

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Kozan, Dikilitaş ve Alapınar (Adana) Arasında Bulunan
Topraklardaki Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması**

Muhsin SAVAŞ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Ekim, 2023

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL VE METOD	7
3.1. Materyal	7
3.1.1. Toprak	7
3.1.2. Ağır Metaller ve Özellikleri	8
3.2. Metod	12
3.2.1. Literatür Tarama	12
3.2.2. Arazi Çalışmaları	12
3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	13
3.2.4. Büro Çalışmaları	13
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	17
4.1. Bölgenin Genel Jeolojisi	17
4.2. Ağır Metal Analiz Sonuçlarıve Değerlendirilmesi	18
4.2.1. Civa (Hg) Analiz Sonuçları.....	19
4.2.2. Kurşun (Pb) Analiz Sonuçları.....	21
4.2.3. Kadmiyum (Cd) Analiz Sonuçları	22
4.2.4. Krom (Cr) Analiz Sonuçları.....	24
4.2.5. Çinko (Zn) Analiz Sonuçları.....	26
4.2.6. Bakır (Cu) Analiz Sonuçları	27
4.2.7. Nikel (Ni) Analiz Sonuçları	29
4.2.8. Demir (Fe) Analiz Sonuçları.....	30
4.2.9. Mangan (Mn) Analiz Sonuçları	32
4.2.10. Kobalt (Co) Analiz Sonuçları	33
4.2.11. Alüminyum (Al) Analiz Sonuçları.....	35
4.2.12. Arsenik (As) Analiz Sonuçları.....	36
4.3. Jeokimyasal Yaklaşımlar	38
4.3.1. Zenginleşme Faktörü	38
4.3.2. Kirlilik Faktörü (Cf).....	50
4.3.3. Jeo-birikim İndeks (Igeo).....	62

5. TARTIşMA VE SONUÇLAR	75
KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİş	83



Kozan, Dikilitaş ve Alapınar (Adana) Arasında Bulunan Topraklardaki Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması

Muhsin SAVAŞ

Danışman: Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZ

Yüksek lisans tez çalışmasında, Adana iline bağlı Kozan ilçesinde Dikilitaş ve Alapınar Mahalleleri arasında yer alan bölgedeki topraklarda bulunan ağır metal miktarlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanını temsil edecek noktalardan yüzeyin 5-10 cm altından 23 adet toprak numunesi alınmıştır. Örneklerin ağır metal içerikleri Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre (A.A.S) cihazı ile ölçülmüştür. Elde edilen veriler CBS veritabanına aktarılarak semboloji ve dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Hg, Pb, Cd, Cr, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn, Co, Al, As, elementlerinden Ni ve Co elementi Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının (Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde) belirtilen değerlerinden yüksek çıkmaktadır.

Zenginleşme faktörü (Ef) verilerine göre; Mn, Cu, Cr, Al, As, Hg ve Zn elementlerinde minimal zenginleşme; Ni, Co elementlerinde orta zenginleşme; Cd ve Pb elementlerinde ise belirgin bir zenginleşme saptanmıştır.

Kirlilik faktörü (Cf); Mn, Al, As, Cu, Cr, ve Hg elementleri için az kirlenme; Zn elementi için orta derecede kirlenme; Pb, Ni ve Co elementleri için önemli derecede kirlenme Cd elementi için ise aşırı derecede kirlenme tespit edilmiştir.

Geo-birikim indeks verilerine bakıldığında; Dikilitaş-Alapınar arasında kalan bölgeden alınan toprak numunelerinde Cd elementi için orta derecede kirlenmiş; Hg elementi çok kirlenmiş; Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Cr, Pb, Al ve As elementleri aşırı kirlenmiş olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Element, Toprak, ASS, CBS, Ağır Metal Kirliliği.

**Research on Heavy Metal Contents of The Soil Included
Between Kozan, Dikilitaş and Alapinar (Adana)**

Muhsin SAVAŞ

Advisor: Assoc. Doc. Dr. Mustafa AKYILDIZ

Department of Geological Engineering

ABSTRACT

In this postgraduate thesis, it has been aimed to determine the amount of heavy metal included in the soils of the region located between Dikilitaş and Alapınar neighbourhoods of Kozan district affiliated to Adana province. 23 samples of soil have been taken from 5-10 cm under the surface at the points representing the field of study. Heavy metal contents of the samples have been measured by Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) device. The data obtained in this manner have been transferred to CBS database, and symbology and distribution maps have been formed.

Among Hg, Pb, Cd, Cr, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn, Co, Al, As elements; Ni and Co elements have been found higher than the figures determined by Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change.

According to enrichment factor (Ef) data, minimal degree of enrichment has been detected in Mn, Cu, Cr, Al, As, Hg and Zn elements; moderate degree of enrichment has been detected in Ni and Co elements; and significant degree of enrichment has been detected in Cd and Pb elements.

According to contamination factor (Cf); low degree of contamination has been detected for Mn, Al, As, Cu, Cr and Hg elements; moderate degree of contamination has been detected for Zn element; considerable degree of contamination has been detected for Pb, Ni and Co elements; and high degree of contamination has been detected for Cd element.

When geo-accumulation index data are considered with relation to the soil samples taken from the region located between Dikilitaş and Alapınar; moderate degree of contamination has been detected for Cd element, considerable degree of contamination has been detected for Hg element, and high degree of contamination has been detected for Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Cr, Pb, Al and As elements.

Key Words: Element, Soil, ASS, CBS, Heavy Metal Contamination

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında beni yönlendiren, yardım, destek ve önerilerini esirgemeyen, çalışmalarımın tamamlanmasında en büyük pay sahibi olan ve her konuda büyük anlayış gösteren Danışman hocam, Sayın Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Her türlü desteği gösteren Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın hocam Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ'e teşekkür ederim.

Tezime bulundukları katkılardan dolayı Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığına teşekkür ederim.

Her zaman desteklerini hissettiğim değerli hocam Sayın Prof. Dr. Osman PARLAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımın her aşamasında emeği bulunan bilgi ve tecrübeleriyle bana destek veren Çukurova Üniversitesi Jeokimya Laboratuvarı görevlisi Kimya Teknisyeni Ertuğrul ÇANAKÇI'ya teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca her konuda yardımını gördüğüm, çalışmalarımın tamamlanmasında en büyük pay sahiplerinden değerli arkadaşım Sayın Dr. Burcu KARATAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Beni her konuda cesaretlendiren, benim için büyük bir ilham kaynağı olan can dostum İnşaat Mühendisi Ahmet KARATAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarımın tamamlanmasında büyük emekleri olan değerli arkadaşım Sayın Dr. Emine ŞEKER ZOR'a çok teşekkür ederim.

Tez çalışmalarımda her türlü desteği gösteren başta Abim, Müdürüm Atilla SARICAN'a ve tüm mesai arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda büyük emekleri olan İlayet Esra HAMDOĞLU'na, Pınar GÜNEŞ'e, Dilek GÖKÇÜ'ye, Aysun BOĞA'ya, Hasan OCAK'a, Ayşe Ece KAYA'ya, Gamze KIVRAK'a Ömer Mustafa ÇELİK'e çok teşekkür ederim.

Son olarak, beni bugünlere getiren, bana inanan, uzun yıllar boyunca destek ve sabır gösteren başta Canım Annem olmak üzere değerli aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Zenginleşme Faktörü (Ef) Sınıflaması	14
Çizelge 3.2. Kirlilik Faktörü (Cf) Sınıflaması.....	14
Çizelge 3.3. Kirlilik Derecesi (Cd)Sınıflaması.	15
Çizelge 3.4. Jeobirikim İndeksi (Igeo) Sınıflaması	15
Çizelge 4.1. Türkiye ağır metal standart sınır değerleri	19
Çizelge 4.2. Dikilitaş-Alapınar bölgesi analiz sonuçları ve Türkiye ağır metal sınır değerleri ile karşılaştırılması.	19
Çizelge 4.3. Civa (Hg) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri.....	20
Çizelge 4.4. Kurşun (Pb) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri	21
Çizelge 4.5. Kadmiyum (Cd) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri	23
Çizelge 4.6. Krom (Cr) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri.....	24
Çizelge 4.7. Çinko (Zn) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri.....	26
Çizelge 4.8. Bakır (Cu) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri	27
Çizelge 4.9. Nikel (Ni) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri	29
Çizelge 4.10. Demir (Fe) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri.....	30
Çizelge 4.11. Mangan (Mn) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri	32
Çizelge 4.12. Kobalt (Co) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri	33
Çizelge 4.13. Alüminyum (Al) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri.....	35
Çizelge 4.14. Arsenik (As) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri	36
Çizelge 4.15. Dikilitaş-Alapınar bölgesinin zenginleşme faktörü (Ef) değerleri(ppm).	38
Çizelge 4.16. Dikilitaş-Alapınar bölgesinin kirlilik faktörü (Cf) değerleri (ppm).	50
Çizelge 4.17. Dikilitaş-Alapınar bölgesinin Jeo-birikim indeks (Igeo) değerleri (ppm).	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Çalışma alanıyer bulduru haritası.	2
Şekil 3.1.	Örnek lokasyonları	7
Şekil 3.2.	Toprak Profili	8
Şekil 3.3.	Şematik olarak ağır metallerin doğaya yayılımları.....	9
Şekil 4.1.	Çalışma alanının jeoloji haritası.	17
Şekil 4.2.	Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Hg elementinin semboloji haritası	20
Şekil 4.3.	Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Hg elementinin dağılım haritası	21
Şekil 4.4.	Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Pb elementinin semboloji haritası	22
Şekil 4.5.	Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Pb elementinin dağılım haritası	22
Şekil 4.6.	Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cd elementinin semboloji haritası	23
Şekil 4.7.	Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cd elementinin dağılım haritası	24
Şekil 4.8.	Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cr elementinin semboloji haritası	25
Şekil 4.9.	Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cr elementinin dağılım haritası	25
Şekil 4.10.	Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Zn elementinin semboloji haritası	26
Şekil 4.11.	Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Zn elementinin dağılım haritası.	27
Şekil 4.12.	Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cu elementinin semboloji haritası	28
Şekil 4.13.	Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cu elementinin dağılım haritası	28
Şekil 4.14.	Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Ni elementinin semboloji haritası	29
Şekil 4.15.	Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Ni elementinin dağılım haritası	30
Şekil 4.16.	Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Fe elementinin semboloji haritası	31

Şekil 4.17. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Fe elementinin dağılım haritası	31
Şekil 4.18. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Mn elementinin semboloji haritası.	32
Şekil 4.19. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Mn elementinin dağılım haritası.	33
Şekil 4.20. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Co elementinin semboloji haritası.	34
Şekil 4.21. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Co elementinin dağılım haritası	34
Şekil 4.22. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Al elementinin semboloji haritası	35
Şekil 4.23. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Al elementinin dağılım haritası	36
Şekil 4.24. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki As elementinin semboloji haritası	37
Şekil 4.25. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki As elementinin dağılım haritası	37
Şekil 4.26. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Zn elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası	39
Şekil 4.27. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Mn elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası.....	40
Şekil 4.28. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cu elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası	41
Şekil 4.29. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Ni elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası	42
Şekil 4.30. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Co elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası	43
Şekil 4.31. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cd elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası	44
Şekil 4.32. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cr elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası.	45
Şekil 4.33. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Pb elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası	46
Şekil 4.34. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Al elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası.	47

Şekil 4.35. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki As elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası	48
Şekil 4.36. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Hg elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası.....	49
Şekil 4.37. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Zn elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.	51
Şekil 4.38. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Mn elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.	52
Şekil 4.39. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cu elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.	53
Şekil 4.40. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Ni elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.	54
Şekil 4.41. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Co elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.	55
Şekil 4.42. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cd elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.	56
Şekil 4.43. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cr elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.	57
Şekil 4.44. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Pb elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.	58
Şekil 4.45. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Al elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.	59
Şekil 4.46. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki As elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.	60
Şekil 4.47. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Hg elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.	61
Şekil 4.48. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Zn elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.	63
Şekil 4.49. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Mn elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.	64
Şekil 4.50. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cu elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.	65
Şekil 4.51. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Ni elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.	66
Şekil 4.52. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Co elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.	67

Şekil 4.53. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cd elementinin Jeo-birikim indeks (Igeo) dağılım haritası.	68
Şekil 4.54. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cr elementinin Jeo-birikim indeks (Igeo) dağılım haritası.	69
Şekil 4.55. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Pb elementinin Jeo-birikim indeks (Igeo) dağılım haritası.	70
Şekil 4.56. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Al elementinin Jeo-birikim indeks (Igeo) dağılım haritası.	71
Şekil 4.57. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki As elementinin Jeo-birikim indeks (Igeo) dağılım haritası.	72
Şekil 4.58. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Hg elementinin Jeo-birikim indeks (Igeo) dağılım haritası.	73



1. GİRİŞ

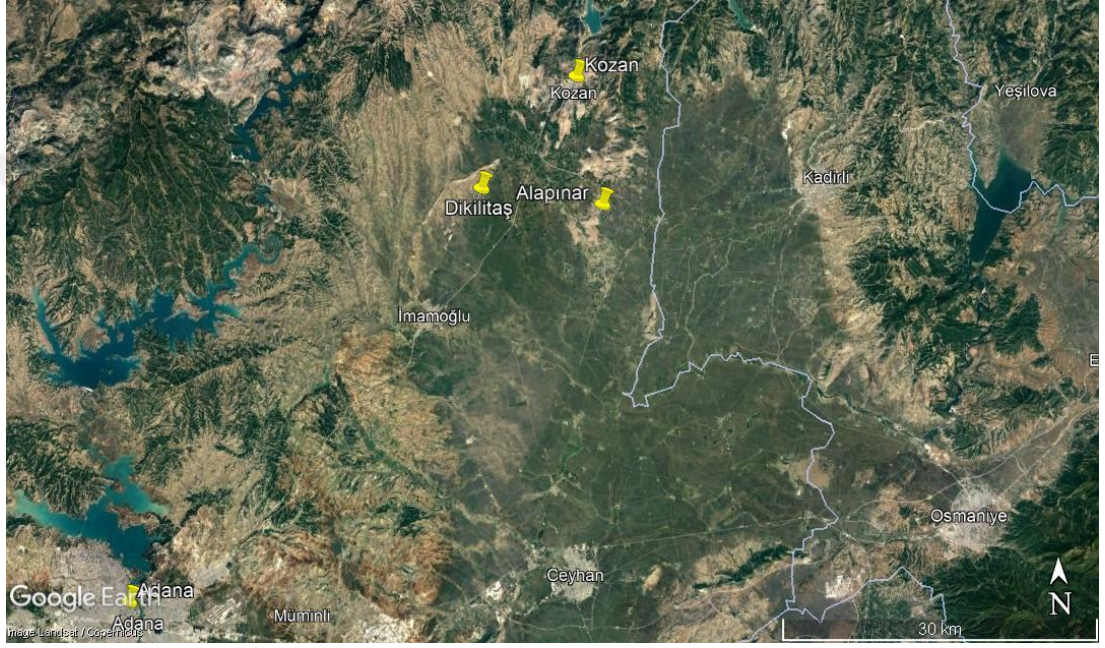
Bu araştırma, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı olarak Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışma, Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Proje Birimi FYL-2021-14253 nolu proje kapsamında tamamlanmıştır.

Çalışma alanı Kozan güneyinde, Dikilitaş ve Alapınar arasında yer almaktadır (Şekil 1.1).

