yutma, solunum ve dermal temas olmak üzere yetişkinler ve çocuklar için “ortalama günlük doz” hesaplamaları gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre “ihmal edilebilir”, “düşük”, “orta” ve “yüksek” olarak sınıflama yapılmıştır. İlişi çayı çevresi toprak numunelerinin Cu elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de IOT-4 numunesi için “Orta” risk seviyesi; IOT-1, IOT-2, IOT-3, IOT-5, IOT-6, IOT-7 numuneleri içinse “Düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Pb elementi açısından yapılan değerlendirmede yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) açısından her iki grup için de IOT-3 numunesinde “yüksek”, IOT-5, IOT-6, IOT-7 numunelerinde “orta” ve IOT-1, IOT-2, IOT-4 numunelerinde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Soluma bakımından her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Dermal temas bakımından yetişkinler için IOT-3, IOT-5, IOT-6 numunelerinde “düşük”, IOT-1, IOT-2, IOT-4, IOT-7 numunelerinde ise “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Çocuklar içinse tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Zn elementi açısından yapılan değerlendirmede her iki grup için de IOT-1 numunesi “Düşük” risk seviyesi gösterirken, diğer numunelerde “orta” risk seviyesi belirlenmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından yapılan değerlendirmede ise her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu

belirlenmiştir. Ni elementi açısından yapılan değerlendirmede yetişkinler için IOT-5, IOT-7 numunelerinde “yüksek”, IOT-6 numunesinde “Orta”, IOT-1, IOT-2, IOT-3 ve IOT-4 numunelerinde “Düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. Solunum bakımından her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Dermal temas bakımından yetişkinler için IOT-5, IOT-7 numunelerinde “düşük”, IOT-1, IOT-2, IOT-3, IOT-4, IOT-6 numunelerinde ise “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Çocuklar içinse tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Mn elementi açısından yapılan değerlendirmede yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de IOT-4, IOT-6 numunelerinde “orta”, diğer tüm numunelerde “düşük” risk seviyesi belirlenmiştir. Soluma ve dermal temas içinse her iki grup bakımından tüm numuneler için “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Fe elementi açısından yapılan değerlendirmede her iki grup için IOT-4, IOT-5, IOT-6, IOT-7 numunelerinde “orta”; IOT-1, IOT-2, IOT-3 numunelerinde ise “düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. Soluma ve dermal temas içinse her iki grup bakımından tüm numuneler için “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. As elementi açısından yapılan değerlendirmede yutma (ingestion) bakımından IOT-6 ve IOT-7 numunelerinde yetişkinler ve çocuklar için “orta”, IOT-1, IOT-2, IOT-4 ve IOT-5 numunelerinde “düşük” risk seviyeleri, IOT-3 numunesinde ise “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Cd elementi açısından yapılan değerlendirmede yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de IOT-3, IOT-6 numunelerinde “orta”, IOT-1, IOT-2, IOT-4, IOT-5, IOT-7 numunelerinde “düşük” risk seviyeleri belirlenmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Cr elementi açısından yapılan değerlendirmede yutma (ingestion) bakımından IOT-5, IOT-7 numunelerinde “yüksek”, IOT-4, IOT-6 numunelerinde “orta” risk seviyesi durumu, IOT-1, IOT-2, IOT-3 numunelerinde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Soluma bakımından her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Dermal temas bakımından yetişkinler için IOT-5, IOT-7 numunelerinde “düşük”, diğer tüm numuneler içinse “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Çocuklar açısından dermal temas durumunda ise tüm numuneler içinse ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Al elementi açısından yapılan değerlendirmede yutma (ingestion) bakımından her iki grup için IOT-4, numunesi için “orta”, diğer tüm numunelerde ise “düşük” risk seviyeleri tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından yapılan değerlendirmede ise her iki grup için tüm

numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Hg elementi açısından yapılan değerlendirmede yutma (ingestion) bakımından her iki grup için IOT-2 numunesinde “orta, diğer tüm numunelerde ise “düşük” risk seviyeleri tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından yapılan değerlendirmede ise her iki grup için tüm numunelerde “ihmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir.

H. İlişi çayı çevresi dere sedimanları numunelerinin insan sağlığı açısından risk seviyelerini tespit etmek amacıyla ağır metallerin yutma, solunum ve dermal temas olmak üzere yetişkinler ve çocuklar için “ortalama günlük doz” hesaplamaları gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre “ihmal edilebilir”, “düşük”, “orta” ve “yüksek” olarak sınıflama yapılmıştır. İlişi çayı çevresi dere sedimanı numunelerinin Cu elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de IOP-6, IOP-9 numuneleri için “Orta” risk seviyesi; diğer tüm numuneler içinse “Düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Pb elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de IOP-6, IOP-9 numuneleri için “Orta” risk seviyesi; diğer tüm numuneler içinse “Düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Zn elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de IOP-9 numunesi için “Orta” risk seviyesi; diğer tüm numuneler içinse “Düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Ni elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de IOP-7 numunesi için “Orta” risk seviyesi; diğer tüm numuneler içinse “Düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Mn elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de IOP-1, IOP-3, IOP-7 numuneleri için “düşük” risk seviyesi; diğer tüm numuneler içinse “orta” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Fe elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion)

bakımından her iki grup için de IOP-8 numunesi için “orta” risk seviyesi; diğer tüm numuneler içinse “düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. As elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de IOP-3, IOP-9 numuneleri için “orta” risk seviyesi; diğer tüm numuneler içinse “düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Cd elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de IOP-1 numunesi için “düşük” risk seviyesi; diğer tüm numuneler içinse “orta” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Cr elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de IOP-2, IOP-3, IOP-5, IOP-7 numuneleri için “orta” risk seviyesi; IOP-1, IOP-4, IOP-6, IOP-8, IOP-9 numunelerinde “düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Al elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de IOP-1, IOP-9 numuneleri için “düşük” risk seviyesi; diğer tüm numunelerde “orta” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir. Hg elementi açısından yetişkinler ve çocuklar için risk seviyelerine bakıldığında yutma (ingestion) bakımından her iki grup için de IOP-3, IOP-9 numuneleri için “orta” risk seviyesi; diğer tüm numunelerde “düşük” risk seviyesi tespit edilmiştir. Soluma ve dermal temas bakımından ise hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm numunelerde “İhmal edilebilir” durumu tespit edilmiştir.

I. İlişi çayı toprak numuneleri bazında HI (Hazard Index) simülasyon sonuçları göz önüne alındığında; Al ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95’lik değerde 0,000300’ü ve %50’lik değerde 0,000178’i; çocuklar için ise 0,002208’i ve 0,001342’yi aşması durumunda; As ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95’lik değerde 0,000300’ü ve %50’lik değerde 0,000140’ı; çocuklar için ise 0,002830’u ve 0,001359’u aşması durumunda; Cd ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla

yetişkinler için %95'lik değerde 0,00000716'yı ve %50'lik değerde 0,00000396'yı; çocuklar için ise 0,00002257'yi ve 0,00001520'yi aşması durumunda; Cr ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000523'ü ve %50'lik değerde 0,000206'yı; çocuklar için ise 0,001609'u ve 0,000641'i aşması durumunda; Cu ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,0000081'i ve %50'lik değerde 0,0000040'ı; çocuklar için ise 0,0000698'i ve 0,0000348'i aşması durumunda; Fe ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000367'yi ve %50'lik değerde 0,000212'yi; çocuklar için ise 0,003351'i ve 0,001957'yi aşması durumunda; Hg ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,00000275'i ve %50'lik değerde 0,00000135'i; çocuklar için ise 0,00000910'u ve 0,00001869'u aşması durumunda; Mn ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000461'i ve %50'lik değerde 0,000210'u; çocuklar için ise 0,001404'ü ve 0,000688'i aşması durumunda; Ni ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,0000127'yi ve %50'lik değerde 0,0000045'i; çocuklar için ise 0,0001049'u ve 0,0000393'ü aşması durumunda; Pb ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,000223'ü ve %50'lik değerde 0,000078'i; çocuklar için ise 0,001703'ü ve 0,000570'i aşması durumunda; Zn ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0,0000146'sı ve %50'lik değerde 0,0000099'u; çocuklar için ise 0,0001331'u ve 0,0000909'u aşması durumunda kanserojenik olmayan sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir.

İlişi çayı toprak numuneleri bazında TCR (Total Carcinogenic Risk) simülasyon sonuçları göz önüne alındığında; As ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 1.4483E-07'yi ve %50'lik değerde 7.17948E-00'ı; çocuklar için ise 1.2824E-06'yı ve 6.0790E-07'yi aşması durumunda; Cd ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 5.8784E-10'u ve %50'lik değerde 3.2363E-10'u; çocuklar için ise 4.0965E-09'u ve 2.2615E-09'u aşması durumunda; Cr ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 1.0197E-07'yi ve %50'lik değerde 4.1619E-00'ı; çocuklar için ise 8.4175E-07'yi ve 3.0960E-07'yi aşması durumunda; Ni ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 0.00000075'i ve %50'lik değerde 0.00000023'ü;

çocuklar için ise 0,00000442'yi ve 0,00000157'yi aşması durumunda; Pb ağır metali için gerçekleştirilen simülasyon sonucunda sırasıyla yetişkinler için %95'lik değerde 3.3788E-00'ı ve %50'lik değerde 3.3788E-00'ı; çocuklar için ise 4.8663E-08'i ve 1.5600E-08'i aşması durumunda toplam kanserojenik sağlık risklerinin artış göstereceği öngörülmektedir.

J. İlişi çayı çevresinden derlenen toprak numunelerinde ağır metaller için hesaplanan EF değerleri alınarak OriginPro programında Q-Q plot grafikleri çizilmiş ve bu metallerin kökeninin jeojenik, antropojenik ya da her ikisinin olup olmama durumları incelenmiştir. İlişi çayı toprak numuneleri için yapılan değerlendirmede Cd ve Hg ağır metallerinin simetrik bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Bu da kaynak metalin kökeninin jeojenik (Elvine Paternie ve ark., 2023) olduğuna işaret etmektedir. Al, As, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn ağır metallerinin dağılımları ise asimetriktir. Bu sonuçlara göre, İlişi çayı toprağındaki bu ağır metallerin konsantrasyon aralıkları jeojenik ve antropojenik zenginleşmeden kaynaklanan çoklu popülasyonların (Zhang ve ark., 2008; Zhou ve Xia, 2010; Elvine Paternie ve ark., 2023) varlığını göstermektedir.

K. İlişi Çayı Çevresinden Derlenen Toprak Numunelerindeki Ağır Metal Miktarlarının Yönetmeliklere Göre Değerlendirilmesi kapsamında yapılan çalışmalarda; Dünya Sağlık Örgütü/Gıda ve Tarım Örgütü verileri baz alındığında; İlişi Çayı bölgesinde Mn için; “İkinci aşama değerlendirme sürecine tabi takip gerektiren saha” statüsünde olduğu tespit edilmiştir.

5.2. Tartışma

Kirlilik indeksleri, ağır metal birikimlerinin jeojenik ya da antropojenik faaliyetler bazında değerlendirmesinde kullanılmaktadır (Sutherland, 2000; Caeiro ve ark. 2005; Gong ve ark., 2008; Elias ve Gbadegesin, 2011). Ayrıca kirlilik indeksleri, özellikle tarımsal ekosistemler söz konusu olduğunda toprak kalitesinin izlenmesi ve gelecekteki sürdürülebilirliğin sağlanması açısından büyük öneme sahiptir (Ogunkunle ve Fatoba, 2013; Kelepertzis, 2014; Ripin ve ark., 2014). Bu indeksler, referans değerlere göre kirlilik seviyelerinin göreceli bir sıralamasını sağlar (Cheng ve ark., 2014), zenginleştirme faktörü (EF) ve jeo-birikim indeksi (I_{geo}) gibi jeokimyasal yaklaşımlar ise kirlilik durumunu değerlendirmek ve insan faaliyetlerinin etkisini tahmin etmek için kullanılır (Krishna ve Mohan, 2016). Yüzey toprağındaki antropojenik kirlitici birikiminin varlığını ve yoğunluğunu belirlemek için jeo-birikim indeksi (I_{geo}), zenginleştirme faktörü (EF), kirlenme faktörü (CF) ve kirlilik yükü

indeksi (PLI) gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Ololade, 2014; Odat, 2015; Charzyński ve ark., 2017).

