

**BATMAN İLİ ŞEHİR MERKEZİNİN
TOPRAK JEOKİMYASI**

**Nurcan GÜMÜŞ KIRAL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**



T.C.
BATMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BATMAN İLİ ŞEHİR MERKEZİNİN
TOPRAK JEOKİMYASI

Nurcan GÜMÜŞ KIRAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Ağustos-2019
BATMAN
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Nurcan GÜMÜŞ KIRAL tarafından hazırlanan "BATMAN İLİ ŞEHİR MERKEZİNİN TOPRAK JEOKİMYASI" adlı tez çalışması 23/08./2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Dr. Öğretim Üyesi Turgay BEYAZ

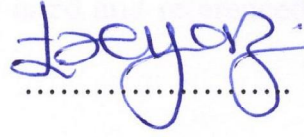
Danışman

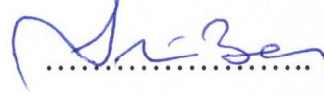
Dr. Öğretim Üyesi H. Alim BARAN

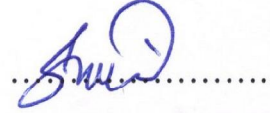
Üye

Dr. Öğretim Üyesi Salih DİNÇ

İmza


.....


.....


.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.


Prof. Dr. Şahnaz TIGREK
FBE Müdürü

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.

İmza

Nurcan GÜMÜŞ KIRAL

.../09/2019

ÖZET**YÜKSEK LİSANS TEZİ****BATMAN İLİ ŞEHİR MERKEZİNİN TOPRAK JEOKİMYASI****Nurcan GÜMÜŞ KIRAL****Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı****Danışman: Dr. Öğretim Üyesi H. Alim BARAN****2019,48 Sayfa****Jüri****Danışman: Dr. Öğretim Üyesi H. Alim BARAN
Dr. Öğretim Üyesi Turgay BEYAZ
Dr. Öğretim Üyesi Salih DİNÇ**

Batman ili şehir merkezinde çakıltası, kumtaşı, silttaşı araldanmasından oluşan Üst Miyosen-Alt Pliyosen Şelmo Formasyonu gözlenmektedir. Mücavir alan içerisinde temsil yeteneğine sahip olarak alınan toprak ve dere sedimanı örneklerinin jeolojik özellikleri belirlenerek, örneklerin bünyelerindeki ağır metal kirliliği araştırılmış ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda Batman İli Şehir Merkezi'ne ait element dağılımı belirlenerek kirlilik değerleri hesaplanmıştır. Kirlilik değerlendirilmesi kapsamında jeobirikim indeksi (Igeo), zenginleşme faktörü (EF) ve kirlilik indeksi (PI) hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda coğrafi bilgi sistemleri programları yardımıyla element dağılım ve kirlilik parametrelerine ait haritalar oluşturulmuştur.

Jeobirikim indeksi sonuçlarına göre örnekler; kirlenmiş-orta derecede kirliden aşırı-çok aşırı kirliden değişen kirlenme değerleri sunmaktadır. As, Sb ve Mo elementleri için aşırı-çok aşırı kirliden düzeyinde kirlilik değerleri belirlenmiştir. Zenginleşme faktörü açısından örnekler az zenginleşme'den çok aşırı zenginleşme'ye değişen değerler sunmaktadır. Örneklerin bir kısmının As ve Sb elementleri açısından çok aşırı zenginleşmeye sahip oldukları tespit edilmiştir. Kirlilik indeksi sonuçlarına göre örneklerin düşük'ten çok yüksek'e değişen bir yelpaze sunduğu gözlenmiştir. Yine özellikle As, Mo ve Sb elementlerinin çok yüksek kirlilik indeksi değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir.

Kirlilik hesaplamada kullanılan Jeobirikim indeksi, zenginleşme faktörü ve kirlilik indeksi değerlerine göre Batman ili şehir merkezine ait toprak örneklerinde farklı derecelerde kirlenmenin gözlendiği, özellikle As, Sb ve Mo elementlerinin her parametre için en yüksek derecede kirlilik değerleri sunduğu tespit edilmiştir. Bir elementin kirlilik değerlerinin yüksek olması her zaman sağlık açısından tehlike arz ettiği anlamına gelmemektedir. Bu yüzden inceleme alanına ait değerlerin Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve WHO gibi standartlar ile karşılaştırılması sonucunda sadece As elementinin sağlık açısından izin verilen sınır değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Batman, CBS, iz element, kirlilik haritası, toprak kirliliği.

ABSTRACT**MS THESIS****SOIL GECEMISTRY OF BATMAN CITY CENTER****Nurcan GÜMÜŞ KIRAL****THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
BATMAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN GEOLOGICAL ENGINEERING****Advisor: Asst. Prof. Dr. H. Alim BARAN****2019, 48 Pages****Jury****Advisor Asst. Prof. Dr. H. Alim BARAN****Asst. Prof. Dr. Turgay BEYAZ****Asst. Prof. Dr. Salih DİNÇ**

Upper Miocene-Lower Pliocene aged Selmo Formation consists of conglomerate, sandstone and siltstone layers in Batman city center. Geological properties of soil and alluvium sediments are obtained on specimens collected from adjacent area. The heavy metal pollution levels of the samples are investigated and pollution distributions of the Batman city center specified.

Geo-accumulation index (I_{geo}), enrichment factor (EF) and pollution index (PI) calculations are performed within the scope of pollution assessment. Pollution and element distribution maps are created on geographical information system softwares.

Geo-accumulation index results show contamination values ranging from contaminated-moderately contaminated to extremely-very extremely contaminated. As, Sb and Mo contents of the samples present extreme to very extreme levels of contamination. Samples show enrichment factor ranges between slight to extreme. Some of the samples have very extreme enrichment in terms of As and Sb elements. The samples offer pollution index values ranges between low to very high. Similarly, As, Mo and Sb elements have very high pollution index values.

Geo-accumulation index, enrichment factor and pollution index values used for pollution calculations, and it is found that different degrees of pollution were observed (especially high values in As, Sb, Mo) in soil samples belonging to city center of Batman. High pollution value for an element does not always mean it can cause health hazard. Comparisons of the values of the study area values with the standards such as Soil Pollution Control Regulation and WHO, it is determined that only the element Arsenic is above the health permissible exposure limit.

Key Words: Batman, GIS, pollution map, soil pollution, trace element.

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Batman İli mücavir alanı içerisinde yer alan toprak örneklerinin jeokimyasının belirlenmesini amaçlamıştır ve Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde, Yüksek Lisans öğrenimi kapsamında hazırlanmıştır.

Çalışmanın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen ve çalışmanın tamamlanmasında büyük pay sahibi olan hocam Dr. Öğretim Üyesi Hacı Alim BARAN'a teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile alakalı çalışmalarda katkılarını esirgemeyen abilerim Veysi GÜMÜŞ ve Süleyman GÜMÜŞ'e teşekkür ederim.

Nurcan GÜMÜŞ KIRAL
BATMAN-2019

İÇİNDEKİLER_Toc19922937

TEZ BİLDİRİMİ.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL TABLOSU.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç ve Kapsam	1
1.2. Materyal ve Metod	3
1.3. Önceki Çalışmalar	3
2. BÖLGESEL JEOLJİ	5
2.1. Midyat Grubu (Tm, Eosen-Oligosen)	6
2.2. Silvan Grubu(Ts, Alt Miyosen)	6
2.3. Şelmo Formasyonu (Tş, Üst Miyosen).....	7
2.4. İnceleme Alanının Jeolojisi	9
3. TOPRAK JEOKİMYASI	10
3.1. Toprak Kirliliği	11
3.2. Toprak kirliliğine neden olan faktörler	13
4. İNCELEME ALANIN JEOKİMYASI.....	14
4.1. Anaoksid ve İz Element Jeokimyası	16
4.2. Toprakların Element İçerikleri.....	22
4.3. Kirlilik Hesaplamaları	25
4.4. Jeobirikim İndeksi (Igeo).....	25
4.5. Zenginleşme Faktörü (EF).....	29
4.6. Kirlilik indeksi (PI)	34
4.7. Sonuçların Sağlık Açısından Değerlendirilmesi.....	39
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	45
KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ.....	49

ŞEKİL TABLOSU

Şekil 1.1	İnceleme alanına ait yer bulduru haritası.....	2
Şekil 2.1	Batman ve Bölgesinin Jeoloji Haritası	8
Şekil 2.2	Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesit	9
Şekil 3.1	Toprak horizonları.....	10
Şekil 4.1	Örnek alım haritası	14
Şekil 4.2	İnceleme alanından alınan örneklerin derlendiği bazı lokasyonlar (a : 4nolu toprak örneği, b : 6nolu toprak örneği, c : 9nolu toprak örneği, d : 10nolu toprak örneği, e : 2nolu dere sedimanı örneği, f : 3nolu dere sedimanı örneği)	16
Şekil 4.3	İnceleme alanından alınan örneklere ait Harker Diyagramları ($\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2\text{-MgO}$, $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}$, $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$).....	17
Şekil 4.4	İnceleme alanından alınan örneklere ait Harker diyagramları ($\text{SiO}_2\text{-CaO}$, $\text{K}_2\text{O-CaO}$, CaO-MgO).....	18
Şekil 4.5	İnceleme alanına ait örneklerin iz element korelasyonları	19
Şekil 4.6	İnceleme alanına ait örneklerin iz element korelasyonları	20
Şekil 4.7	İnceleme alanına ait örneklerin iz element korelasyonları	21
Şekil 4.8	İnceleme alanına ait örneklerdeki elementlerin dağılımını gösteren kutu diyagramı	24
Şekil 4.9	İnceleme alanına ait örneklerin jeobirikim indeksi değerleri	26
Şekil 4.10	Zn, Ni, Cu ve Pb elementleri için hesaplanan Jeobirikim indeksi değerlerinin inceleme alanındaki dağılımları.....	27
Şekil 4.11	As, Mo ve Sb elementleri için hesaplanan Jeobirikim indeksi değerlerinin inceleme alanındaki dağılımları	28
Şekil 4.12	İnceleme alanındaki örneklerden seçilen elementler için hesaplanan jeobirikim indeksi (Igeo) dağılımını gösteren kutu diyagramı	29
Şekil 4.13	İnceleme alanına ait örneklerin zenginleşme faktörü değerleri	31
Şekil 4.14	Pb, Sn, Cu ve Ni elementleri için hesaplanan zenginleşme faktörü değerlerinin inceleme alanındaki dağılımları	32
Şekil 4.15	As, Mo ve Sb elementleri için hesaplanan zenginleşme faktörü değerlerinin inceleme alanındaki dağılımları	33
Şekil 4.16	İnceleme alanındaki örneklerden seçilen elementler için hesaplanan zenginleşme faktörü (EF) dağılımını gösteren kutu diyagramı	34
Şekil 4.17	İnceleme alanına ait örneklerin kirlilik indeksi değerleri	35
Şekil 4.18	Co, Zn ve Ni elementleri için hesaplanan kirlilik indeksi değerlerinin inceleme alanındaki dağılımları	36
Şekil 4.19	Sn, Pb ve Cu elementleri için hesaplanan kirlilik indeksi değerlerinin inceleme alanındaki dağılımları	37
Şekil 4.20	As, Mo ve Sb elementleri için hesaplanan kirlilik indeksi değerlerinin inceleme alanındaki dağılımları	38
Şekil 4.21	İnceleme alanındaki örneklerden seçilen elementler için hesaplanan kirlilik indeksi (PI) dağılımını gösteren kutu diyagramı.....	39
Şekil 4.22	İnceleme alanına ait örneklerin Cu içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi.....	40
Şekil 4.23	İnceleme alanına ait örneklerin Zn içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi.....	41
Şekil 4.24	İnceleme alanına ait örneklerin Pb içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi.....	41
Şekil 4.25	İnceleme alanına ait örneklerin Sb içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi.....	42

Şekil 4.26 İnceleme alanına ait örneklerin Mo içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi.....	42
Şekil 4.27 İnceleme alanına ait örneklerin Co içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi.....	43
Şekil 4.28 İnceleme alanına ait örneklerin Ni içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi.....	43
Şekil 4.29 İnceleme alanına ait örneklerin Cr içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi.....	44
Şekil 4.30 İnceleme alanına ait örneklerin As içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi.....	44



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 Toprak kirliliğine neden olan bazı ağır metallerin etkileri ve kirliliği oluşturan kaynaklar (Önal, 2002).....	12
Çizelge 3.2 Toprak Kirlilik Parametreleri Sınır Değerleri (Anonim, 2005)	12
Çizelge 4.1 Numune Koordinat Tablosu (Coğrafik Koordinat sistemi WGS84 Datum)15	
Çizelge 4.2 İnceleme alanına ait örneklerin tanımlayıcı istatistik sonuçları	23
Çizelge 4.3 İnceleme alanına ait örneklerin tanımlayıcı istatistik sonuçları (devam)	24



SİMGELER VE KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
Cf	: Kirlilik Faktörü
EF	: Zenginleşme Faktörü
GPS	: Küresel Yer Belirleme Sistemi
ICP-MS	: Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi
Igeo	: Jeobirikim İndeksi
PI	: Kirlilik İndeksi
XRF	: X-Işını Flüoresans



1. GİRİŞ

Günümüzde dünya nüfusunun artışı ile birlikte sanayileşme ve yapılaşmanın artmasına bağlı olarak hızla artan kirlilik canlı hayatının dengelerini bozmakta ve ciddi tehlikelere neden olmaktadır.

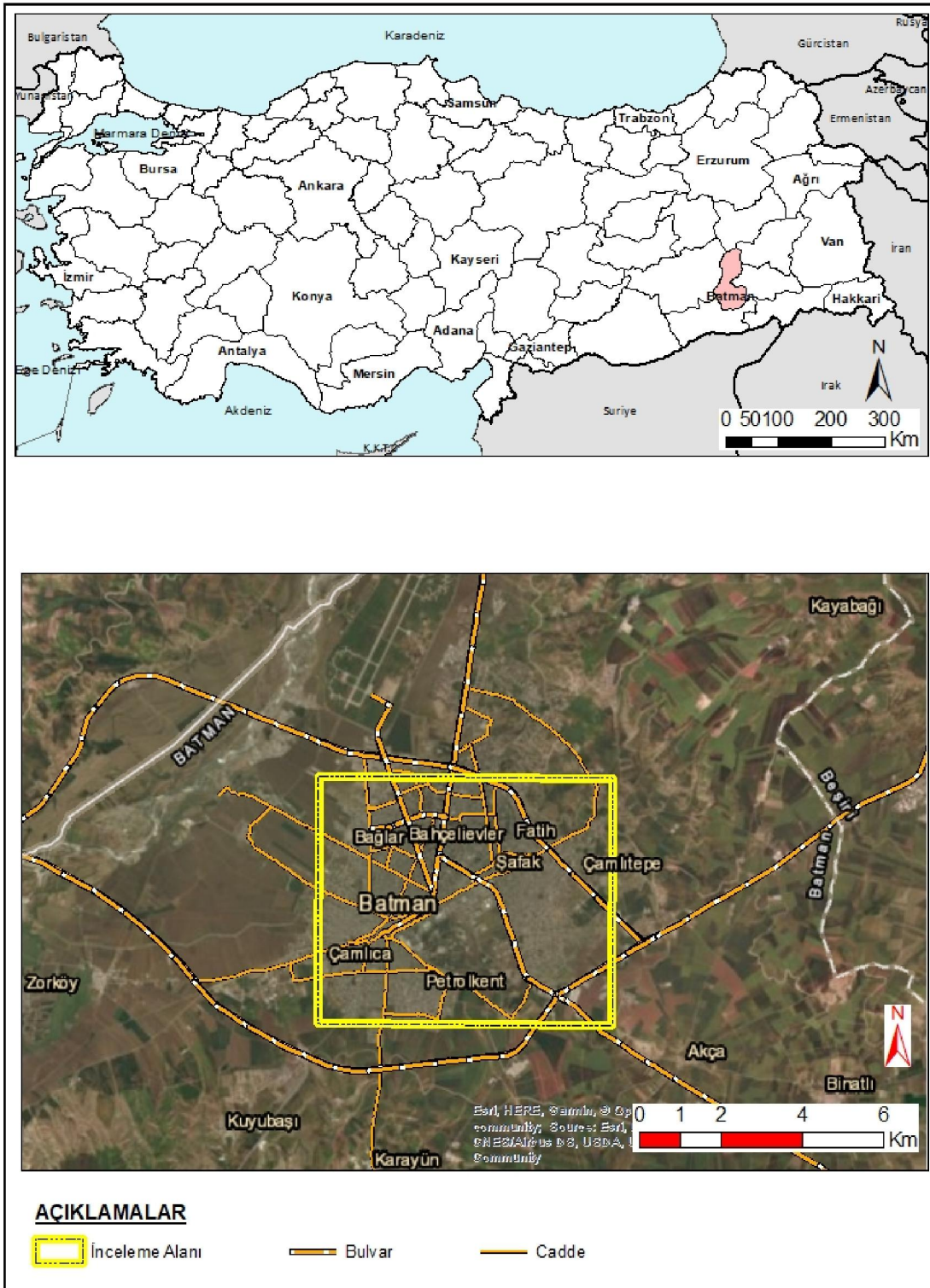
Canlı hayatını tehdit eden kirliliklerden biri olan toprak kirliliği, toprakların kendilerine özgü bileşimlerinin, endüstrileşme, yapılaşma vb. insan aktiviteleri ile bozularak içeriklerine ağır metallerin dahil olması sonucu oluşur.

Toprak kirliliğine sebep olan ağır metaller ilk etapta sadece toprağın bileşimini etkileyen bir faktör gibi görünse de kirliliğin durumuna göre, zamanla kirlenme arttıkça toprağın altında varsa yeraltı suyunu, toprak üzerinde yetişen bitkileri dolayısıyla besin zincirini etkileyebilmektedir.

1.1. Amaç ve Kapsam

Bu çalışmanın amacı; Batman İli Şehir Merkezinde toprak kirliliğinin var olup olmadığının araştırılması kapsamında Batman İli Merkez mahallelerinin belirlenen noktalarından alınan toplam 17 adet numune üzerinde çeşitli Jeokimyasal analizler yapılarak sonuçların yorumlanması nihayetinde kirliliğin saptanması halinde söz konusu kirliliğe sebep olabilecek faktörlerin değerlendirilerek, kirlilik haritalarının oluşturulmasıdır.

Batman büyüyen, nüfusu artan, sanayileşmesi ve üretimi her geçen gün artan ve bununla doğru orantılı olarak bir takım kirlenme potansiyeli bulunan bir ildir. Bu kapsamda çalışma alanı olarak Batman ili mücavir alanı belirlenmiş (Şekil 1.1), mücavir alanı temsil edebilecek noktalardan alınan toprak ve sediman örnekleri bünyesindeki ağır metal kirliliği (As, Sb, Mo, Pb, Zn, Cu, Co, Ni vb.) araştırılmış ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda Batman İli Şehir Merkezi'ne ait element dağılımı belirlenmiştir.



Şekil 1.1 İnceleme alanına ait yer bulduru haritası

1.2. Materyal ve Metod

Batman İli şehir merkezine ait toprak örneklerinin jeokimyasal özelliklerinin belirlenerek olası bir kirliliğinin araştırılması amacıyla Batman İli Merkez mahallelerinin belirlenen noktalarından alınan 15 toprak ve 2 adet dere sedimanı olmak üzere toplam 17 adet numune alımı gerçekleştirilmiştir.