Bu çalışmanın amacı, Kozan Güneyi, Dikilitaş, Alapınar arasında kalan bölgelerdeki topraklar üzerinde ağır metal kirliliğinin araştırılması ile birlikte; kirliliğin sebepleri, elementlerin bölgede dağılımının açıklanması ve önceki yıllarda yapılan çalışmalar ile bu değerler karşılaştırılmasıdır.

Ağır metal terimi, canlı sağlığı açısından toksik etkiler gösterebilen metalleri ve yarı metalleri tanımlamak için kullanılmaktadır. Toprak, yeryüzünün en üst kısmını oluşturan ve içinde yaşam bulunan bölümü olarak tanımlanabilir. Toprak oluşumunda temel kaynak kayaçlardır ve kayaçlar meydana getirdiği toprağın kimyasal içeriğini doğrudan etkilemektedir. Topraklardaki ağır metallerin kaynakların litojenik ve antropojenik kaynaklar olarak iki gruba ayırmak mümkündür. Litojenik kaynaklar, toprağı meydana getiren kaynak kayaçlar ile ilgiliyken antropojenik kaynaklar insan kökenli olduğu için çok çeşitli faktörleri ifade etmektedir. İnceleme alanı içerisindeki topraklardan; Dikilitaş ve Alapınar mahalleleri arasında kalan bölgeden 23 adet nokta örnekleme yapılmıştır. Örnekler yüzeyin 5-10 cm altından alınmıştır. Alınan bu örneklerin ağır metal içerikleri Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre (A.A.S) cihazı ile ölçülmüştür.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar ile çalışma alanı içerisinde ağır metallerden kaynaklanan bir kirliliğin olup olmadığı araştırılmış olup eğer bir kirlilik mevcut ise bunun nedenleri irdelenmiştir. Dünya genelinde güncel bir problem olan çevre kirliliği ile ilgili ortaya konmuş olan somut veriler ile çevre problemlerinin giderilmesi çalışmalarına katkı sağlanmaya çalışılmıştır.



Şekil 1.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ayhan (1987), Kozan-Elmadağ (Adana) bölgesinin jeolojik yapısı ile ilgili yaptığı doktora tezi çalışmasında ilgili alandaki formasyonların tümünün kökeninin denizsel olduğu, Alt Kambriyen-Orta Miyosen yaş aralığında oluştuğunu ve diskordans olarak alüvyonlar ile kaplandığı görülmüştür.

Dinç ve ark. (1990), Çukurova toprakları üstünde yaptıkları araştırmada; bölgenin toprak türlerinin dağılımını ve bölgenin seri düzeyinde toprak haritasını çıkarmışlardır.

Topak (1997), Berdan Nehri (Tarsus) toprak ve su numunelerinde anyon-katyon ve ağır metalleri araştırılmış ve su numunelerinin farklı kullanım alanlarına göre sınıflandırma çalışmasını gerçekleştirilmiştir. Berdan Nehri'nin Pb, Cr ve SO₄ içerik bakımından içilebilirlik özelliği bulunmadığını bildirmiştir. Berdan Nehri üzerine kurulmuş barajların kil minerallerinin taşınmasına olan etkileri incelemiştir.

Aysan (1999), Adana-Tarsus bölgesinin güneyinde Aydın-Adalı-Yarbaşı köyleri içerisinde bulunan bölgede toprak ve serbest akiferlerindeki ağır metal kirliliklerini bulmaya yönelik çalışma yapmıştır. Serbest akiferlerden alınan su numunelerinin jeokimyasal özelliğini araştırarak bu çalışmada, ağır metaller, sülfat ve elektriksel iletkenlik (EC) verilerini ölçmüş ve bu ağır metal sonuçlarına göre Mürseloğlu köyünün kuzey doğusundaki kuyuda Mn değerlerinin fazla olduğu kanaatine varmıştır.

Yılmaz ve Yaman (1999), Ceyhan Nehri'nin sularının jeokimyasal özellikleri ile ilgili yaptığı araştırmalarda; Ph, sıcaklık, anyon, katyon, iz element ve tuzluluk parametrelerini yıllık olarak incelemiş çözünen ana bileşenlerin yıldan yıla değişimlerini ortaya koymuş ve kullanım açısından uygunluk sınıflandırmalarını yapmışlardır.

Kop (2003), Aladağ ve Kozan İlçeleri arasında bulunan alanda yaptığı araştırmasında Tersiyer istifinin altındaki kayaç gruplarının farklı dilimler halinde birbirleri ile tektonik ilişkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Uras ve ark. (2004), İshacalı (Kırşehir) ve Feke (Adana) fluoritlerinde ender toprak elementi (NTE) jeokimyası konulu araştırmalarında İshacalı (Kırşehir) fluoritlerinin nadir toprak elementi içeriğinin Feke (Adana) fluoritlerine göre daha yüksek bir değerinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Yüksel (2007), Adana – İmamoğlu ilçesi Üçtepe bölgesinde bulunan yeraltı suyunu tespit edip ve Pınargözü kaynağının hidrokimyasal değerlendirilmesi açısından mevkiinin hidrojeolojik çalışmasını yapmıştır. Yaptığı çalışma ile kumtaşı, marn ve çamur taşından meydana gelen filiz özellikli formasyonun yeraltı suyu bakımından olumsuz ve geçirimsiz bir birim olduğu sonucuna ulaşmıştır. Seyhan nehri kıyısında ve bazı yüksek kesimlerde mostra veren Pliyosen yaşlı konglomeraların ise alanda ana akifer birimlerden birinden meydana geldiği saptamıştır. Çalışma alanının diğer bir akifer biriminin ise Seyhan nehir kıyısında meydana gelen Kuvaterner yaşlı alüvyonlar olduğu sonucuna varmıştır.

Akın ve Ertunç (2008), Adana-Ceyhan ilçesi Kokar Pınarı suyunun hidrojeokimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmalarda; kaynak suyunda magnezyum, klor, sodyum, kalsiyum sülfat, bikarbonat iyonlarının yüksek bir orana sahip olduğunu saptamışlardır. Diğer ağır metal analiz çalışmalarıyla bakır, alüminyum ve çinko iyonlarına rastlamışlardır. Çalışmanın sonucunda ise suyun fasiyesinin Ca-Cl-Na-HCO₃ olduğu sonucuna varmışlardır.

Taş (2009), Adana – Feke (Doğu Toroslar) bölgesinde Barit Yataklarının Kökensel İncelemesi adlı doktora tezinde; Kambriyen yaşlı Değirmentaş oluşumu içerisinde bulunan kristalize kireçtaşı ve dolomit ünitelerinde ve bu ünitelerin dokanaklarında damar ve filon şeklinde bulunan barit yataklarını araştırmıştır. Bölgede bulunan barit cevherleşmelerinin kimyasal analiz sonuç raporlarına baktığında, yörede bulunan baritlerin içinde düşüğe olsa yer yer Ni, Zn, Cu, Co, Pb gibi iz elementlerin varlığı gözlemiştir. Araştırma bölgesindeki baritlerin; yan kayaç alterasyonları, yataklanma şekilleri, parajenezi ve yüksek SrO miktarları yatağın hidrotermal olarak oluştuğunu izlemiştir. Fakat baritlerin nadir toprak elementleri dağılımlarına göre, CeN/SmN - CeN/YbN ve CeN/ YbN – YbN diyagramı üzerindeki bulundukları yere bakıldığında deniz suyuna yakın bir yerde toplandıkları kanaatine varılmıştır. Araştırmacı; izotop analizleri, sıvı kapanım analizleri ve tüm analizleri birlikte kapsamlı bir şekilde yorumladığında baritin kambriyen öncesi–İnfakambriyen temeldeki metaklastik ve Kambriyen yaşlı karbonatlı yan kayaçlarıyla etkileşmiş gömülü intrüzyon ve/veya meteorik ve deniz sularıyla ilişkili olabilen, hidrotermal çözeltisi tarafından oluşturulmuş olabileceği kanaatine varmıştır.

Ay (2015), Adana-Kozan (Düzağaç) yöresindeki Bitümlü Şeyllerin Organik Fasiyes Özellikleri ve Hidrokarbon Kaynak Kaya Potansiyelleri adlı yapılan çalışmada Düzağaç yöresindeki Karbonifer yaşlı Ziyarettepe formasyonu içinde bulunan bitümlü şeyl seviyeleri numunelerinden alınan organik petrografik ve organik jeokimyasal analizler yardımıyla inceleme alanındaki Karbonifer yaşlı çökellerin organik fasiyes ve petrol kaynak kaya özellikleri bulmaya çalışmıştır. Formasyonda toplam organik karbon miktarını ortalama %8,3 olarak bulunmuş ayrıca formasyonda amorf organik maddeler üstün olduğunu tespit etmiştir. Birimin organik jeokimyasal özelliklerine göre BC organik fasiyesindeki numunelerde kaynak kaya potansiyeli çok fazla bulunduğu ve D organik fasiyesindeki numunede ise hiçbir kaynak kaya potansiyelin bulunmadığı, BC ve D organik fasiyesinin de çöktüğü kanaatine ulaşmıştır.

İnce (2015), Karbonat yan kayaçlı Yatakların Aranmasında Toprak ve Kayaç Jeokimyasının Uygulanması: Akkaya (Adana-Kozan) Pb-Zn yatağı adlı araştırmasında; bölgedeki karbonat yan kayaçlı Zn-Pb yatakların aranmasında toprak jeokimyasının uygunluğunun ve kullanılabilecek iz bulucu elementlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada; karbonat yan kayaç MVT tip Zn-Pb yatakların aranmasında toprak jeokimyasının uygulanabilirliği değişik istatistiksel metotlarla değerlendirilmiş ve bu kapsamda Dışbudak Akkaya arasında bulunan alanda B toprak zonundan alınan 714 adet numune el tipi XRF ve ICP yöntemiyle 12 element için analiz edilmiştir. Tüm elementlerde yaklaşık olarak normal dağılım gözlemiştir. Toprak

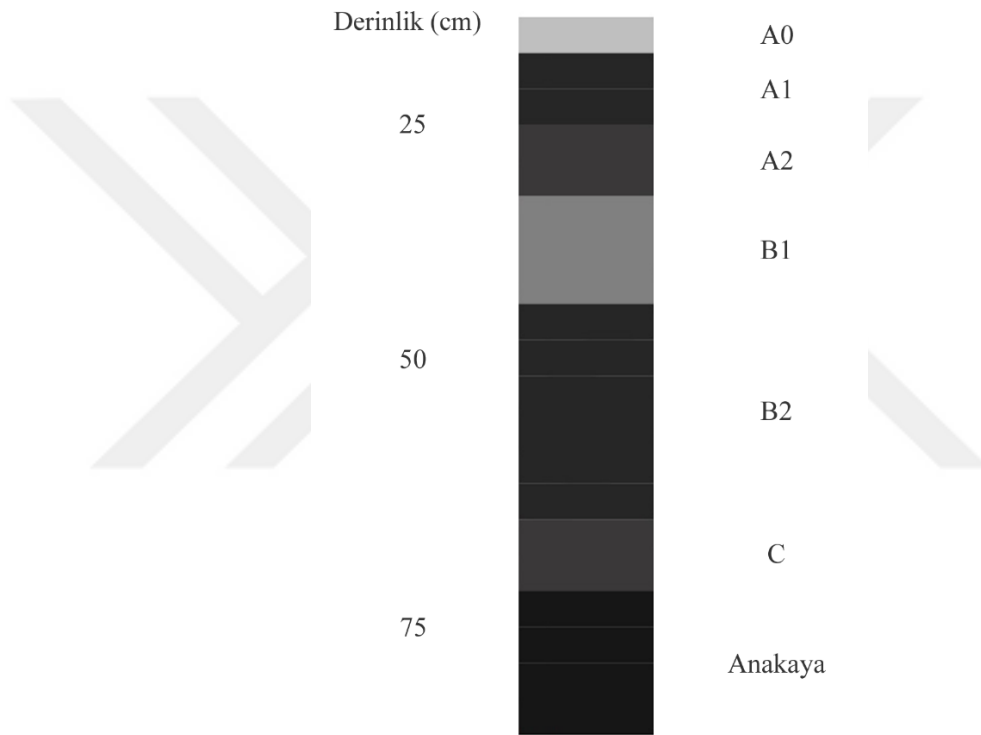
jeokimyasından elde ettiği element konsantrasyonları Zn için 7,47 – 1281 mg/kg, Ni için 20 – 360 mg/kg, Pb için 5,25 – 5977 mg/kg, Cu için 1,6-353,6 mg/kg ve As için 3,82 – 83,35 mg/kg olarak bulunmuştur. Zn, As, Pb ve Cu birbiriyle yüksek bağıntı göstermişlerdir. Ayrıca bölgedeki yatakların aranmasında sonucunda As, Pb, Zn elementlerinin en uygun olduğu gözlemlenmiştir. Anomali belirlemede; tekli element, çoklu element ve element oranları tekniklerinden özellikle çoklu element tekniği oldukça başarılı olmuştur.

Akyıldız ve Karataş (2018), Adana Şehir Merkezindeki Topraklarda Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması adlı araştırmalarında; Adana ili şehir merkezi ve çevre yerlerinden aldıkları 52 adet toprak örneği üzerinde Atomik Absorbsiyon Spektrometre cihazı ile Zn, Hg, Ni, Cr, Pb, As, Co, Cd, Fe, Al, Mn, Cu, elementlerine ait analizler yapmışlardır. Analiz sonuçlarını karşılaştırılması Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmenliğinde belirtilen standartları baz alınarak yapılmış ve Cd, Hg, Cu, Co, elementlerine ait analiz sonuçlarında birkaç örnekte standartların üzerinde; Fe, Mn ve Pb elementlerine ait analiz sonuçlarında standartların altında olduğunu görmüşlerdir. Al, As, Ni ve Cr elementlerine ait analiz sonuçlarında ise örnekler yaygın olarak standartların üstünde olduğu görülmüştür. Çalışmacılar; Ni ve Cr elementlerin artışında kısmen bölgedeki jeolojik yapının da etkisinin olduğunu, kirliliğe sebep olan parametrelerin ise genellikle çevresel faktörlere bağlı olarak oluştuğu öngörülmektedirler.

Seven ve ark. (2018), Hava ve Toprakta Ağır Metal Kirliliği adlı çalışmalarında; ağır metallerin birçok farklı kaynaklardan ve değişik işlem kademelerinden atmosfere yayıldığını gözlemlemişlerdir. Atmosfere değişik kaynaklardan bırakılan ağır metallerin yağ ve kuru birikim ile toprağa yüzeysel sulara sonrasında ise yeraltı sularına karışarak ekolojik dengeye zarar vereceğini dile getirmişlerdir. Toprakta bulunan ağır metallerin ise bitkilerin yapısına girmesi ve bu ağır metallerin hareketli hale geçtiklerinde (serbest iyon haline) taban suyuna karışmasıyla suyun niteliğini bozdukları, mikroorganizmalara zarar verdikleri, besin zincirine girerek diğer canlılara dolaylı yoldan zarar verdikleri, hücrelerde şişme-büzülme, plazmanın sertleşmesi, proteinlerin çökmesine neden olmaları gibi tehlike yaratacak özellikleri beraberinde getirdiklerini dile getirmişlerdir. Çalışmacılar, ağır metallerin toksisite derecesi; bulunma formuna (metal, iyon, organik bileşik, vs.), metalin konsantrasyonuna, etki süresine, fertlere, türlere, bulunduğu yere vb. gibi nedenlere bağlı olarak değişmekte olduğu için günümüzde evrensel bir sorun haline gelen toprak kirliliği için en iyi çözüm yolunun toprak kirliliğini önleme çalışmaları olduğunun kanaatine varmışlardır. Fakat ülkemizde kirlenmiş topraklarla ilgili çalışmaların yeterli düzeyde olmadığı ve yeterince önlemlerin alınmadığı sonucuna varmışlardır. Yazarlar; kirlilik için birçok sayıda faktörü (hidrojeolojik özellikleri, kirleticiler, bölge özellikleri ve ekonomik uygunluk vs.) göz önünde bulundurarak gerekli fizibilite ve laboratuvar ölçekli çalışmalar yaparak uygun arıtım yöntemi seçilmesini dile getirmişlerdir.