Yapılan bu çalışmada zenginleştirme faktörü (EF) ve jeobirikim indeksi (I_{geo}) göz önüne alındığında; Ezine çayı çevresinden derlenen toprakların zenginleşme faktörü (EF) açısından değerlendirilmesinde EF_{As} için OT-5 ve OT-7 numuneleri “Aşırı zenginleşme”, OT-6 numunesi “Önemli ölçüde zenginleşme” gösterirken; EF_{Hg} için OT-7 numunesi “Aşırı zenginleşme”, OT-5 ve OT-6 numuneleri “Önemli Ölçüde zenginleşme” göstermektedir. EF_{Cu} için de OT-6 numunesi “Orta Zenginleşme” göstermektedir. Jeobirikim indeksi (I_{geo}) açısından yapılan değerlendirmede AsI_{geo} için OT-5 numunesinde “Aşırı derecede kirlilik”, OT-6 numunesinde “Kirlenmiş”, OT-7 numunesinde “Çok fazla kirlilik” durumları tespit edilmiştir. HgI_{geo} için OT-5 ve OT-7 numunelerinde “Önemli derecede kirlilik”, OT-6 numunesinde “Kirlenmiş” durumları tespit edilmiştir. Çalışma sahasından alınan OT-5 ve OT-6 numuneleri Tezcan-Pasa sahası yakınlarından, OT-7 numunesi ise Tezcan’a yakın bir alandan derlenmiştir. Bu bölgede geçmiş yıllarda işletilen bir civa (Hg) yatağı mevcuttur.

İster aktif ister terk edilmiş olsun, eski maden işletme tesisleri genellikle daha geniş bir bölge için önemli bir kirlilik kaynağı olarak kabul edilmektedir. Tesislerden çıkan baca gazı emisyonları genellikle potansiyel olarak toksik metal(löid)lerle yüklüdür (Ettler, 2016). Örneğin, Cu cevherinin madenciliği ve eritilmesi sırasında sıklıkla Cd, As ve Pb (bazen Hg) açığa çıktığı için bunların yutulması, deri teması ve solunması yerel halkta ciddi metal zehirlenmesine yol açabilmektedir (Carrizales ve ark., 2006; Spurgeon ve ark., 2011; Cai ve ark., 2019).

Ezine Çayı ve çevresinden derlenen OT-5, OT-6 ve OT-7 numunelerinin alındığı alan şist, fillit, mermer, metabazit vb. karmaşığında oluşan formasyonların bulunduğu yerleri kapsamaktadır (bkz. Şekil 4.28.). Buradaki yüksek oranda zenginleşme gösteren As ve Hg elementlerinin öncelikli olarak jeojenik süreçlerle ilişkili olduğu öngörülmüştür. Antroposen'den önce, Hg emisyonunun başlıca kaynaklarının volkanik patlamalar ve gaz çıkışı olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Pyle ve Mather, 2003; Percival ve ark., 2021). Çevrede kısa kalma süreleri göz önüne alındığında, jeolojik kayıtlarda Hg'nin anormal bir şekilde artması, düzenli Hg akışının önemli ve uzun süreli bir değişimine atfedilmiştir (Mason ve Sheu, 2002; Selin, 2009; Outridge ve ark., 2018). Arsenik genellikle sülfür mineral yapısına ve kısmen de tortulaşma ve diyajenetik süreçler sırasında organik madde ve kil içeriklerine bağlanır. Fiziksel aşınma süreçleri arsenik açısından zengin şeyl bileşenlerini daha sonra

çözündüğü tortullaşma alanına taşır (Paikaray, 2012). Çalışma alanındaki As ve Hg elementlerinin yüksek zenginleşme göstermesi bu durumlar göz önüne alınarak benzer süreçlere atfedilmiş ve zenginleşmelerin de bu doğrultuda olabileceği öngörülmüştür

Ezine çayı çevresi toprak numunelerindeki aşırı zenginleşmiş olan As, Hg ağır metallerinin ve orta zenginleşme gösteren Cu ağır metalinin birikiminin ayrıca eski bir maden işleme tesisinden (Tezcan-Pasa ve yakın çevresi) kaynaklandığı, antropojenik (insan faaliyetlerinden kaynaklı) olaylardan etkilendiği ve kirlilik durumlarının da bu ölçüde arttığı düşünülmektedir. Arsenik (As), ana kayanın aşınması sonucu topraklarda doğal olarak bulunabilmektedir (Adriano, 2001; Kabata-Pendias ve Pendias, 2001; Aslam ve ark., 2013). Magmatik kayalarda da bulunmasına rağmen, daha yüksek konsantrasyonlar genellikle killi sedimanter ve metamorfik kayalarda (örneğin şist ve çamurtaşları) ve yoğun sülfürlü mineralleşmiş alanlarda bulunma eğilimindedir (Olawoyin ve ark., 2012). Arsenik bazlı pestisitlerin tarihsel kullanımı ve arsenik içeren suni gübre, çamur ve hayvansal gübrelerin sürekli uygulanması da dahil olmak üzere tarımsal uygulamalar, üst topraklarda arsenik birikmesine neden olmaktadır (Kabata-Pendias ve Pendias 2001; Raju ve ark., 2011; Krishna ve Govil 2005). Bu bağlamda, Ezine çayı çevresi toprak numunelerinde aşırı miktarda zenginleşen As ve Hg elementlerinin başta antropojenik ikincil olarak da jeojenik olaylar neticesinde birikime uğradığı düşünülmektedir.

Bununla birlikte, Cu, bakırın çevreye ulaşmasındaki temel önemli yollar olan toprak ana materyalinden, atık bertarafından, gübre uygulamasından ve atmosferik birikimden de elde edilebilir (Gu ve ark., 2016; Krishna ve Govil, 2008; Krishna ve Mohan, 2016; Alshahri ve El-Taher, 2018). Rattan ve ark. (2005), topraklardaki yüksek Cu konsantrasyonunun, tarım alanlarındaki Cu konsantrasyonunun önemli ölçüde artmasına katkıda bulunan organik gübrelerden kaynaklandığını bildirmiştir. Bu durumda Ezine çayı çevresi toprak numunelerinde orta miktarda zenginleşen Cu ağır metalinin de temel olarak antropojenik olaylar neticesinde birikime uğradığı düşünülmektedir.

İlişi çayı çevresinden derlenen toprakların zenginleşme faktörü (EF) açısından değerlendirilmesinde EF_{Pb} için IOT-3 numunesinde “Çok Yüksek Zenginleşme”; IOT-5, IOT-6 numuneleri “Orta Zenginleşme” göstermektedir. EF_{Cu} için ise IOT-1 numunesinin “Orta Zenginleşme” gösterdiği belirlenmiştir. Jeobirikim indeksi (I_{geo}) açısından yapılan değerlendirmede PbI_{geo} için IOT-3 numunesinde “Kirlenmiş” durumu tespit edilmiştir. Çalışma sahasından alınan IOT-1 ve IOT-3 numuneleri yol kenarından,

IOT-5 numunesi yerleşim yeri yakınından ve IOT-6 numunesi yol kenarı viraj noktasından derlenmiştir.

Pan ve ark. (2016), insan faaliyetlerinden (örneğin, trafik egzozu, endüstriyel emisyonlar, fosil yakıtların yakılması) kaynaklanan antropojenik metallerin Zn, As, Pb, V, Ti, Cr, Mn, Ni, Sr, Cu, Li, Cd ve Co gibi ağır metaller olduğunu belirtmişlerdir.

IOT-3, IOT-5 ve IOT-6 numunelerinin alındığı alan volkanitler ve sedimanter kayaların olduğu bölge içerisindedir (bkz. Şekil 4.28.). Buradaki kayaçların jeojenik süreçler doğrultusunda aşınıp taşınması ve ortamda birikmeleri neticesinde yüksek oranda Pb içeriğinin meydana geldiği öngörülmüştür

İlişi çayı çevresinde eski ya da yeni herhangi bir metal işleme tesisi bulunmamaktadır. Bu alandaki aşırı Pb (kurşun) zenginleşmesinin hem jeojenik (ana kayanın ayrışması ve zenginleşme durumu gösteren ortamlarda birikmesi) hem de antropojenik (trafik egzozları, çeşitli endüstriyel emisyon faaliyetlerinin atıklarının birikmesi, fosil yakıt kullanılması vb.) olaylardan meydana geldiği düşünülmektedir. Alanda orta zenginleşme gösteren bakır (Cu) ağır metalinin ise atık bertarafından, gübre uygulamasından ve atmosferik birikimden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ezine çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının zenginleşme faktörü (EF) açısından değerlendirilmesinde EFAs için OP-5, OP-6, OP-10 numuneleri “Önemli ölçüde zenginleşme” gösterirken; OP-1, OP-2, OP-3, OP-7, OP-11, OP-12 numuneleri “Orta Zenginleşme” göstermektedir. EFMn değerlendirmesinde ise OP-8 numunesi “Orta Zenginleşme” göstermektedir. Jeobirikim indeksi (I_{geo}) açısından yapılan değerlendirmede $As_{I_{geo}}$ için OP-10 numunesinde “Kirlenmiş”, OP-3, OP-5, OP-6, OP-7, OP-11 numunelerinde “Orta Derecede Kirlilik” durumları tespit edilmiştir.

Çalışma sahasından alınan OP-5, OP-6, OP-7 ve OP-8 numuneleri Ezine deresi içinden, OP-10 numunesi dere ve yol kenarından, OP-1 numunesi küçük bir işletme yerinden, OP-2, OP-11 ve OP-12 numuneleri numunesi Tezcan’a yakın bir noktadan, OP-1 numunesi küçük bir işletme yerinden, OP-3 Eski HES alanından derlenmiştir.

Ezine çayı çevresi dere sedimanı numunelerindeki (OP-5, OP-6, OP-10) önemli ölçüde zenginleşme gösteren ve Ezine deresi içinden alınan OP-5 ve OP-6 numunelerindeki zenginleşmenin aşınım-taşınım yoluyla (jeojenik), dere ve yol kenarından alınan OP-10 numunesinin zenginleşmesinin ise jeojenik ve kısmen de antropojenik olaylardan meydana geldiği düşünülmektedir. Ezine çayı çevresi dere sedimanı numunelerindeki (OP-2, OP-11 ve OP-12 numuneleri) orta zenginleşme gösteren olan As ağır metali birikiminin eski bir maden işleme tesisinden (Tezcan-Pasa

ve yakın çevresi) kaynaklandığı, yine aynı şekilde orta zenginleşme gösteren OP-1 numunesinin küçük işletmenin atıklarından zenginleştiği, eski HES alanından derlenen OP-3 numunesinin geçmiş dönemlerden kalan işletme atıklarından dolayı zenginleştiği ve Ezine deresi içinden alınan OP-7 numunesindeki zenginleşmenin ise jeojenik (aşınım-taşınım) yoluyla oluştuğu düşünülmektedir. Manganez (Mn) zenginleşmesinin gerçekleştiği OP-8 numunesi Ezine deresi içinden alınmıştır ve yakınlarında herhangi bir eski ya da yeni işletme tesisi yer almadığı için Mn zenginleşmesinin jeojenik (aşınım-taşınım) kökenli olduğu düşünülmektedir.