Örnek alım işlemi sırasında her bir lokasyonun GPS yardımı ile Coğrafik Koordinat sistemi WGS84 Datum kullanılarak koordinat değerleri ölçülmüştür, Toprak örnekleri alınırken zirai faaliyetlerin olmadığı, çevre düzenlemesi yapılmamış, hatalı sonuçlara sebebiyet verebilecek geçici kirlenmeden etkilenmeyecek lokasyonlar tespit edilmiştir. Ayrıca bu lokasyonların mücavir alana dağılımı ve temsil kabiliyetleri de göz önünde bulundurulmuştur. Örnekleme yapılırken organik maddelerden etkilenmemek, yersel yüzeysel kirlenme etkilerini elemine etmek ve olası asıl birikimin tespiti amacı ile lokasyondaki toprak profiline bağlı olarak 4 ila 20 cm arası değişen derinliklerden, 900 ile 1500 gram arası değişen örnekler alınmıştır. Dere sedimanı örnekleme ise mücavir alan içerisinde bulunan derelerin bir kısmı ıslah edildiğinden dere sedimanı örnekleme sadece 2 lokasyonda gerçekleştirilebilmiştir. Alınan numuneler anaoksite ve iz element analizlerinin yapılması amacıyla İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Araştırma Laboratuvarına gönderilmiştir. Örneklerin anaoksite içerikleri XRF spektrometresi, iz element içerikleri ise ICP-MS cihazı ile belirlenmiştir.

Toprak ve dere sedimanlarındaki olası kirliliği belirlemek amacıyla jeobirikim indeksi (Igeo, Müller, 1969), zenginleşme faktörü (EF), kirlilik faktörü (Cf) ve birleşik kirlilik indeksi (IPI) hesaplanmış ve bu sonuçlar Netcad ve Mapinfo gibi coğrafi bilgi sistemi programları yardımı ile kirlilik haritaları oluşturulmuştur.

1.3. Önceki Çalışmalar

Bölgede daha önce yapılmış; jeolojik birimlerin belirlenerek ayırtlanması ve bölgede bulunan petrol rezervinin değerlendirilmesine dair jeolojik çalışmalar ağırlıklı olup bunun yanı sıra farklı jeolojik çalışmalar mevcuttur.

Çalışma alanı ve çevresinde daha önce yapılmış çeşitli jeolojik çalışmalar bölgenin daha iyi anlaşılması açısından aşağıda sunulmuştur.

Bolgi (1961) tarafından, Batman ili Sason ilçesinin güneybatısından ki Şelmo köyü dolaylı Şelmo Formasyonu ismi, ilk kez Siirt ve Batman illeri dolayında kullanılmıştır. Birimin holostatipi olarak, Siirt ili Kurtalan ilçesi civarında, Zokayt köyü kuzeyi ile Reşan antiklinalı kuzeyinde, 1/25.000 ölçekli M47-a2 ve M47-b1 haritalarında, başlangıç; 6G (17.5-2.5) ve bitiş; 9B (35.5-2.8) koordinatları arasında Bolgi (1961) tarafından ölçülen Başur çayı vadisi Miyosen tip seksiyonu alınmıştır. Böylece Batman İli'nin çoğunluğunu oluşturan Jeolojik Birim belirlenmiştir.

Duran ve arkadaşları (1988 ve 1989) , Silvan grubunun Güneydoğu Anadolu'da mostra verdiği yerlerde bir aşınma ve çökelmezlik fazından sonra uyumsuz olarak Midyat grubu birimleri üzerine geldiğini belirtmişlerdir.

Bölgede petrol arama çalışmaları doğrultusunda çok sayıda sondaj kuyuları açılmış olup jeofizik çalışmalar yapılmıştır ve bu çalışmalar sonucunda MTA tarafından bölgenin 1/100.000 ölçekli jeolojik haritası yapılmış ve 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Diyarbakır Paftası Raporu'nda (MTA,1962) yayınlanmıştır.

Colorado Geophoto Services Inc. tarafından 1/100000 ölçekli ve ESSO Standart Inc. tarafından da bölgenin 1/50.000 ölçekli fotojeolojik haritaları yapılmıştır.

2. BÖLGESEL JEOLJİ

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yaşı Prekambriyen'den güncele kadar çeşitli sedimanter çökel grupları mevcut olup, formasyon ve üye olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.1, Şekil 2.2). Bu birimlerin Güneydoğu Anadolu Bölgesinin kuzey ve güney çizgisi boyunca stratigrafisi ve korelasyonları görülmektedir. Üst Kretase ve Miyosen dönemindeki etkin sıkışma tektonizmasından kaynaklı Allohton birimler yaygın olarak görülmektedir. Ayrıca, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ekonomik hidrokarbon sahipliği nedeniyle özellikle yerli ve yabancı petrol şirketlerinin yoğun jeolojik etütler yaptığı bir bölge olarak da önemlidir.

Güneydoğu Anadolu bölgesinde tipik mostralara var olması sebebiyle Amanoslar'da, Adıyaman Hendeği-Tut civarında, Karababa ve Korudağ'da, Hazro bölgesinde, Mardin-Derik civarında, Harbol-Hermis Basenlerinde ve Hakkari dolaylarında bir çok yer bilimci (petrol şirketleri jeologları ağırlıklı) tarafından çok sayıda jeolojik etüd gerçekleştirilmiştir. Perinçek ve diğ. (1991)'e göre Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Bozova, Hazro, Körkandil ve Mardin yükselimleri ile Üst Kretase ve Miyosen sürüklenme yapıları tektonik çatının en belirgin formları olarak dikkati çekerler. Bölgedeki sedimantasyonu genellikle üç tektonik vaka denetlemiştir.

Bunlar;

1. Kambriyen-Alt Kretase döneminde deniz yüzeyi değişimlerine neden olan epirojenik hareketler.
2. Üst Kretase sıkışma rejimi ve sürüklenme durumu
3. Miyosen sıkışma rejimi ve sürüklenme olayları olarak özetlenebilir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi yaygın olarak; Kambriyen, Apsiyen-Senomaniyen, Kampaniyen ve Orta Eosen dönemleri yaygın denizel transgreasyon süreçlerini gösteren deniz basmasının hakim olduğu dönemler olarak ilgi çeker. Bölgede, Prekambriyen-Güncel zaman periyodunda hem klastik, hem de karbonat sedimantasyonunun her türlü özelliklerini içeren çökelme vakalarının varlığı söz konusudur. Bölgede en yaşlı birimi oluşturan kireçtaşları inceleme alanının haricindeki yüksek tepelerde görülmektedir. İnceleme alanının yakın bölgesinde Tersiyer periyodunda güncele kadar aşağıdaki formasyonlar gözlenmektedir (Perinçek ve diğ. ,1991).

2.1. Midyat Grubu (Tm, Eosen-Oligosen)

Tip Lokalite: Mardin ili Midyat ilçesi dolayları

Hiyerarşi: Midyat Grubu: Gercüş, Kavalköy, Hoya, Havillati ve Germik formasyonları olmak üzere altı ayrı formasyondan oluşmaktadır. Grubun taban kısmını oluşturan Alt Eosen yaşlı klastik kayalar Gercüş Formasyonu; Alt Eosen yaşlı ince tabakalı kireçtaşları Kavalköy Formasyonu; Alt Eosen-Alt Oligosen yaşlı kireçtaşı ve dolomitlerden müteşekkil istif Hoya Formasyonu; Alt Eosen-Üst Oligosen yaşlı çörtlü marn ve killi kireçtaşlarından müteşekkil istif Gaziantep Formasyonu; Orta-Üst Eosen yaşlı ince tabakalı, killi, derin denizel kireçtaşları; Havillati Formasyonu; ve Orta Eosen-(?) Oligosen yaşlı dolomit ara katkılı evaporitlerle temsil edilen istif ise Germik Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Midyat Formasyonu Batman ili Gercüş, Hasankeyf, Sason ve Kozluk ilçeleri yakınlarında yaygın olarak görülmektedir. Batman ilinin batısındaki Raman dağında mostra vermektedir. Duran ve diğ. (1988-1989)'e göre formasyonun görünür çökelme ortamı: Akarsu-alüvyon yelpazesi-sınırlı/yarı sınırlı sığ epirik deniz-sığ, normal deniz-şelf kenarı/önü-yamaç/yamaç ötesi-derin denizdir (Duran ve diğ.,1988-1989).

2.2. Silvan Grubu(Ts, Alt Miyosen)

Tip Lokalite: Diyarbakır ili Silvan ilçesi kuzey ve kuzeydoğu kesimi

Hiyerarşi: Silvan grubu aşağıdan yukarıya doğru Kapıkaya, Fırat ve Lice Formasyonları olmak üzere üç birime ayrılmıştır. Kapıkaya Formasyonu konglomera, evaporit ara tabakalı şeyl, siltaşı ve kumtaşları; Fırat Formasyonu karbonat çakılı kireçtaşı ve resifal kireçtaşlarından ve Lice Formasyonu da filiş karakterli kumtaşı, marn, siltaşı, kireçtaşı araldanmasından meydana gelir.

Formasyonun dokunak ilişkileri Duran ve diğ. (1988-1989)'ne göre Güneydoğu Anadolu'da yüzeylediği yerlerde, bir aşınma ve çökelmezlik fazından sonra uyumsuz olarak Midyat grubu birimleri üzerine gelir. Yer aldığı tüm alanlarda, Şelmo Formasyonu tarafından da uyumsuz olarak örtülür. Batman-Siirt doğrultusunun kuzeyin de, şariyaj öneyinde öneyinde (tavan bloku tarafında) mostra vermektedir (Duran ve diğ.,1988-1989).

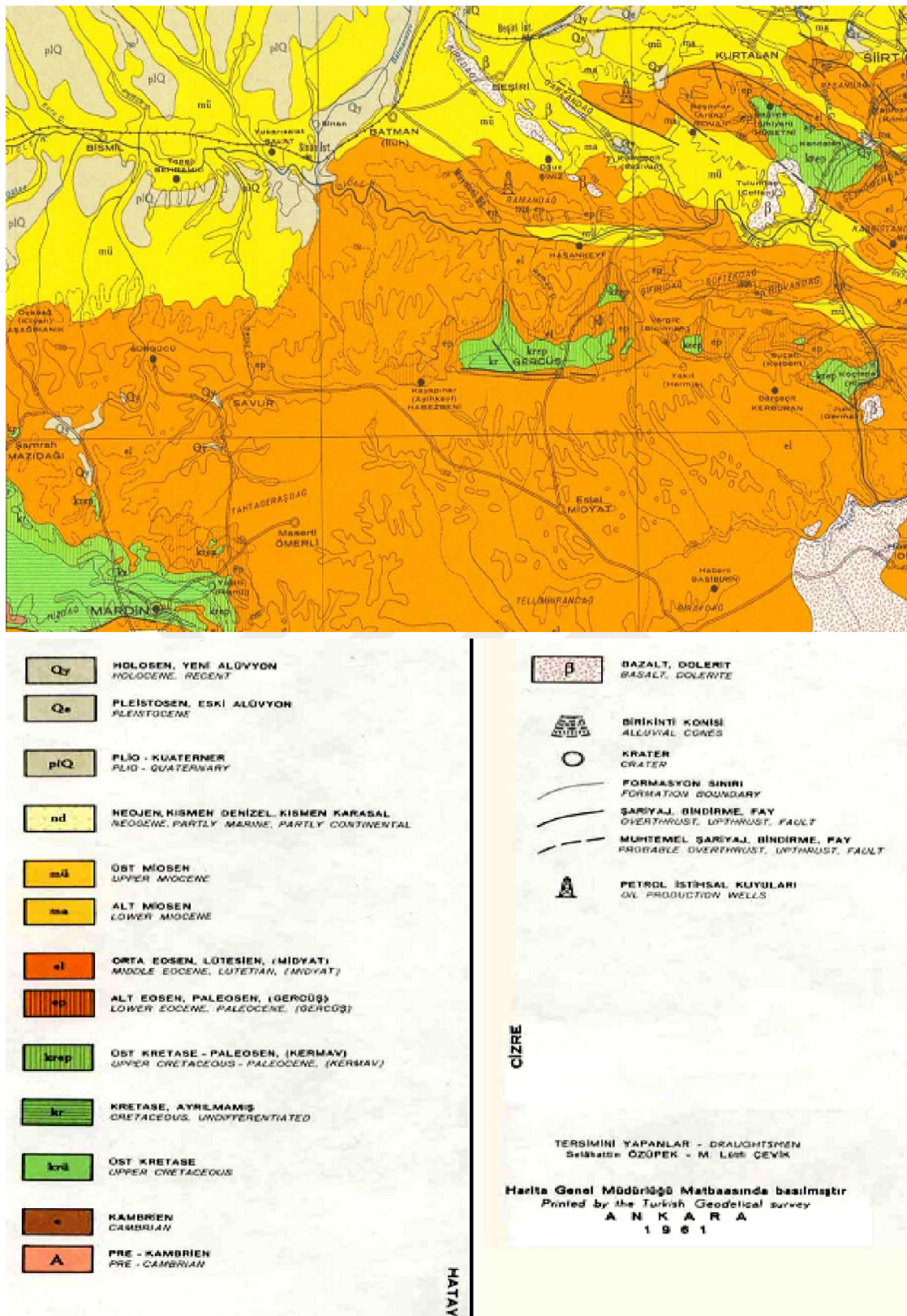
2.3. Şelmo Formasyonu (Tş, Üst Miyosen)

Tip Lokalite: Batman ili Sason ilçesinin güneybatısından bulunan Şelmo köyü dolayısıyla Şelmo Formasyonu ismi, ilk kez Bolgi (1961) tarafından Siirt ve Batman illeri dolayında kullanılmıştır. Birimin holostatipi olarak, Siirt ili Kurtalan ilçesi civarında, Zokayt köyü kuzey yönü ile Reşan antiklinalı kuzeyi yönünde, 1/25.000 ölçekli M47-a2 ve M47-b1 haritalarında, başlangıç; 6G (17.5-2.5) ve bitiş; 9B (35.5-2.8) Koordinatları arasında Bolgi (1961) tarafından ölçülen Başur çayı vadisi Miyosen tip seksiyonu alınmıştır.

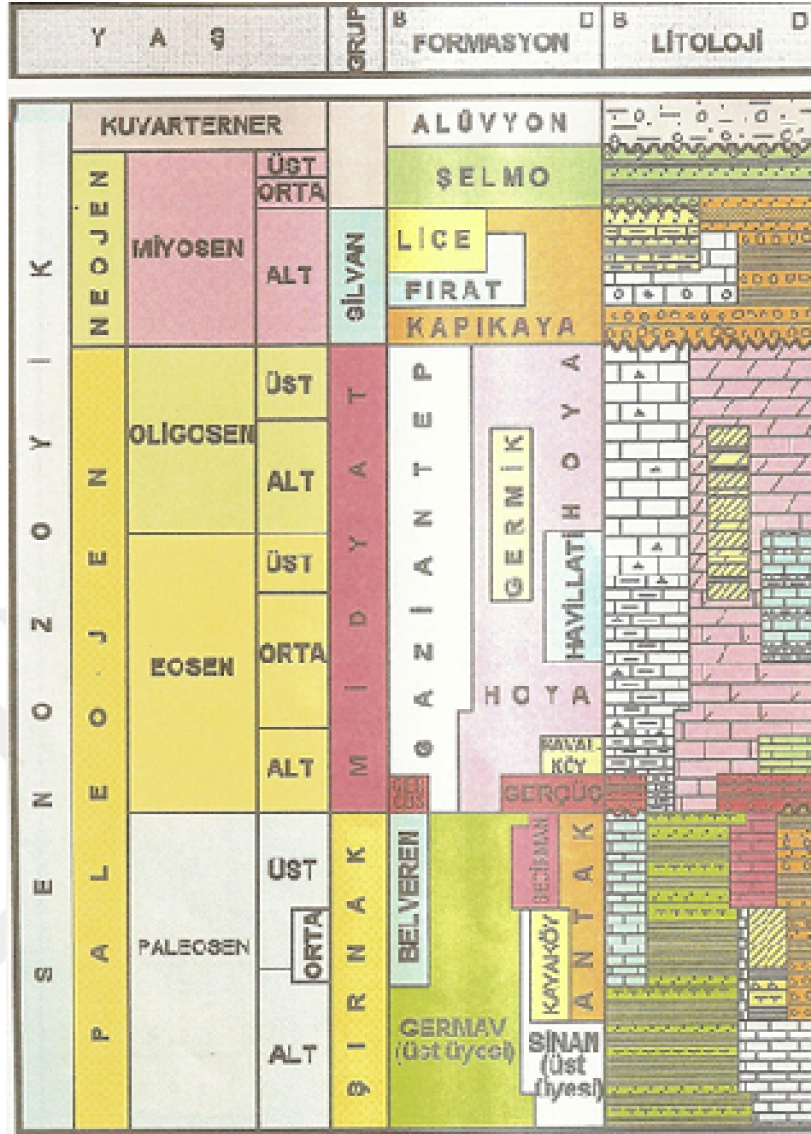
Holostatipin de (Başur çayı vadisi Miyosen tip seksiyonunda) toplam 455.53 m olarak ölçülen Şelmo Formasyonu, grimsi yeşil, pembe, yer yer kahvemsi mor renkli kumtaşı, şeyl, kumlu silttaşı, yer yer jips ara tabakalı, karbonat çimentolu, yumuşağımsı, kötü boylamalı, kaba dokulu, porozlu, altta ince tabakalı, dağınık kireçtaşı çakıllı, üste kalın ve çapraz tabakalanmalı, serte yakın kumtaşı olarak bulunur (Duran ve Yılmaz, 1997).

Şelmo Formasyonu: Tuna, (1973); Açıkbaş ve Baştuğ, (1975); Perinçek, (1979, 1989 ve 1990); Savcı ve Dülger, (1980); Biçer, (1981); Yılmaz, (1982); Günay, (1990)'e göre; Adıyaman ovasında, Palanlı, Artan, Halof köylerinin arasında ve güneyinde Midyat grubu; Diyarbakır ili Korudağ-Çermik-Çüngüş dolaylarında, Hazro antiklinalinin güney kanadında, Silvan, Gölap-Belaşa ve Sason-Kozluk-Baykan yörelerinde, Hakkâri ili dolaylarında Silvan grubunun Fırat Formasyonu üzerinde açılı diskordans yapmıştır. Üst dokunağı ise şaryajlı olup Miyosen sonu sürüklenim kütleleri Şelmo üzerine itilmiş haldedir. Dicle nehri-Batman-Siirt arasında Pliyo-kuvaterner yaşlı kaba çakıl taşları diskordan halde Şelmo Formasyonunun üzerine gelmektedir.

Savcı ve Dülger, (1980)'e göre Cacas-Sason-Kozluk çevresinde 400-800 m, Perinçek, (1980)'e göre Batman İli Softek antiklinali kuzeyi yönünde, Dicle nehri civarında 100-200 m, Bolgi, (1961)'e göre Raman-Garzan arasındaki sahada mostra veren kısım 290 m yeraltında, Eren ve Sarı, (1984)'e göre Bismil-Batman hattının hemen güneyinde Dicle vadisinden itibaren sıfır kalınlıkta başlayan Şelmo Formasyonu, kuzeye doğru kalınlaşmakta ve şaryaj altında gözlenebildiği kadarıyla 900 m'ye kadar ulaşmaktadır.