Bir toprak profili A, B ve C olmak üzere üç temel zondan oluşmaktadır. En üst katmanda bulunan ve 25 cm kadar kalınlığa sahip A zonu; A₀ ve A₁ olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. A₀ zonu, A₁ zonunun üzerinde yer almaktadır ve genel olarak organik maddelerden oluşmaktadır. A₁ zonu ise organik maddeler, humus, mineral parçaları içermektedir. A₂ zonu; A₁ zonunun altında ve A₁ zonuna göre organik madde ve element bakımından daha zayıf olan bir zondur. B zonu; Fe, Mn, Al oksitler ve kil mineralleri, bakımından daha zengin ve birikme zonu olarak bilinir ayrıca A zonundan sonra gelmektedir. B zonunun hemen altında yer alan C zonu ise, kil ve organik madde bakımından daha düşüktür ancak ana kayaya olan yakınlığı, kayaç parçası içeriğinin daha yüksek olmasına neden olmaktadır. Ayrıca bir toprak profilinde ilk oluşan zon C zonudur (Akçay, 2002).



Şekil 3.2. Toprak Profili (Akçay, 2002'den değiştirilerek).

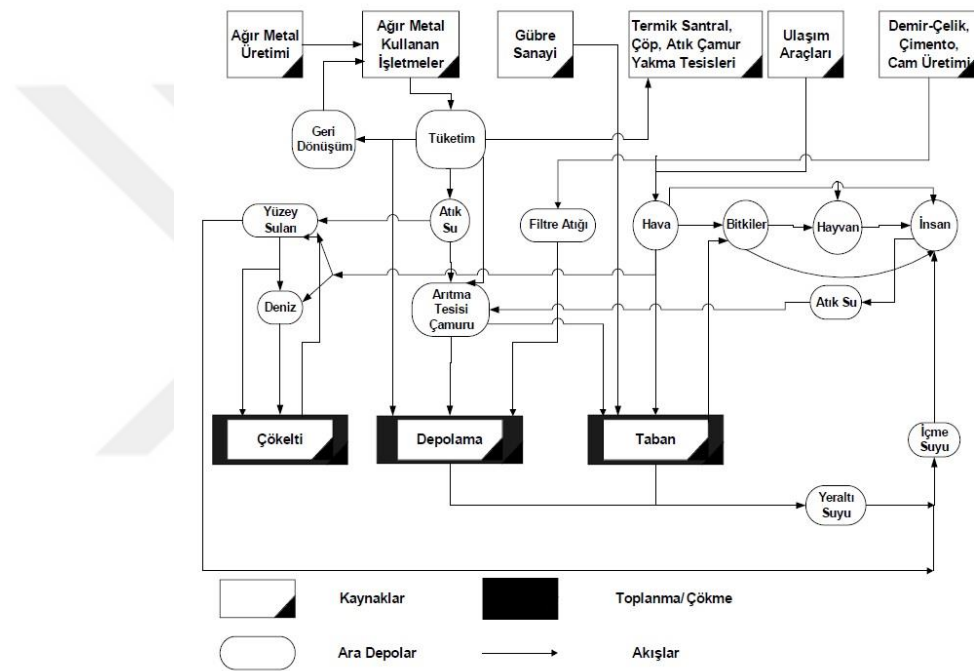
3.1.2. Ağır Metaller ve Özellikleri

Periyodik cetvelin üçüncü ya da daha yüksek periyodunda bulunan metaller ağır metal olarak adlandırılırlar. Genel olarak zehirli ve çevre kirliliğine neden olan tüm metaller ağır metal olarak adlandırılmaktadır. Fiziksel özellikleri bakımından yoğunluğu 5g/cm³'ten daha yüksek olan metaller için de ağır metal ifadesi kullanılmaktadır. Başlıca ağır metaller; Cu, Co, Zn, Pb, Al, Fe, Mn, Cr, Hg, As, Ni, Cd'dur (Özbolet ve Tuli, 2016).

Endüstriyel atıkların veya asit yağmurlarının toprağı ve dolayısıyla bileşimde bulunan ağır metalleri çözmesi ve çözünen ağır metallerin ırmak, göl ve yeraltı sularına ulaşmasıyla ağır metaller su kaynaklarına geçerler. Ağır metaller sulara geçtikten sonra aşırı derecede seyrelirler ve kısmen katı bileşik oluşturarak sülfat, sülfür, karbonat şeklinde sutabanına çöker ve bu bölgede

zenginleşirler. Ekolojik sistemde ağır metallerin yayılmalarına bakıldığında doğal çevrimlerden daha çok insanların sebep olduğu etkilerin nedeniyle çevreye yayılımı olduğu görülmektedir. Havaya atılan ağır metaller ise karaya ulaşır ve buradan da besin zinciri ve bitkiler yoluyla da insanlara ve hayvanlara ulaşırlar. Ayrıca insanlar ve hayvanlar tarafından havadan aerosol olarak veya toz halinde solunurlar. Endüstriyel atık suların içme sularına karışması yoluyla veya ağır metallerle kirlenmiş partiküllerin tozlaşması yoluyla da ağır metaller insanlar ve hayvanları etkilemektedirler.

Ağır metallerin doğaya yayılımları bakıldığında birçok çeşitli sektörlerden farklı işlem kademelerinden biyosfere ağır metal atılımı gerçekleştiği görülmektedir. Şekil 3.3’de farklı sektörlerden biyosfere ağır metal yayılımı şematik olarak görülmektedir.



Şekil 3.3. Şematik olarak ağır metallerin doğaya yayılımları

Tarımsal kaynaklı yayılımlar, termik santraller kaynaklı yayılımlar, araçlardan çıkan egzoz gazları, madencilik etkinlikleri, pil üretimi ve kullanımı, demir çelik sanayi ve atıkları, tıbbi atıklar ve buna benzer birçok insan aktiviteleri toprak ve su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Ayrıca ağır metal içeren kayaçların çeşitli nedenlerle çözünerek su ve toprak ortamına taşınması toprak ve su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Topraktaki ağır metal kirliliğinin çevre sağlığı bakımından en önemli etkisi, toprakta bulunan kirleticilerin bitkiye geçerek bitkilerin insanlar tarafından besin olarak tüketilmesi veya bitkilerle beslenen heterotrof hayvanların besin olarak tüketilmesi sonucunda ise insan bünyesine geçmesidir. Ağır metaller beslenme, solunum ve deri emilimi yoluyla insan vücuduna girerek dokularda birikmeye başlarlar. Bu metaller vücuttan uzaklaştırılmaz ve insan sağlığı için olumsuz birçok sonuca neden olurlar. Ağır metallerin insan sağlığına etkileri ile ilgili yapılan çalışmalarda ağır metallere maruz kalan insanlarda ruhsal ve

nörolojik etkilere bağılı davranış bozuklukları ve pek çok metabolizma sorununun ortaya çıktığı görülmüştür (Özbolat ve Tuli, 2016).

Arsenik (As)

Atom numarası 33, atom ağırlığı 74.91 g/mol, erime noktası 614°C, kaynama noktası 820°C olan Arsenik bir metaloiddir (Duker ve diğ., 2005). Yerkabuğunda geniş bir yüzeye yayılmış ve ortalama konsantrasyonu 2 mg/L olan, 5,78 g/cm³ yoğunluğa sahip Arseniğin topraktaki derişimi genellikle 1-40 µg/g civarında iken deniz suyundaki derişimi 2 µg/L civarındadır. Jeolojik alanlar genellikle yüksek derişimde Arsenik türleri içerebilir. Doğal sularda bulunan Arsenik; volkanik tortulardan, jeotermal kaynaklardan, madencilik atıklarından, alüvyonlu göl tabanından geniş bir havzaya yayılmış tortullardan ve buna ek olarak Arsenikli pestisitlerin kullanımı, metal maden cevherlerinin eritilmesi gibi kontrol edilemeyen antropojenik faaliyetler neticesinde direkt olarak doğaya bırakılmaktadır (Jain ve diğ., 2000).

Bakır (Cu)

Bakırın erime noktası 1083°C, kaynama noktası 2300°C, atom numarası 29, atom ağırlığı 63,57 g/mol, özgül ağırlığı 11,34 g/cm³'tür. Doğal olarak toprakta bulunan toplam Bakır miktarı, toprak ana maddesinin bakır içeriğine bağılı olarak değişiklik göstermektedir. Bunun nedeni ise mineral ayrışmasının şiddeti ve gelişen bitkilerin etkisidir. Bakır konsantrasyonu toprak profilinin yüzeye yakın katmanlarında daha da yüksek, genellikle aşırı derecede parçalanıp ayrılmış ve yıkanmış toprakların toplam Bakır konsantrasyonu daha düşüktür. Bakırın toprak parçacıklarına kuvvetli bir şekilde bağlanması ve oldukça hareketsiz kalmasından dolayı çoğu toprakların Bakır içeriği alt profile doğru azalma göstermektedir (Topbaş ve ark., 1998).

Civa (Hg)

Civanın; atom numarası 80, atom ağırlığı 200,59 g/mol, donma noktası -38,84°C, kaynama noktası 356,95°C ve yoğunluğu 13,546 g/cm³'tür. Civa periyodik cetvelde 2B grubunda bulunmaktadır. Latince adı "hydragyros" sözcüğünden türetilen sıvı akışkan haldeki gümüş anlamına gelen civanın sembolü ise Hg'dir. Civa oda sıcaklığında sıvı halde bulunan bir ağır metaldir. Suda çözünmez, suya oranla 13,55 kat daha ağır, havaya oranla yaklaşık 7 kat daha yoğundur (Clarkson; Magos, Myers, 2003). Civa uçucu bir element olup oda sıcaklığında sürekli olarak buharlaşan tek elementtir ve buharlaştığı ortamda zehir etkisi oluşturmaktadır. Elektrik iletkenliği oldukça iyi olan Civanın ısı iletkenliği ise kötüdür. Diğer metallerle kolayca alaşım yapar. Metalik, inorganik ya da organik formları vardır. Canlılarda besin zinciri içinde büyüyerek birikebilmesi Civanın en önemli özelliklerinden biridir. Bu özelliğe "biyolojik büyüme" denilmektedir (Soydemir, 2013).

Çinko (Zn)

Çinkonun; atom numarası 30, atom ağırlığı 65,409 g/mol'dür. Topraklarda bulunan Çinko miktarı genellikle kilogram başına 10-300 mg olup ortalama ise 30-50 mg/kg arası değerindedir. Yıkanmanın fazla olduğu bazı asitli topraklar; düşük düzeylerde Çinko içermektedirler (Karaçağıl, 2013). Çinkonun, suda çözünen formları bitkiler için uygun olup Çinko alımı, maddenin topraktaki konsantrasyonu arttıkça artmaktadır. Çinko alımı, bitkinin türüne bağlı olduğu kadar bulunduğu ortama da bağlıdır. Özellikle ortamdaki kalsiyum miktarı Çinko alımını etkilemektedir. (Okcu; Tozlu, Kumlay; Pehlivan, 2009).

Demir (Fe)

Demirin; atom numarası 26, atom ağırlığı 55,845 g/mol'dür. Yer kabuğunda yaklaşık %5 demir bulunur. Genellikle toplam demir miktarı toprakta yüksek olmasına karşın bitkilere yararlı demir miktarı azdır. Ana materyalin özelliğine göre toplam demir miktarı %0.02 ile %10 arasında değişir ve ortalama %3,8 dolayındadır (Kaçar; Katkat, 2007). Toprak dokusu büyük oranda demir konsantrasyonu ile ilgilidir. Demir konsantrasyonu hem ana materyal hemde iklim faktörleri kontrolünde gelişen toprak süreçlerinden kaynaklanmaktadır (Kabata-Pendias, 2001).

Kadmiyum (Cd)

Kadmiyumun; Atom numarası 48, atom ağırlığı 112,411 g/mol'dür. Kimyasal özellikleri Çinko'ya benzeyen bir element olan ve yer kabuğunda eser miktarda bulunan Kadmiyum asidik magmatik kayalarda çoğunlukla çinkosülfür mineralleriyle (özellikle sfalerit) birlikte bulunur. Bazı sedimanter kayalara ve sedimanter cevher yataklarına bakıldığında Kadmiyum bakımından zengin olduğu görülür (Haktanır, 1983). Doğada oldukça az miktarda bulunan bir element olan Kadmiyum, toprakta Kadmiyum'un toplam tolere edilebilir miktarı 3 mgkg-1 (Topbaş ve ark., 1998); ekstrakte edilebilir Kadmiyum'un ise 0.2 mgkg-1'dir (Alloway, 1995). Kanalizasyon atıkları, endüstriyel faaliyetler, fosforlu gübreler ayrıca yoğun bir trafik akışı olan otoban kenarlarındaki tarım alanlarında; motor yağları ile taşıt lastikleri yoluyla topraklarda Kadmiyum birikimi oluşmaktadır (Kaçar; Katkat, 2006).

Krom (Cr)

Kromun; Atom numarası 24, atom ağırlığı 51,996 g/mol'dür. Latince adı "krıma" sözcüğünden türetilen ve renk anlamına gelen kromun sembolü ise Cr'dir. Periyodik cetvelin altıncı grubunda yer alan çelik grisi renkte, sert, parlak ve kırılğan bir metaldir. Sediment ve volkanik kayaların toplam krom düzeyleri genellikle 100 ppm'den fazla miktardadır. Toprak partiküllerine sıkıca yapışan krom toprakların çoğunda 100 ppm'den düşük olmasına rağmen; bunlar çeşitli konsantrasyonlarda krom içeren serpantinlerden kaynaklanmaktadır. Serpantin ana maddesinden oluşan topraklar ise krom yönünden zengindir (Alloway, 1990). Doğada metalik

halde bulunmayan krom, magmatik kayalarda minör bileşen olarak özellikle bazik ve ultrabazik kayalarda bulunur. Böyle kayalarda en fazla bulunan mineral ise Kromittir (Bebek, 2001).

Mangan (Mn)

Manganın; Atom numarası 25, atom ağırlığı 54,938 g/mol'dür. Topraklarda mangan miktarı genellikle 200-300 mg/kg düzeyindedir. Fakat toplam mangan ile bitkiye yarayışlı mangan arasında genellikle bir ilişki bulunmamaktadır. Toprakta yarayışlı Mangan miktarı 1mg/kg olduğunda bitkilere yeterli olarak kabul edilmektedir. Topraklarda bulunan en önemli manganfraksiyonları Mn^{2+} iyonu ve Mn-oksitlerdir. Bu oksitler içerisindeki Mangan, üç değerlikli ya da dört değerlikli formdadır. İki değerlikli Mangan, kil minerallerince ve organik maddece absorbe edilmekte ve aynı zamanda toprak çözeltisindeki en önemli Mangan formunu oluşturmaktadır (Topbaş ve ark., 1998).