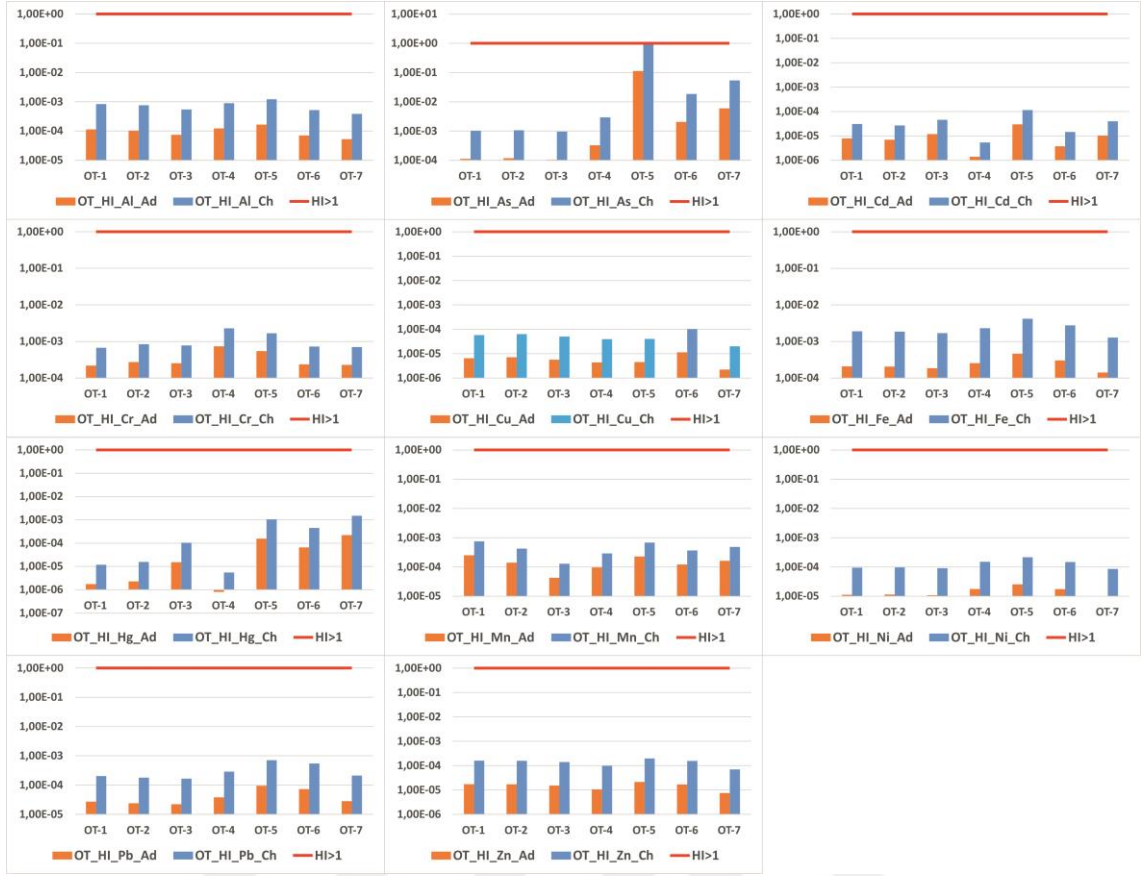
Bununla birlikte, numune alım noktaları genel anlamda kırıntılı ve karbonatlı alanların olduğu yere denk düşmektedir (bkz. Şekil 4.28.). Bir kaynak alandan ayrıştırılıp koparılan, çeşitli vasıtalarla taşınan ve bir çökelme alanında biriktirilen sedimanların meydana getirdiği kayalar (Derman, 2002) olarak bilinen “kırıntılı” kayalar buradaki zenginleşmenin de bu duruma bağlı olduğunu göstermektedir

İlişi çayı çevresinden derlenen dere sedimanlarının zenginleşme faktörü (EF) açısından değerlendirilmesinde EF_{Mn} için IOP-6 numunesi “Orta zenginleşme” göstermektedir. EF_{As} değerlendirmesinde ise IOP-1, IOP-2, IOP-3, IOP-4, IOP-5, IOP-7, IOP-9 numuneleri “Orta Zenginleşme” göstermektedir. Jeobirikim indeksi (I_{geo}) açısından yapılan değerlendirmede $As_{I_{geo}}$ için IOP-9 numunesinde “Orta Derecede Kirlilik” durumu tespit edilmiştir.

Çalışma sahasından alınan IOP-6 numunesi İlişi çayına bağlanan köy sınırından, IOP-1 numunesi İlişi yerleşim yerinden, IOP-2 numunesi İlişi deresi içi yola yakın alandan, IOP-3, IOP-4, IOP-5 ve IOP7 numuneleri İlişi deresi içinden, IOP-9 numunesi Abana merkez içi alanından derlenmiştir. Bu numunelerde orta zenginleşme gösteren Mn ve As ağır metallerinin kökenlerinin jeojenik (kayaların aşınması, taşınması) olduğu düşünülmektedir.

Numune alım noktaları genel anlamda kırıntılı ve karbonatlı alanların olduğu yere denk düşmektedir (bkz. Şekil 4.28). Burada meydana gelen zenginleşmenin ayrıca bu duruma bağlı olabileceği öngörülmektedir.

Canlı sağlığı için kanserojenik olmayan risk seviyelerinin belirlenmesinde kullanılan hazard indeks (HI) değerleri hesaplanarak grafikleri çizilmiştir (Şekil 5.1.). Hesaplanan HI, standart değerlerle karşılaştırılır: $HI > 1$ olduğunda bireylerde kanserojen olmayan etkilerin ortaya çıkma olasılığı vardır, ancak $HI < 1$ olduğunda maruz kalan kişinin belirgin zararlı sağlık etkileri yaşama olasılığı düşüktür. (Guerra ve ark., 2012; Kamunda ve ark., 2016; Mohammadi ve ark., 2019; Eze ve ark., 2020).



Şekil 5.1. Ezine çayı çevresi toprak numunelerinde bulunan ağır metaller için hesaplanan hazard index (HI) değerleri

Ezine çayı çevresi toprak numunelerinde bulunan ağır metaller için yapılan HI hesaplamaları göz önüne alındığında; OT-5 numunesinde As ağır metali bazında çocuklar için kanserojenik olmayan risk seviyelerinde HI değerinin $1,00E + 00$ sınırında olduğu görülmektedir (Şekil 5.1.). Yetişkinlerde de As ağır metali için sınır değere yaklaşım söz konusudur. Bu durumda özellikle çocuklar başta olmak üzere kısmi olarak yetişkinler için de As ağır metali bakımından kanserojenik olmayan risk seviyelerinin etkili olduğu söylenebilir. Diğer ağır metaller (Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb ve Zn) için hesaplanan HI değerleri göz önüne alındığında tüm numuneler bazında kanserojenik olmayan risk seviyelerinin düşük olduğu söylenebilir (Şekil 5.1.).

Canlı sağlığı için kanserojenik olan risk seviyelerinin belirlenmesinde kullanılan toplam kanserojenik risk (TCR) değerleri hesaplanarak grafikleri çizilmiştir (Şekil 5.2.). 1×10^{-6} ile 1×10^{-4} arasında değişen toplam kanserojenik risk değerleri (TCR) genellikle insan sağlığı için güvenli sınır olarak kabul edilir (USEPA 1989, 2002). Toplam kanserojenik risk değerleri bu sınırları aşarsa, insan vücudu için yaşam boyu kanser riski ortaya çıkar (USEPA 1989, 1997). Yapılan bu çalışmada 1×10^{-6} referans

değeri sınır değeri olarak alınmış ve As, Cd, Cr, Ni ve Pb ağır metalleri için TCR değerleri hesaplanarak grafikleri çizilmiştir (Şekil 5.2.).



Şekil 5.2. Ezine çayı çevresi toprak numunelerinde bulunan ağır metaller için hesaplanan toplam kanserojenik risk (TCR) değerleri

Ezine çayı çevresi toprak numunelerinde bulunan ağır metaller için yapılan TCR hesaplamaları göz önüne alındığında; As ağır metali açısından OT-5, OT-6 ve OT-7 numunelerinde hem yetişkinler hem de çocuklar için 1×10^{-6} sınır değerinin aşıldığı görülmektedir. Ni ağır metali açısından tüm numunelerde çocuklar için 1×10^{-6} sınır değerinin aşıldığı, yetişkinler için ise OT-5 numunesinde bu değerin aşıldığı görülmektedir. Cr ağır metali açısından ise tüm numunelerde çocuklar için 1×10^{-6} sınır değerine yaklaşıldığı ve toplam kanserojenik risk seviyelerinin olumsuz anlamda etki edebileceği söylenebilir (Şekil 5.2.).



Şekil 5.3. İlişi çayı çevresi toprak numunelerinde bulunan ağır metaller için hesaplanan hazard index (HI) değerleri

İlişi çayı çevresi toprak numunelerinde bulunan ağır metaller için yapılan HI hesaplamaları göz önüne alındığında; ağır metaller (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb ve Zn) için hesaplanan HI değerleri bakımından tüm numuneler bazında kanserojenik olmayan risk seviyelerinin düşük olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, IOT-4 numunelerinde Fe ve Mn ağır metalleri için çocuklar açısından, IOT-3 numunesinde Pb ağır metali için çocuklar açısından bir yükselim gözlenmektedir (Şekil 5.3.).



Şekil 5.4. İlişi çayı çevresi toprak numunelerinde bulunan ağır metaller için hesaplanan toplam kanserojenik risk (TCR) değerleri

İlişi çayı çevresi toprak numunelerinde bulunan ağır metaller için yapılan TCR hesaplamaları göz önüne alındığında; Ni ağır metali açısından IOT-5 ve IOT-7 numunelerinde çocuklar için 1×10^{-6} sınır değerinin aşıldığı görülmektedir. As ağır metali açısından ise IOT-1, IOT-2, IOT-5, IOT-6 ve IOT-7 numunelerinde çocuklar için 1×10^{-6} sınır değerine yaklaşıldığı ve toplam kanserojenik risk seviyelerinin olumsuz anlamda etki edebileceği söylenebilir. Aynı şekilde Cr ağır metali açısından IOT-4, IOT-5 ve IOT-7 numunelerinde çocuklar için 1×10^{-6} sınır değerine yaklaşıldığı ve toplam kanserojenik risk seviyelerinin olumsuz anlamda etki edebileceği söylenebilir (Şekil 5.4.).