Şekil 2.1 Batman ve Bölgesinin Jeoloji Haritası



Şekil 2.2 Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesit

2.4. İnceleme Alanının Jeolojisi

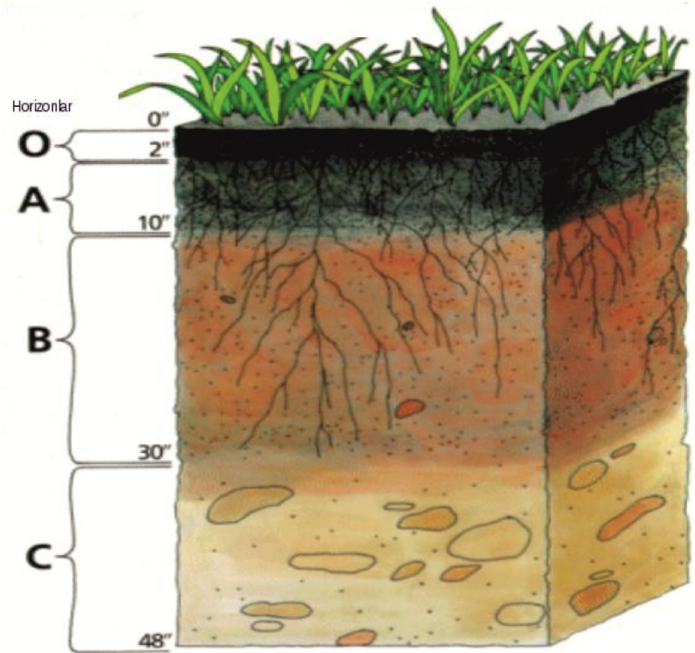
İnceleme alanı olarak seçilen Batman İli şehir merkezi, Üst Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonundan oluşmuştur. Daha önce yapılmış jeolojik haritalama ve sondaj çalışmalarında Şelmo Formasyonu'nun Batman ve çevresinde geniş bir alanda görüldüğü sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bu formasyonun kalınlığının, önceki çalışmalarda 300-800 m aralığında olduğu belirtilmiştir. Yanal ve düşey yönlerde büyük litolojik farklılıklar gösterir. Hakim litoloji ayrışmış kilaşı olup, bunun içerisinde, silttaşı, kumtaşı seviyeleri mercekler halinde yer alır. Literatüre göre yaşı Üst Miyosen olarak belirlenmiştir.

3. TOPRAK JEOKİMYASI

İyi bir toprak jeokimyası çalışması yapabilmek için, toprağın yapısını ve gelişimini çok iyi bilmek gerekir. Bu nedenle toprak jeokimyasının uygulama şekline geçmeden önce toprak oluşumunun bilinmesi gerekir (Akçay, 2002).

Toprak, morfolojik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri bakımından ilksel kaynağından (tabanındaki kayaçtan) ayrılan, değişik derinliklerde farklı seviyeler halinde bulunan mineral ve organik bileşenlerin oluşturduğu bir kütledir (Joffe, 1949). Ana kayadan bu farklılığın dışında, toprak zonu içinde de değişiklikler vardır. Renk, dokusal özellik, pH seviyesi, kimyasal bileşim bu farklılıklardan bazılarıdır. Özellikleri farklı olan her katman ayrı bir toprak zonu oluşturur. Bu zonların tümü ise toprak profili olarak adlandırılır. Birincil yüzeysel ayrışmanın ileri bir aşaması olan toprak profilinde farklı zonların olmasının nedeni, yüzey ve yeraltı suyu ile çözelti halinde taşınan iyonların tercihi olarak belirli ortamlarda yığılması, diğerlerinden ise çözeltiliye geçip ayrılmasıdır (yıkılmasıdır).

İyi gelişmiş bir toprak profilinde üç ana zon bulunur. Bunlar O, A, B ve C zonlarıdır (Akçay, 2002). Bunların hemen altında ise ana kaya bulunur (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Toprak horizonları

3.1. Toprak Kirliliği

Toprak kirliliği , toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısının doğal yolla ya da insan aktiviteleri sonucu bozulması olarak tanımlanmaktadır [Philips, D.H., Rainbow P.S., 1994. Biomonitoring of Trace Aquatic Contaminants, Elsevier Applied Science, London, 87 p.]. Toprak kirliliği bitki ve su kirliliğini dolaylı veya doğrudan etkileyerek canlı sağlığını tehdit eden ciddi tehlikelere yol açabilir. Araştırmalar, toprakların kendine özgü tabakalaşma ve element içeriğine sahip olduğunu göstermektedir (Kabata–Pendias ve Pendias, 1992). Doğal olarak var olan bu farklılıklara bir de insan etkisi ile dahil olan endüstri, araç emisyonları, kömür yakma atıkları ve diğer aktivitelerden kaynaklanan ağır metaller de dahil olunca durum kirlenme boyuna ulaşmaktadır. Ağır metaller ekosisteme, madencilik, metal sanayi işletmeleri, enerji ve yakıt üretimi, gübre, herbisit-pestisit uygulamaları ve evsel atıklardan dahil olmaktadır (Gil ve diğ., 2004; Zhao ve diğ., 2008). Gün geçtikçe toprakların verimlilik düzeyleri daralmakta ve her geçen gün toprak ekosistemindeki ağır metal konsantrasyonunda artışa neden olmaktadır (Türkoğlu, 2006).

Türkiye, çeşitli jeolojik yapı, iklim, bitkisel örtü ve topografik yapı nedeniyle bütün toprak gruplarına sahip, ender ülkelerden biridir. İnsan aktiviteleri sonucu, artan endüstri, tarımsal verimliliği artırma çabaları günümüzde çevre kirliliğinin de temelini oluşturmaktadır. Özellikle yirminci yüzyılın ortalarına doğru hızlı nüfus artışı ile birlikte, tarım ve diğer alanlarda sanayi ve teknolojinin hızla gelişmesine paralel olarak toprak kirliliğinin de artmaya başladığı gözlemlenmiştir (Türkoğlu, 2006). Ayrıca tarımsal üretimin miktarını arttırmak amacıyla bilinçsizce kullanılan ticari gübreler, pestisitler, kirli suların tarımsal sulamada kullanılması gibi girişimler sonucu da topraklar kirlenmektedir (Türkoğlu, 2006).

Toprağın, insan etkinlikleri sonucu oluşan çeşitli bileşikler tarafından bulaştırılmasına takiben, toprakta yaşayan canlılar ile yetişen ve yetiştirilen bitkilere veya bu bitkilerle beslenen canlılara toksik etkide bulunacak ve zarar verecek düzeyde anormal fonksiyonda bulunmasını, toprağa eklenen kimyasal materyalin toprağın özümleme kapasitesinin üzerine çıkması, toprağın verim kapasitesinin düşmesi toprak kirliliğini ifade eder (Resmi Gazete, 2005)

Sanayileşmiş ülkelerde, termik santrallerin ve fabrikaların çıkarmış olduğu zararlı gazların etkisi ve yoğun kentleşme ile aşırı trafik koşulları altında atmosfer içine

giren ağır metaller toprağın kirlenmesini daha da hızlandırmaktadır (Viard ve diğ., 2004).

Toprak kirliliğine neden olan bazı ağır metaller, kirliliği oluşturan kaynaklar ve etkileri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Toprak kirliliğine neden olan bazı ağır metallerin etkileri ve kirliliği oluşturan kaynaklar (Önal, 2002).

KİRLETİCİ	KAYNAĞI	ETKİSİ
Kurşun	Endüstri, yakıtlar, altın madenciliği	Anemi, duyu ve motor sinirlerde hasar, beyin hasarı, gingiva lezyonları
Kadmiyum	Endüstri, altın madenciliği	Böbrek harabiyeti, akciğer ve prostat kanseri
Nikel	Endüstri, madencilik, kaynak işleri	Solunum S. Hastalıkları, alerjik reaksiyon, burun ve gırtlak kanseri
Çinko	Kaynak işleri, bronz işçiliği	Solunum yollarına etki eder
Bakır	Üzüm bağı ilaçlaması, altın madenciliği, kaynak işleri, bronz işçiliği	Solunum yollarına etki eder
Arsenik	Madencilik, pesitisit işçileri	Nöropati, kas güçsüzlüğü, deri kanseri, damar lezyonları
Uranyum	Radioaktif atıklar, yiyecek, içecekler	Kanser
Krom	Endüstri, döküm işleri, kaynak işleri	Solunum yollarına, buruna etki eder, deri kanseri, alerjik reaksiyon

Bazı ağır metallerin ise topraktaki farklı pH değerlerinde kirlilik sınır değerleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Toprak Kirlilik Parametreleri Sınır Değerleri (Anonim, 2005)

Ağır Metaller	pH 5-6 (mg/kg fırın kuru toprak)	pH>6 (mg/kg fırın kuru toprak)
Kurşun	50	300
Kadmiyum	1	3
Krom	100	100
Bakır	50	140
Nikel	30	75
Çinko	150	300
Civa	1	1,5

3.2. Toprak kirliliğine neden olan faktörler

Yerleşim alanlarından çıkan atıklar, egzoz gazları, endüstri atıkları, tarımsal mücadele ilaçları ve kimyasal gübreler toprak kirliliğine sebep olan en önemli etkenlerdir.

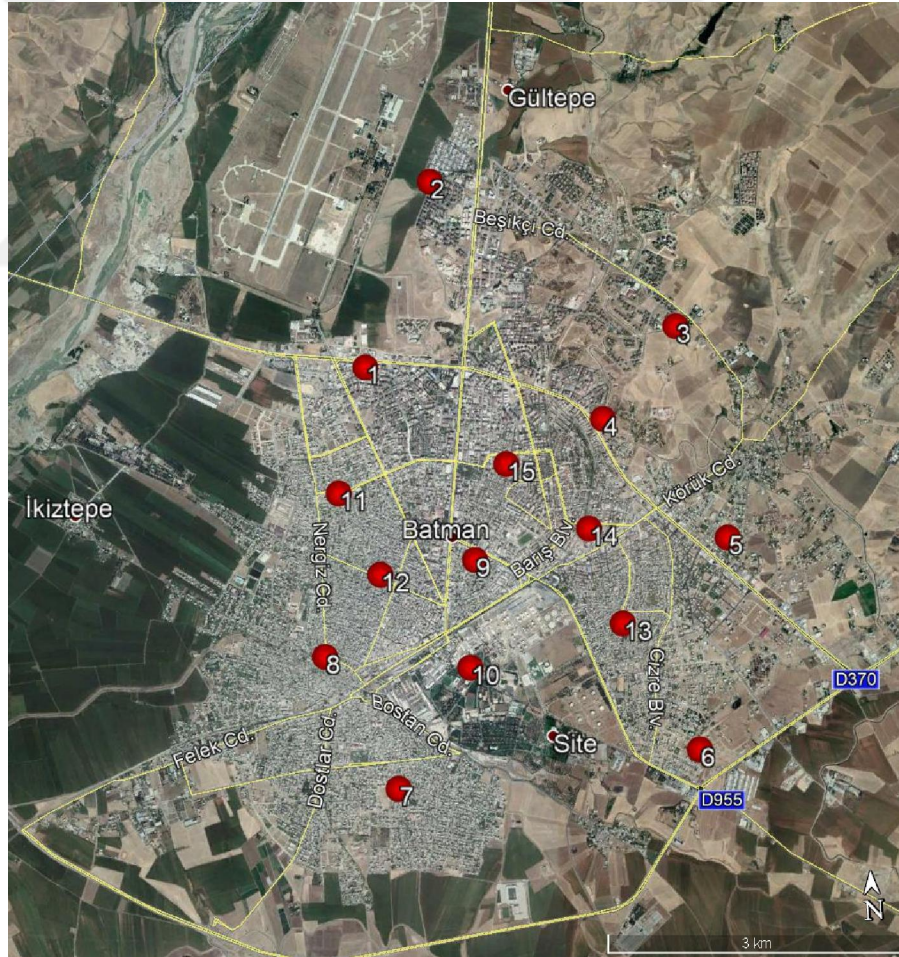
Yerleşim alanlarından çıkan çöplerin boşaltıldığı alanlar ile kanalizasyon şebekelerinin arıtılmaksızın doğrudan toprağa verildiği alanlarda toprak kirliliği meydana gelmektedir. Egzoz gazları, ozon, karbon monoksit, kükürt dioksit, kurşun ve kadmiyum vs. gibi zehirli maddeler havaya yayılmakta ve solunum yolu ile büyük bir kısmı canlılar tarafından alınmaktadır. Geriye kalanı ise, rüzgarlar ile uzak mesafelere taşınmakta ve yağışlarla yere inerek, toprak ve suları kirletmektedir.

Toprak kirliliğine sebep olan diğer bir faktör de tarımsal mücadele ilaçları ve suni gübrelerdir. Tarımsal mücadele ilaçlarının bilinçsiz ve aşırı kullanımı sonucu, toksik maddelerin toprakta birikimi artmakta ve doğal ortamın kirlenmesine sebep olmaktadır. Sodyum, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, bakır, mangan, bor gibi besin maddelerini içeren suni gübreler de aşırı ve bilinçsiz kullanım sonucu toprağın yapısını bozmakta ve toprak kirliliğine yol açmaktadır. Endüstri tesislerinden çıkan ve arıtılmaksızın havaya, suya ve toprağa verilen atıklar çevreyi kirletmektedir. Ayrıca; ormanların insanlar tarafından tahrip edilmesi, yakılarak tarla açılması, tarım topraklarının hatalı işlenmesi, mera ve çayırların bilinçsiz kullanımı, aşırı otlatma vb. sebeplerle oluşan toprak erozyonu, bugün dünyanın birçok bölgesinde olduğu gibi ülkemizde de en önemli çevre sorunlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

4. İNCELEME ALANIN JEOKİMYASI

Batman büyüyen, nüfusu artan, sanayileşmesi ve üretimi her geçen gün gelişen ve bununla doğru orantılı olarak kirlenme potansiyeli bulunan bir ildir. Bu kapsamda çalışma alanı olarak Batman ili mücavir alanı belirlenmiş, mücavir alanı temsil edebilecek noktalardan alınan toprak ve sediman örnekleri bünyesindeki ağır metal kirliliği araştırılmış ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda Batman İli şehir merkezine ait element dağılımı belirlenmiştir.

Bu kapsamda Batman İli şehir merkezine ait toprak örneklerinin jeokimyasal özelliklerinin belirlenerek olası bir kirliliğinin araştırılması amacıyla Batman İli Merkez mahallelerinin belirlenen noktalarından alınan 15 toprak ve 2 adet dere sedimanı olmak üzere toplam 17 adet numune alımı gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Örnek alım haritası

Örnek alım işlemi sırasında her bir lokasyonun GPS yardımı ile Coğrafik Koordinat sistemi WGS84 Datum kullanılarak koordinat değerleri ölçülmüştür (Çizelge 4.1), Toprak örnekleri alınırken zirai faaliyetlerin olmadığı, çevre düzenlemesi yapılmamış, hatalı sonuçlara sebebiyet verebilecek geçici kirlenmeden etkilenmeyecek lokasyonlar tespit edilmiştir (Şekil 4.2).

Ayrıca bu lokasyonların mücavir alana dağılımı ve temsil kabiliyetleri de göz önünde bulundurulmuştur. Örnekleme yapılırken organik maddelerden etkilenmemek, yersel yüzeysel kirlenme etkilerini elemine etmek ve olası asıl birikimin tespiti amacı ile lokasyondaki toprak profiline bağlı olarak 4 ila 20 cm arası değişen derinliklerden, 900 ile 1500 gram arası değişen örnekler alınmıştır. Dere sedimanı örnekleme ise mücavir alan içerisinde bulunan derelerin bir kısmı islah edildiğinden dere sedimanı örnekleme sadece 2 lokasyonda gerçekleştirilebilmiştir. Alınan numuneler anaoksite ve iz element analizlerinin yapılması amacıyla İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Araştırma Laboratuvarına gönderilmiştir.

Çizelge 4.1 Numune Koordinat Tablosu (Coğrafik Koordinat sistemi WGS84 Datum)

Numune Numarası	Enlem	Boylam
1 Nolu Toprak Numune	37.905889	41.120791
2 Nolu Toprak Numune	37.922139	41.129707
3 Nolu Toprak Numune	37.907528	41.156396
4 Nolu Toprak Numune	37.898896	41.148182
5 Nolu Toprak Numune	37.887904	41.160934
6 Nolu Toprak Numune	37.868736	41.155025
7 Nolu Toprak Numune	37.867243	41.120467
8 Nolu Toprak Numune	37.879492	41.113252
9 Nolu Toprak Numune	37.886969	41.131315
10 Nolu Toprak Numune	37.868593	41.138712
11 Nolu Toprak Numune	37.893919	41.117126
12 Nolu Toprak Numune	37.886590	41.120722
13 Nolu Toprak Numune	37.880764	41.148287
14 Nolu Toprak Numune	37.889419	41.145618
15 Nolu Toprak Numune	37.895919	41.136292



e

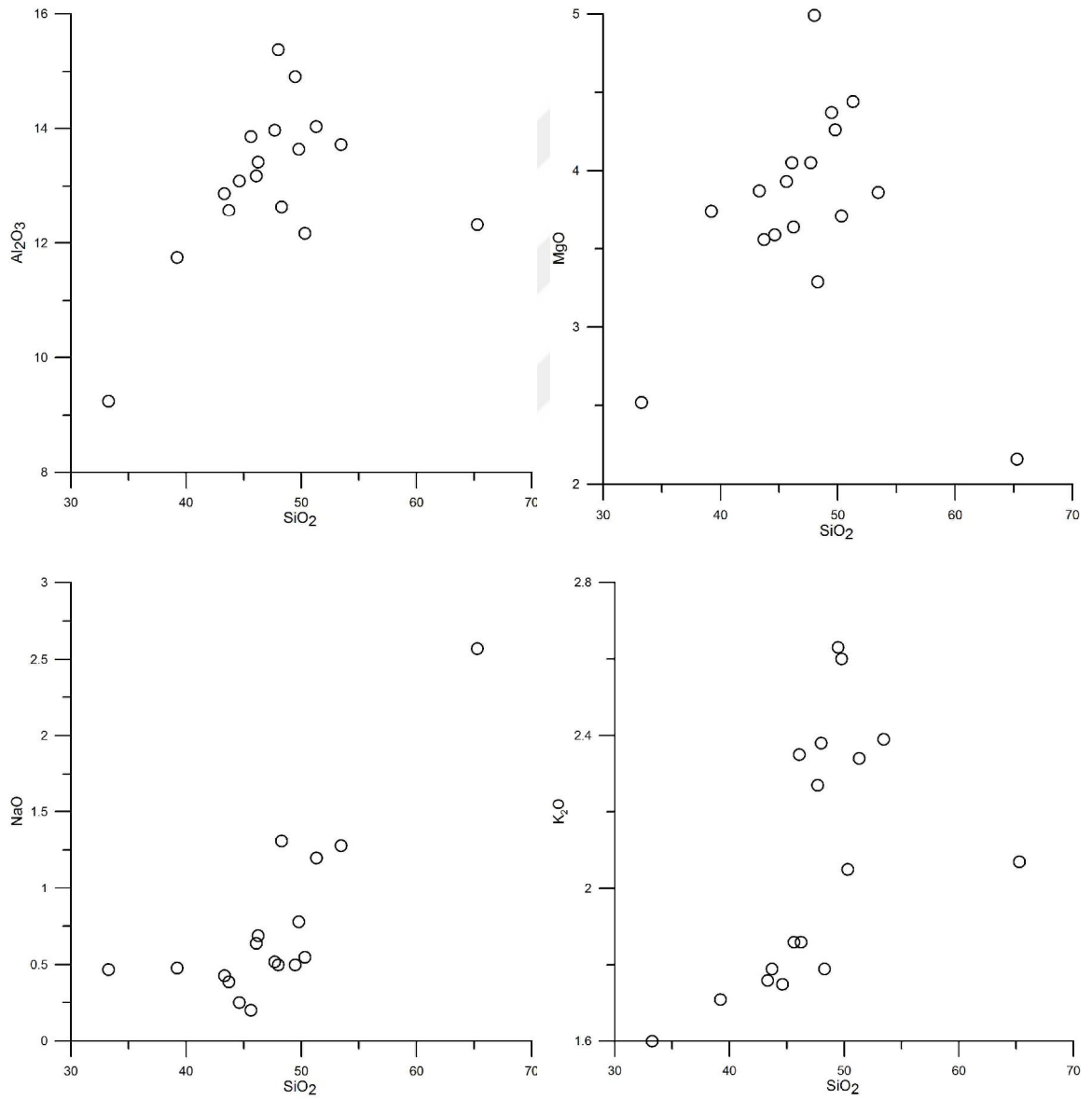
f

Şekil 4.2 İnceleme alanından alınan örneklerin derlendiği bazı lokasyonlar (**a:** 4nolu toprak örneği, **b:** 6nolu toprak örneği, **c:** 9nolu toprak örneği, **d:** 10nolu toprak örneği, **e:** 2nolu dere sedimanı örneği, **f:** 3nolu dere sedimanı örneği)