Nikel (Ni)

Nikelin; Atom numarası 28, atom ağırlığı 58,963 g/mol'dür. Bazik kayalar içerisinde çoğunlukla bulunan Pentlandit ((Fe, Ni)8S8) minerali topraklarda bulunan Nikelin temel kaynağını oluşturur. Bütün tarım topraklarında az ya da çok Nikel bulunmaktadır killi topraklarda ise daha yüksek miktarlarda bulunmaktadır (Kaçar; Katkat, 2006). Toprakda bulunan Nitoksisitesini azaltan en önemli olay; toprağa fosfat ilave edilmesidir. Bu durumda çözünürlülüğü düşük olan Nikelfosfatlar oluşurken toksisitesi de azalmaktadır. Yol kenarından uzaklaştıkça trafiğin yoğun akışlı olduğu yerlerde topraktaki Nikel miktarı azalmaktadır. Meydana gelen bu durum ise Nikel içeren yakıtların kullanılmasıyla açıklanmaktadır (Tok, 1997).

3.2. Metod

Bu tez çalışması, 4 aşamada hazırlanmıştır.

3.2.1. Literatür Tarama

Çalışma alanı ve konusu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Yazılan tezler, makaleler ve kitaplar taranmıştır.

3.2.2. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları, örneklerin alımı yaz aylarında gerçekleştirilmiştir. Kış aylarında örnek alımı yapılmamıştır. Bunun nedeni ise yağmur ve kar sularının, element konsantrasyonlarına etkisini düşük tutmak içindir. Toprak örnekleri alımı lokasyonları Dikilitaş, Alapınar (Adana) arasında kalan bölgelerde belirli aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Dikilitaş, Alapınar çevresinden koordinatları kaydedilen 23 adet toprak örneği alınmıştır. Örnek alımında yüzeyden 5-10 cm arası topraklar atılarak toprağın alt kısımlarından yaklaşık 500gr toprak örneği plastik

poşetlere konularak alınmıştır. Koordinatlar Google Earth programına kaydedilerek görüntü alınmış ve örneklerin dağılımı gözlenmiştir.

3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Saha çalışmalarının sonrasında, laboratuvar çalışmaları safhasına geçilmiştir. Dikilitaş, Alapınar (Adana) çevresinden toplanan toprak numuneleri ilk olarak, toprağın nemini alınması amacıyla oda sıcaklığında kurutulmuş ve kurutulan bu numuneler 0,1 mm'lik elekten geçirilmiştir. Elekten geçirilen toprak numunelerinden, hassas terazide 1,00 gr civarında tartılmıştır. Elde edilen bu 1,00 gr'lık numuneler ile çözelti hazırlama aşamasına geçilmiştir. Çözelti hazırlanması için, 1 gr'lık numunelerin üzerine, 15 ml HCl ve 5 ml litre HNO₃ ilave edilmiş, toplamda 20 ml'lik çözelti elde edilmiştir. Hazırlanan bu çözelti, hotblade üzerinde 300°C'de ısıtılmış ve bu ısıtma işlemi, tepkime başlayana kadar devam etmiştir. Tepkimenin ardından fırından alınan çözelti, balon jojeler içerisine boşaltılmış ve üzerine, toplam derişim 150 ml oluncaya kadar deiyonize su eklenmiştir. Daha sonra soğumaya bırakılan örneklerin ağır metal analizleri Atomik Absorbsiyon Spektrometre cihazı ile yapılmıştır. Laboratuvar çalışmalarındaki bütün bu işlemler, Ç.Ü. Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümünde yer alan Prof. Dr. Servet Yaman Jeokimya Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. Büro Çalışmaları

Arazi ve laboratuvar çalışmalarının ardından, elde edilen analiz sonuçları incelenmeye başlanmıştır. Bu inceleme esnasında, alınan toprak örneklerinin ağır metal içerikleri, Türkiye ve Dünya Sağlık Organizasyonu (WHO) standartları ile karşılaştırılmış ve çeşitli istatistik tabloları oluşturulmuştur. Ayrıca elde edilen tüm sonuçlar İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim A.Ş. tarafından sağlanan ArcGIS 10.4.1 programı tarafından hazırlanan bir veri tabanına aktarılmış ve yine ArcGIS 10.4.1 programı ile çeşitli sembol ve dağılım haritaları hazırlanmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri; her türlü (sayısal, sözel, mekânsal vb.) verinin tek bir veritabanı altında birleştirilerek derlenmesi, düzenlenmesi, verilerin yönetilmesi, güncellenmesi ve analiz edilmesi gibi avantajları ile günümüzde daha da fazla öne çıkmaya başlamış ve kullanımı giderek yaygınlaşarak artmaktadır. Bu tez çalışmasında da analiz sonuçları bir veri modeli içerisinde toplanmış ve mekâna bağlı olarak ağır metallerin çalışma alanı içerisindeki dağılımı hesaplanmıştır. Elde edilen tüm sonuçlar Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uyularak basılı ortama aktarılmıştır.

Bu çalışma kapsamında, metallerin antropolojik kirlilik derecesini ve boyutlarının değerlendirmesini yapmak için günümüzde kullanılmakta olan; Zenginleşme Faktörü (Ef), Kirlilik Faktörü (Cf), Kirlilik Derecesi (Cd) ve Jeobirikim indeksi (Igeo) gibi indekslerden faydalanılmıştır.

Zenginleşme Faktörü (Ef); Farklı çevresel alanların değerlendirilmesinde ve metal kirliliğinde antropojenik katkının hesaplanmasında da genellikle sık kullanılan bir değerdir

(Akyıldız ve Karataş,2018). İlk kez Buat-Menard ve Chesselet (1979) tarafından ortaya atılan bu faktörün hesaplanmasında bir referans element seçilerek normalleştirme yapılmaktadır. Normalleştirmede kullanılacak elementin seçimi konusunda kesin bir kabul olmamakla birlikte, genellikle Al, Fe, Ti, Li gibi jeokimyasal olarak aktif olmayan elementler kullanılmaktadır (Rienman ve diğ., 2000; Galuszka ve diğ., 2014; Akyıldız ve Karataş, 2018). Zenginleşme faktörü Ef, aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir ve sonuçlar Çizelge 3.1'e göre yorumlanabilmektedir.

Cn; Analizi yapılan örnekteki metalin değeri,

Cref; Analizi yapılan örnekteki referans metalin değeri,

Bn; İncelenen metalin yerkabuğundaki ortalama değeri

Bref; Referans metalin yerkabuğundaki ortalama değeri

Çizelge 3.1. Zenginleşme Faktörü (Ef) Sınıflaması (Sutherland, 2000; Dardan, 2019).

$Ef < 2$	Minimal Zenginleşme
$2 \leq Ef \leq 5$	Orta Zenginleşme
$5 \leq Ef \leq 20$	Belirgin Zenginleşme
$20 \leq Ef \leq 40$	Çok Yüksek Zenginleşme
$Ef > 40$	Aşırı Zenginleşme

Kirlilik Faktörü (Cf); Topraktaki kirlilik seviyesinin belirlenmesi amacıyla genellikle sık kullanılan bir indekstir. Kirlilik seviyesinin hesaplanmasında ortalama eşik değeri veya ortalama kabuk değerleri kullanılır. Kirlilik seviyesi hesaplanması; sedimentteki metal değerinin yer kabuğu ortalama değerine bölünmesiyle elde edilir (Hakanson, 1980; Akyıldız ve Karataş, 2018). Kirlilik Faktörü (Cf) aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanabilir;

$$Cf = C_{\text{metal}} / C_0$$

Cmetal; Toprak örneğindeki metalin konsantrasyonu,

Co; İncelenen metalin yerkabuğundaki ortalama değeri (Mason, 1966; Dardan, 2019).

Çizelge 3.2. Kirlilik Faktörü (Cf) Sınıflaması (Hakanson, 1980).

$Cf < 1$	Az Kirlenme
$1 \leq Cf < 3$	Orta Derecede Kirlenme
$3 < Cf < 6$	Önemli Derecede Kirlenme
$Cf > 6$	Aşırı Derecede Kirlenme

Kirlilik Derecesi (Cd); Belirli bir basenin tüm kirlilik faktörlerinin toplamı olarak tanımlanabilir (Müller, 1961; Dardan, 2019).

Çizelge 3.3. Kirlilik Derecesi (Cd) Sınıflaması (Hakanson, 1980).

$Cd < 10$	Düşük Derecede Kirlilik
$10 \leq Cd < 20$	Orta Derecede Kirlilik
$20 \leq Cd < 40$	Önemli Derecede Kirlilik
$Cd \geq 40$	Çok Yüksek Derecede Kirlilik

Jeo birikim İndeksi (Geoaccumulation Index, Igeo), topraktaki ağır metal kirlilik seviyesini ölçmek için ve endüstrileşme öncesi element değerlerini günümüz değerleri ile karşılaştırmak için Müller (1969) tarafından önerilmiştir (Barbieri, 2016). Buna rağmen toprak kirliliğinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılır. Ayrıca günümüzde hâlihazırda element konsantrasyonlarının topraklardaki artan metal kontaminasyonunu belirlemek için kullanılmaktadır (Dardan, 2019). Jeo birikim indeksiaşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır;

$$I_{geo} = \log_2 (C_n / (1.5 \cdot B_n))$$

C_n ; Toprak örneğindeki metal konsantrasyonunun değeri,

B_n ; 'n' metalinin yer kabuğundaki ortalama değeri (Mason, 1966),

1,5; Temel değer matriksi korelasyon faktörü.

Jeobirikim indeksi Müller (1981) tarafından 7 ayrı kirlilik sınıfına ayrılmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Jeobirikim İndeksi (Igeo) Sınıflaması (Müller, 1981).

Sınıfı	Igeo	Kirlilik Durumu
0	$I_{geo} < 0$	Pratik olarak kirlenmemiş
1	$0 < I_{geo} < 1$	Kirlenmemiş-orta derecede kirlenmiş
2	$1 < I_{geo} < 2$	Orta derecede kirlenmiş
3	$2 < I_{geo} < 3$	Orta-çok kirlenmiş
4	$3 < I_{geo} < 4$	Çok kirlenmiş
5	$4 < I_{geo} < 5$	Çok-aşırı kirlenmiş
6	$I_{geo} > 5$	Aşırı kirlenmiş

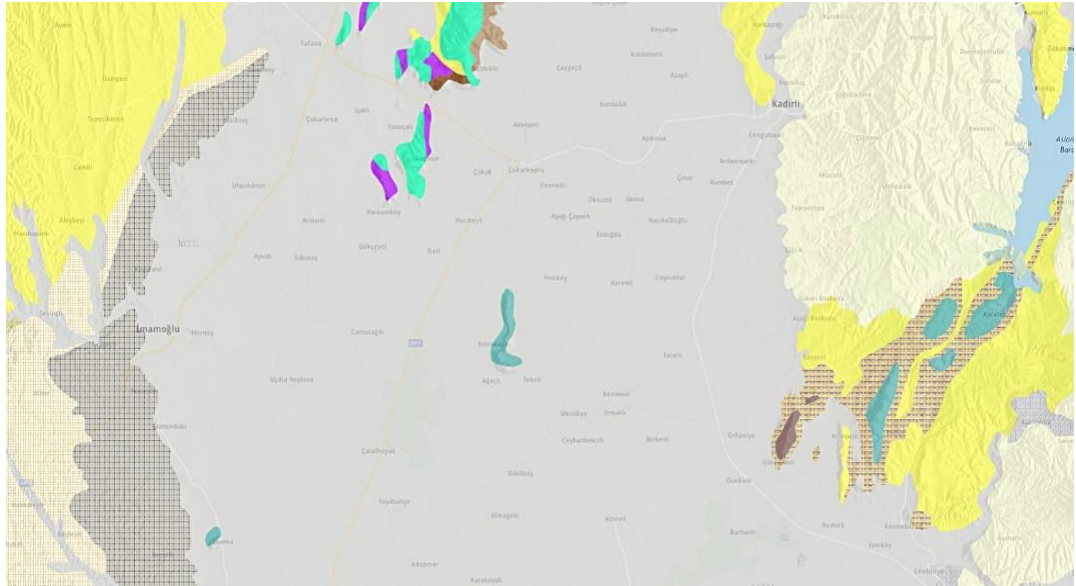


4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Bölgenin Genel Jeolojisi

Doğu Akdeniz’de yer alan bölge, Geç Triyas döneminde küçük bir okyanus havzası konumunda olup, Kretase’de Tetis Okyanusu’nun en son kalıntısıdır (Robertson ve Dixon, 1984; Robertson vd., 1991; Robertson, 1998). Mesozoyik–Erken Tersiyer yaşlı karbonatlar ve kırıntılı sedimanter kayaçlardan, ikincil olarak ise bunlarla beraber gözlenen bazik–ultrabazik, ofiyolit ilişkili kompleks bir ünite ile temsil edilmektedir. Bu birimler melanj, karmaşık ve ayrılmamış ekay dilimleri şeklinde gözükmemektedir. Türkiye’nin daha doğu ve güneydoğusunda görülen diğer Melanj birimleri genel olarak daha erken dönem Geç Kretase–Erken Tersiyer okyanus yitimi ürünleri olarak karşımıza çıkmaktadır (Robertson ve diğ. 2004). Çalışma bölgesindeki eş birim genel olarak Misis–Andırın Kompleksi olarak adlandırılmaktadır.

Misis–Andırın Kompleksi, yapısal olarak orta derecede kuzeye eğimli bir bindirme ile Miyosen yaşlı türbiditik havza çökellerini üzerlemektedir. Misis–Andırın kompleksinin önemli bir bölümünün yüzeylendiği Misis yükselim alanı, Adana ilinin yaklaşık 30 km Doğu/Güneydoğusunda yer alan çalışma bölgesini de kapsamakta olup, Adana baseni ile İskenderun basenlerini birbirinden ayırmaktadır. Bu yükselim tektonik etkenlere bağlı olarak geliştiğinden yapısal bir yükselim olduğu kabul edilmektedir. Misis segmenti kuzey kenarında genellikle Pliyo-Kuvaterner yaşlı karasal sedimanlarca üzerlenmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Çalışma alanının jeoloji haritası (Alüvyonların ortasında yer alan mavi renkle gösterilen bölge Anavarza Antik yerleşim alanı olup, yüzeyleyen birimler Bulgurkaya Olistostromu ve Karataş formasyonudur; MTA Genel Müdürlüğü Haritalar arşivinden alınmıştır).