5.3. Öneriler

Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar bütünlük bir şekilde değerlendirildiğinde ağır metal zenginleşmesi-kirlilik faktörlerinin azaltılması ve bunlarla doğru orantılı bir şekilde artan olumsuz anlamdaki sağlık etkilerinin minimize edilmesi gibi durumlar için aşağıdakilerin yapılması önerilmektedir.

a. Toprak kirliliğine yol açan ağır metallerin öncelikli olarak tarım arazileri olmak üzere canlıların yaşadığı alanlarda kullanılmasına sınırlamalar getirilmeli ve yönetmeliklerde belirtilen sınırların aşılmaması konusunda önlemler alınmalıdır. Toprakta yetişen bitkilerin toprakta bulunan maddeleri kullandıkları ve yetiştirme-olgunlaşma süreçlerinde bu maddeleri bünyelerinde barındırdıkları bilinmektedir. Bu doğrultuda, topraktaki ağır metal birikiminin WHO/FAO vb. sağlık örgütlerinin belirlediği sınırları aşmamasına dikkat edilmelidir.

b. Çevreye ve insan sağlığına zarar verecek miktarda atık üreten ve kontrolsüz bir şekilde bu atıkların yayılmasına yol açan şirketler, kurumlar ya da kişiler için ağır yaptırımlar uygulanmalı ve yıldıracı cezalar eşliğinde takip sistemine geçilmelidir.

c. Toprağa bağlı olarak meydana gelen kanserojenik risklerin azaltılması ya da tamamen ortadan kaldırılması için multidisipliner bilimler arasında çalışmalar yürütülmeli, bu amaca yönelik özel birimler oluşturulmalı ve devlet teşvikleriyle desteklenmelidir.

d. Kirlenmiş toprakların son zamanlarda kullanılan in situ (yerli yerinde) ya da ex situ (toprağın alınarak başka yerde iyileştirilmesi) yöntemleriyle ağır metallerden temizlenmesi çalışmaları yapılmalı ve bu çalışmalar geliştirilerek yeni yöntemler araştırılmalıdır. Ağır metal birikiminin iyileştirilmesi yöntemleri sahanın özelliklerine, kirleticilerin türlerine, kirleticili konsantrasyon değerlerine ve kirli ortamın son kullanıldığı duruma göre şekillendirilmelidir.

e. Kirlenmiş alanların çevresine kirliliğin taşınmasını engellemek için bariyer duvarlarla kaplama işlemlerini içeren toprak izolasyonu teknolojileri kullanılabilir. Fiziksel bariyerler olarak kullanılan çimento, bentonit, çelik veya harç gibi geçirimsiz malzemelerden üretilen bu bariyerler kirlilik çevreleme yöntemi olarak değerlendirilebilirler.

f. Tarım arazilerinde kullanılan ve yoğun şekilde kimyasal materyal içeren (özellikle fosfatlı) gübrelerden ve tarımsal ilaçlardan uzak durulmalı, başka alternatifler tercih edilmelidir.

g. Elektrokinetik ekstraksiyon, ağır metalleri kirli topraklardan elektriksel adsorpsiyonla uzaklaştırmaktır. Toprağa yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla düşük yoğunluklu doğru

akım (DC) elektriği uygulandığında, kirli toprağın çözelti fazındaki katyonlar katoda göç ederken, anyonlar kurulan elektrik alanının çekici kuvvetiyle anoda göç eder. Polarize elektrotlarda yoğunlaşan metal kirleticiler daha sonra elektrokaplama, çöktürme, çözelti pompalama veya iyon değişim reçinesi komplikasyonu ile uzaklaştırılır (FRTR, 2012). 1980'lerin sonlarından itibaren, elektrokinetik ekstraksiyon modeli topraktan kirleticileri uzaklaştırmak için test edilmiştir (Alshawabkeh, 2009). Genel olarak, bu teknik düşük hidrolik iletkenliğe sahip ince taneli toprakların dekontamine edilmesi için etkilidir ve hem suya doymuş hem de doymamış topraklara uygulanabilir. Ancak elektrokimyasal iyileştirmenin başarısı, sahada karşılaşılan belirli koşullara, mevcut kirleticilerin türü ve miktarına, toprak türüne, pH durumuna ve organik içerik dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlıdır (Figueroa ve ark., 2016). Metal iyonlarının topraktaki hareket hızına bağlı olarak, elektrokinetik iyileştirme birkaç günden birkaç yıla kadar sürebilir. Çalışma bölgesindeki kirli toprakların iyileştirilmesinde bu metodun da kullanılabileceği düşünülmektedir.

h. Yerinde kimyasal immobilizasyon, toprağı katılaştırmak veya hareketli kirletici fraksiyonlarını (yani çözünür ve değiştirilebilir formlar) çökeltilere ve/veya güçlü bir şekilde emilmiş kısma dönüştürmek için orijinal ortama kimyasal maddeler sokarak kirleticileri kirlenmiş toprakta tutmak veya hareketsizleştirmektir. Kimyasal immobilizasyon kirleticileri topraktan uzaklaştırmaz veya çıkarmaz. Bunun yerine, ağır metallerin hareketliliği/çözünürlüğü ve toprak gözenek suyundaki konsantrasyonları büyük ölçüde azaltılarak bitkilere, mikroorganizmalara ve suya potansiyel taşınmaları en aza indirilir (Tajudin ve ark., 2016). Bu metod kullanılarak özellikle bitkiler yoluyla canlı sağlığına etki eden olumsuz etkilerin ortadan kaldırılabilceği düşünülmektedir.

ı. Vitrifikasyon, kirlenmiş toprağı cam benzeri katılara dönüştürmek için ısı kullanan bir termal iyileştirme tekniğidir. Teknoloji 1980'den beri geliştirilmekte ve test edilmektedir. Uygulamada, kirlenmiş toprağı yoğun enerji uygulanarak yüksek sıcaklık bölgesi (>1500 °C) oluşturulur. Bölgedeki toprak daha sonra erimiş "lav" haline getirilir ve soğutulduğunda cam benzeri bir malzeme haline gelir (Meuser, 2013). Ağır metaller camsı matriste kapsüllenirken, organik kirleticiler yok edilir. Ortaya çıkan vitrifikasyon yapısı güçlü, dayanıklı, kimyasal olarak inert ve sızmaya karşı dirençlidir. Enerji kaynağına bağlı olarak, vitrifikasyonun üç ana türü vardır: elektriksel vitrifikasyon (yüksek voltajlı elektrik, önceden belirlenmiş aralıklarla kirlenme bölgesine yerleştirilen grafit elektrotlara uygulanarak ısı üretilir), termal vitrifikasyon (mikrodalga radyasyonu veya doğal gaz gibi harici bir ısı kaynağı, kirlenmiş toprağı içeren döner bir imbiği

ısıtmak için kullanılır) ve plazma vitrifikasyonu (yüksek sıcaklık, elektriksel deşarj kaynaklı gaz plazması yoluyla elde edilir) (Khan ve ark., 2004). Genel olarak, vitrifikasyon yıkıcıdır, işlenmiş toprak artık tarımsal kullanımları destekleyemez. Yerinde olmayan vitrifikasyonun kontrolü daha kolaydır, ancak özellikle kirleticiler radyoaktif veya dağıtıcı olduğunda, toz ve diğer kaçak emisyonlara zararlı maruziyet büyük olabilir (Bradl ve Xenidis, 2005). Bu metod çalışma sahasında aşırı kirlilik gösteren alanlar için son çare olarak düşünülebilir.

j. Bu çalışma nispeten dar bir alanda, kısıtlı bütçe ve imkanlarla gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle araziden derlenen numune sayısı da az olmuştur. Topraklar ve dere sedimanları için elde edilen sonuçların daha doğru ve kesin olması için daha geniş alanlarda çok fazla sayıda numune alınarak çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

k. Bu tezin saha çalışması 11 Ağustos 2021'de Ezine Çayı'nın taşması (Kastamonu-Bozkurt ilçesi merkezli) sonucu meydana gelen sel felaketi sonrasında yapılmıştır ve bölgede sellenme sonrası yapılan ilk kirlilik çalışması olma özelliğini taşımaktadır. Bölgede yapılacak olan yeni kirlilik çalışmalarında bu tezde belirlenen ağır metal konsantrasyon değerleri bölge bazında background (arka plan) değerleri olarak alınabilir.

KAYNAKLAR

- Adimalla, N., Wu, J., 2019, Groundwater Quality and Associated Health Risks in a Semi-Arid Region of South India: Implication to Sustainable Groundwater Management, *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 7, 1-26. <https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1546550>
- Adimalla, N., Chen, J., Qian, H., 2020, Spatial characteristics of heavy metal contamination and potential human health risk assessment of urban soils: A case study from an urban region of South India, *Ecotoxicology and environmental safety*, 194, 110406.
- Adriano, D. C., 2001, Trace elements in terrestrial environments: biogeochemistry, bioavailability and risks of metals, second edn. *Springer-Verlag*, New York.
- Ahmad, H. R., Aziz, T., Hussain, S., Akraam, M., Sabir, M., Kashif, S., Hanafi, M. M., 2012, Zinc-enriched farm yard manure improves grain yield and grain zinc concentration in rice grown on a saline-sodic soil, *International Journal of Agriculture and Biology*, 14, 787-792.
- Ahmad, H., Zhao, L., Liu, C., Cai, C., Ma, F., 2021, Ultrasound assisted dispersive solid phase microextraction of inorganic arsenic from food and water samples using CdS nanoflowers combined with ICP-OES determination, *Food Chemistry*, 338, 128028. doi:10.1016/j.foodchem.2020.128028.
- Ahmadi, M., Akhbarizadeh, R., Haghighifard, N.J., Barzegar, G., Jorfi, S., 2019, Geochemical determination and pollution assessment of heavy metals in agricultural soils of south western of Iran, *J. Environ. Health. Sci. Eng.*, 17, 657–669.
- Akinsanya, B., Isibor, P. O., Kuton, M. P., Saliu, J. K., Dada, E. O., 2019, *Aspidogastrea africanus* Infections, comparative assessment of BTEX and heavy metals Bioaccumulation, and histopathological alterations as biomarker response in *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède, 1803) of Lekki Lagoon, Nigeria, *Scientific African*.
- Akyol Z., Arpat, E., Erdoğan, B., Göğür, E., Güner, E., Şaroğlu, F., Şentürk, İ., Tütüncü, K., Uysal, Ş., 1974, Cide-Kurucaşile dolayının jeoloji haritası ve açıklaması (1/50.000), *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü*, Ankara.
- Al-Kahtany, K., Nour, H.E., El-Sorogy, A.S., Alharbi, T., 2023, Ecological and health risk assessment of heavy metals contamination in mangrove sediments, Red Sea coast, *Marine pollution bulletin*, 192, 115000.
- Al-Kahtany, K., 2024, Ecological risk assessment of heavy metals contamination in agricultural soil from Al Majma'ah, central Saudi Arabia, *Journal of King Saud University – Science*, 36 (2024) 102993.
- Alloway, B.J., 2009, Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans, *Environmental Geochemistry and Health*, 31, 537-548.

- Alshawabkeh, A. N., 2009, Electrokinetic soil remediation: Challenges and opportunities, *Separ. Sci. Technol.*, 44, 2171-2187.
- Alshahri, F., El-Taher, A., 2018, Assessment of heavy and trace metals in surface soil nearby an oil refinery, Saudi Arabia, using geoaccumulation and pollution indices, *Arch Environ Contam Toxicol*, 75(3):390–401. <https://doi.org/10.1007/s00244-018-0531-0>.
- Altun, İ. E., Şengün, M., Keskin, H., Akçören, F., Sevin, M., Deveciler, E., Akat, M. U., 1990, 1/100.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kastamonu E-31 Paftası, *MTA Jeoloji Etütleri Dairesi*, Ankara.
- Araújo, P. R., Biondi, C. M., do Nascimento, C. W., da Silva, F. B., Ferreira, T. O., de Alcântara, S. F., 2022, Geospatial modeling and ecological and human health risk assessments of heavy metals in contaminated mangrove soils, *Marine pollution bulletin*, 177, 113489.
- Argos, M., Ahsan, H., Graziano, J. H., 2012, Arsenic and human health: epidemiologic progress and public health implications, *Reviews on Environmental Health*.
- Aslam, J., Khan, S. A., Khan, S. H., 2013, Heavy metals contamination in roadside soil near different traffic signals in Dubai, United Arab Emirates. *J Saudi Chem Soc*, 17:315–319. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2011.04.015>.
- Astatkie H., Ambelu A., Mengistie E., 202, Contamination of Stream Sediment With Heavy Metals in the Awetu Watershed of Southwestern Ethiopia, *Front. Earth Sci*, 9:658737. doi: 10.3389/feart.2021.658737.
- Ataman, G., Yılmaz, O., Ertürk, O., 1977, Diyajenez-ankimetamorfizma geçişinin illitin kristallik derecesi ile araştırılması (Batı Pontidlerde bir deneme), *Yerbilimleri*, 3, (1-2) 145-160, Ankara.
- Aydın, M., Demir, O., Özçelik, Y., Terzioğlu, N., Satır, M., 1995, A Geological Revision of İnebolu, Devrekani, Ağlı and Küre Areas: New Observations in Paleotethys - Neotethys Sedimentary Successions. In: Erler, A., Ercan, T., Bingöl, E., Örcen, S. (Eds.), *Geology of the Black Sea Region, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü*, Ankara, Special Publication, 33-38.
- Balkhair, K.S., Ashraf, M.A., 2016, Field accumulation risks of heavy metals in soil and vegetable crop irrigated with sewage water in western region of Saudi Arabia, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23, S32 - S44.
- Baltaş, H., Şirin, M., Gökbayrak, E., Ozcelik, A. E., 2020, A case study on pollution and a human health risk assessment of heavy metals in agricultural soils around Sinop province, Turkey, *Chemosphere*, 241, 125015.
- Barkett, M.O., Akün, E., 2018, Heavy metal contents of contaminated soils and ecological risk assessment in abandoned copper mine harbor in Yedidalga, Northern Cyprus, *Environmental Earth Sciences*, 77, 1-14.