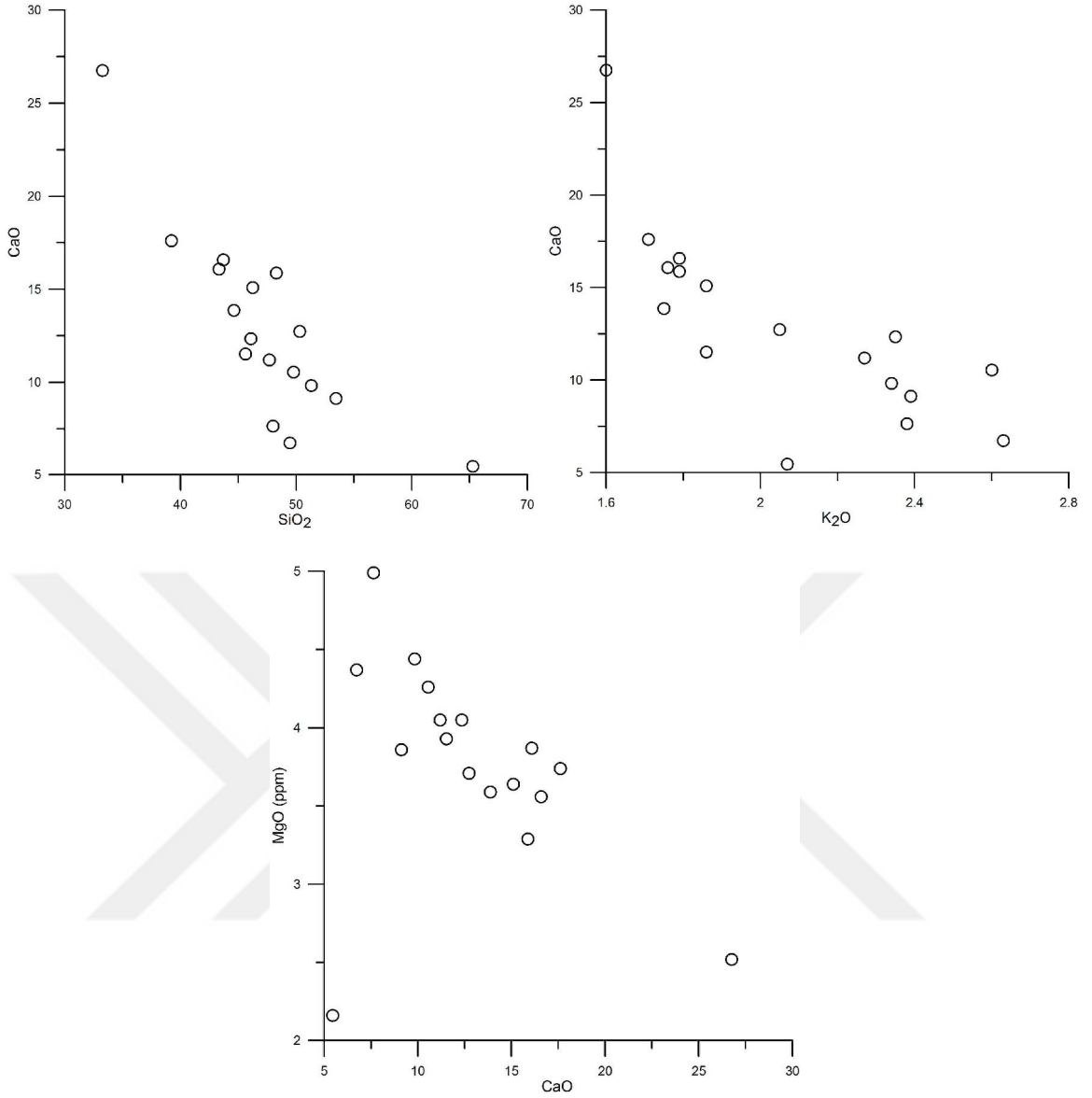
4.1. Anaoksit ve İz Element Jeokimyası

Toprak ve dere sedimanlarına ait örneklerin anaoksit ve iz element analiz sonuçları değerlendirilerek jeokimyasal davranışları yorumlanmıştır. Anaoksitlerin birbirleriyle olan koreasyonları yapılması sonucunda SiO_2 ile NaO , Al_2O_3 , K_2O ve

nispeten MgO arasında pozitif korelasyon gözlenirken (Şekil 4.3), CaO ile negatif korelasyonun varlığı gözlenmiştir (Şekil 4.4). İnceleme alanının tamamında içerisinde merccekler şeklinde siltaşı ve kumtaşı seviyeleri içeren kiltaşından oluşan Şelmo Formasyonu gözlenmesi nedeniyle anaoksit korelasyonları çok normal ve anlamlıdır. SiO₂ ile diğer oksitlerin pozitif korelasyon gösterirken CaO'ın negatif korelasyon sunması (Şekil 4.4), CaO'ın K₂O ve MgO ile negatif korelasyon vermesi (Şekil 4.4) CaO'ın kökeninin kimyasal sedimanlardan kaynaklanırken diğer elementlerin CaO'den farklı fakat aynı kaynaktan geldiğini göstermektedir.

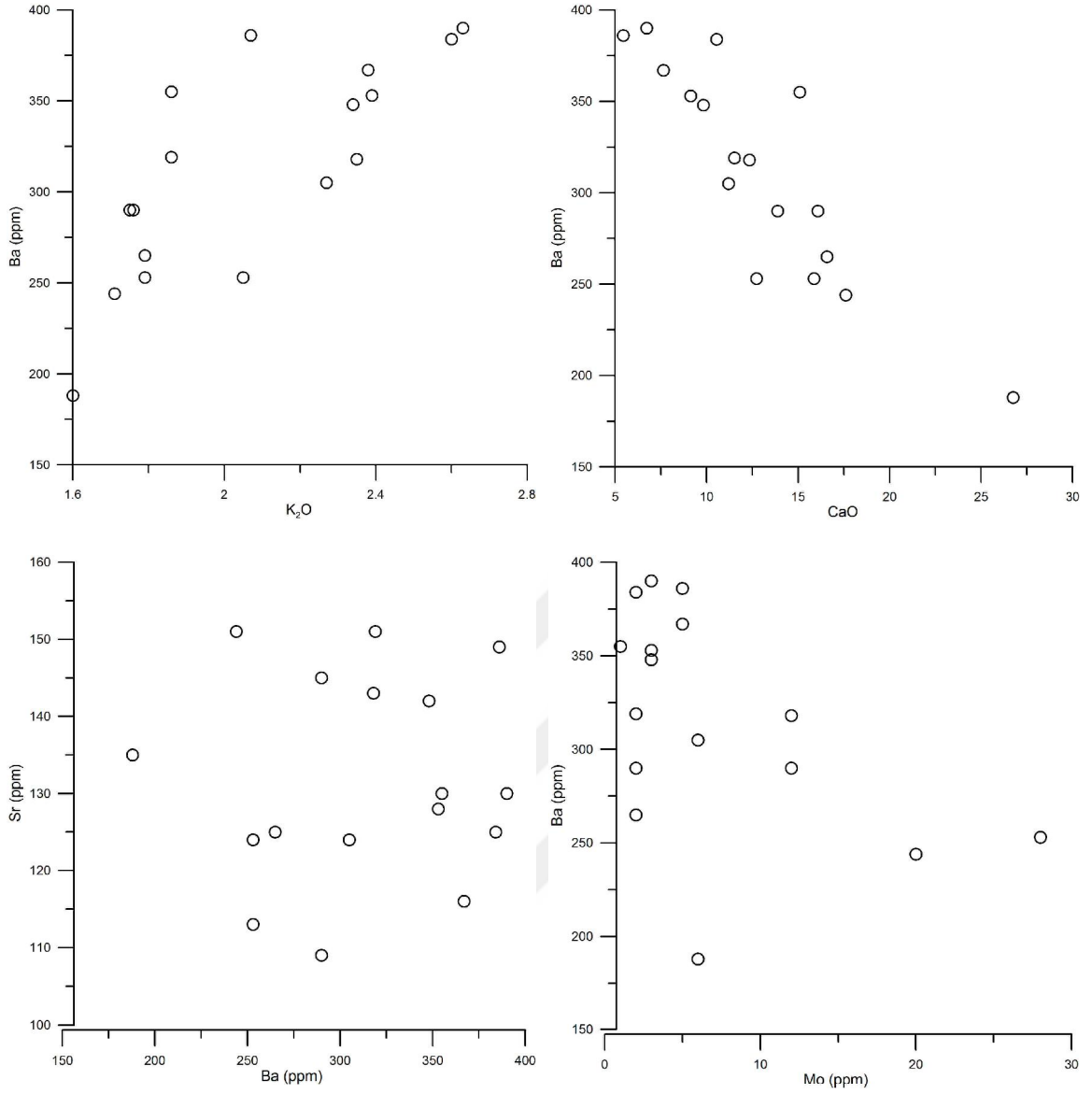


Şekil 4.3 İnceleme alanından alınan örneklere ait Harker Diyagramları (SiO₂-Al₂O₃, SiO₂-MgO, SiO₂-NaO, SiO₂-K₂O)



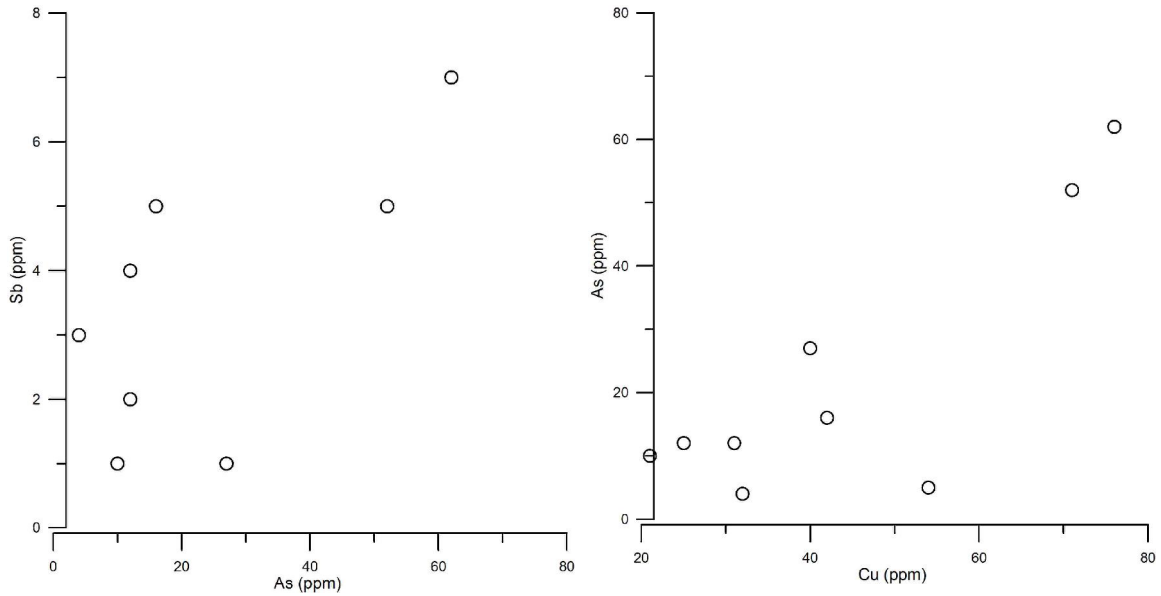
Şekil 4.4 İnceleme alanından alınan örneklere ait Harker diyagramları (SiO₂-CaO, K₂O-CaO, CaO-MgO)

İz elementlerin değerlendirilmesinde ise kıtasal kabuğun karakteristiği olan ve uyumsuz özellik gösteren Ba, Sr, Rb, U, Th gibi elementlerden Ba ile K₂O arasındaki pozitif korelasyondan ve CaO ile negatif korelasyonu (Şekil 4.5), baryumun iyon yükü ve yarıçapının Ca'dan ziyade K'a benzerliği nedeniyle plajiyolaslardaki K ile yer değiştirmesinden kaynaklanmaktadır. Ba ve Sr arasında çok belirgin olmasa da pozitif bir ilişkinin görülmesi ve kıtasal kabuk karakteristiği olmalarından kaynaklanmaktadır (Şekil 4.5). Fakat Ba ile diğer iz elementlerin arasında pozitif bir ilişkinin gözlenmemesi aynı zamanda ve/veya aynı kökenden gelmedikleri şeklinde yorumlanabilir.



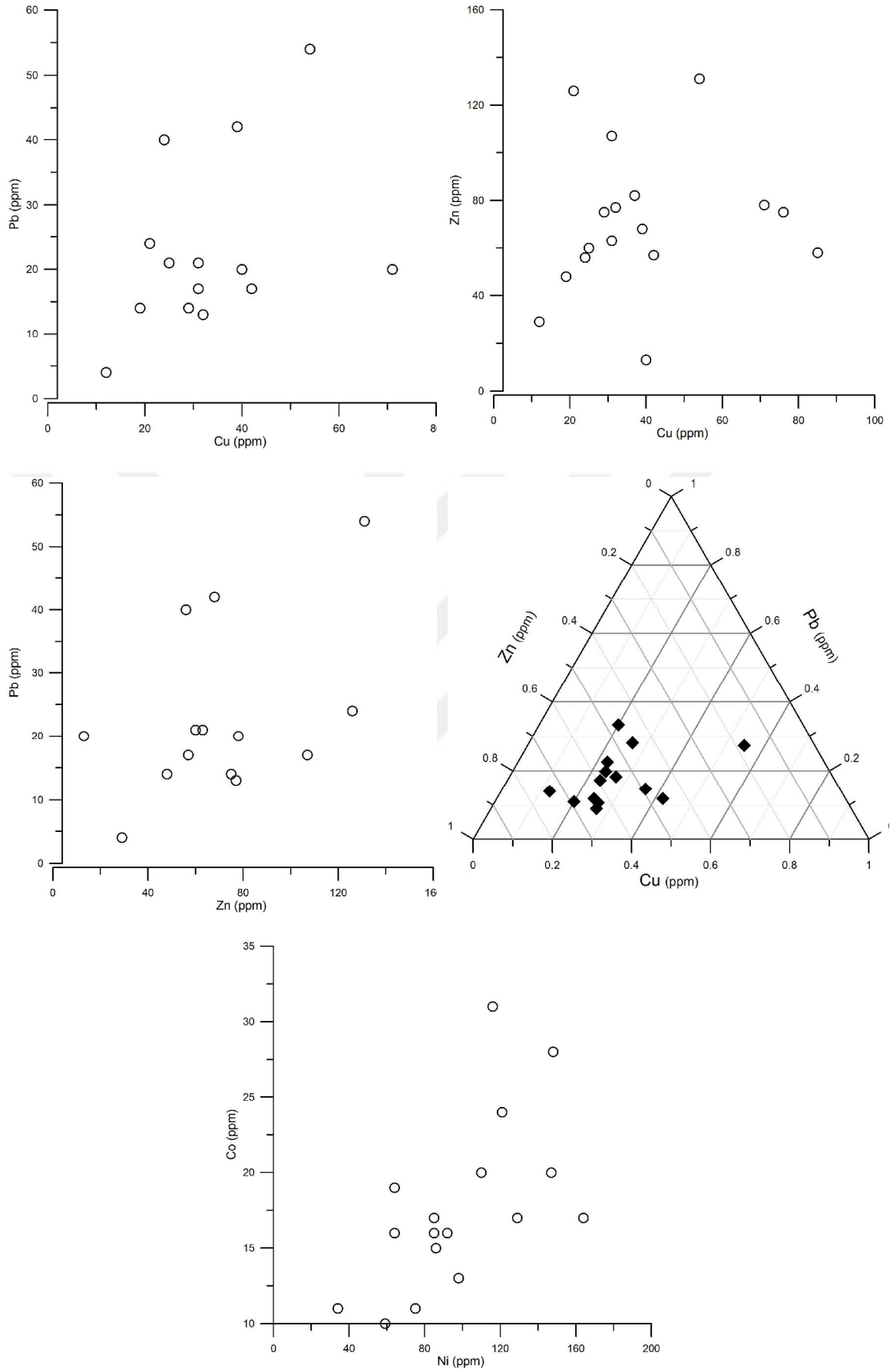
Şekil 4.5 İnceleme alanına ait örneklerin iz element korelasyonları

Sb – As ve As – Cu elementleri arasında gözlenen pozitif korelasyon (Şekil 4.6) ise bu elementlerin aynı kökenden geldikleri ve/veya beraber hareket ettikleri şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 4.6 İnceleme alanına ait örneklerin iz element korelasyonları

Baz metaller olarak da bilinen Pb – Cu, Zn – Cu ve Pb – Zn arasındaki pozitif korelasyon (Şekil 4.7) şaşırtıcı olmayıp bu elementler ve jeokimyasal olarak hareketlilikleri benzer olduğundan birlikte hareketlenmeleri ve/veya zenginleşmeleri (maden oluşumları dahil) olağandır. Ni ve Co elementleri de iyon yarıçaplarının ve yüklerinin benzer olması nedeniyle genellikle birlikte anılan elementlerdendir ve inceleme alanına ait örneklerin sonuçlarına bakılacak olursa pozitif korelasyon sundukları gözlenmiştir (Şekil 4.7). Cu – Pb – Zn elementleri için oluşturulan üçgen diyagrama bakılacak olursa Pb değerlerinin Cu ve Zn ya oranla daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 4.7). Örneklerin yerleşim alanına ait örnekler olduğu düşünüldüğünde Pb miktarının bir kısmının antropojenik etki nedeniyle daha fazla olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.7 İnceleme alanına ait örneklerin iz element korelasyonları

4.2. Toprakların Element İçerikleri

İnceleme alanından alınan örneklerin analiz sonuçları, jeokimyasal özellikleri belirlenmesi amacıyla yapılan analiz sonuçlarının değerlendirilmesinin ilk aşaması olarak sonuçlarının dağılımları, anlamlılıkları ve dağılım türünün belirlenmesi amacıyla tanımlayıcı istatistik çalışması gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.2).

İnceleme alanına ait örneklerin analiz sonuçları incelendiğinde Rb, Sr, Zr ve Ba elementlerinin ne ortanca değerleri ne de maksimum değerlerinin referans olarak kullanılan üst kabuk değerlerini (Wedepohl,1995) aşmadığı gözlenmiştir (Çizelge 4.2).

Örneklerin Sc, Co, Nb, La element konsantrasyonlarının ortanca ve maksimum değerleri incelendiğinde, örneklerin bir kısmının üst kabuk konsantrasyon değerlerinin biraz üstünde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Cu, Zn, Ga, As, Y, Mo, Sn, Sb, Ce, Pb, Th ve U elementlerinin ortalama değerlerinin dahi üst kabuk ortalama değerlerinden fazla olduğu (bazı elementlerde 10 ila 15 kata varan değerler) gözlenmiştir.

İnceleme alanındaki örneklerde V element konsantrasyonu 92-188ppm arasında değişim göstermekte ve ortalaması 125ppm olup, bu değer üst kabuk ortalama değerine (98ppm) yaklaşık %25 daha fazladır. Co elementi inceleme alanında 10-31ppm arasında değişim sergilerken ortalama değeri 17,71ppm'dir ve üst kabuk değeri olan 24ppm'in üzerinde değerler sunan örnekler mevcuttur.