Bulgurkaya Olistostromu (Tbul) (Misis-Andırın Melanjı)

Bulgurkaya Olistostromu (Tbul) (Misis-Andırın Melanjı) ilk kez Schmidt (1961) tarafından İsalı Katastrofik Fasiyesi içinde tanımlanmıştır. Kozlu (1987), tarafından Bulgurkaya olistostrom terimini kullanmıştır. Çoğunlukla serpantinitleten oluşmuş moloz akması özelliğindeki Andırın Formasyonu (melanjı) içinde, çakıldan çok büyük olistolitlere kadar değişik boyutta Paleozoyik yaşlı rekristalize kireçtaşı, Mesozoyik ve Eosen yaşlı kireçtaşları, volkanik ve ofiyolit blokları yer alır. Birim, yakın çevreden, çeşitli sedimanter ve ofiyolitik kayaların aşınarak dar ve uzun bir havzada hızlı depolanması ile oluştuğu düşünülmektedir. Açısal uyumsuzlukla Dokuztekne Formasyonu üzerine gelen bu birim, üstte Karataş Formasyonu tarafından açısal uyumsuzlukla örtülür. Birimin yaşı Üst Lütisiyen-Alt Miyosen'dir. Misis uzanımı boyunca Bulgurkaya olistostromu, Jura'dan Oligosen'e kadar değişen yaş aralıklarında yüzlerce metre boyutlara varabilen breşleşmiş kireçtaşı blokları ile temsil edilmektedir (Perinçek ve Kozlu, 1984; Gökçen vd., 1988).

Alüvyon (Qal)

Adana havzasında, Adana ovasını oluşturan eski alüvyonlar ile dere boylarında gelişmiş genç alüvyonlar bulunmaktadır. Eski alüvyon genellikle bitkisel toprak ile örtülü bulunmaktadır. Yeni alüvyonlar ise dere boylarında gelişmiş olup, genelde kötü boylanmalı, tutturulmamış çakıl ve kumdan oluşmuştur. Tez kapsamında yapılan örneklemeler alüvyonal birimden yapılmıştır.

4.2. Ağır Metal Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Toprak örnek alım lokasyonları Kozan Güneyi, Dikilitaş-Alapınar arasında kalan bölgeden alınmıştır. Bu kapsamda Dikilitaş-Alapınar etrafından 23 adet örnek alınmıştır. Cd, Ni, Co, Pb, Zn, Cr, Cu, Hg, As, Fe, Al, Mn metal analizleri Atomik Absorbsiyon Spektrometre cihazı ile yapılmıştır. Analizler sonucunda her bir element için dağılım haritaları hazırlanmıştır. Hg, Cd, Cr, Zn, Cu, Pb ve Ni elementlerinin Türkiye ağır metal sınır değerleri Çizelge 4.1 de verilmiştir. Tüm çalışma alanından elde edilen analiz sonuçları ile Hg, Cd, Cr, Zn, Cu, Pb ve Ni elementlerinin Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen toprak ağır metal standart değerlerine göre değerlendirilmiş ve sınırı aşan değerler kırmızı renk ile gösterilmiştir (Çizelge 4.2). Deteksiyon limitinin altında kalan değerler "<DL" ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Türkiye ağır metal standart sınır değerleri (Özkul, 2008).

Element	Hg (ppb)	Pb (ppm)	Cd (ppm)	Cr (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)
Türkiye	1500	300	3	100	300	140	75

Çizelge 4.2. Dikilitaş-Alapınar bölgesi analiz sonuçları ve Türkiye ağır metal sınır değerleri ile karşılaştırılması.

	Hg (ppb)	Pb (ppm)	Cd (ppm)	Cr (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Co (ppm)	Al (ppm)	As (ppm)
Türkiye	1500	300	3	100	300	140	75					
Örnekler	Ağır Metal Analiz Sonuçları											
M1	17,45	140	9,021	63,7	83,49	26,71	211,9	31170	600,3	46,04	9349	5,968
M2	13,23	143	7,754	47,2	69,03	23,23	193,6	29500	588,3	43,65	8358	5,069
M3	30,62	138	8,784	104	92,78	30,06	164,7	38280	647,1	42,52	13930	5,253
M4	43,54	142	7,664	106	81,74	29,57	167,2	40110	657,2	42,96	13930	5,832
M5	69,15	140	7,808	44,8	81,59	22,5	103,6	38600	517,4	34,01	12000	5,365
M6	55,06	149	6,595	34,1	76,67	26,24	92,98	39210	590	36,6	12400	3,079
M7	15,02	155	8,039	26,8	93,16	19,02	91,81	35490	435,3	31,16	11180	3,132
M8	36,85	161	7,147	33,1	72,83	18,45	98,77	35000	519,1	29,5	14860	5,665
M9	30,02	168	8,154	93,9	70,26	26,98	171,1	39190	601,7	46,96	16550	3,205
M10	62,88	172	9,329	87,5	93,75	29,56	179,2	35850	586,8	51,06	14400	6,234
M11	16,35	172	7,817	109	87,64	26,2	164,7	32420	602	45,88	13060	5,567
M12	9,88	173	7,724	152	69,46	24,56	207,6	37040	647	49,55	17360	5,981
M13	29,29	191	9,565	56,5	57,76	21,78	193,7	28350	641,1	51,38	12980	5,774
M14	21,57	191	8,624	49,9	54,65	14,03	183,6	26810	567,9	46,19	7996	5,458
M15	11,46	194	9,373	51,8	53,35	18,07	197	27760	583,9	51,04	8426	5,787
M16	72,55	190	8,928	183	62,16	22,58	228,5	29960	646,1	47,68	10620	5,626
M17	22,11	201	12,12	23,3	57,14	6,77	90,86	18370	299	41,53	6512	4,857
M18	36,95	86,3	9,985	38,8	72,81	14,45	88,03	26420	410,8	43,57	8162	5,465
M19	9,00	< DL	7,48	84	74,03	18,92	101,7	33010	512,8	43,97	11680	4,825
M20	16,78	< DL	8,395	121	94,7	23,12	120,6	33960	768,6	48,22	14550	5,964
M21	15,11	< DL	9,661	30,1	78,48	13,72	90,23	25370	377,2	49,65	6662	3,894
M22	25,56	< DL	10,27	21,2	77,02	14,79	84,23	26170	382,5	47,41	6977	4,25
M23	48,84	< DL	11,74	31,2	71,27	17,53	92,64	18570	313,3	43,49	5156	4,49

4.2.1Civa (Hg) Analiz Sonuçları

Dikilitaş-Alapınar arasında kalan bölgeden alınan toprak numunelerinde Hg değerleri ortalama olarak 30,83 ppb; maksimum 72,55 ppb; minimum 9 ppb, ortanca değer 25,56 ve standart sapma 19,37 ppb'dir (Çizelge 4.3).

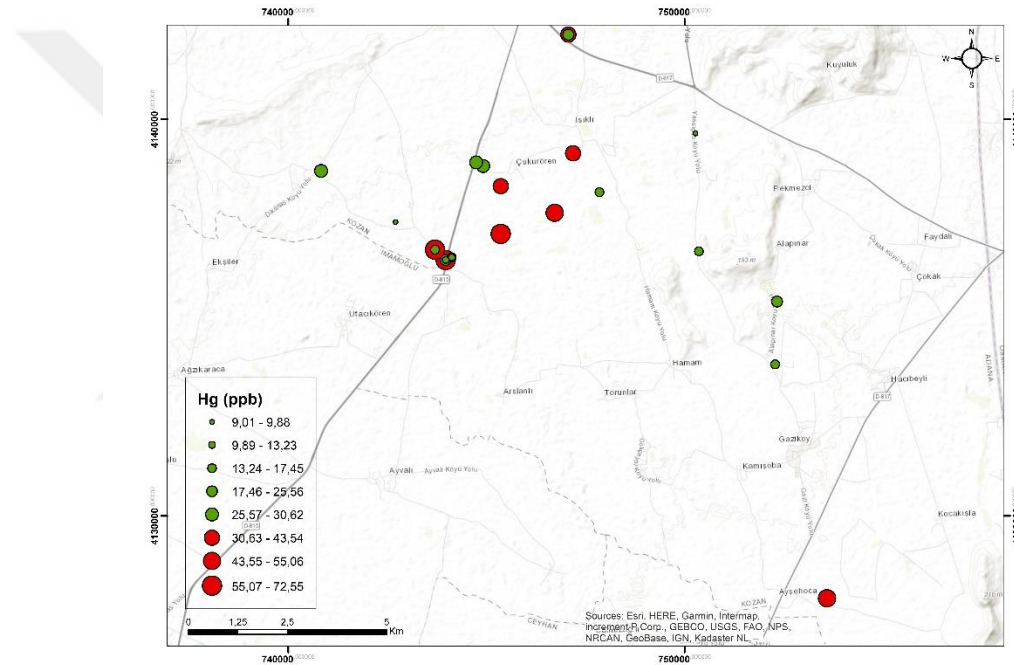
Çizelge 4.3. Civa (Hg) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri

Hg(ppb)	Lokasyon	Ort.	Max.	Min.	Ortanca	Std. Sapma
	Dikilitaş- Alapınar	30,83	72,55	9	25,56	19,37

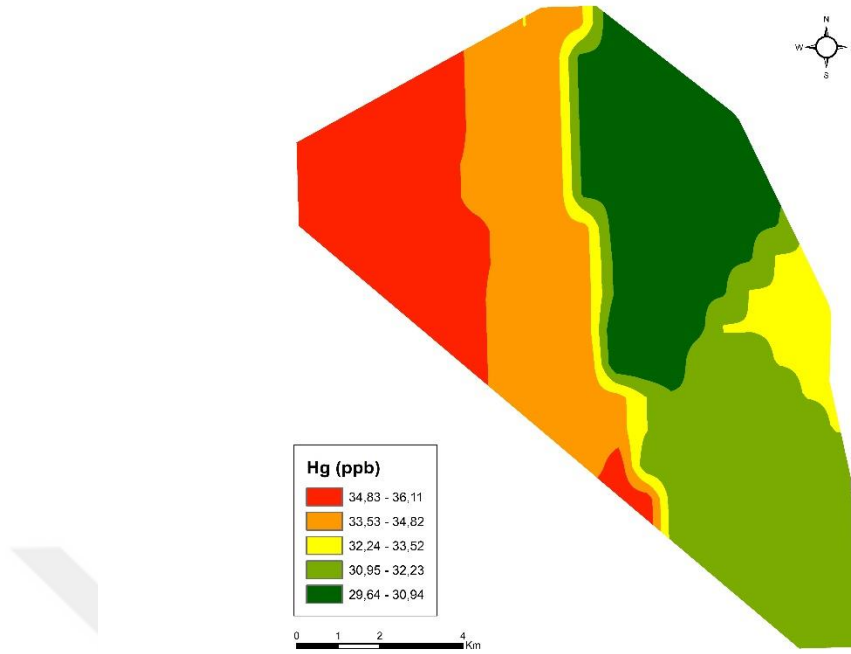
Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Türkiye’de Hg elementi için belirtilen kirlilik sınır değeri 1500 ppb’ dir.

Çalışma alanına ait tüm toprak örnekleri, Türkiye’de Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Hg elementi için belirtilen kirlilik sınır değerinin altında kalmaktadır.

Semboloji ve dağılım haritalarında Dikilitaş – Alapınar bölgesindeki Hg değerleri bölgenin Batı kesimlerinde yüksek miktarlarda olsa da toprak numunelerinin tamamında standart sınır değerlerinin altında kaldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.2; 4.3).



Şekil 4.2. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Hg elementinin semboloji haritası



Şekil 4.3. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Hg elementinin dağılım haritası

4.2.2. Kurşun (Pb) Analiz Sonuçları

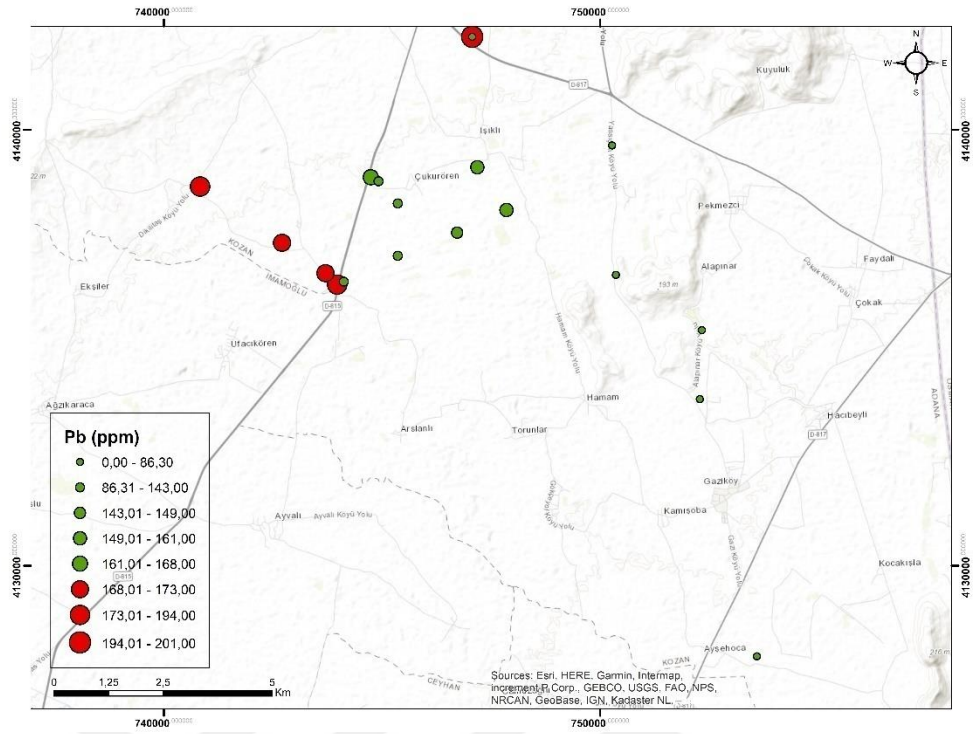
Dikilitaş-Alapınar arasında kalan bölgeden alınan toprak numunelerinde Pb değerleri ortalama olarak 161,46 ppm; maksimum 201 ppm; minimum 86,30 ppm, ortanca değer 164,50 ppm ve standart sapma 28,30 ppm'dir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Kurşun (Pb) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri

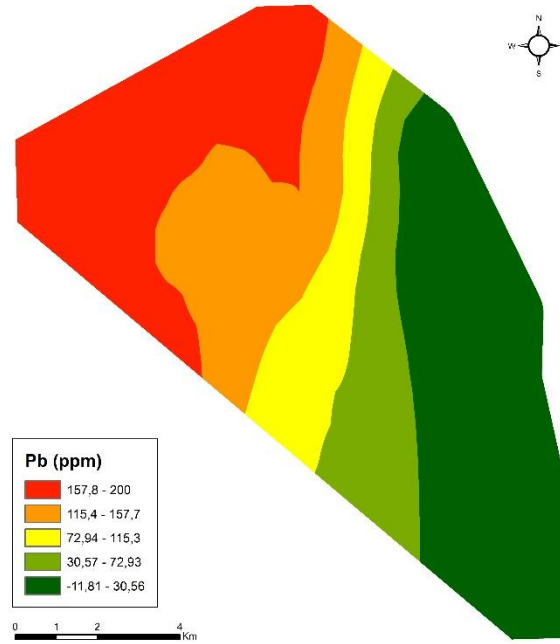
Pb(ppm)	Lokasyon	Ort.	Max.	Min.	Ortanca	Std. Sapma
	Dikilitaş - Alapınar	161,46	201	86,30	164,50	28,30

Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Türkiye’de Pb elementi için belirtilen kirlilik sınır değeri 300 ppm’dir. Çalışma alanına ait tüm toprak örnekleri, Türkiye’de Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Pb elementi için belirtilen kirlilik sınır değerinin altında kalmaktadır.

Semboloji ve dağılım haritalarında Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki Pb değerleri bölgenin Batı ve Kuzeybatı kesimlerinde yüksek miktarlarda olsa da toprak numunelerinin tamamında standart sınır değerlerinin altında kaldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.4; 4.5).