- Bhat, N. A., Bhat, A. A., Guha, D. B., Singh, B. P., 2022, Vertical distribution of heavy metals in Karewa deposits of South Kashmir: environmental contamination and health risk assessment, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20, 369-382.
- Bingöl, E., 1983, Prekambriyen-Jura arasında Türkiye'nin olası jeotektonik evrimi, Türkiye Jeol. Kur. 37. Türkiye Jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı, *Bildiri Özetleri*, 36-38.
- Bingöl, E., 1984, Evolution Geotectonique de la Turquie, Congres Int. de Geologic, Moscow, *Add. Abs*, 9, 2 p.143
- Bourennane, H., Douay, F., Sterckeman, T., Villanneau, E. J., Ciesielski, H., King, D., Baize, D., 2010, Mapping of anthropogenic trace elements inputs in agricultural topsoil from Northern France using enrichment factors, *Geoderma*, 157, 165-174.
- Boztaş, D., 1986, Daday-Devrekani masifi güneybatı kesiminin jeolojisi hakkında Ön rapor, *MTA Gen.Md. Jeoloji Etüd.D.* arşiv no.268 Ankara, (yayımlanmamış)
- Boztaş, D., Yılmaz, O., Debon, F., Le Fort, P., 1986, Kastamonu Granitoid Kuşağındaki Bazı Plütonların Jeokimyasal Karakteristikleri, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özetleri*, 28, Ankara.
- Boztaş, D., 1992a, Daday-Devrekani Masifi Güneybatı Kesiminin Litostratigrafi Birimleri ve Tektoniği, *MTA Dergisi*, 114, 1-21.
- Boztaş, D., 1992b, Orta-Batı Pontidlerdeki Küre Yöresi (K Kastamonu) Magmatit Metamorfizminin Petrografisi ve Magmatitlerin Ana Element Jeokimyası, *C.Ü. Müh. Fak. Dergisi*, 9, 1, 75-106.
- Bradl, H., Xenidis, A., 2005, Remediation techniques, in: Bradl H.B. (Ed.), Heavy Metals in the Environment: Origin, Interaction and Remediation. *Academic Press, Cambridge, MA*, pp.165–261.
- Caeiro, S., Costa, M. H., Ramos, T. B., Fernandes, F., Silveira, N. & Coimbra, A., 2005, Assessing heavy metal contamination in Sado Estuary sediment: An index analysis approach, *Ecological Indicators*, 5, 151–169.
- Can, E., 2021, Nevşehir Organize Sanayi Bölgesi Topraklarında Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) İle Mekansal Analizi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 96 s.
- Carrizales, L., Razo, I., Tellez-Hernandez, J. I., Torres-Nerio, R., Torres, A., Batres, L. E., et al., 2006, Exposure to arsenic and lead of children living near a copper-smelter in San Luis Potosi, Mexico: Importance of soil contamination for exposure of children, *Environmental Research*, 101, 1–10.
- Chabukdhara, M., Nema, A.K., 2012, Assessment of heavy metal contamination in Hindon River sediments: a chemometric and geochemical approach, *Chemosphere*, 87 8, 945-53.

- Chakraborty, A., Adhikary, S., Bhattacharya, S., Dutta, S., Chatterjee, S., Banerjee, D., Ganguly, A., Rajak, P., 2022, Pharmaceuticals and Personal Care Products as Emerging Environmental Contaminants: Prevalence, Toxicity, and Remedial Approaches, *ACS Chemical Health & Safety*.
- Charzyński, P., Plak, A., Hanaka, A., 2017, Influence of the soil sealing on the geoaccumulation index of heavy metals and various pollution factors, *Environ Sci Pollut Res.*, 24:4801–4811.
- Chen, H., Wang, L., Hu, B., Xu, J., Liu, X., 2021, Potential driving forces and probabilistic health risks of heavy metal accumulation in the soils from an e-waste area, southeast China, *Chemosphere*, 133182.
- Chen, J., Meng, T., Leng, E., E, J., 2022, Review on metal dissolution characteristics and harmful metals recovery from electronic wastes by supercritical water, *J. Hazard Mater*, 424 (Part D), 127693.
- Chen, D., Yang, S., Jiang, Z., Wang, Z., Wang, Z., Tian, H., 2023, Spatial distribution, ecological risk and health risk assessment of heavy metals in agricultural soil from Ankang basin, Shaanxi Province, *Heliyon*, 9 (2023) e22580.
- Cheng, H., Li, M., Zhao, C., Li, K., Peng, M., Qin, A., Cheng, X., 2014, Overview of trace metals in the urban soil of 31 metropolises in China, *J Geochem Explor* 139:31–52.
- Chowdhury, M. S., 2024, Morphometric analysis of Halda River basin, Bangladesh, using GIS and remote sensing techniques, *Heliyon*, 10(7):e29085.
- Chung, S., Chon, H.T., 2014, Assessment of the level of mercury contamination from some anthropogenic sources in Ulaanbaatar, Mongolia, *Journal of Geochemical Exploration*, 147(1), 237-244.
- Coşkun, M., Öztürk, A., 2022, Havza önceliklendirmesi bakımından Ermenek Çayı Havzası ve Gökçay Havzasının karşılaştırmalı morfometrik analizi, *Turkish Journal of Forestry*, 23(1), 1-10.
- DEA, 2010, Framework for the Management of Contaminated Land. Republic of South Africa, *Department of Environmental Affairs*.
- Derman, A. S., 2002. Kırıntılı kayaçlar jeolojisi, *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, MTA*, 96 s.
- Diami, S. M., Kusin, F. M., Madzin, Z., 2016, Potential ecological and human health risks of heavy metals in surface soils associated with iron ore mining in Pahang, Malaysia, *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 21086-21097.
- Doabi, S. A., Karami, M., Afyuni, M., Yeganeh, M., 2018, Pollution and health risk assessment of heavy metals in agricultural soil, atmospheric dust and major food crops in Kermanshah province, Iran, *Ecotoxicology and environmental safety*, 163, 153-164.

- Elias, P., Gbadegesin, A., 2011, Spatial relationships of urban land use, soils and heavy metal concentrations in Lagos Mainland Area, *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 15, 391–399.
- Elvine Paternie, E. D., Hakkou, R., Ekengele Nga, L., Bitom Oyono, L. D., Ekoa Bessa, A. Z., Oubaha, S., Khalil, A., 2023, Geochemistry and geostatistics for the assessment of trace elements contamination in soil and stream sediments in abandoned artisanal small-scale gold mining (Bétaré-Oya, Cameroon), *Applied Geochemistry*.
- Eren, R. H., 1979, Kastamonu-Taşköprü Bölgesi Metamorfitlelerinin Jeolojik ve Petrografik Etüdü, İTÜ Doktora Tezi, 143 s.
- Erol, K., 2007. Taşköprü-Boyabat Arasında Elekdağ Metaofiyoliti'nin Petrolojik Özellikleri, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 183s.
- Ettler, V., 2016, Soil contamination near non-ferrous metal smelters: A review, *Applied geochemistry*, 64, 56–74.
- Eze, V. C., Onwukeme, V. I., Enyoh, C. E., 2020, Pollution status, ecological and human health risks of heavy metals in soil from some selected active dumpsites in Southeastern, Nigeria using energy dispersive X-ray spectrometer, *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, 3722-3743 <https://doi.org/10.1080/03067319.2020.1772778>.
- Faraji, M., Alizadeh, I., Oliveri Conti, G., Mohammadi, A., 2023, Investigation of health and ecological risk attributed to the soil heavy metals in Iran: systematic review and meta analysis, *Sci. Total Environ.*, 857, 158925 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158925>.
- Fatmi, B., Hazzab, A., Ghenaïm, A., Rahmani, A., 2023, Anthropogenic Pollution and Ecological Risk in Urban Sediments: Assessing Heavy Metal and Organic Contamination in the Saida Watershed, North-Western Algeria, *Water, Air, & Soil Pollution*, 234. <https://doi.org/10.1007/s11270-023-06701-1>.
- Fei, X., Xiao, R., Christakos, G., Langousis, A., Ren, Z., Tian, Y., Lv, X., 2019, Comprehensive assessment and source apportionment of heavy metals in Shanghai agricultural soils with different fertility levels, *Ecol. Indic.*, 106, 1–9.
- Fjeld, R. A., Eisenberg, N. A., Compton, K. L., 2007, Quantitative environmental risk analysis for human health, *John Wiley & Sons*.
- Figueroa, A., Cameselle, C., Gouveia, S., Hansen, H. K., 2016, Electrokinetic treatment of an agricultural soil contaminated with heavy metals, *J. Environ. Sci. Health A Tox. Hazard. Subst. Environ. Eng.*, 51, 691–700.
- FRTR, 2012, Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0. Federal Remediation Technologies Roundtable, Washington, DC.

- Gao, J., Wang, L., 2018, Ecological and human health risk assessments in the context of soil heavy metal pollution in a typical industrial area of Shanghai, China, *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 27090-27105.
- Gao, J., Gong, J., Yang, J., Wang, Z., Fu, Y., Tang, S., Ma, S., 2023, Spatial distribution and ecological risk assessment of soil heavy metals in a typical volcanic area: Influence of parent materials, *Heliyon*, 9.
- Gálvez-Martos, J. L., Styles, D., Schoenberger, H., Zeschmar-Lahl, B., 2018, Construction and demolition waste best management practice in Europe, *Resour. Conserv. Recycl.*, 136, 166–178.
- Gąsiorek, M., Kowalska, J. B., Mazurek, R., Pająk, M., 2017, Comprehensive assessment of heavy metal pollution in topsoil of historical urban park on an example of the Planty Park in Krakow (Poland), *Chemosphere*, 179, 148-158.
- Gautam, P. K., 2023, The significance of morphometric analysis of Shimsha River, Karnataka, India to understand the hydrological and morphological characteristics, *River*, 2, 490 - 505.
- Genchi, G., Carocci, A., Lauria, G., Sinicropi, M.S., Catalano, A., 2020, Nickel: human health and environmental toxicology, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17 (3), 679. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030679>.
- Ghaffari, H. R., Norouzi, S., Heidari, M., 2023, Different pollution levels and source profiles of heavy metals in the soil and surface dust of children's playgrounds in a coastal city; source-specific health risk assessment, *Atmospheric Pollution Research*, 14 (2023) 101869.
- Ghorbani, H., Hafezi Moghads, N., Kashi, H., 2015, Effects of Land Use on the Concentrations of Some Heavy Metals in Soils of Golestan Province, *Iran. J. Agr. Sci. Tech.*, 17: 1025–1040.
- Gong, Q., Deng, J., Xiang, Y., Wang, Q., Yang, L., 2008, Calculating pollution indices by heavy metals in ecological geochemistry assessment and a case study in parks of Beijing, *Journal of China University of Geosciences*, 19, 230–241.
- Guan, J., Wang, J., Pan, H., Yang, C., Qu, J., Lu, N., Yuan, X., 2018, Heavy metals in Yinma River sediment in a major Phaeozems zone, Northeast China: Distribution, chemical fraction, contamination assessment and source apportionment, *Scientific Reports*, 8.
- Guerra, F., Trevizam, A. R., Muraoka, T., Marcante, N. C., Canniatti-Brazaca, S. G., 2012, Heavy metals in vegetables and potential risk for human health, *Sci. Agric.*, 69 (1), pp 54–60 <https://doi.org/10.1590/S0103-90162012000100008>.
- Guo, H., Liu, H., Wu, H., Cui, H., Fang, J., Zuo, Z., Deng, J., Li, Y., Wang, X., Zhao, L., 2019, Nickel Carcinogenesis Mechanism: DNA Damage, *International Journal of Molecular Sciences*, 20 (19): 4690. <https://doi.org/10.3390/ijms20194690>.