İnceleme alanındaki örneklerin Ni değerleri incelendiğinde örneklerin minimum değerinin (59 ppm) bile üst kabuk ortalama değerinden (56 ppm) fazla olduğu ve 3 katına ulaşan değerler dahi sergilediği görülmektedir. Cu elementi de üst kabuk ortalama değeri olan 25ppm'in üzerinde gözlenmekte ve bazı noktalarda 3 katı daha fazla değerler sunmaktadır. Zn elementinin sahada geniş bir yayılım gösterdiği belirlenmiş olup, örneklerin bir kısmı ortalama üst kabuk değerinden az iken 2 katı değerler sunan örnekler de mevcuttur. Ga elementi 5 ppm olan minimum değerine karşılık, 65 ppm olarak gözlenen maksimum değeri ile üst kabuk ortalaması olan 15 ppm'in 4 katını aşan bir dağılım sergilemektedir. Y elementinin minimum değeri (12 ppm) üst kabuk ortalama değerinden (24 ppm) az iken maksimum değeri (63 ppm) yaklaşık 3 kat daha fazladır. Sn elementinin inceleme alanındaki örneklerin ortalama değeri (2,58 ppm) üst kabuk ortalama değeri olan 2,3 ppm den fazladır. maksimum değeri olan 10 ppm ise 4 katından fazladır. Ce elementi de üst kabuk ortalama değerine göre (60 ppm) aşırı konsantrasyonlarda gözlenen elementlerden birisi olup, minimum değeri 114 ppm, ortalaması 145,47 ppm ve 258 ppm olan maksimum değerlerinin hepsi

üst kabuk ortalamasının üstündedir. Pb insan sağlığını tehdit eden toksik bir element olup, inceleme alanındaki minimum değeri (13 ppm) bile üst kabuk ortalama değerine (14,8 ppm) oldukça yakın olup maksimum değeri (54 ppm) ise yaklaşık 4 kat fazladır.

Çizelge 4.2 İnceleme alanına ait örneklerin tanımlayıcı istatistik sonuçları

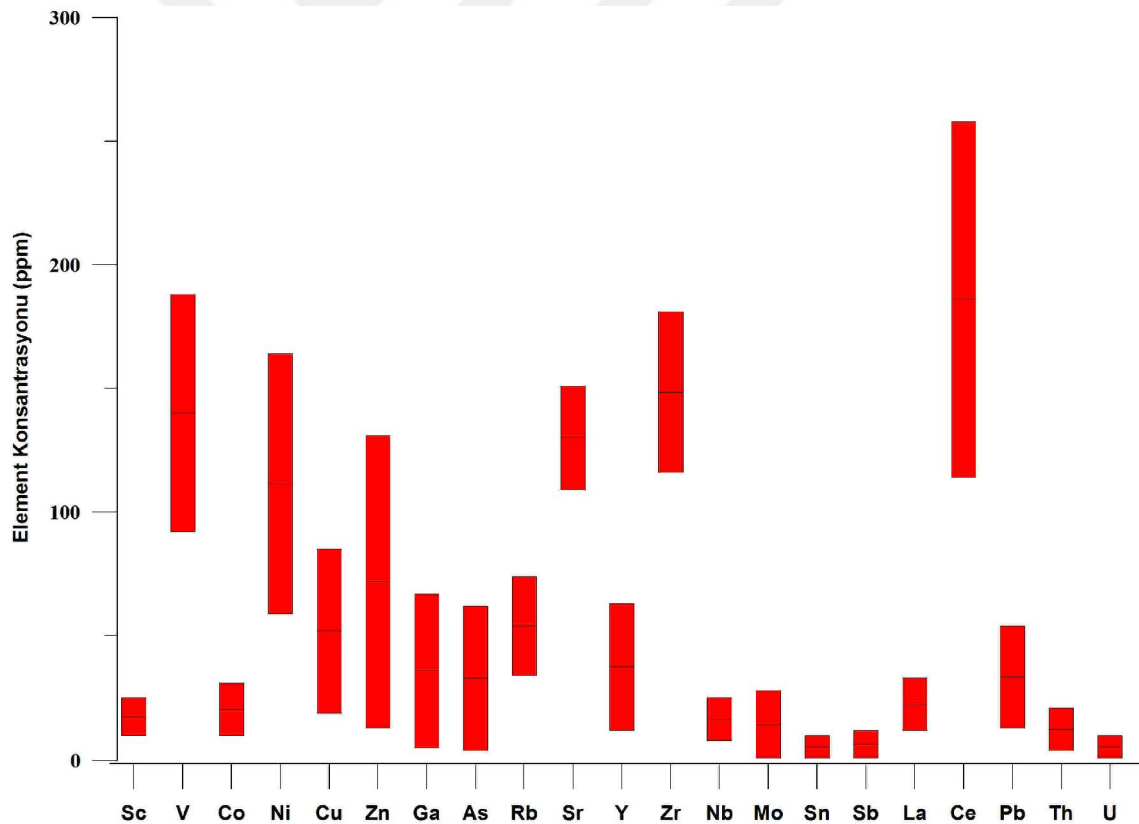
	Sc	V	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	As	Rb	Sr
Min	10	92	10	59	19	13	5	4	34	109
Max	25	188	31	164	85	131	67	62	74	151
Ort	17,00	125,00	17,71	98,65	39,29	70,76	19,63	22,22	53,94	131,76
Geo ort	17,15	128,33	17,46	100,80	37,70	65,94	16,12	15,07	53,70	130,23
Medyan	17	119	17	92	32	68	13,5	12	52	130
Stand. Sap.	3,86	24,97	5,60	30,71	19,92	29,15	17,11	19,77	10,77	12,86
Çarpıklık	0,007	0,725	0,856	0,381	1,058	0,380	1,969	1,291	0,066	0,066
Basıklık	-0,085	0,140	0,578	-0,811	0,045	0,741	3,298	0,325	0,073	-0,999
Temel değer	16	98	24	56	25	65	15	1.7	78	333

Çalışma alanında bazı elementler hem üst kabuk ortalama değerlerine göre yüksek konsantrasyonlarda gözlenmesi hem de ileride kirlilik açısından yapılan değerlendirmelerde yüksek kirlilik göstermesi açısından önem arz etmektedir. Bu elementlerden ilki As elementi olup, minimum değerleri (4ppm) bile üst kabuk ortalama değerinin (1,7 ppm) 2 katından fazla değerler sunmakta ve maksimum değeri olan 62 ppm ise 36 kat daha olarak dikkat çekmektedir (Çizelge 4.2). İnceleme alanında konsantrasyon yönünden ayrıca ele alınması gereken önemli elementlerden bir diğeri Mo elementidir. Molibdenin sahadaki minimum konsantrasyon değeri olan 1 ppm bile neredeyse üst kabuk ortalama değerine (1,1 ppm) eşitken, sahada gözlenen ortalama değeri (7 ppm) 6 katından fazla olup, maksimum değeri olan 28 ppm ise 25 katından daha fazladır (Çizelge 4.3). Bir diğeri önemli element olan Sb'nin minimum değeri (1 ppm) dahi üst kabuk ortalamasından (0,3 ppm) 3 kat fazla iken, ortalama değeri 4,5 ppm ve maksimum değeri 12 ppm olup 40 kat daha zengindir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 İnceleme alanına ait örneklerin tanımlayıcı istatistik sonuçları (devam)

	Y	Zr	Nb	Mo	Sn	Sb	La	Ce	Pb	Th	U
Min	12	116	8	1	1	1	12	114	13	4	1
Max	63	181	25	28	10	12	33	258	54	21	10
Ort	27,06	152,18	12,18	7,00	2,58	4,50	23,06	145,47	22,93	8,18	3,71
Geo ort	25,82	149,19	11,70	4,63	2,13	3,54	21,96	150,82	22,84	7,49	2,52
Medyan	25	147	10	4	1,5	4	23	132	20	7	2
Stand. Sap.	11,32	18,99	4,36	7,71	2,62	2,90	6,80	38,29	12,35	4,65	3,41
Çarpıklık	2,01	0,02	1,62	1,72	2,17	1,26	-0,18	1,18	1,36	2,16	1,27
Basıklık	5,83	-1,01	3,49	2,47	5,33	1,93	-1,15	1,79	0,86	5,45	-0,25
Temel değer	24	203	19	1.1	2.3	0.3	30	60	14.8	8.5	1.7

Elementlerin dağılım aralığı ve birbirlerine göre göreceli dağılımlarının görülmesi açısından minimum ve maksimum değerleri kullanılarak dağılım grafiği oluşturulmuştur (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 İnceleme alanına ait örneklerdeki elementlerin dağılımını gösteren kutu diyagramı

4.3. Kirlilik Hesaplamaları

Toprak ve dere kumlarındaki iz element kirliliğinin belirlenmesinde kullanılan pek çok metot vardır (Müller, 1969; Morillo ve diğ., 2002; Adamo ve diğ., 2005; Vald'es ve diğ., 2005; Saur ve Juste, 1994; Sutherland 2000; Reimann ve De Caritat, 2000, Acevedo-Figueroa ve diğ., 2006 vb.). Bu çalışma kapsamında; Batman ili mücavir alanından alınan toprak ve dere sedimanlarının jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve varsa olası kirliliğin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaçla jeobirikim indeksi (Igeo), zenginleşme faktörü (Ef), kirlilik indeksi (PI) ve birleşik kirlilik indeksi (IPI), kullanılarak çalışma bölgesindeki toprak kirliliği irdelenecektir.

Hesaplamalar esnasında elementlerin kıtasal kabuktaki ortalama değerleri kullanılırken Wedepohl'un (1995) değerleri referans olarak kullanılmıştır. Ayrıca sonuçların anlamlandırılmasında Akyıldız ve Karataş'tan (2018) faydalanılmıştır.

4.4. Jeobirikim İndeksi (Igeo)

Bu indeks Müller (1969) tarafından önerilmiştir. $I_{geo} = \log_2(C_n / (1.5 * B_n))$ eşitliği ile hesap edilir, burada C_n , ölçülen elementin konsantrasyonu, B_n aynı elementin temel değeridir. B_n , yerel temel değeri olacağı gibi ortalama şeyl (Turekian ve Wedepohl, 1961) veya üst kabuk değerleri (Taylor ve McLennan, 1995, Wedepohl, 1995, Rudnick ve Gao 2003) de olabilir. 1.5 ise doğal dalgalanmalardan kaynaklanan katsayıdır.

Batman ili mücavir alanda kirliliğin tespiti için yapılan hesaplamalar sonucunda (Şekil 4.9);

Jeobirikim İndeksi (Igeo) sonuçlarına göre;

Kirlenmiş-Orta Derecede Kirli: V, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Y, Mo, Sn, Cs, Ce, Pb, Th

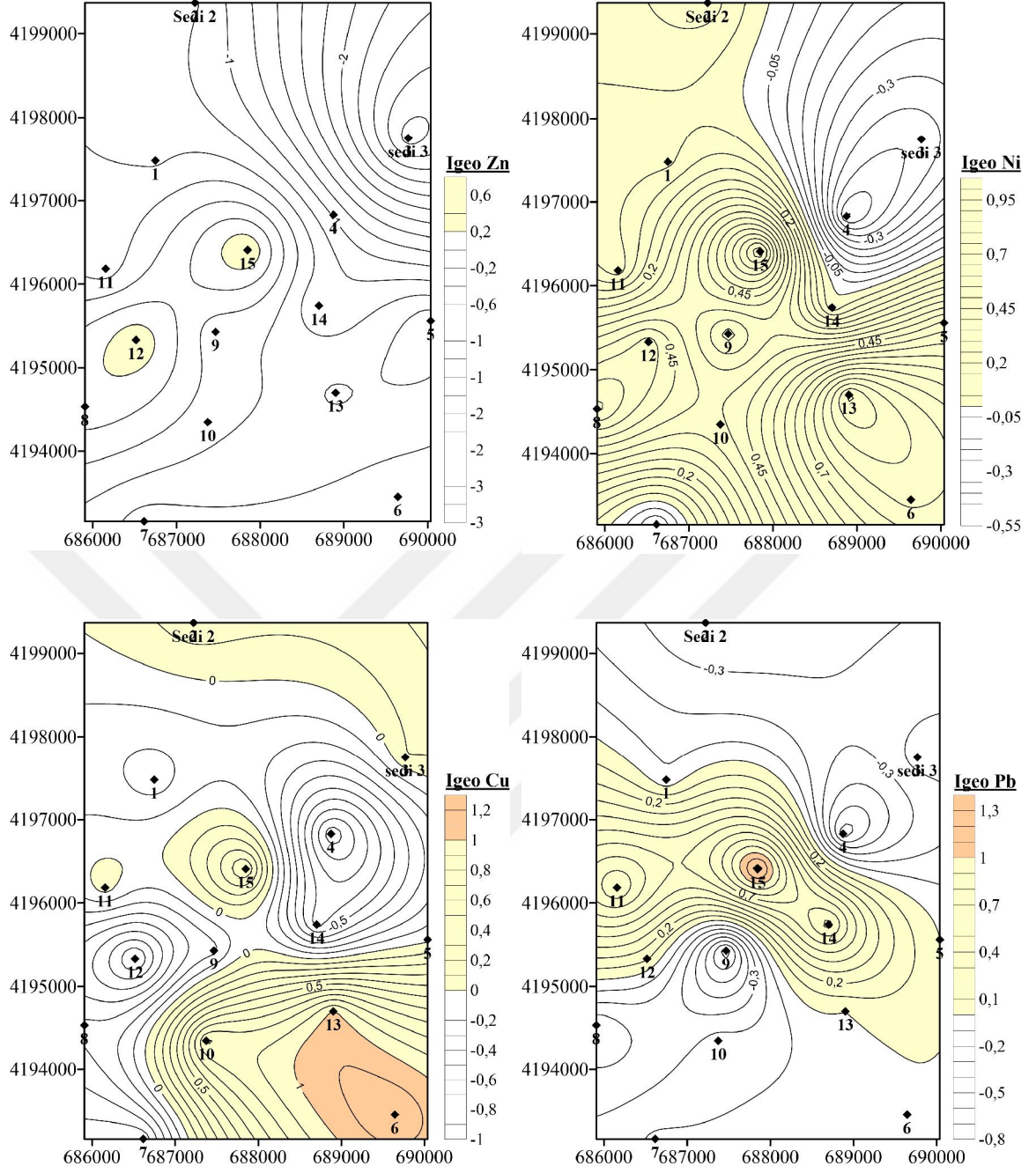
Orta Derecede Kirli: Cu, Ga, As, Mo, Sb, Ce, Pb, U

Orta Kuvvetle Kirli: As, Sb, Mo

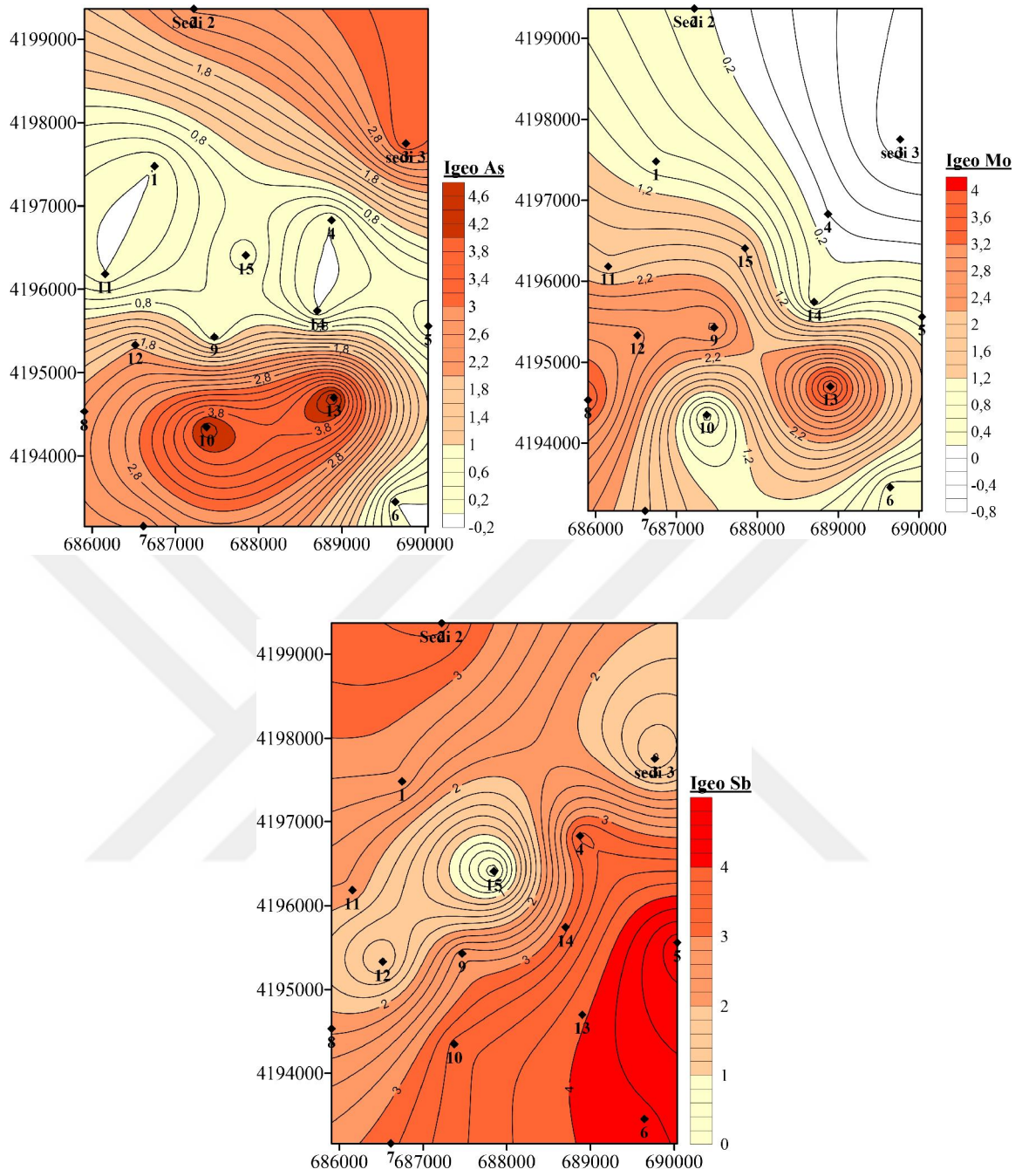
Aşırı Kirli: As, Sb, Mo

Aşırı-Çok Aşırı Kirli: As, Sb, Mo

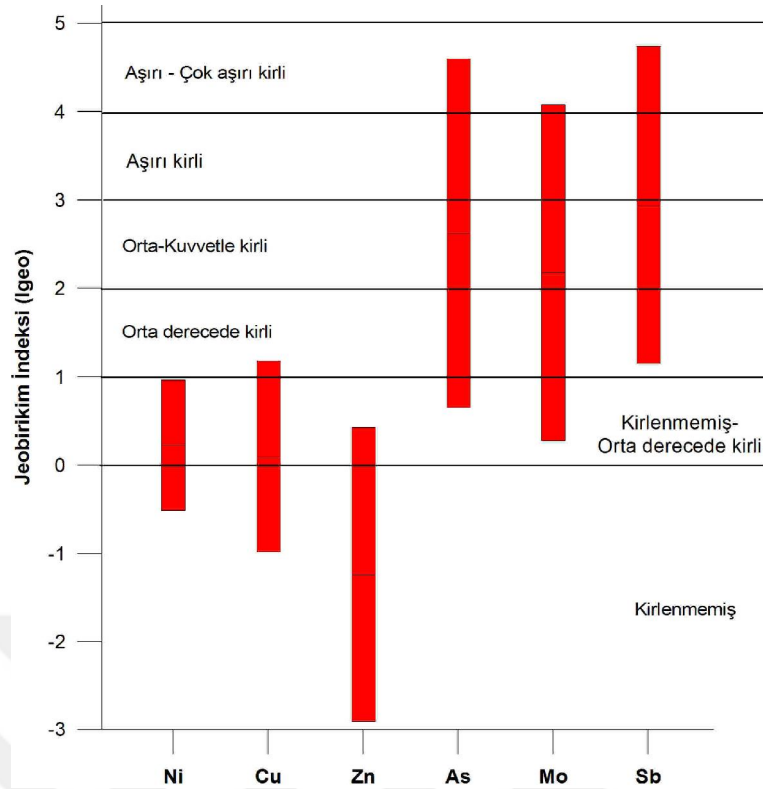
elementleri için kirlenmeler tespit edilmiştir. Sağlık açısından önem arz eden elementlerden Zn (kısmen) ve Ni'de kirlenmiş-orta derecede kirli düzeyde bir kirlenme gözlenirken (Şekil 4.10), Cu ve Pb orta derecede kirlilik göstermektedir (Şekil 4.10). Özellikle As, Mo, ve Sb elementlerinin sonuçlarına bakılacak olunursa orta



Şekil 4.10 Zn, Ni, Cu ve Pb elementleri için hesaplanan Jeobirikim indeksi değerlerinin inceleme alanındaki dağılımları



Şekil 4.11 As, Mo ve Sb elementleri için hesaplanan Jeobirikim indeksi değerlerinin inceleme alanındaki dağılımları



Şekil 4.12 İnceleme alanındaki örneklerden seçilen elementler için hesaplanan jeobirikim indeksi (Igeo) dağılımını gösteren kutu diyagramı

4.5. Zenginleşme Faktörü (EF)

Bu parametre ile amaç, incelenen elementin referans bir elemente göre standartlaştırılması anlayışına dayanır. Referans olarak seçilen element, kimyasal günlenmeye karşı dirençli olan insan kaynaklı olarak da sisteme kolay entegre olmayan elementler arasından seçilir. Yaygın olarak Ti, Sr, Li, Zr, Fe vb elementler referans element olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada Ti elementi referans element olarak ele alınmıştır.