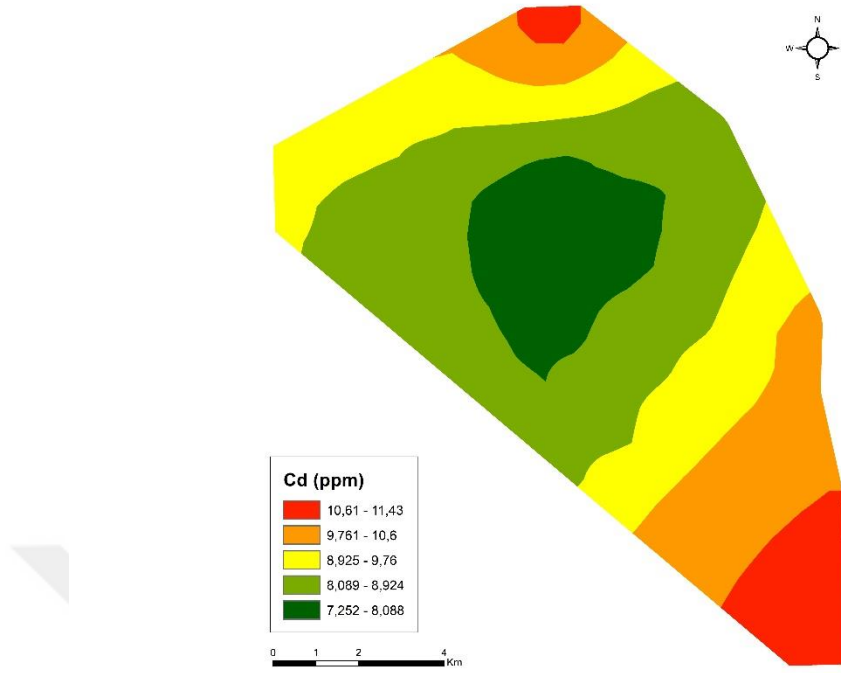
Şekil 4.4. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Pb elementinin sembolji haritası



Şekil 4.5. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Pb elementinin dağılım haritası

4.2.3. Kadmiyum (Cd) Analiz Sonuçları

Dikilitaş-Alapınar arasında kalan bölgeden alınan toprak numunelerinde Cd değerleri ortalama olarak 8,78 ppm; maksimum 12,12 ppm; minimum 6,59 ppm, ortanca değer 8,62 ppm ve standart sapma 1,36 ppm'dir (Çizelge 4.5).



Şekil 4.7. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cd elementinin dağılım haritası

4.2.4. Krom (Cr) Analiz Sonuçları

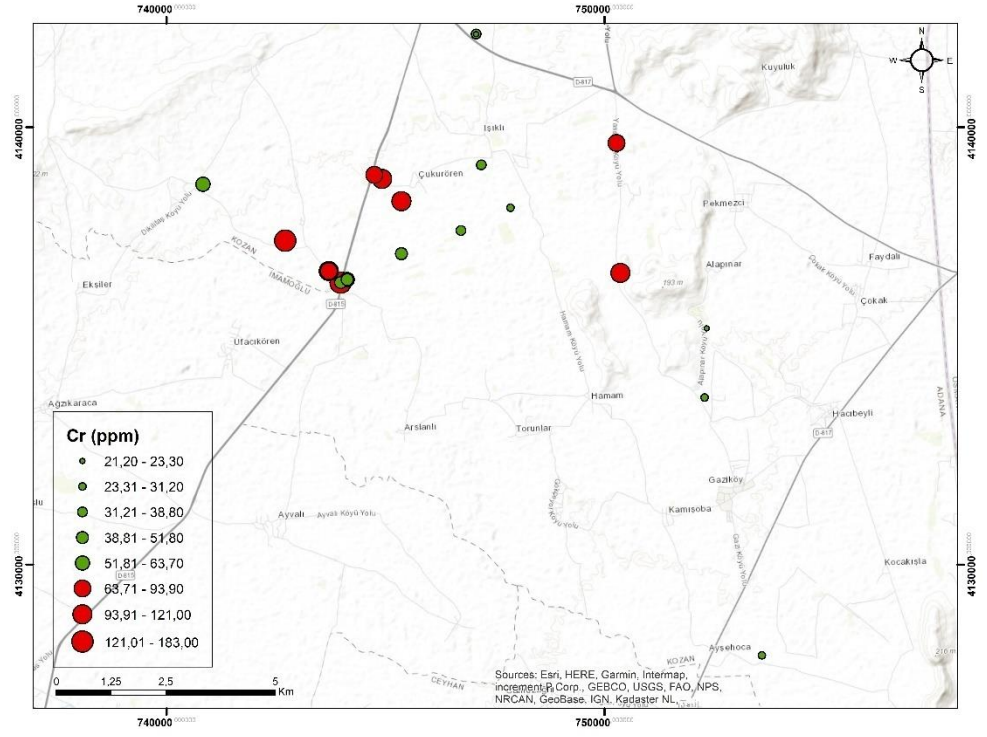
Cr değerleri ortalama olarak 69,25 ppm; maksimum 183 ppm; minimum 21,20 ppm, ortanca değer 51,80 ppm ve standart sapma 43,89 ppm'dir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Krom (Cr) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri

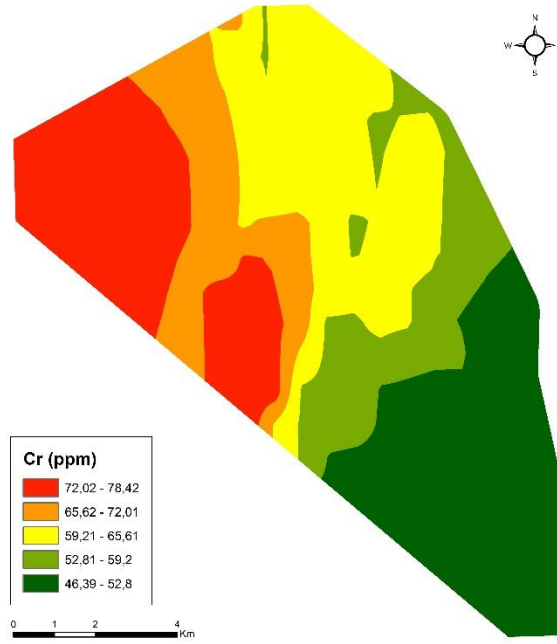
Cr(ppm)	Lokasyon	Ort.	Max.	Min.	Ortanca	Std. Sapma
	Dikilitaş - Alapınar	69,25	183	21,20	51,80	43,89

Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Türkiye’de Cr elementi için belirtilen kirlilik sınır değeri 100 ppm’dir. Çalışma alanına ait toprak örneklerinin geneli Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Cr elementi için belirtilen kirlilik sınır değerinin altında, M3, M4, M11, M12, M16 ve M20 numaralı örnekler ise bu değerin üzerinde kalmaktadır.

Semboloji ve dağılım haritalarında Dikilitaş-Alapınar bölgesindeki Cr değerleri bölgenin Batı kesimlerinde yüksek miktarlarda gözlemlenmiştir (Şekil 4.8; 4.9).



Şekil 4.8. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cr elementinin semboloji haritası



Şekil 4.9. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cr elementinin dağılım haritası

4.2.5. Çinko (Zn) Analiz Sonuçları

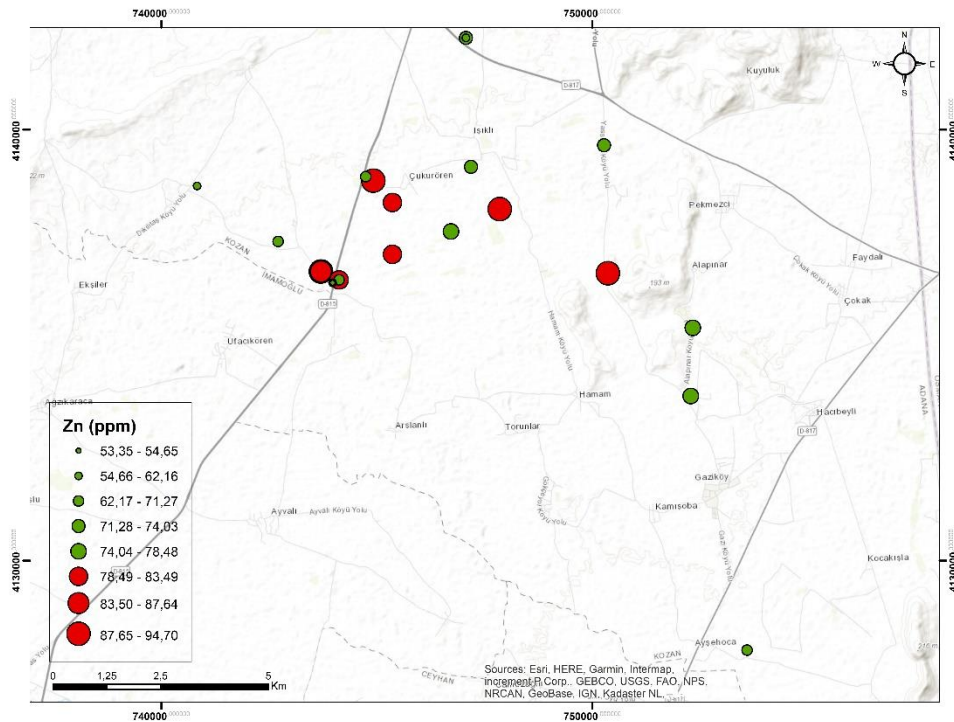
Toprak numunelerinde Zn değerleri ortalama olarak 75,03 ppm; maksimum 94,70 ppm; minimum 53,35 ppm, ortanca değer 74,03 ppm ve standart sapma 12,61 ppm'dir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Çinko (Zn) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri

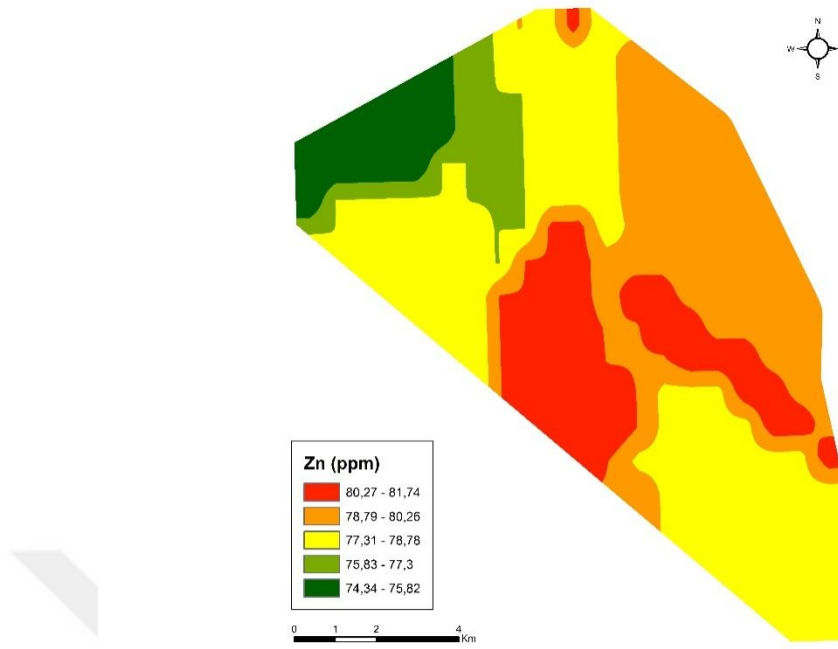
Zn(ppm)	Lokasyon	Ort.	Max.	Min.	Ortanca	Std. Sapma
	Dikilitaş - Alapınar	75,03	94,70	53,35	74,03	12,61

Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Türkiye’de Zn elementi için belirtilen kirlilik sınır değeri 300 ppm’dir. Çalışma alanına ait tüm toprak örnekleri, Türkiye’de Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Zn elementi için belirtilen kirlilik sınır değerinin altında kalmaktadır.

Semboloji ve dağılım haritalarında Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki Zn değerleri bölgenin Güney ve Doğu kesimlerinde yüksek miktarlarda çıksa da tüm değerler standart sınır değerlerinin altında kalmaktadır (Şekil 4.10; 4.11).



Şekil 4.10. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Zn elementinin semboloji haritası



Şekil 4.11. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Zn elementinin dağılım haritası.

4.2.6. Bakır (Cu) Analiz Sonuçları

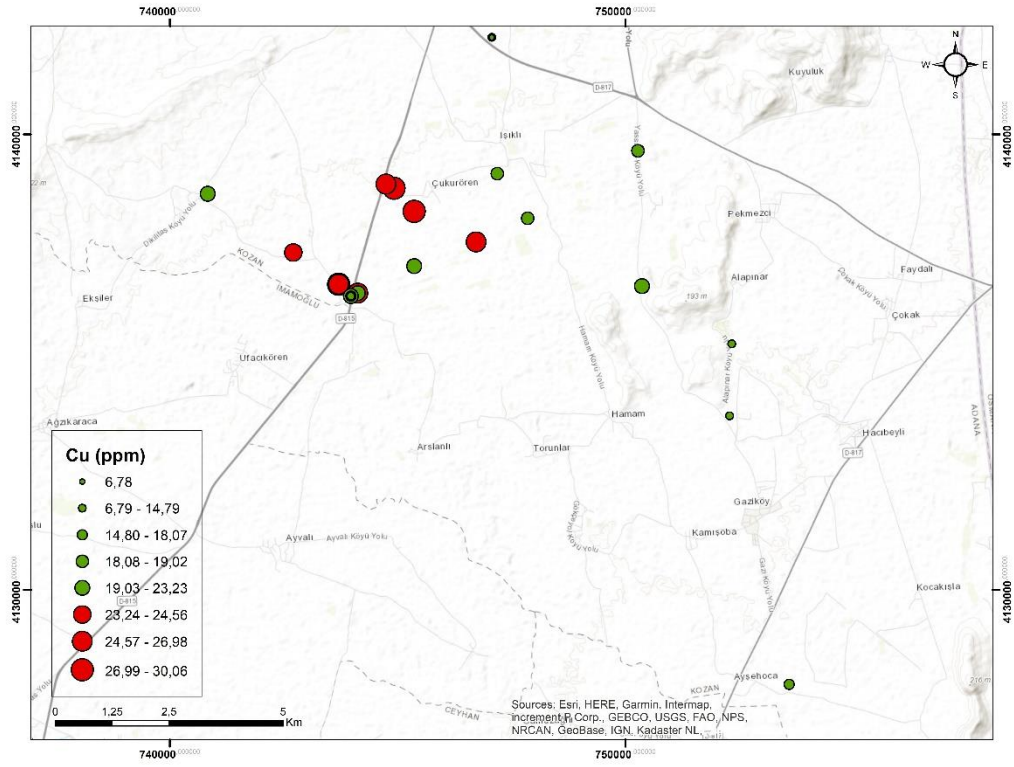
Dikilitaş-Alapınar arasında kalan bölgeden alınan toprak numunelerinde Cu değerleri ortalama olarak 21,25 ppm; maksimum 30,06 ppm; minimum 6,77 ppm, ortanca değer 22,50 ppm ve standart sapma 6,02 ppm'dir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Bakır (Cu) elementinin Dikilitaş-Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri

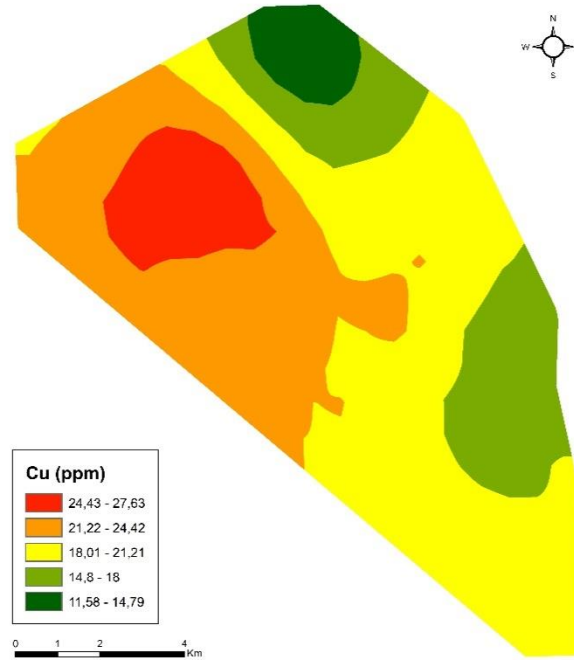
Cu(ppm)	Lokasyon	Ort.	Max.	Min.	Ortanca	Std. Sapma
	Dikilitaş - Alapınar	21,25	30,06	6,77	22,50	6,02

Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Türkiye'de Cu elementi için belirtilen kirlilik sınır değeri 140 ppm'dir. Çalışma alanına ait tüm toprak örnekleri, Türkiye'de Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Cu elementi için belirtilen kirlilik sınır değerinin altında kalmaktadır.