- Guo, X., Zhao, Y., He, H., Wang, X., 2020, Potential ecological risk assessment of soil heavy metals in Hunchun basin, Northeast China. *Arabian Journal of Geosciences*, 13, 1-9, *Arabian Journal of Geosciences*, 13:56 <https://doi.org/10.1007/s12517-019-5016-6>
- Håkanson, L., 1980, An ecological risk index for aquatic pollution control. a sedimentological approach, *Water Research*, 14, 975-1001.
- Hallam, A., 1972, Continental Drift and the fossil record, In: *Continents Adrift and Continents Aground* with introductions by Tuzo Wilson, Scientific American; W. H. Freeman and Comp., p. 186-195.
- Hasan, M. R., Anisuzzaman, M., Choudhury, T. R., Arai, T., Yu, J., Albeshr, M.F., Hossain, M. B., 2023, Vertical distribution, contamination status and ecological risk assessment of heavy metals in core sediments from a mangrove-dominated tropical river, *Marine pollution bulletin*, 189, 114804.
- Hastings, W. K., 1970, Monte Carlo Sampling Methods Using Markov Chains and Their Applications, *Biometrika*, 57, 97-109.
- He, Y., Zhang, Y., Peng, C., Wan, X., Guo, Z., Xiao, X., 2021, Distribution Characteristics and Risk Assessment of Heavy Metals in Soil and Street Dust with Different Land Uses, a Case in Changsha, China, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18, 10733 <https://doi.org/10.3390/ijerph182010733>
- Hu, B., Xue, J., Zhou, Y., Shao, S., Fu, Z., Li, Y., Shi, Z., 2020, Modelling bioaccumulation of heavy metals in soil-crop ecosystems and identifying its controlling factors using machine learning, *Environmental Pollution*, 262: 114308.
- Huang, D. W., Gui, He, R., Lin, Man, L., Peng, Wei, H., 2018, Chemical speciation distribution characteristics and ecological risk assessment of heavy metals in soil from Sunan mining area, Anhui Province, China, *Hum. Ecol. Risk Assess*, 24 (5–6).
- Huang, J., Guo, S., Zeng, G., Li, F., Gu, Y., Shi, Y., Shi, L., Liu, W., Peng, S., 2018a, A new exploration of health risk assessment quantification from sources of soil heavy metals under different land use, *Environ. Pollut.*, 243, 49–58.
- Huang, R. J., Cheng, R., Jing, M., Yang, L., Li, Y., Chen, Q., Chen, Y., Yan, J., Lin, C., Wu, Y., Zhang, R., El Haddad, I., Prevot, A.S.H., O'Dowd, C.D., Cao, J., 2018b, Source-specific health risk analysis on particulate trace elements: coal combustion and traffic emission as major contributors in wintertime Beijing, *Environ. Sci. Technol.*, 52, 10967–10974.
- Huang, Y., Chen, H., Reinfelder, J.R., Liang, X., Sun, C., Liu, C., Li, F., Yi, J., 2019, A transcriptomic (RNA-seq) analysis of genes responsive to both cadmium and arsenic stress in rice root, *The Science of the total environment*, 666, 445-460.

- Jackson, M. L., 1967, Soil Chemical Analysis, Prentice- Hall of India Private Limited, NewDelhi, 485 pp.
- Jahandari, A., Abbasnejad, A., Jamasb, R., 2020, Concentration, likely sources, and ecological risk assessment of potentially toxic elements in urban soils of Shiraz City, SW Iran: a preliminary assessment, *Arabian Journal of Geosciences*, 13.
- Jaswal, T., Gupta, J., 2023, A review on the toxicity of silver nanoparticles on human health, *Materials Today: Proceedings*, 81, 859–863.
- Kabata-Pendias, A., Pendias, H., 2001, Trace elements in soils and plants, 3rd edn. CRC Press, London.
- Kabata-Pendias, A., 2011, Trace Elements in Soils and Plants, 4th Edition, CRC Press, Boca Raton.
- Kamran, M., Bibi, S., Chen, B., 2022, Preventative effect of crop straw-derived biochar on plant growth in an arsenic polluted acidic ultisol, *The Science of the total environment*, 151469.
- Kamunda, C., Mathuthu, M., Madhuku, M., Health Risk Assessment of Heavy Metals in Soils from Witwatersrand Gold Mining Basin, South Africa, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 13(7), 663 <https://doi.org/10.3390/ijerph13070663>.
- Karimi, F., Shariatifar, N., Rezaei, M., Alikord, M., Arabameri, M., 2021, Quantitative measurement of toxic metals and assessment of health risk in agricultural products food from Markazi Province of Iran, *International Journal of Food Contamination*, 8, 1-7.
- Kaur, H., Garg, N., 2021, Zinc toxicity in plants: a review, *Planta*, 253.
- Kaur, M., Shen, C., Wang, L., Xu, M., 2022, Exploration of Single and Co-Toxic Effects of Polypropylene Micro-Plastics and Cadmium on Rice (*Oryza sativa* L.), *Nanomaterials*, 12.
- Kelepertzis, E., 2014, Accumulation of heavy metals in agricultural soils of Mediterranean: Insights from Argolida basin, Peloponnese, Greece, *Geoderma*, 221–222, 82–90.
- Keshavarzi, A., Kumar, V., Ertunç, G., Brevik, E. C., 2021, Ecological risk assessment and source apportionment of heavy metals contamination: an appraisal based on the Tellus soil survey, *Environ Geochem Health*, 43:2121–2142, <https://doi.org/10.1007/s10653-020-00787-w>.
- Ketin, İ, Gümüş, O., 1962, Sinop, Ayancık ve güneyinde, III. bölgeye dahil sahaların jeolojisi hakkında rapor, *TPAO Arama Grubu*, rapor no. 213 Ankara (yayımlanmamış)
- Ketin, İ., Gümüş, Ö., 1963, Sinop-Ayancık Arasında III: Bölgeye Dahil Sahaların Jeolojisi: *TPAO Rap. No: 288 (yayımlanmamış)*, Ankara.

- Ketin, İ., 1966, Anadolunun tektonik birlikleri. *MTA Der.*, 66, 23-24.
- Khan, F. I., Husain, T., Hejazi, R., 2004, An overview and analysis of site remediation Technologies, *J. Environ. Manage*, 71, 95–122.
- Kırat, G., & Savcı, S. (2023). Ulutaş Köyü (Erzurum) Bölgesindeki Topraklarda Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. *Türk Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(2), 223-233. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1139651>
- Kinimo, K. C., Yao, K. M., Marcotte, S., Kouassi, N. L., Trokourey, A., 2018, Distribution trends and ecological risks of arsenic and trace metals in wetland sediments around gold mining activities in central-southern and southeastern Côte d'Ivoire, *Journal of Geochemical Exploration*.
- Kirat, G., 2022, The environmental pollution of stream sediment in Ulutaş (Erzurum), Turkey, *Natural Hazards*, 116, 937-950. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05704-1>
- Klink, A., 2017. A comparison of trace metal bioaccumulation and distribution in *Typha latifolia* and *Phragmites australis*: implication for phytoremediation, *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 24 (4), 3843–3852.
- Krauskopf, K. B., 1985, Introduction to Geochemistry. New Delhi: *Mc Grawhill*.
- Krishna, A. K., Govil, P. K., 2008, Assessment of heavy metal contamination in soils around Manali Industrial Area, Chennai, Southern India, *Environ Geol* 54(7):1465–1472
- Krishna, A. K., Mohan, K. R., 2016, Distribution, correlation, ecological and health risk assessment of heavy metal contamination in surface soils around an industrial area, Hyderabad, India, *Environ Earth Sci*, 75:1–17.
- Li, Z., Ma, Z., van der Kuijp, T. J., Yuan, Z., Huang, L., 2014, A review of soil heavy metal pollution from mines in China: pollution and health risk assessment, *Sci. Total Environ.*, 468–469, 843–853.
- Li, Z., Deblon, J., Zu, Y., Colinet, G., Li, B., He, Y., 2020, Geochemical Baseline Values Determination and Evaluation of Heavy Metal Contamination in Soils of Lanping Mining Valley (Yunnan Province, China), *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16.
- Li, F., Yang, H., Ayyamperumal, R., Liu, Y., 2022, Pollution, sources, and human health risk assessment of heavy metals in urban areas around industrialization and urbanization-Northwest China, *Chemosphere*, 136396.
- Li, Y., Bai, H., Li, Y., Zhang, X., Zhang, L., Zhang, D., Xu, M., Zhang, H., Lu, P., 2023, An integrated approach to identify the source apportionment of potentially toxic metals in shale gas exploitation area soil, and the associated ecological and human health risks, *Journal of hazardous materials*, 458, 132006.

- Liang, J., Liu, Z., Tian, Y., Shi, H., Fei, Y., Qi, J., Mo, L., 2022, Research on health risk assessment of heavy metals in soil based on multi-factor source apportionment: A case study in Guangdong Province, China, *The Science of the total environment*, 159991.
- Lin, H., Wang, Z., Liu, C., Dong, Y., 2022, Technologies for removing heavy metal from contaminated soils on farmland: a review, *Chemosphere*, 305, 135457.
- Livermoore, R. A., Smith, A. G., 1984, Relative motions of Africa and Europe in vicinity of Turkey, in: *Geology of the Taurus Belt, MTA Special Publication*, Ankara, 1-10.
- Liu, S., Guo, Z., Li, T., Huang, H., Lin, S., 2011, Photosynthetic efficiency, cell volume, and elemental stoichiometric ratios in *Thalassiosira weissflogii* under phosphorus limitation, *Chin. J. Oceanol. Limnol.*, 29, 1048–1056. doi: 10.1007/s00343-011-0224-2
- Liu, S., Pan, G., Zhang, Y., Xu, J., Ma, R., Shen, Z., Dong, S., 2019, Risk assessment of soil heavy metals associated with land use variation in the riparian zones of a typical urban river gradient, *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 181, 435–444.
- Liu, G., Shi, Y., Guo, G., Zhao, L., Niu, J., Zhang, C., 2020, Soil pollution characteristics and systemic environmental risk assessment of a large-scale arsenic slag contaminated site, *Journal of Cleaner Production*, 251, 119721.
- Liu, M., Xu, Y., Nawab, J., Rahman, Z., Khan, S., Idress, M., Din, Z. U., Ali, A., Ahmad, R., Khan, S. A., Khan, A., Khan, M. Q., Tang, Y., Li, G., 2020, Contamination features, geo-accumulation, enrichments and human health risks of toxic heavy metal(oids) from fish consumption collected along Swat river, Pakistan, *Environmental Technology and Innovation*, 17, 100554.
- Liu, X., Chen, S., Yan, X., Liang, T., Yang, X., El-Naggar, A., Liu, J., Chen, H., 2021, Evaluation of potential ecological risks in potential toxic elements contaminated agricultural soils: Correlations between soil contamination and polymetallic mining activity, *Journal of environmental management*, 300, 113679.
- Liu, X., Chi, H., Tan, Z., Yang, X., Sun, Y., Li, Z., Hu, K., Hao, F., Liu, Y., Yang, S., Deng, Q., Wen, X., 2023, Heavy metals distribution characteristics, source analysis, and risk evaluation of soils around mines, quarries, and other special areas in a region of northwestern Yunnan, China, *Journal of hazardous materials*, 458, 132050.
- Loska, K., Wiechula, D., Korus, I., 2004, Metal contamination of farming soils affected by industry, *Environment international*, 30 2, 159-65.
- Makhamreh, Z., Al-Hawary, M., Odeh, S., 2020, Assessment of Morphometric Characteristics of Wadi Al-Shumar Catchment in Jordan, *Open Journal of Geology*, 10, 155-170. <https://doi.org/10.4236/ojg.2020.102009>.