$EF = \left[\frac{C_n(\text{sample})}{C_{ref}(\text{sample})} \right] / \left[\frac{B_n(\text{background})}{B_{ref}(\text{background})} \right]$ eşitliği ile hesap edilir. Burada $C_n(\text{sample})$ incelenen elementin konsantrasyonu, $C_{ref}(\text{sample})$ referans elementin analiz yapılan numunedeki değeri, $B_n(\text{background})$ referans ortamda incelenen elementin konsantrasyonu, $B_{ref}(\text{background})$ referans ortamdaki referans elementin konsantrasyonuna karşılık gelmektedir.

Zenginleşme Faktörü (EF) sonuçlarına göre (Şekil 4.13);

Az Zenginleşme: Sc, V, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Y, Nb, Mo, Sn, Sb, Cs, Ce, Pb, Th,

U

Orta Zenginleşme: As, Mo, Sn, Sb, Ce, U

Ortaca Aşırı Zenginleşme: As, Mo, Sb

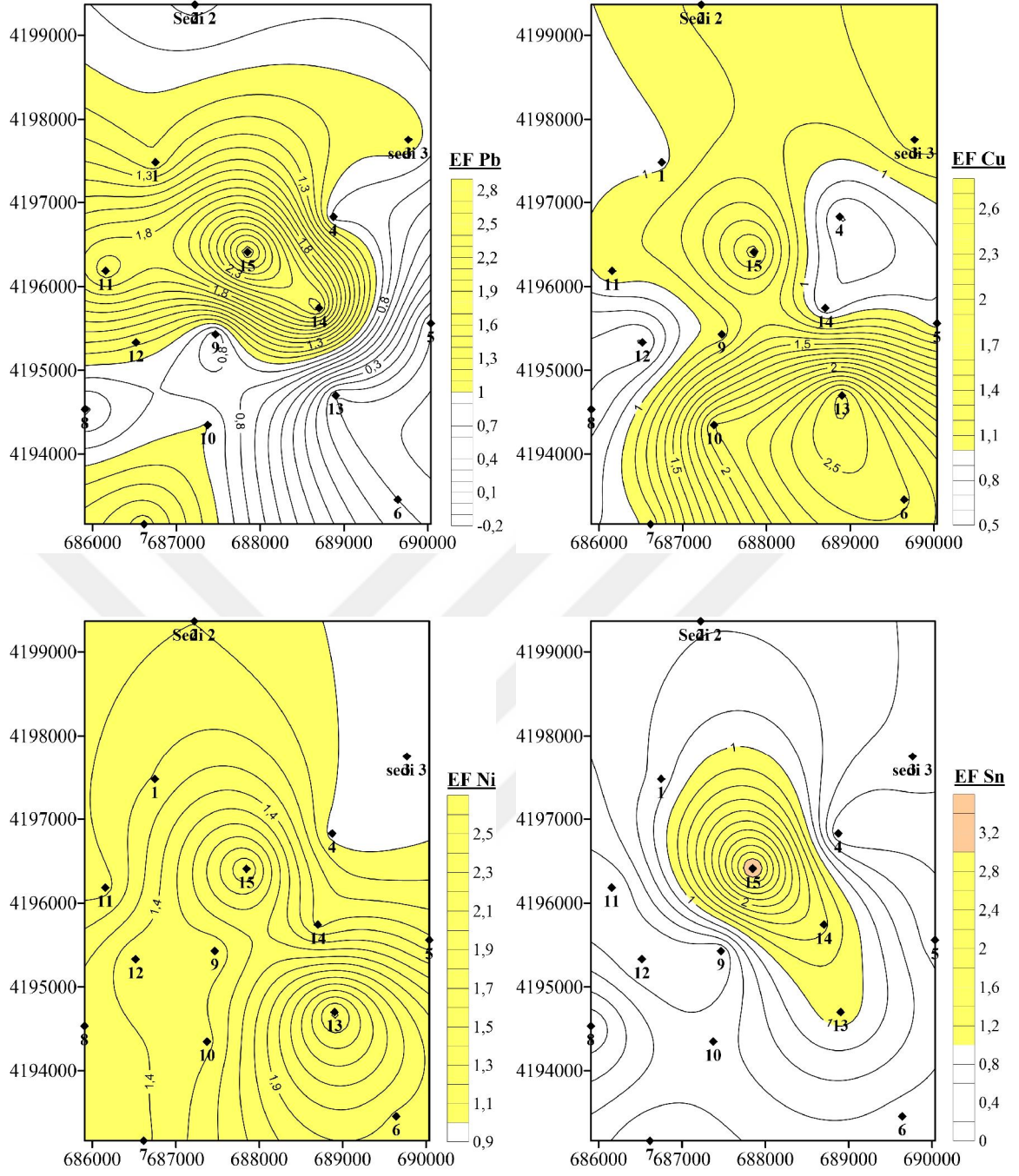
Aşırı Zenginleşme: As, Mo, Sb

Çok Aşırı Zenginleşme: As, Sb

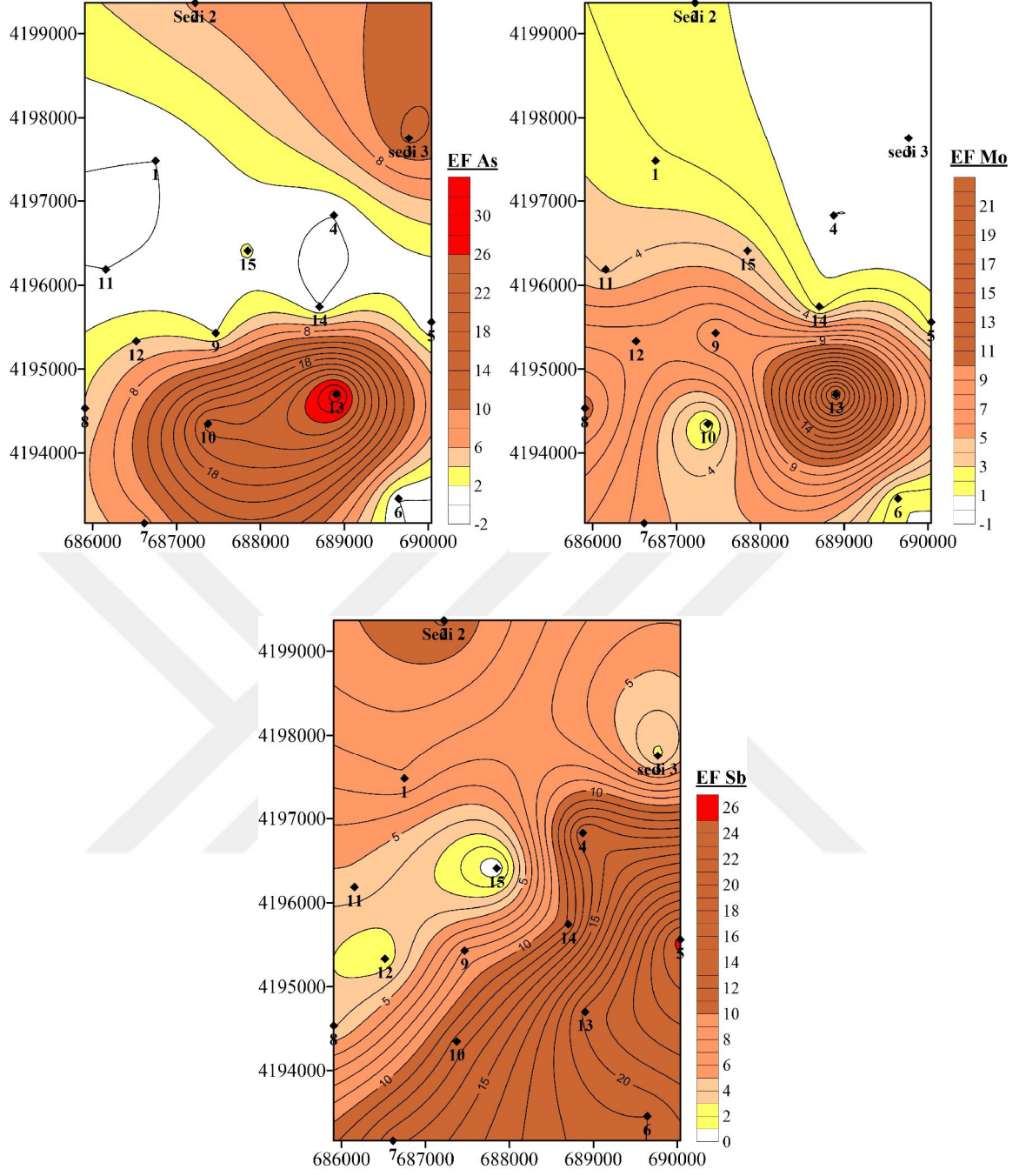
elementleri için kirlenmeler tespit edilmiştir. Canlı sağlığı açısından önem arz eden elementlerden olan Pb, Cu ve Ni elementlerinde az oranda zenginleşme gözlenirken Sn elementinde orta zenginleşmeye değişen zenginleşme değerleri gözlenmektedir (Şekil 4.14). Özellikle As, Mo, ve Sb elementlerinin sonuçlarına bakılacak olursa ortaca aşırı zenginleşmeden çok aşırı zenginleşmeye değişen kirlenmelerin varlığı gözlenmektedir (Şekil 4.15). İnceleme alanından alınan örneklerin zenginleşme oranlarının dağılımı ve birbirleriyle ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla kutu diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 4.16)

	Sc	V	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Sn	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Pb	Th	U
1	0.93	0.90	0.49	1.21	0.98	0.76	0.89	0.00	0.58	0.34	0.89	0.64	0.54	2.15	0.68	7.87	0.23	0.47	0.60	1.59	1.12	0.74	0.46
2	0.75	0.79	0.45	1.10	1.12	0.59	0.36	6.30	0.51	0.25	0.70	0.54	0.35	1.22	0.58	11.15	0.39	0.44	0.62	1.39	0.77	0.39	0.00
3	0.80	0.85	0.63	0.91	1.27	0.16	0.27	12.65	0.52	0.31	0.73	0.60	0.42	0.72	0.35	2.66	0.94	0.48	0.64	2.14	1.08	0.66	0.94
4	0.90	1.00	0.38	0.95	0.69	0.67	1.63	0.00	0.44	0.34	1.21	0.61	1.19	0.00	0.00	15.07	0.53	0.39	0.45	2.32	0.86	0.43	1.06
5	0.88	0.90	0.82	1.32	0.94	0.80	0.89	0.00	0.42	0.25	1.67	0.56	0.54	1.74	0.28	25.49	0.37	0.43	0.70	1.27	0.00	0.00	0.75
6	0.98	0.96	0.83	1.88	2.42	0.64	3.18	0.00	0.68	0.32	1.13	0.63	0.60	1.29	0.31	18.98	0.00	0.39	0.74	2.08	0.00	0.00	0.00
7	0.64	0.97	0.47	1.38	1.03	0.95	0.75	7.27	0.45	0.42	0.81	0.59	0.43	5.61	0.00	13.73	0.00	0.33	0.41	4.43	1.46	0.00	0.00
8	0.44	0.97	0.41	1.34	0.72	0.96	0.47	4.11	0.37	0.26	0.68	0.50	0.43	10.58	1.01	3.88	0.00	0.24	0.52	1.78	0.67	0.41	2.74
9	1.12	1.28	0.44	1.43	1.04	0.97	0.76	1.92	0.53	0.36	0.78	0.53	0.43	8.90	0.00	8.16	0.00	0.41	0.60	2.46	0.72	0.00	0.00
10	0.84	0.92	0.62	1.46	2.11	0.89	0.55	22.74	0.58	0.24	0.84	0.60	0.55	1.35	0.32	12.39	0.44	0.37	0.79	2.22	1.00	0.70	0.00
11	0.74	0.85	0.49	1.06	1.09	0.73	0.46	0.00	0.65	0.26	0.90	0.50	0.29	3.80	0.00	4.65	0.41	0.36	0.44	1.32	1.98	0.00	4.10
12	0.73	0.99	0.69	1.49	0.58	1.34	0.00	4.06	0.47	0.30	0.86	0.50	0.51	7.53	0.00	2.30	1.42	0.38	1.52	1.12	0.41	0.00	0.00
13	0.81	1.67	0.62	2.54	2.64	1.00	3.07	31.69	0.55	0.29	0.69	0.57	0.46	22.12	1.13	20.28	0.00	0.38	0.52	1.81	0.00	0.92	0.00
14	0.78	0.99	0.56	1.27	0.80	0.72	0.89	0.00	0.56	0.31	0.66	0.58	0.40	1.52	1.45	11.15	0.00	0.38	0.56	2.55	2.26	1.08	0.49
15	1.20	1.21	0.64	2.02	1.66	1.55	0.92	2.26	0.66	0.27	0.38	0.48	0.32	3.50	3.34	0.00	0.90	0.48	0.77	1.46	2.81	1.90	0.00
Sedi 2	0.89	0.75	0.52	0.90	0.91	0.91	0.68	0.00	0.53	0.30	0.69	0.53	0.41	2.15	0.34	10.50	0.00	0.48	1.19	0.74	0.00	0.00	0.00
Sedi 3	0.40	0.67	0.41	0.55	0.43	0.40	0.66	0.00	0.49	0.40	0.90	0.87	0.57	4.11	0.39	18.08	0.00	0.60	0.84	0.24	0.64	0.00	0.00
	Az zenginleşme (1-3)										Orta zenginleşme (5-10)					Aşırı zenginleşme (10-25)					Çok aşırı zenginleşme (25-50)		

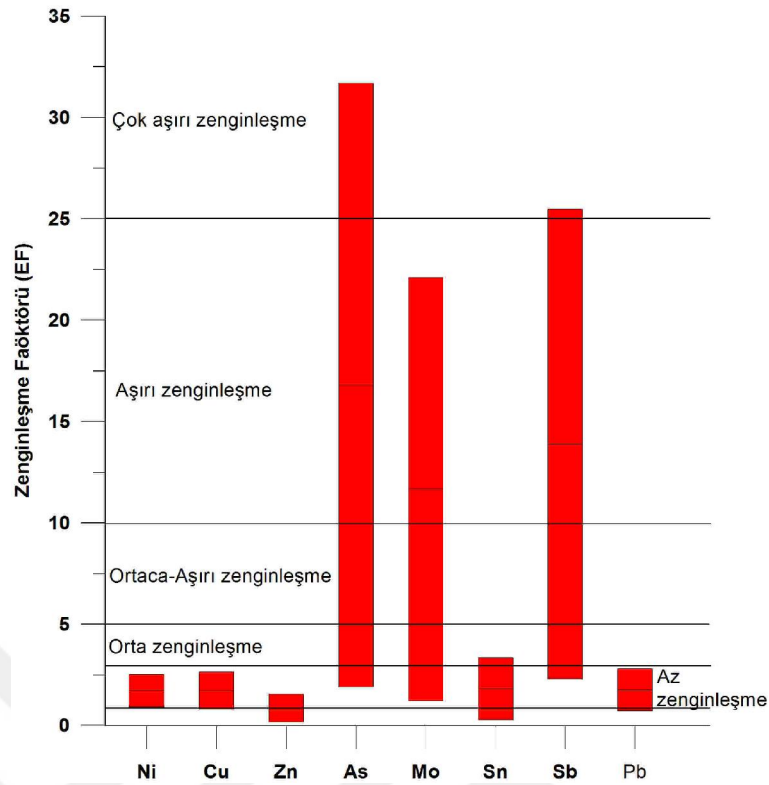
Şekil 4.13 İnceleme alanına ait örneklerin zenginleşme faktörü değerleri



Şekil 4.14 Pb, Sn, Cu ve Ni elementleri için hesaplanan zenginleşme faktörü değerlerinin inceleme alanındaki dağılımları



Şekil 4.15 As, Mo ve Sb elementleri için hesaplanan zenginleşme faktörü değerlerinin inceleme alanındaki dağılımları



Şekil 4.16 İnceleme alanındaki örneklerden seçilen elementler için hesaplanan zenginleşme faktörü (EF) dağılımını gösteren kutu diyagramı

4.6. Kirlilik indeksi (PI)

Bu parametre bazı çalışmalarda Kirlilik Faktörü (Cf) olarak da adlandırılmaktadır (Akyıldız ve Karataş 2018) element içeriğinin, üst kabuk değerine oranlanması ile elde edilir. Birleşik kirlilik indeksi (IPI), bir noktadaki kirlilik indekslerinin ortalaması bulunarak elde edilir (tercihen geometrik ortalaması).