Semboloji ve dağılım haritalarında Dikilitaş-Alapınar bölgesindeki Cu değerleri bölgenin Batı kesimlerinde yüksek miktarlarda olsa da toprak numunelerinin tamamında standart sınır değerlerinin altında kaldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.12; 4.13).



Şekil 4.12. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cu elementinin semboloji haritası



Şekil 4.13. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cu elementinin dağılım haritası

4.2.7. Nikel (Ni) Analiz Sonuçları

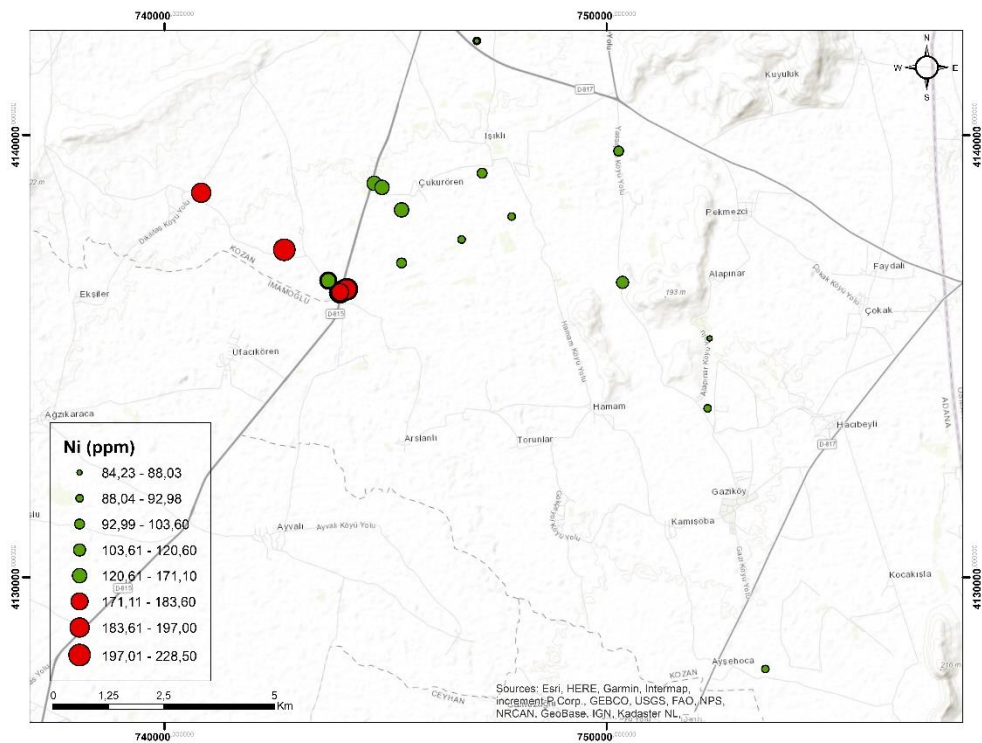
Dikilitaş-Alapınar arasında kalan bölgeden alınan toprak numunelerinde Ni değerleri ortalama olarak 144,27 ppm; maksimum 228,50 ppm; minimum 84,23 ppm, ortanca değer 164,70 ppm ve standart sapma 49,94 ppm'dir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Nikel (Ni) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri

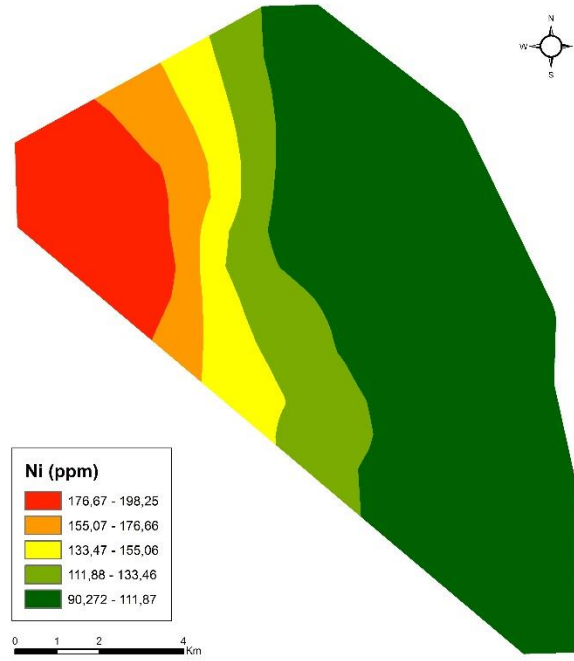
Ni(ppm)	Lokasyon	Ort.	Max.	Min.	Ortanca	Std. Sapma
	Dikilitaş - Alapınar	144,27	228,50	84,23	164,70	49,94

Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Türkiye’de Ni elementi için belirtilen kirlilik sınır değeri 75 ppm’dir. Çalışma alanına ait toprak örneklerinin tamamında; Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Ni elementi için belirtilen kirlilik sınır değerinin üzerindedir.

Semboloji ve dağılım haritalarında Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki Ni değerleri bölgenin Batı kesimlerinde en yüksek miktarlarda bulunmakta ve toprak numunelerinin tamamında standart sınır değerlerinin üzerinde kaldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.14; 4.15).



Şekil 4.14. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Ni elementinin semboloji haritası



Şekil 4.15. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Ni elementinin dağılım haritası

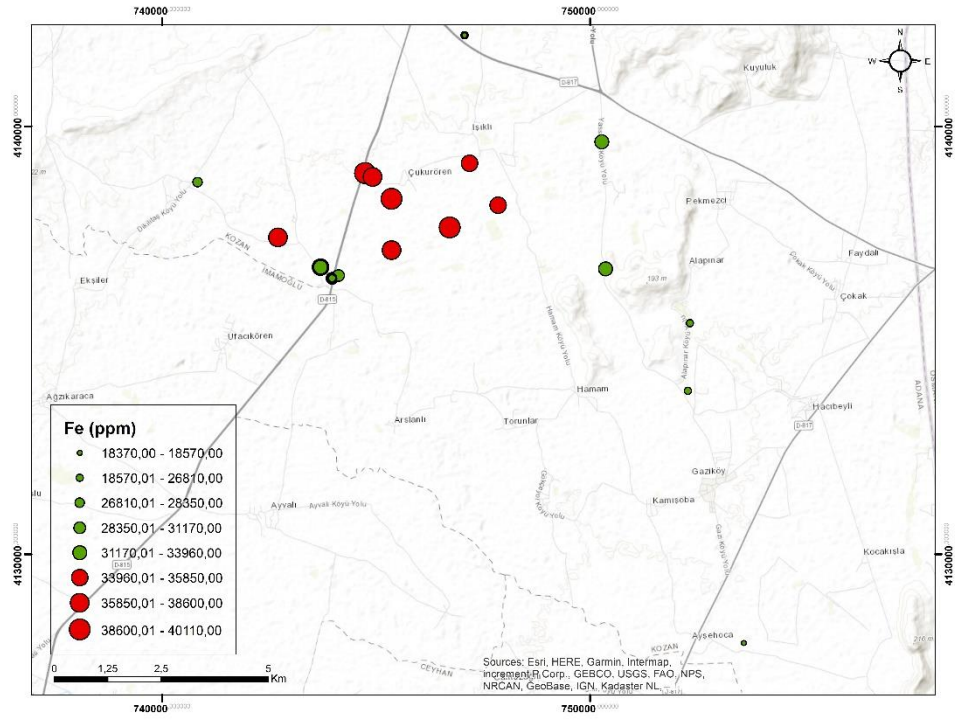
4.2.8. Demir (Fe) Analiz Sonuçları

Toprak numunelerinin Fe değerleri ortalama olarak 31591,73 ppm; maksimum 40.110 ppm; minimum 18.370 ppm, ortanca değer 32.420 ppm ve standart sapma 6250,89 ppm'dir (Çizelge 4.10).

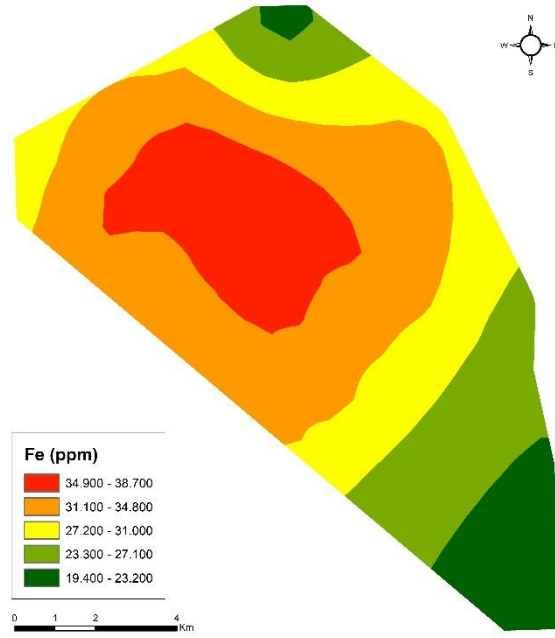
Çizelge 4.10. Demir (Fe) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri

Fe(ppm)	Lokasyon	Ort.	Max.	Min.	Ortanca	Std. Sapma
	Dikilitaş - Alapınar	31.591,73	40.110	18.370	32.420	6.250,89

Fe elementi için yapılan araştırmalarda Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standart değerlerine göre yapılmıştır. WHO'ya göre Fe standart sınır değeri %5' dir. Belirlenen bu standart sınır değerine göre yapılan karşılaştırmada bölgeden alınan toprak numunelerinde bulunan Fe değeri numunelerin tamamında standart sınır değerinin altında kalmıştır (Şekil 4.16; 4.17).



Şekil 4.16. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Fe elementinin semboloji haritası



Şekil 4.17. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Fe elementinin dağılım haritası

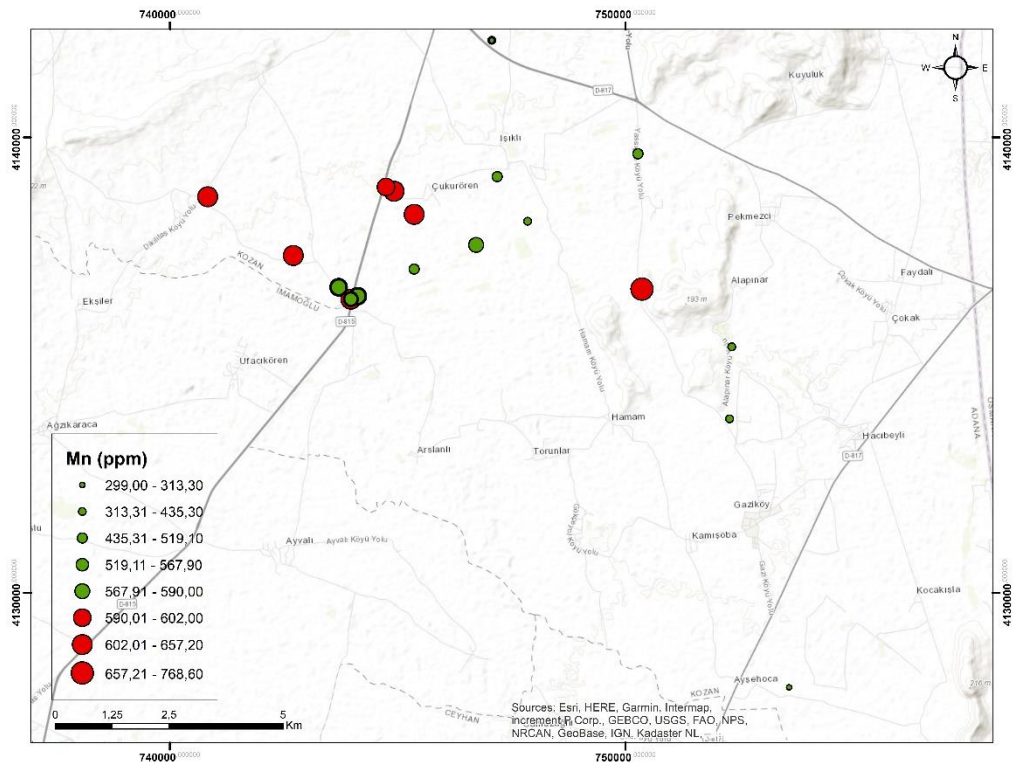
4.2.9. Manganez (Mn) Analiz Sonuçları

Toprak numunelerinde Mn değerleri ortalama olarak 543,27 ppm; maksimum 768,60 ppm; minimum 299 ppm, ortanca değer 586,80 ppm ve standart sapma 120,84 ppm'dir (Çizelge 4.11).

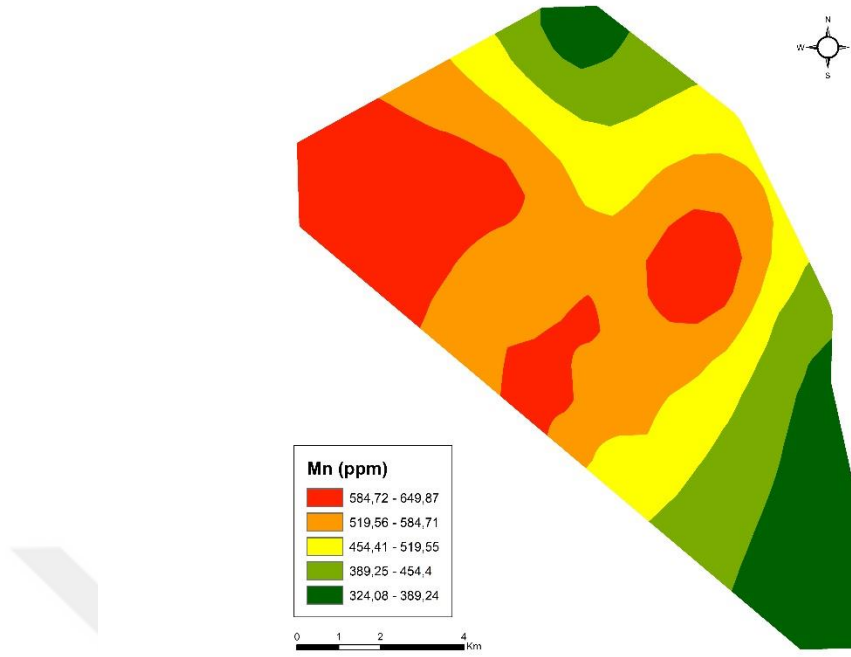
Çizelge 4.11.Mangan (Mn) elementinin Dikilitaş-Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri

Mn (ppm)	Lokasyon	Ort.	Max.	Min.	Ortanca	Std. Sapma
	Dikilitaş-Alapınar	543,27	768,60	299	586,80	120,84

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standart değerlerine göre Mn standart sınır değeri 2000 ppm’ dir. Bölgeden alınan toprak numunelerinde bulunan Mn değerleri örneklerin tamamında standart sınır değerinin altında kalmıştır. Semboloji ve dağılım haritalarında Mn değerleri bölgenin Batı ve Orta kesimlerinde yüksek miktarlarda kalmaktadır (Şekil 4.18; 4.19).