- Mason, R. P., Sheu, G. R., 2002, Role of the ocean in the global mercury cycle, *Glob. Biogeochem. Cycles*, 16 (4). <https://doi.org/10.1029/2001GB001440>.
- Men, C., Liu, R., Xu, L., Wang, Q., Guo, L., Miao, Y., Shen, Z., 2020, Source-specific ecological risk analysis and critical source identification of heavy metals in road dust in Beijing, China, *Journal of hazardous materials*, 121763.
- Meuser, H., 2013, Soil Remediation and Rehabilitation: Treatment of Contaminated and Disturbed Land. *Springer, Dordrecht*, The Netherlands.
- Mohammadi, A. A., Zareib, A., Majidic, S., Ghaderpoury, A., Hashempoure, Y., Saghif, M. H., Mahmood, A. A., Hosseingholizadehi, N., Ghaderpoori, M., 2019, Carcinogenic and non-carcinogenic health risk assessment of heavy metals in drinking water of Khorramabad, Iran, *MethodsX*, 6 (1), pp 1642-1651(<https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.07.017>).
- Muller, G., 1969, Index of Geoaccumulation in Sediments of the Rhine River, *GeoJournal*, 2, 108-118.
- Nzegge, O. M., 2008, Petrogenesis and Geochronology of the Deliktaş, Sivrikaya and Devrekani Granitoids and Basement, Kastamonu Belt-Central Pontides (NW Turkey): Evidence for Late Palaeozoic-Mesozoic Plutonism, and Geodynamic Interpretation, PhD Thesis, Institut Für Geowissenschaften Universität Tübingen, 176 p., Deutschland.
- Odat, S., 2015, Application of geoaccumulation index and enrichment factors on the assessment of heavy metal pollution along Irbid/Zarqa Highway, Jordan, *J Appl Sci.*, 15:1318–1321.
- Ogunkunle, C. O., Fatoba, P. O., 2013, Pollution loads and the ecological risk assessment of soil heavy metals around a mega cement factory in Southwest Nigeria, *Polish Journal of Environmental Studies*, 22, 487–493.
- Okay, A. İ., Tüysüz, O., 1999, Tethyan Sutures of Northern Turkey. The Mediterranean Basin: Tertiary Extension within the Alpine Orogen. Geological Society, London, *Special Publications*, 156, 475-515.
- Okay, A. I., Tüysüz, O., Satır, M., Özkan-Altın, S., Altın, D., Sherlock, S., Eren, R.H., 2006, Cretaceous and Triassic Subduction-Accretion, High-Pressure-Low-Temperature Metamorphism, and Continental Growth in the Central Pontides, Turkey, *GSA Bulletin*, 118, 1247-1269.
- Okay, A. I., Sunal, G., Sherlock, S., Altın, D., Tüysüz, O., Kylander-Clark, A. R. C., Aygül, M., 2013, Early Cretaceous Sedimentation and Orogeny on the Southern Active Margin of Eurasia: Central Pontides, Turkey, *Tectonics*, 32, 1247-1271.
- Ololade, I. A., 2014, An assessment of heavy-metal contamination in soils within auto-mechanic workshops using enrichment and contamination factors with geoaccumulation indexes, *Journal of Environmental Protection*, 5, 970–982.

- Outridge, P. M., Mason, R. P., Wang, F., Guerrero, S., Heimbürger-Boavida, L. E., 2018, Updated global and oceanic mercury budgets for the United Nations Global Mercury Assessment 2018, *Environ. Sci. Technol.*, 52, 11466–11477. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b01246>
- Ozturk, A., Arici, O.K., 2020, Carcinogenic-potential ecological risk assessment of soils and wheat in the eastern region of Konya (Turkey), *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 15471-15484.
- Önder, F., Boztug, D., Yılmaz, O., 1987, Batı Pontidlerdeki Göynükdağı -Kastamonu yöresi Alt Mesozoyik kayaçlarında yeni paleontolojik (konodont) bulgular, Batı Pontidler-Türkiye, *Melih Tokay Jeoloji Sempozyumu 87 Bildiri Özleri*, 127-128.
- Özkul, C., 2019), Kütahya Şehir Merkezinde Yer Alan Çocuk Parklarındaki Toprakların Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(1), 226-240. <https://doi.org/10.35414/akufemubid.408653>
- Qin, G., Niu, Z., Yu, J., Li, Z., Ma, J., Xiang, P., 2021, Soil heavy metal pollution and food safety in China: effects, sources and removing technology, *Chemosphere*, 267, 129205.
- Pan, L., Ma, L., Wang, X., Hou, H., 2016, Heavy metals in soils from a typical county in Shanxi Province, China: Levels, sources and spatial distribution, *Chemosphere*, 148, 248–254.
- Panico, S. C., Memoli, V., Esposito, F., Maisto, G., De Marco, A., 2018, Plant cover and management practices as drivers of soil quality, *Appl. Soil Ecol.*, 129, 128–135.
- Percival, L. M., Bergquist, B. A., Mather, T. A., Sanei, H., 2021, Sedimentary Mercury Enrichments as a Tracer of Large Igneous Province Volcanism, *Large Igneous Provinces: A Driver of Global Environmental and Biotic Changes*, pp. 247–262. <https://doi.org/10.1002/9781119507444.ch11>.
- Pesch, B., Kendzia, B., Pohlabein, H., Ahrens, W., Wichmann, H., Siemiatycki, J., Taeger, D., Zschiesche, W., Behrens, T., Jöckel, K., Brüning, T., 2019, Exposure to Welding Fumes, Hexavalent Chromium, or Nickel and Lung Cancer Risk, *American journal of epidemiology*.
- Plumlee, G. S. Ziegler, T. L., 2005, The medical geochemistry of dusts, soils and other earth materials. In: B.S. LOLLAR, ed. *Environmental geochemistry, treatise on geochemistry*, Oxford: Elsevier, vol. 9, pp. 263-310.
- Pourrut, B., Shahid, M., Dumat, C., Winterton, P., Pinelli, E., 2011, Lead uptake, toxicity, and detoxification in plants, *Reviews of environmental contamination and toxicology*, 213, 113-36.
- Pyle, D. M., Mather, T. A., 2003, The importance of volcanic emissions for the global atmospheric mercury cycle, *Atmospheric Environment*, 37, 5115-5124.

- Rahman M. S., Kumar S., Nasiruddin M., Saha N., 2021, Deciphering the origin of Cu, Pb and Zn contamination in school dust and soil of Dhaka, a megacity in Bangladesh, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 28: 40808-40823.
- Raju, K., Vijayaraghavan, K., Srinivasalu, S., Jayaprakash, M., 2011, Impact of anthropogenic input on physicochemical parameters and trace metals in marine surface sediments of Bay of Bengal off Chennai, India, *Environ Monit Assess.*, 177:95–114
- Reimann, C., de Caritat, P., 2005, Distinguishing between natural and anthropogenic sources for elements in the environment: regional geochemical surveys versus enrichment factors, *The Science of the total environment*, 337 1-3, 91-107.
- Ripin, S. N. M., Hasan, S., Kamal, M. L., Hashim, N. M., 2014, Analysis and pollution assessment of heavy metal in soil, Perlis, *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 18, 155–161.
- Robinson, A., 1997. Introduction: Tectonic elements of the Black Sea region. In: Robinson, A. (Ed.), *Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region*, *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 68, 1-6.
- Saglam, B., Bilgin, A., Aybar, M., 2020, Assessment of Heavy Metal Pollution in Soil and Sediments of Murgul Copper Mine and Its Surroundings, *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 20 (1), 25-37.
- Selin, N. E., 2009, Global biogeochemical cycling of mercury: a review, *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 34, 43–63.
<https://doi.org/10.1146/annurev.enviro.051308.084314>.
- Selinus, O., Alloway, B., Centeno, J. A., Finkelman, R. B., Fuge, R., Lindh, U., Smedley, P., 2005, (Eds.): *Essentials of medical geology*, Amsterdam, The Netherlands, Elsevier.
- Shekar, P. R., Mathew, A., 2022, Morphometric analysis for prioritizing sub-watersheds of Murredu River basin, Telangana State, India, using a geographical information system, *J. Eng. Appl. Sci.*, 69, 44.
- Shen, X., Chi, Y., Xiong, K., 2019, The effect of heavy metal contamination on humans and animals in the vicinity of a zinc smelting facility, *PLoS ONE*, 14.
- Shen, W., Hu, Y., Zhang, J., Zhao, F., Bian, P., Liu, Y., 2021, Spatial distribution and human health risk assessment of soil heavy metals based on sequential Gaussian simulation and positive matrix factorization model: A case study in irrigation area of the Yellow River, *Ecotoxicology and environmental safety*, 225, 112752.
- Sheng, Y., Wang, Z., Feng, X., 2023, Potential ecological risk and zoning control strategies for heavy metals in soils surrounding core water sources: A case study from Danjiangkou Reservoir, China, *Ecotoxicology and environmental safety*, 252, 114610.

- Sutherland, R. A., Tolosa, C. A., Tack, F. M., Verloo, M. G., 2000, Characterization of selected element concentrations and enrichment ratios in background and anthropogenically impacted roadside areas, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 38 (4), 428–438.
- Solgi, E., Oshvandi, Z., 2018, Spatial patterns, hotspot, and risk assessment of heavy metals in different land uses of urban soils (case study: Malayer city), *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 24, 256 - 270.
- Solgun, E., Horasan, B. Y., Ozturk, A., 2021, Heavy metal accumulation and potential ecological risk assessment in sediments from the southwestern Konya district (Turkey), *Arabian Journal of Geosciences*, 14.
- Spurgeon, D. J., Lawlor, A., Hooper, H. L., Wadsworth, R., Svendsen, C., Thomas, L. D., et al., 2011, Outdoor and indoor cadmium distributions near an abandoned smelting works and their relations to human exposure, *Environmental Pollution*, 159, 3425–3432.
- Sun, W., Cheng, K., Sun, K., Ma, X., 2021, Microbially mediated remediation of contaminated sediments by heavy metals: a critical review, *Curr. Pollut. Rep.*, 7 (2), 201–212.
- Şenel, M., 1986, Tahtalıdağ ve dolayının (Antalya-Kemer) Jeolojisi: İstanbul Üniversitesi, Doktora tezi, 218 s. (Yayınlanmamış).
- Şengör, A. M. C., Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey. A plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Şengün, M., Akçören. F., Keskin, H., Akat. U., Altun. İ. E., Deveciler, E., Sevin, M., 1988, Daday-Kastamonu-İnebolu yöresinin jeolojisi, *MTA derleme rapor*, no. 8994 Ankara (yayınlanmamış)
- Şengün, M., Keskin, H., Akçaören, F., Altun, İ., Sevin, M., Akat, U., Armağan, F., Acar, Ş., 1990, Kastamonu Yöresinin Jeolojisi ve Paleotetisin Evrimine İlişkin Sınırlamalar, *TJK Bült.*, 33, 1-16.
- Tajudin, S. A. A., Azmi, M. A. M., Nabila, A. T. A., 2016, Stabilization/solidification remediation method for contaminated soil: A review. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, 136, 012043. doi:10.1088/1757-899X/136/1/012043
- T.C. Abana Belediyesi, 2024 Abana İlçesinin Ekonomik Gelir Kaynakları.
- T.C. Abana Kaymakamlığı, 2024, Abana ilçesi Ulaşım Koşulları.
- T.C. Bozkurt Kaymakamlığı, 2024 Bozkurt İlçesinin Ekonomik Gelir Kaynakları.
- T.C. Bozkurt Kaymakamlığı, 2024, Bozkurt ilçesinin Coğrafi Özellikleri ve Ezine-İlişi Çayları Hakkında Bilgiler.