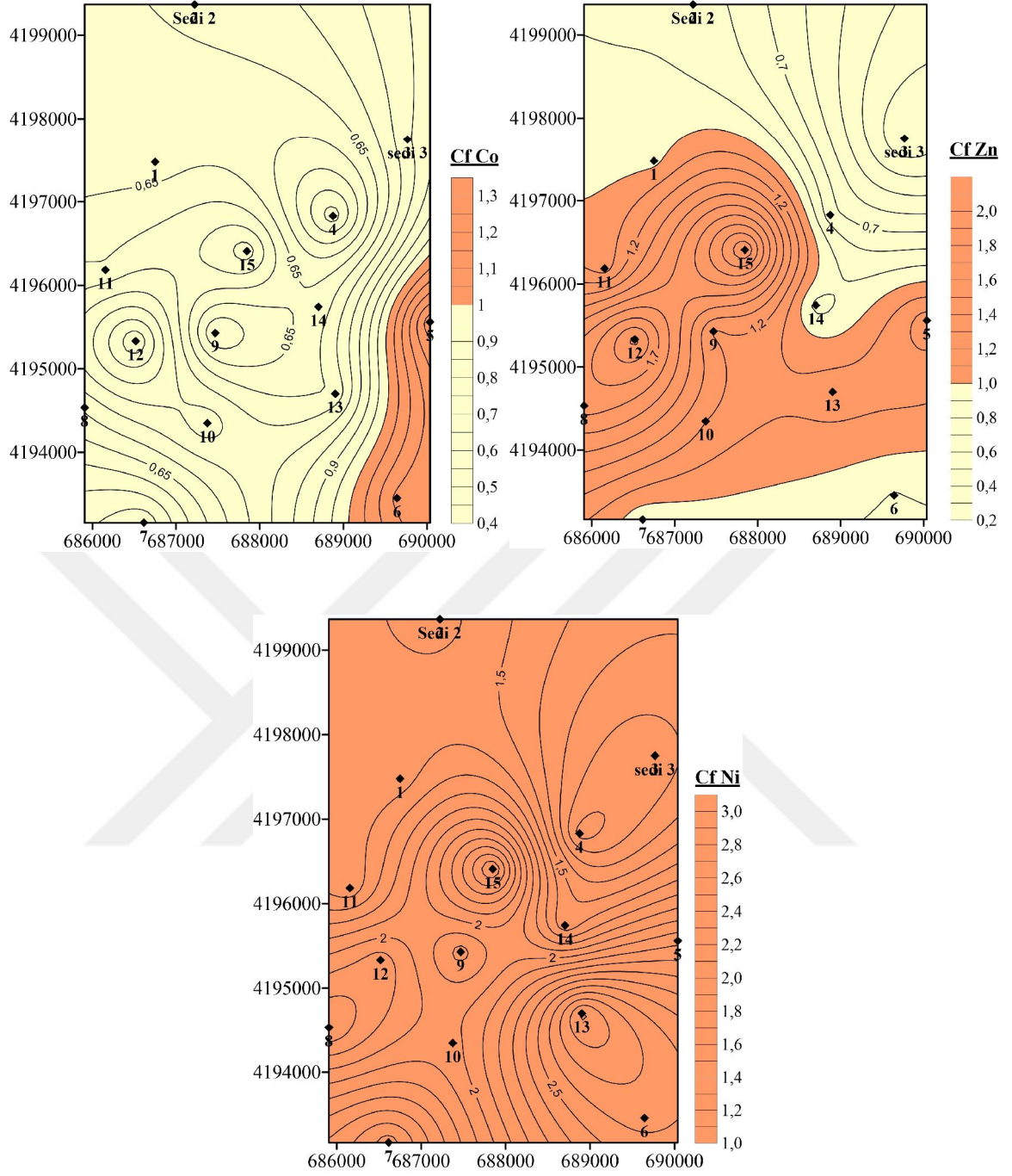
Kirlilik İndeksi (PI) veya Kirlilik Faktörü (Cf) sonuçlarına göre (Şekil 4.17);

Orta: Sc, V, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Y, Nb, Mo, Sn, Cs, La, Ce, Pb, Th, U

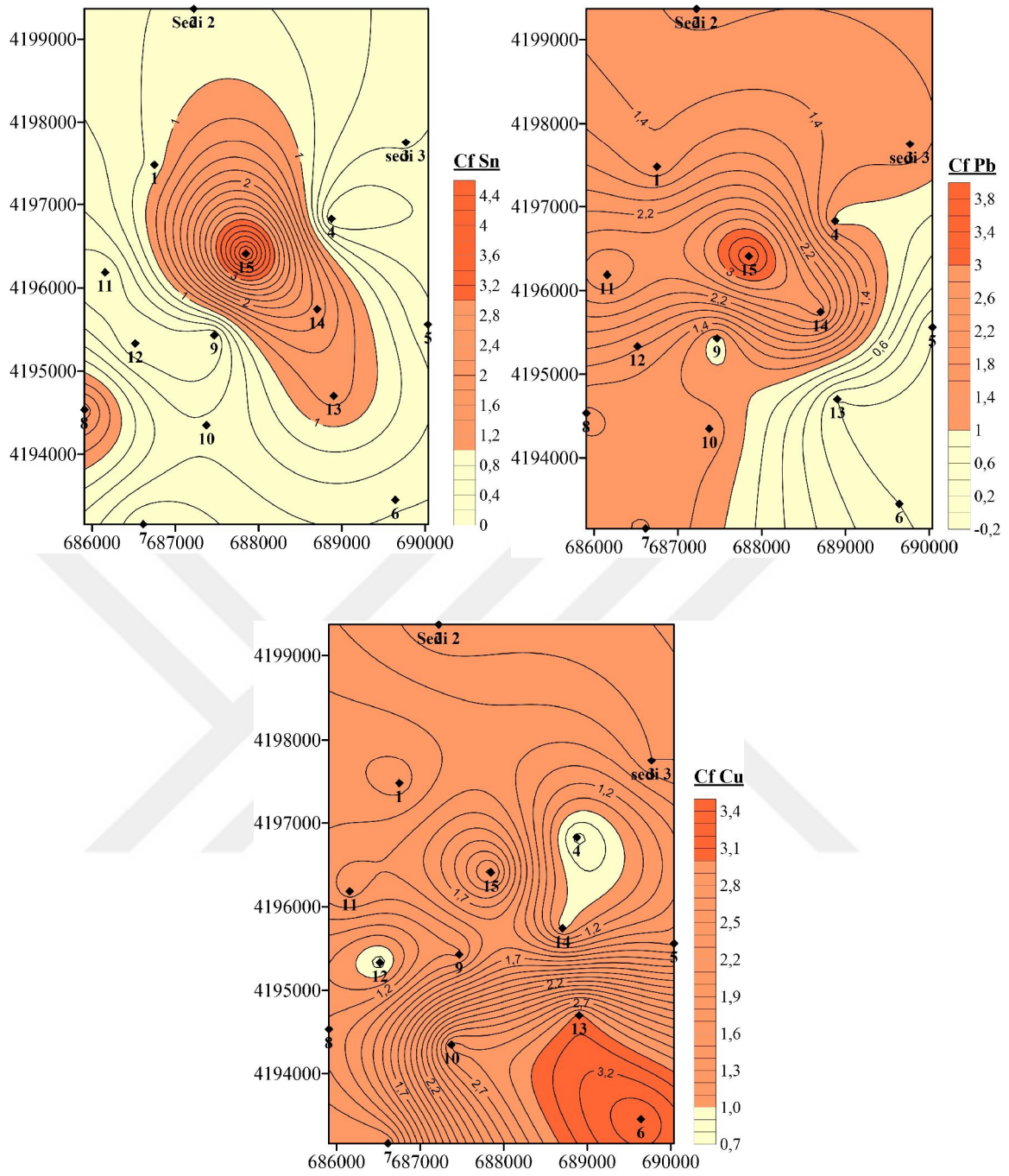
Önemli: Cu, Ga, As, Mo, Sn, Sb, Ce, Pb, U

Çok Yüksek: As, Mo, Sb

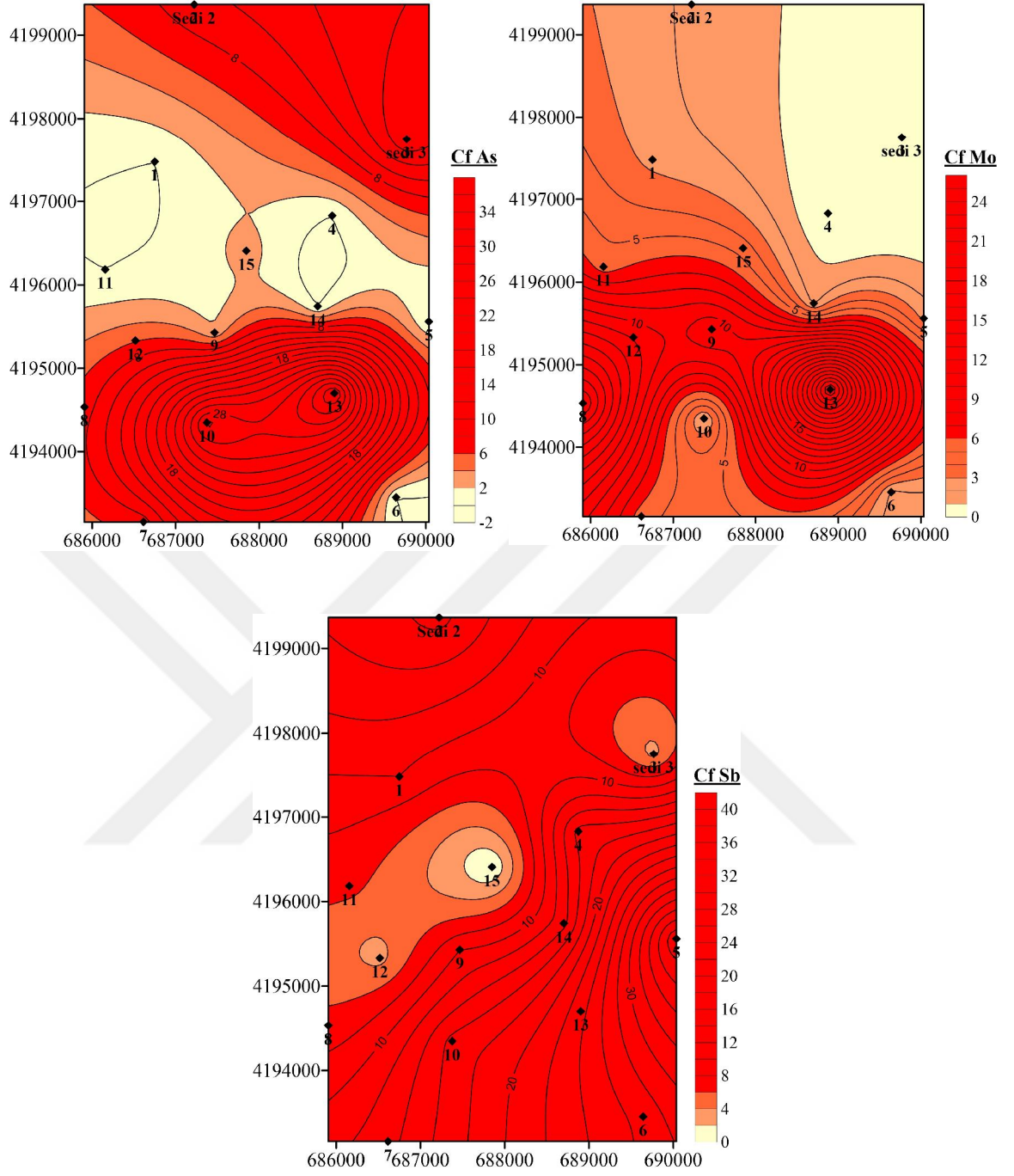
elementleri için kirlenmeler tespit edilmiştir. Co, Zn ve Ni elementleri düşükten ortaya değişen kirlilik değerleri sunmaktadır (Şekil 4.18). Sn, Pb ve Cu elementleri inceleme alanında farklı değerlerde gözlenirken önemli kirliliğe sahip örnekler de gözlenmektedir (Şekil 4.19). Özellikle As, Mo, ve Sb elementlerinin sonuçlarına bakılacak olunursa düşükten çok yükseğe değişen kirlenmelerin varlığı gözlenmektedir (Şekil 4.20). İnceleme alanından alınan örneklerin kirlilik indeksi dağılımı ve



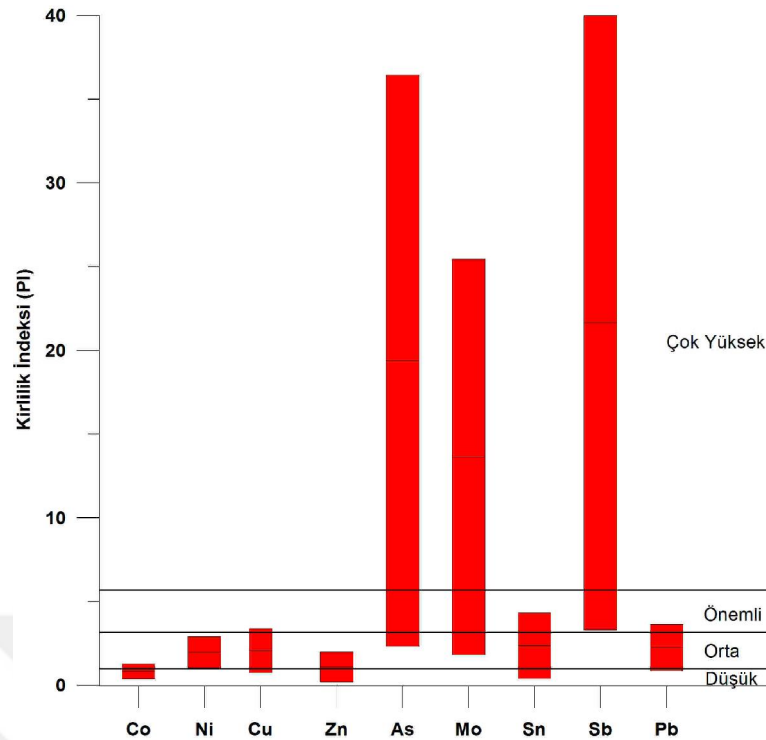
Şekil 4.18 Co, Zn ve Ni elementleri için hesaplanan kirlilik indeksi değerlerinin inceleme alanındaki dağılımları



Şekil 4.19 Sn, Pb ve Cu elementleri için hesaplanan kirlilik indeksi değerlerinin inceleme alanındaki dağılımları



Şekil 4.20 As, Mo ve Sb elementleri için hesaplanan kirlilik indeksi değerlerinin inceleme alanındaki dağılımları



Şekil 4.21 İnceleme alanındaki örneklerden seçilen elementler için hesaplanan kirlilik indeksi (PI) dağılımını gösteren kutu diyagramı

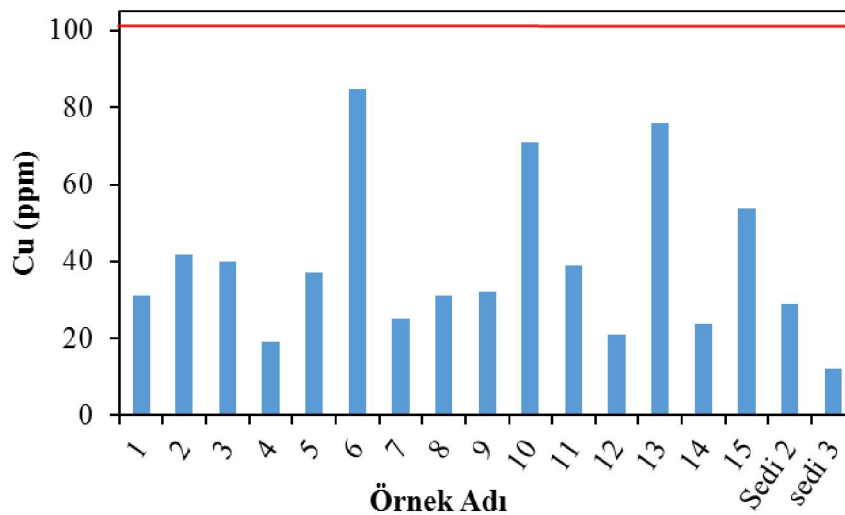
Hesaplamaların hepsi birlikte değerlendirildiğinde birçok element için kirlilik değerleri tespit edilmiştir. Özellikle As, Mo ve Sb elementleri bütün hesaplamalarda en düşükten en yükseğe kadar değişen kirlenme değerleri sunmaktadır. Bu elementlerin insan sağlığı açısından tehlikeli olduğu düşünülecek olunursa kirliliğin kaynağının tespit edilerek önüne geçilmesi gerekmektedir.

4.7. Sonuçların Sağlık Açısından Değerlendirilmesi

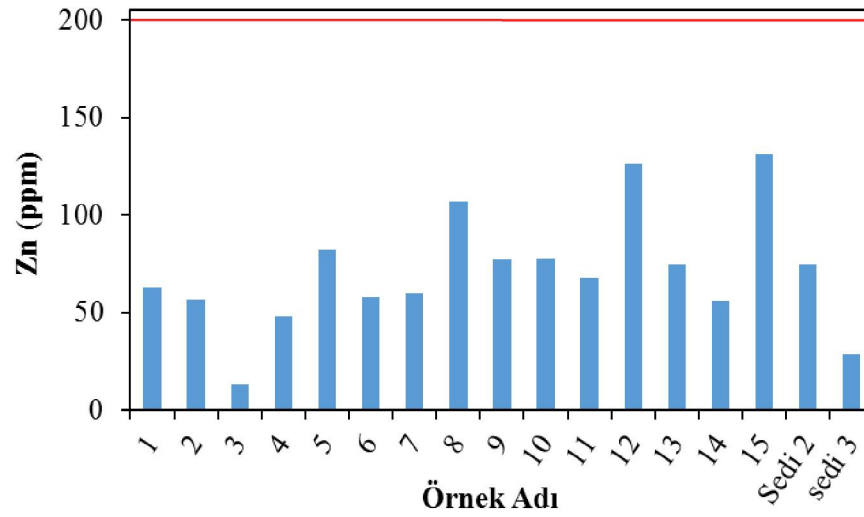
Toprak kirliliği bölümünde örneklerden yapılan analiz sonuçları ortalama kıtasal kabuk değeri ile karşılaştırılarak jeolojik olarak bir kirlenmenin olup olmadığı araştırılmıştır. Bu tür çalışmalarda uygulanan yöntemler ile jeolojik olarak bir kirlilik ve/veya zenginleşme belirlense de bu her zaman canlı sağlığını tehdit edecek boyutlarda olmayabilir. Elde edilen sonuçlar hesaplanan kirliliğin yanı sıra ilgili ülkenin standartları ile WHO gibi uluslararası kabul gören standartlar ile karşılaştırılarak sağlık açısından da değerlendirilmelidir.

İnceleme alanına ait değerler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (diyagramlarda kırmızı düz çizgi ile gösterilmiştir) ve WHO (diyagramlarda kırmızı kesikli çizgi ile gösterilmiştir) ile karşılaştırılmıştır.

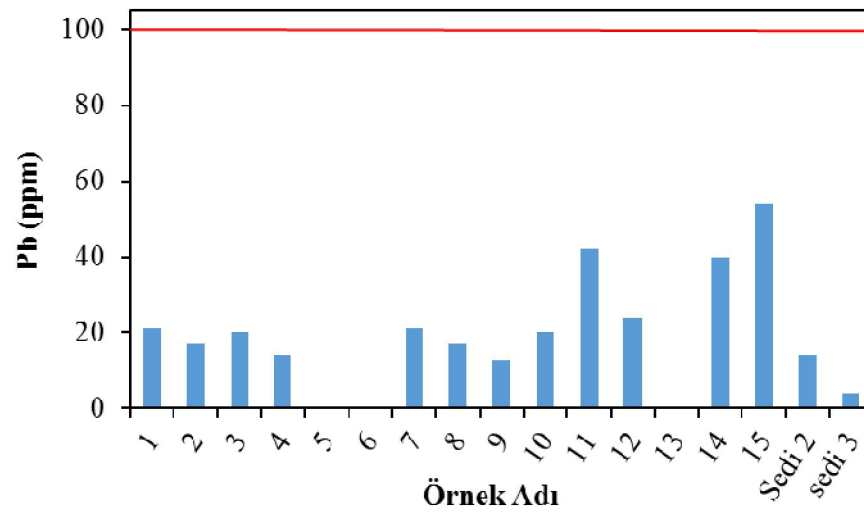
Kirlilik hesaplamalarında jeobirikim indeksi, zenginleşme faktörü ve kirlilik indeksi açısından çoğu elementlerde farklı oranlarda kirlenmeler belirlenmiş olmakla birlikte özellikle As, Mo ve Sb elementleri bütün hesaplamalarda hep yüksek kirliliğe işaret etmiştir. Sağlık açısından değerlendirme sonucunda bu elementlerden As hariç Mo ve Sb'in izin verilen sınırın çok altında olduğu gözlenmiştir. İncelemeler sonucunda Cu (Şekil 4.22), Zn (Şekil 4.23), Pb (Şekil 4.24), Sb (Şekil 4.25) ve Mo (Şekil 4.26) elementlerinin izin verilen değerlerin altında olduğu gözlenirken, Co (Şekil 4.27), Ni (Şekil 4.28) ve Cr (Şekil 4.29) elementleri için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'ne göre sınır değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. As elementi için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nde toprağın yutulması için bir 0,4 mg/kg sınır olarak değerlendirilmiş olup bu değer inceleme alanındaki değerlere göre çok düşük kaldığından ve bu çalışma kapsamında inceleme alanındaki toprak örneklerinin yutulması durumu değerlendirilmediğinden bu element için WHO standartı kullanılmış ve izin verilen sınır üzerinde değerler olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.30).