- T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kastamonu İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2024, Abana İlçesinin Coğrafi Özellikleri.
- Thompson, K. M., Burmaster, D. E., Crouch, E. A., 1992, Monte Carlo techniques for quantitative uncertainty analysis in public health risk assessments, *Risk Analysis*, 12, 53-63.
- Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C., Jeffrey, D. W., 1980, Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index, *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 33, 566-575.
- Turgut, Ö. K., 2017, Çangaldağ Kompleksi Ve İlişkili Tektonik Birliklerin Petrolojisi, Jeokronolojisi Ve Tektonik Evrimi, Kastamonu, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilimdalı, 350 s.
- Turekian, K. K., Wedepohl, K. H., 1961, Distribution of the Elements in Some Major Units of the Earth's Crust, *Geological Society of America Bulletin*, 72, 175-192.
- Türkmenler, H., 2022, Adıyaman İli Topraklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(18), 562-570. <https://doi.org/10.54365/adyumbd.1135617>
- Tüysüz, O., 1990, Tectonic evolution of a part of the Tethyside orogenic collage: The Kargı Massif, northern Turkey, *Tectonics*, 9, 141-160.
- Uğuz, M. F., M. Sevin, M. Duru, 2002, Sinop sheet in the Geological map series of Turkey, scale 1: 500 000, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*, Ankara.
- Uğuz, M. F., Sevin, M. 2007, 1: 100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Kastamonu E 32 paftası, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*, Ankara.
- Uğuz, M. F., 2022, Gümüşhane-Bayburt yöresi (KD Türkiye) stratigrafisi, yeni bulgular, *MTA Yerbilimleri Ve Madencilik Dergisi*, 1(1), 1-26.
- Umair Hassan, M., Aamer, M., Umer Chattha, M., Tang, H., Shahzad, B., Barbanti, L., Nawaz, M., Rasheed, A., Afzal, A., Liu, Y., Huang, G., 2020, The Critical Role of Zinc in Plants Facing the Drought Stress, *Agriculture*.
- URL-1 Meteoblue Simüle edilmiş geçmiş iklim ve hava durumu verileri Abana https://www.meteoblue.com/tr/hava/historyclimate/climatemodelled/abana_t%c3%bcrkiye-cumhuriyeti_752926
- URL-2 Meteoblue Simüle edilmiş geçmiş iklim ve hava durumu verileri Bozkurt https://www.meteoblue.com/tr/hava/historyclimate/climatemodelled/bozkurt_t%c3%bcrkiye-cumhuriyeti_750392
- USEPA, Office of Water Regulations and Standards, 1989, Assessing human health risks from chemically contaminated fish and shellfish: A guidance manual, U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC, United States.

- USEPA, United States Environmental Protection Agency, 1991, Human Health Evaluation Manual, Supplemental Guidance, Standard Default Exposure Factors. OSWER Dir. 9285, p. 6e03.
- USEPA, 2002, United States Environmental Protection Agency. 2002, Supplemental guidance for developing soil screening levels for superfund sites, OSWER 9355. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- USEPA, 2011a, USEPA regional screening level (RSL) summary table: November 2011.
- USEPA, 2012, Report Drinking Water Standards and Health Advisories. Washington DC.
- Ustaömer, T., Robertson, A. H. F., 1993, Late Palaeozoic-Early Mesozoic Marginal Basins Along the Active Southern Continental Margin of Eurasia: Evidence from the Central Pontides (Turkey) and Adjacent Regions, *Geological Journal*, 28, 219-238.
- Ustaömer, T., Robertson, A. H. F., 1994, Late Palaeozoic Marginal Basin and Subduction-Acretion: Evidence from the Palaeotethyan Küre Complex, Central Pontides, northern Turkey, *J Geol. Soc.*, 151, 291-306.
- Ustaömer, T., Robertson, A. H. F., 1997, Tectonic-sedimentary evolution of the North-Tethyan margin in the Central Pontides of northern Turkey, in *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region*, vol. 68, edited by A. G. Robinson, pp. 255–290, *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, Tulsa, Oklahoma.
- Ustaömer, T., Robertson, A. H. F., 1999, Geochemical Evidence used to Test Alternative Plate Tectonic Models for Pre-Upper Jurassic (Paleotethyan) Units in the Central Pontides, N. Turkey, *Geological Journal*, 34, 25-53.
- Vural, A., Çiçek, B., 2020, Cevherleşme sahasında gelişmiş topraklardaki ağır metal kirliliği, *Düzce Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 8(2), 1533-1547. <https://doi.org/10.29130/dubited.643775>
- Wang, S., Cai L. M., Wen, H. H., Luo, J., Wang, Q. S., Liu, X., 2019, Spatial distribution and source apportionment of heavy metals in soil from a typical county-level city of Guangdong Province, China, *Sci Total Environ.*, 655:92–101
- Wang, S., Ji, Y., Zhao, J., Lin, Y., Lin, Z., 2020, Source apportionment and toxicity assessment of PM_{2.5}-bound PAHs in a typical iron-steel industry city in northeast China by PMF-ILCR, *The Science of the total environment*, 713, 136428.
- Wang, Y., Xu, W., Li, J., Song, Y., Hua, M., Li, W., Wen, Y., Li, T., He, X., 2020, Assessing the fractionation and bioavailability of heavy metals in soil–rice system and the associated health risk, *Environmental Geochemistry and Health*, 44, 301 - 318.

- Wang, L., Li, H., Zhang, W., Qi, J., Tian, H., Huang, K., Chen, D., Guo, J., 2021, Regional Pollution Characteristics of Heavy Metals in PM_{2.5}, *Research of Environmental Sciences*, 34, 849–862.
- Wang, C., Zhang, Q., Kang, S., Li, M., Zhang, M., Xu, W., Xiang, P., Ma, L.Q., 2022, Heavy metal(loid)s in agricultural soil from main grain production regions of China: Bioaccessibility and health risks to humans, *The Science of the total environment*, 159819.
- Wang, Z., Luo, P., Zha, X., Xu, C., Kang, S., Zhou, M., Nover, D., Wang, Y., 2022, Overview assessment of risk evaluation and treatment technologies for heavy metal pollution of water and soil, *J. Clean. Prod.*, 379, 134043 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134043>.
- Wang, J., Hou, Q., Yang, Z., Yu, T., Wen, R., 2023, Anthropogenic increase of heavy metals in soil from a heavily contaminated area of China, *Environmental Pollutants and Bioavailability*, 35. 2023, Vol. 35, No. 1, 2238895 <https://doi.org/10.1080/26395940.2023.2238895>
- Wang, Y., Cheng, H., 2023, Soil heavy metal(loid) pollution and health risk assessment of farmlands developed on two different terrains on the Tibetan Plateau, China, *Chemosphere*, 139148.
- Wilson, J. T., 1963, Continental Drift, in: Continents Adrift and Continents Aground with introductions by J.T. Wilson, *Scientific American Spec. Publication*, W.H. Freeman and Comp., San Francisco.
- Wu, W., Wu, P., Yang, F., Sun, D., Zhang, D., Zhou, Y., 2018, Assessment of heavy metal pollution and human health risks in urban soils around an electronics manufacturing facility, *The Science of the total environment*, 630, 53-61.
- Wu, G., Wang, L., Yang, R., Hou, W., Zhang, S., Guo, X., Zhao, W., 2022, Pollution characteristics and risk assessment of heavy metals in the soil of a construction waste landfill site, *Ecol. Inf.*, 70, 101700.
- Xiao, J., Chen, W., Wang, L., Zhang, X., Wen, Y., Bostick, B.C., Wen, Y., He, X., Zhang, L., Zhuo, X., Huang, K., Wang, N., Ji, J., Liu, Y., 2022, New strategy for exploring the accumulation of heavy metals in soils derived from different parent materials in the karst region of southwestern China, *Geoderma*, 417, 115806.
- Yan, K., Wang, H., Lan, Z., Zhou, J., Fu, H., Wu, L., Xu, J., 2022, Heavy metal pollution in the soil of contaminated sites in China: research status and pollution assessment over the past two decades, *J. Clean. Prod.*, 373, 133780.
- Yang, S., Zhao, J., Chang, S., Collins, C., Xu, J., Liu, X., 2019, Status assessment and probabilistic health risk modeling of metals accumulation in agriculture soils across China: a synthesis, *Environ. Int.*, 128, 165–174. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.04.044>.

- Yang, S., Qu, Y., Ma, J., Liu, L., Wu, H., Liu, Q., Gong, Y., Chen, Y., Wu, Y., 2020, Comparison of the concentrations, sources, and distributions of heavy metal(loid)s in agricultural soils of two provinces in the Yangtze River Delta, China, *Environ. Pollut.*, 264, 114688.
- Yılmaz, O., 1979, Daday-Devrekani Masifi Kuzeydoğu Kesimi Metamorfitleri. Doç. Tezi, Hacettepe Univ., 243 s, (yayınlanmamış), Ankara.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., 1984, Kastamonu-Boyabat-Vezirköprü-Tosya Arasındaki Bölgenin Jeolojisi: *MTA Rap. No: 7838* (yayınlanmamış), Ankara.
- Yılmaz, O., Boztuğ, D., 1986, Kastamonu granitoid belt of northern Turkey: First arc plutonism product related to the subduction of the paleo-Tethys, *Geology*, 14, 179-183.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yigitbas, E., Can Genç, S., Sengör, A. M. C., 1997, Geology and tectonic evolution of the Pontides. In: Robinson, A.G. (Ed.), Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region, *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 68, 255-290.
- Zeng, J., Han, G., Zhang, S., Liang, B., Qu, R., Liu, M., Liu, J., 2022, Potentially toxic elements in cascade dams-influenced river originated from Tibetan plateau, *Environ. Res.*, 208, 112716.
- Zhang, J., Liu, C.L., 2002, Riverine composition and estuarine geochemistry of particulate metals in China-weathering features, anthropogenic impact and chemical fluxes, *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 54, 1051-1070.
- Zhang, C., Fay, D., McGrath, D., Grennan, E., Carton, O.T., 2008, Statistical analyses of geochemical variables in soils of Ireland, *Geoderma*, 146, 378–390. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2008.06.013>.
- Zhang, Q., Li H., Deng Y., Huang Y., Zhang B., Xu Y., 2022, Distribution of heavy metal elements in soils in the southeastern suburbs of Beijing and their enrichment characteristics in topsoil, *Geophysical and Geochemical Prospecting*, 46(2), 490 - 501. doi.org/10.11720/wtyht.2022.1417
- Zhao, F., Ma, Y., Zhu, Y., Tang, Z., McGrath, S.P., 2015, Soil contamination in China: current status and mitigation strategies, *Environ. Sci. Technol.*, 49, 750–759.
- Zhao, G., Lu, Q., Ye, S., Yuan, H., Ding, X., Wang, J., 2016, Assessment of heavy metal contamination in surface sediments of the West Guangdong coastal region, *China. Mar. Pollut. Bull.*, 108, 268–274.
- Zhao, K., Zhang, L., Dong, J., Wu, J., Ye, Z., Zhao, W., Fu, W., 2020, Risk assessment, spatial patterns and source apportionment of soil heavy metals in a typical Chinese hickory plantation region of southeastern China, *Geoderma*, 360, 114011.

- Zhou, X., Xia, B., 2010. Defining and modeling the soil geochemical background of heavy metals from the Hengshi River watershed (southern China): integrating EDA, stochastic simulation and magnetic parameters, *J. Hazard Mater.*, 180, 542–551. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.04.068>.
- Zhou, H., Yue, X., Chen, Y., & Liu, Y., 2023, Source-specific probabilistic contamination risk and health risk assessment of soil heavy metals in a typical ancient mining area, *The Science of the total environment*, 906, 167772.
- Zorer, H., Tonbul, S., 2019, Başkale Havzası’nda Havza Gelişiminin Jeomorfometrik Analizlerle İncelenmesi, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 29(2), 19-38.