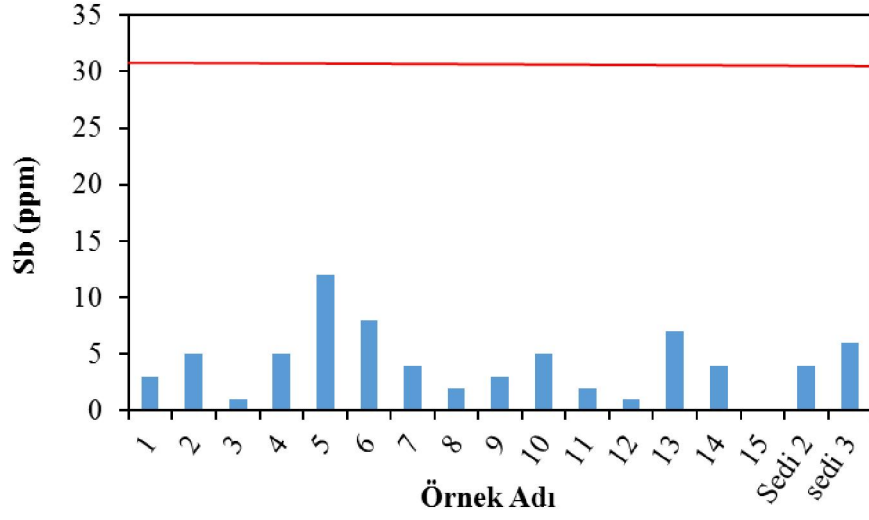
Şekil 4.22 İnceleme alanına ait örneklerin Cu içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi



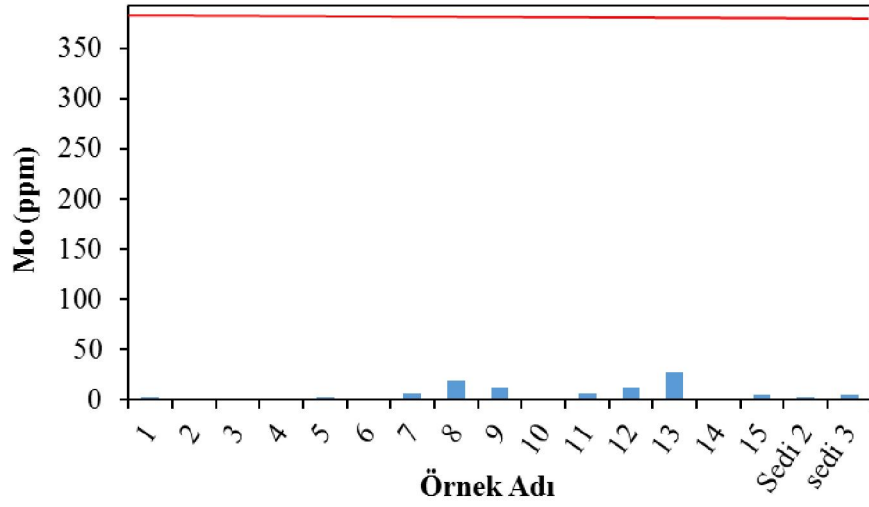
Şekil 4.23 İnceleme alanına ait örneklerin Zn içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi



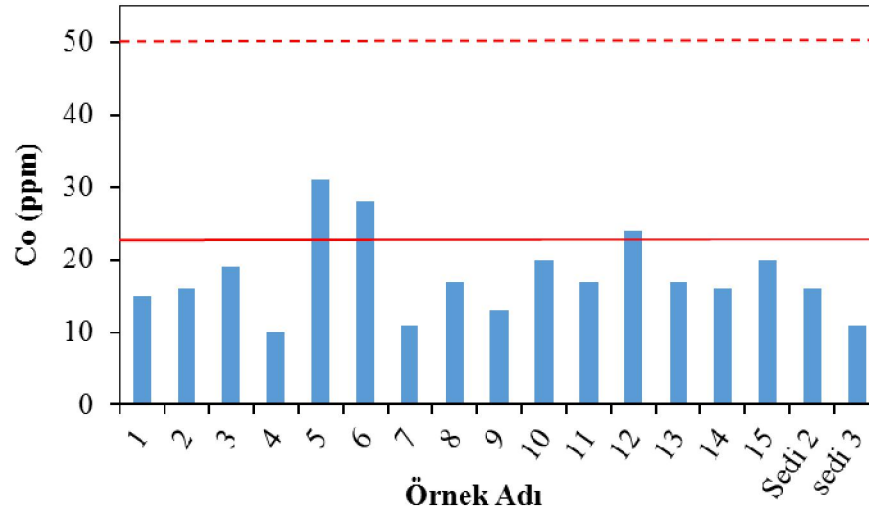
Şekil 4.24 İnceleme alanına ait örneklerin Pb içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi



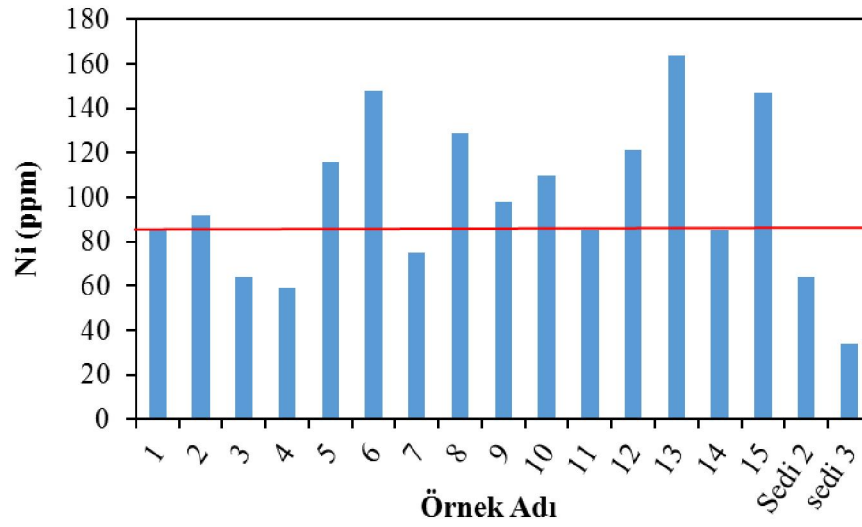
Şekil 4.25 İnceleme alanına ait örneklerin Sb içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi



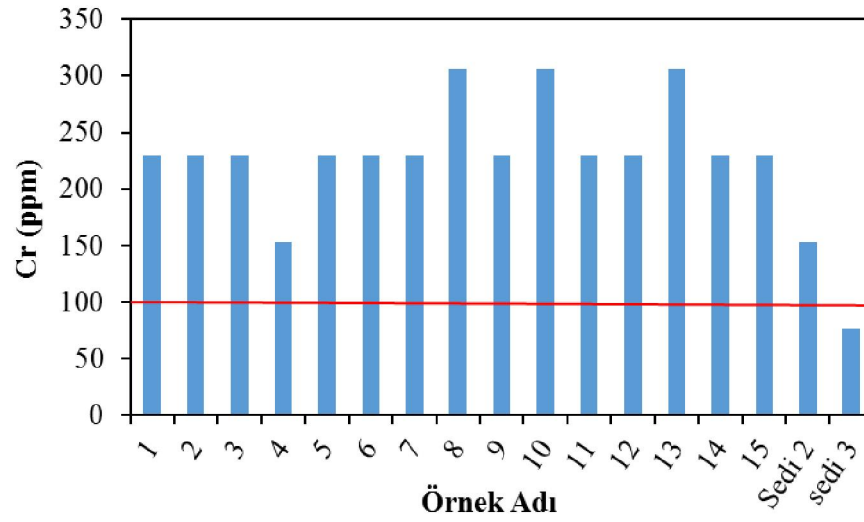
Şekil 4.26 İnceleme alanına ait örneklerin Mo içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi



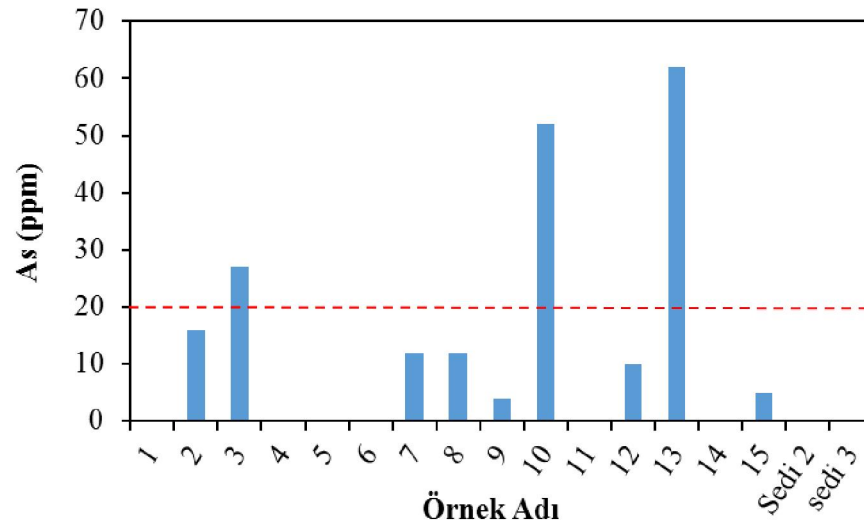
Şekil 4.27 İnceleme alanına ait örneklerin Co içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi



Şekil 4.28 İnceleme alanına ait örneklerin Ni içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi



Şekil 4.29 İnceleme alanına ait örneklerin Cr içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi



Şekil 4.30 İnceleme alanına ait örneklerin As içeriklerinin sağlık açısından değerlendirilmesi

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında Batman mücavir alanını temsil edecek şekilde 15 adet toprak ve 2 adet dere sedimanı alınmıştır. Örneklerin sonuçlarının değerlendirilmesi aşamasında jeobirikim indeksi (Igeo), zenginleşme faktörü (EF) ve kirlilik indeksi (PI) hesaplanarak olası bir kirliliğin tespiti amaçlanmıştır.

Jeobirikim indeksi sonuçlarına göre; **Kirlenmiş-Orta Derecede Kirli**'den (V, Ni, Cu, Ga, As, Y, Mo, Sn, Cs, Ce, Pb, Th), **Orta Derecede Kirli** (Cu, Ga, As, Mo, Sb, Ce, Pb, U), **Orta Kuvvetle Kirli** (As, Sb, Mo), **Aşırı Kirli** (As, Sb, Mo) ve **Aşırı-Çok Aşırı Kirli**'ye (As, Sb, Mo) değişen kirlilik değerleri elde edilmiştir.

Zenginleşme Faktörü (EF) sonuçlarına göre; **Az Zenginleşme**'den (V, Ni, Cu, Ga, As, Y, Mo, Sn, Sb, Cs, Ce, Pb, Th, U), **Orta Zenginleşme** (As, Mo, Sb, Ce, U), **Ortaca Aşırı Zenginleşme** (As, Mo, Sb), **Aşırı Zenginleşme** (As, Mo, Sb), **Çok Aşırı Zenginleşme**'ye (As) değişen zenginleşme değerleri elde edilmiştir.

Kirlilik İndeksi (PI) veya Kirlilik Faktörü (Cf) sonuçlarına göre; **Düşük**'den, **Orta** (Sc, V, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Y, Nb, Mo, Sn, Cs, La, Ce, Pb, Th, U), **Önemli** (Cu, Ga, As, Mo, Sn, Sb, Ce, Pb, U), **Çok Yüksek**'e (As, Mo, Sb) değişen değerler elde edilmiştir.

İnceleme alanı için hesaplanan jeobirikim indeksi, zenginleşme faktörü ve kirlilik indeksi sonuçlarına birçok elementler için kirlenme seviyesinde sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle As, Mo, ve Sb elementleri için bütün örnekler ve bütün hesaplamalarda düşükten yükseğe kirlilik değerleri tespit edilmiştir.

Sağlık açısından değerlendirme sonucunda Co, Ni, Cr ve As elementlerin izin verilen sınırlar üzerinde değerler sunduğu belirlenmiştir. Bu örnekler sağlık açısından yüksek riske sahip olduğu için kirliliğin nedenleri üzerine detaylı bir çalışma yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Acevedo-Figueroa, D., Jiménez, B.D., Rodríguez-Sierra, C.J. 2006. Trace metals in sediments of two estuarine lagoons from Puerto Rico, Environmental Pollution 141, 336-342.
- Açıkbaş, D. Ve Baştuğ, C., 1975, V. Bölge Cacas-Hani yöresi kuzey sahalarının jeoloji raporu ve petrol olanakları; TPAO Arama Grubu Rapor No. 917, 45 s.
- Adamo, P., Arienzo, M., Imperato, M., Naimo, D., Nardo, G., Stanziones, D. 2005. Distribution and partition of heavy metals in surface and sub-surface sediments of Naples city port, Chemosphere 61, 800-809.
- Akçay, M., 2002, Jeokimya, KTÜ Yayını, No:204.
- Akyıldız, M. ve Karataş, B., 2018, Adana Şehir Merkezindeki Topraklarda Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması.
- Anonim, 2005, Toprak kirliliğinin kontrolü yönetmeliği, Resmi Gazete: 31.05.2005 ve 25831 sayı.
- Biçer, Z., 1981, Sason-Kozluk-Baykan yörelerinde Tersiyer sürüklenim örtüleri altındaki otokton istifin fasiyes özellikleri ve petrol olanakları: TPAO Arama Grubu, Rapor no.1605, 22 s.
- Bolgi, T., 1961, V. Petrol Bölgesi Seksiyon Ölçümleri AR/TPO/261 Nolu Saha İle Reşa Dodan Arası Batısındaki Sahanın Strüktürel Etüdleri; TPAO Arama Grubu Rapor No.162, Ankara.
- Duran, O., 1981, Mardin grubu karbonatlarının şaryaj önü ve altındaki Mikrofasiyes ve diyajenez incelemesi. TPAO Araştırma Merkezi, Rapor no. 403, 22 s., Ankara.
- Duran, O. ve Yılmaz, E., (1997). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Otokton ve Allohton Birimler Stratigrafi Adlama Sözlüğü (Lexicon). TPAO Araştırma Merkezi Grubu Başkanlığı Eğitim Yayınları No.31, Ankara
- Duran, O., Şemşir, D., Sezgin, İ. ve Perinçek, D. (1988). Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan gruplarının stratigrafisi, sedimentolojisi ve petrol potansiyeli. TPAD Bülteni, c.1/2, s. 99-126.
- Duran, O., Şemşir, D., Sezgin, L. ve Perinçek, D. (1989). Güneydoğu Anadolu'da Midyat Silvan Gruplarının stratigrafisi, sedimantolojisi ve paleocografyası, paleontolojisi, jeoloji tarihi, rezervuar ve diyajenez özellikleri ve olası petrol potansiyeli. TPAO Araştırma Merkezi, Rapor No.2563
- Eren, A. ve Sarı, R., 1984, Güneydoğu Anadolu'da X. Bölgenin jeolojik evrimi ve petrolpotansiyeli I: TPAO Arama Grubu Raporu, Rapor no.1867, 52 s.

- Gil, C., Boluda, R., Ramos, J., 2004. Determination and evaluation of cadmium, lead and nickel in greenhouse soils of Almeria (Spain). *Chemosphere*, 55 (7), 1027–1034.
- Günay, Y. 1990, Güneydoğu Anadolu'nun jeolojisi (Yayınlanmamış): TPAO Arama Grubu
- Joffe, J.S., 1949. *Pedology* Pub. The Semersset Inc.,Newjarsey.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1992. *Trace Elements in Soils and Plants*, 2nd ed. CRC Pres, 548 p., Tiller K.G., 1992. Urban Soil Contamination in Australia. *Aust.' J. Soil Res.* 30, 937- 957.
- Müller, G. 1969. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River, *GeoJournal*, 2(3): 108-118.
- Morillo, J., Usero, J., Gracia, I. 2002. Partitioning of metals in sediments from the Odiel River (Spain). *Environment International* 28, 263–271.
- Önal, E., (2002) İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Ders Notları
- Perinçek, D., 1978. V-VI-IX. Bölge (Güneydoğu Anadolu otokton-allokon birimler) jeoloji sembolleri. TPAO Arama Grubu, Rapor No.6657.
- Philips, D.H., Rainbow P.S., 1994. *Biomonitoring of Trace Aquatic Contaminants*, Elsevier Applied Science, London, 87 p.
- Reimann C., De Caritat P. 2000. Intrinsic flaws of element enrichment factors (EFs) in environmental geochemistry. *Environ. Sci. Technol.* 34, 5084- 5091.
Resmi Gazete (31.05.2005 tarih/25831 sayılı).
- Rudnick RL, Gao S, 2003. Composition of the continental crust. See Holland & Turekian 2003, pp. 1–64
- Saur, E., Juste, C. 1994. Enrichment of trace elements from long-range aerosol transport in sandy podzolic soils of southwest France. *Water Air Soil Pollut* 73, 235-246
- Savcı, H. ve Dülger, S., 1980, Cacas-Sason-Kozluk dolayının jeoloji incelemesi ve petrol olanaklarının araştırılması: TPAO Arama Grubu, Rapor no:1442,41 s.
- Sutherland, R.A. 2000. Bed sediment associated trace metals in an urban stream, Oahu, Hawaii. *Environ. Geol.*, 39,611-627
- Taylor, S. R., McLennan, S. M., 1995. The geochemical evolution of the continental crust. *Reviews of Geophysics*, 33, 241-265.
- Tuna, D., 1973, VI. Bölge litostratigrafi birimleri adlamasının açıklayıcı raporu: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 813,131 s.

- Turekian, K.K., Wedepohl, K.H., 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Geology Society America Bulletin*, 72, 175-192
- Türkoğlu, B., 2006. Toprak Kirlenmesi ve Kirlenmiş Toprakların Islahı, Yüksek Lisans, Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 120 s.
- Vald'es, J., Vargas, G., Sifeddine, A., Ortlieb, L., Guinez, M., 2005. Distribution and enrichment evaluation of heavy metals in Mejillones Bay (23°S), Northern Chile: Geochemical and statistical approach, *Marine Pollution Bulletin* 50, 1558- 1568.
- Viard B., Pihan F., Promeyrat S., Pihan JC. (2004). Integrated assessment of heavy metal (Pb, Zn, Cd) highway pollution, bioaccumulation in soil, Gramineae and land snails. *Chemosphere*.
- Yılmaz, E., 1982, Hazro (Diyarbakır) güneybatı yöresinin jeolojisi (Diploma çalışması): İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Kürsüsü, 53 s.
- Zhao, Y., Xu, X., Sun, W., Huang, B., Darilek, J.L., Shi, X., 2008. Uncertainty assessment of mapping mercury contaminated soils of a rapidly industrializing city in the Yangtze River Delta of China using sequential indicator cosimulation. *Environ. Monit. Assess.* 138 (1-3), 343–355.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Nurcan GÜMÜŞ KIRAL
Uyruğu : TC
Doğum Yeri ve Tarihi : 03.12.1984
Telefon : 5063307358
Faks :
e-mail : nurcangumus84@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Batman Anadolu Lisesi/Merkez/Batman	2003
Üniversite	: Fırat Üniversitesi/Merkez/Elazığ	2008
Yüksek Lisans	:	
Doktora	:	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2011-devam etmekte	Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	Jeoloji Mühendisi

YABANCI DİL: İngilizce