Şekil 4.18. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Mn elementinin semboloji haritası.



Şekil 4.19. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Mn elementinin dağılım haritası.

4.2.10. Kobalt (Co) Analiz Sonuçları

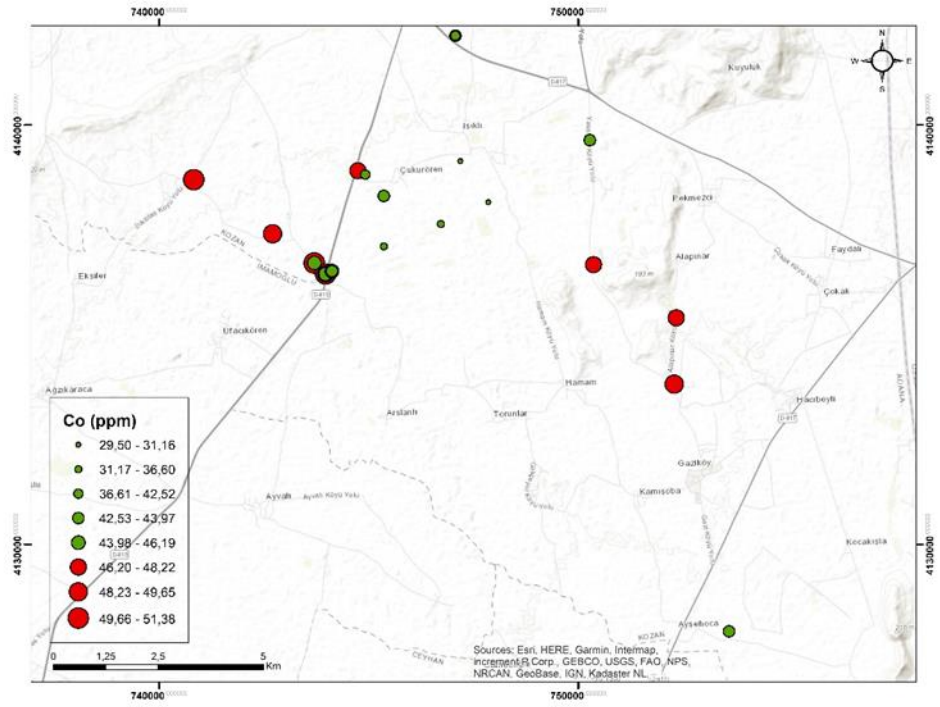
Dikilitaş–Alapınar arasında kalan bölgeden alınan toprak numunelerinde Co değerleri ortalama olarak 44,08 ppm; maksimum 51,38 ppm; minimum 29,50 ppm, ortanca değer 45,88 ppm ve standart sapma 6,10 ppm’dir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Kobalt (Co) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri

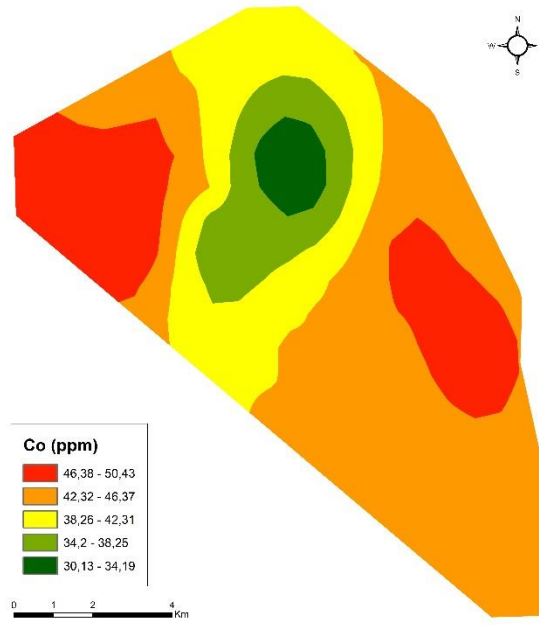
Co(ppm)	Lokasyon	Ort.	Max.	Min.	Ortanca	Std. Sapma
	Dikilitaş- Alapınar	44,08	51,38	29,50	45,88	6,10

Co elementi ile ilgili yapılan araştırmalar sonucunda herhangi bir standart sınır değerine rastlanmamıştır.

Semboloji ve dağılım haritalarında Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki Co değerleri bölgenin Batı ve Doğu kesimlerinde yüksek miktarlarda kalmaktadır (Şekil 4.20; 4.21).



Şekil 4.20. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Co elementinin semboloji haritası.



Şekil 4.21. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Co elementinin dağılım haritası

4.2.11. Alüminyum (Al) Analiz Sonuçları

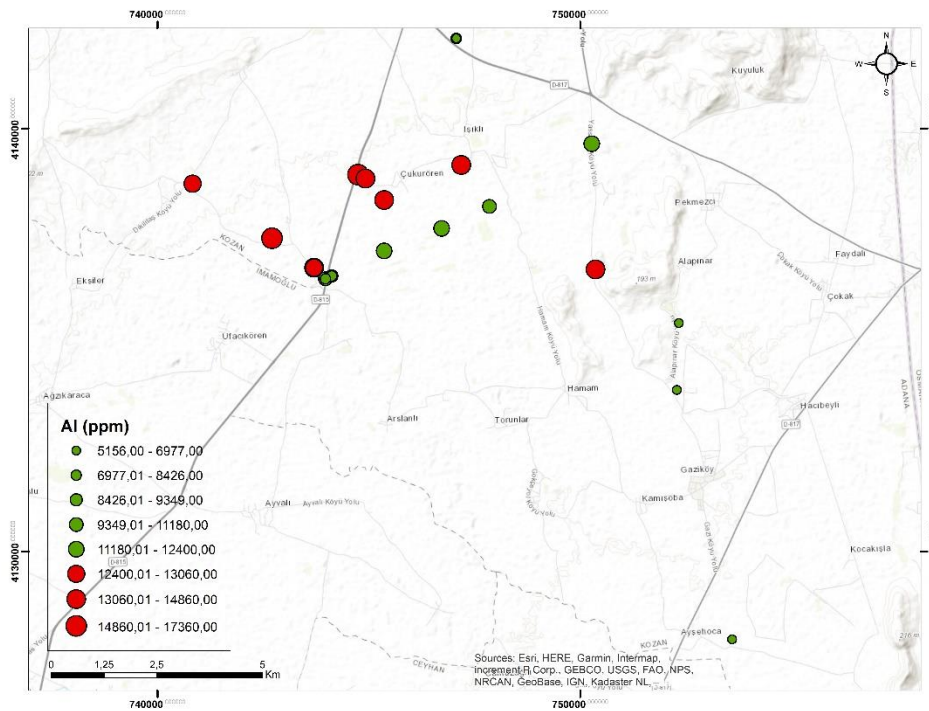
Dikilitaş-Alapınar arasında kalan bölgeden alınan toprak numunelerinde Al değerleri ortalama olarak 11178,17 ppm; maksimum 17.360 ppm; minimum 5.156 ppm, ortanca değer 11.680 ppm ve standart sapma 3.445,84 ppm'dir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Alüminyum (Al) elementinin Dikilitaş-Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri

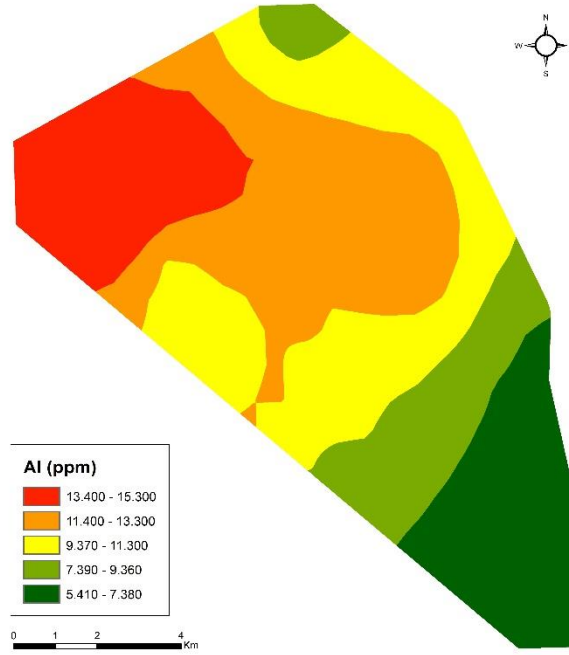
Al(ppm)	Lokasyon	Ort.	Max.	Min.	Ortanca	Std. Sapma
	Dikilitaş-Alapınar	11178,17	17.360	5.156	11.680	3.445,84

Al elementi için yapılan araştırmalar sonucunda herhangi bir ağır metal standart sınır değeri bulunamamıştır. Ancak dünya genelinde topraklardaki Al miktarının %1 ile %4 arasında değiştiği kabul edilmektedir ve bölgeden alınan toprak numunelerindeki Al değerleri ortalama bu aralıktadır.

Semboloji ve dağılım haritalarında Dikilitaş-Alapınar bölgesindeki Al değerleri bölgenin Batı kesiminde yüksek miktarlarda bulunmaktadır (Şekil 4.22; 4.23).



Şekil 4.22. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Al elementinin semboloji haritası



Şekil 4.23. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Al elementinin dağılım haritası

4.2.12. Arsenik (As) Analiz Sonuçları

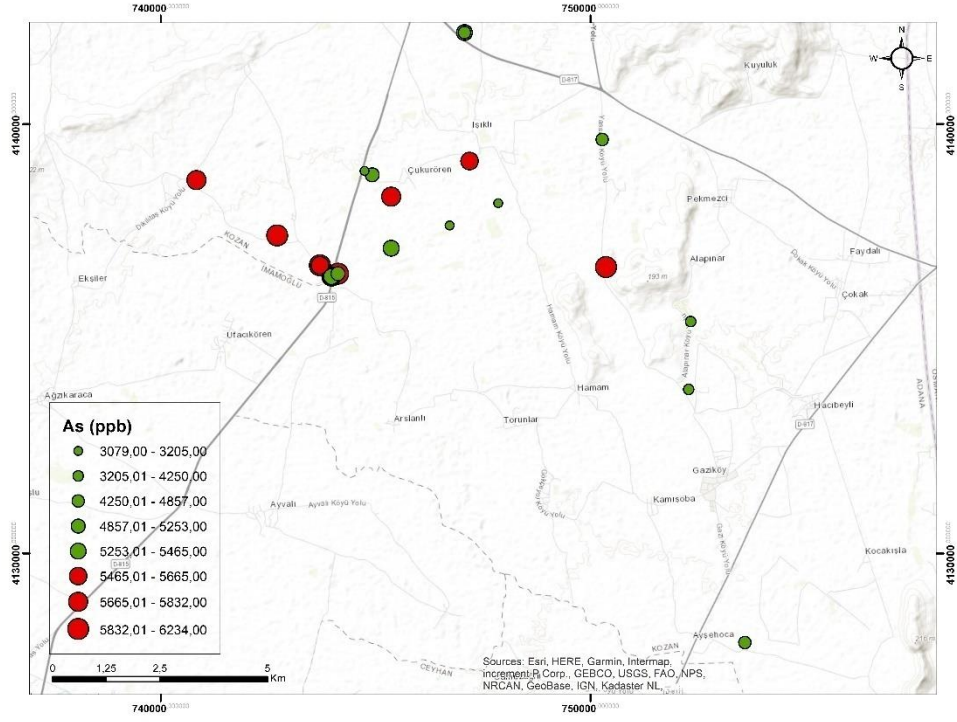
Toprak numunelerinde As değerleri ortalama olarak 5,07 ppb; maksimum 6,23 ppb; minimum 3,07 ppb, ortanca değer 5,45 ppb ve standart sapma 0,96 ppb'dir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Arsenik (As) elementinin Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki sayısal değerleri

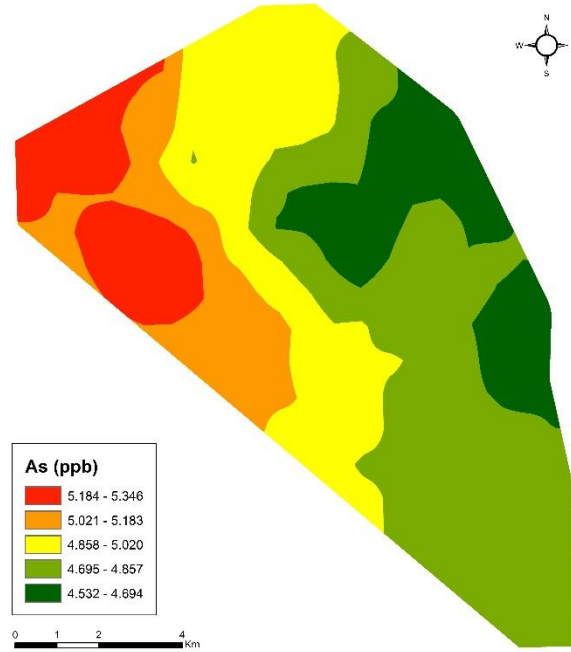
As (ppb)	Lokasyon	Ort.	Max.	Min.	Ortanca	Std. Sapma
	Dikilitaş-Alapınar	5,07	6,23	3,07	5,45	0,96

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standart değerlerine göre As standart sınır değeri 20.000 ppb'dir. Belirlenen bu standart sınır değerine göre bölgeden alınan toprak numunelerinde bulunan As değeri numunelerin tamamında standart sınır değerinin altında kalmıştır.

Semboloji ve dağılım haritalarında Dikilitaş–Alapınar bölgesindeki As değerleri Batı kesimlerinde yüksek miktarlarda bulunmaktadır (Şekil 4.24; 4.25).



Şekil 4.24. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki As elementinin semboloji haritası



Şekil 4.25. Dikilitaş–Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki As elementinin dağılım haritası

4.3. Jeokimyasal Yaklaşımlar

Metallerin kirlilik boyutlarının değerlendirilmesini yapmak için sıklıkla kullanılmakta olan; Zenginleşme Faktörü (Ef), Kirlilik Faktörü (Cf), Kirlilik Derecesi (Cd) ve Jeobirikim İndeksi (Igeo) gibi indeks değerleri Dikilitaş ve Alapınar bölgeleri için değerlendirilmiştir.

4.3.1. Zenginleşme Faktörü

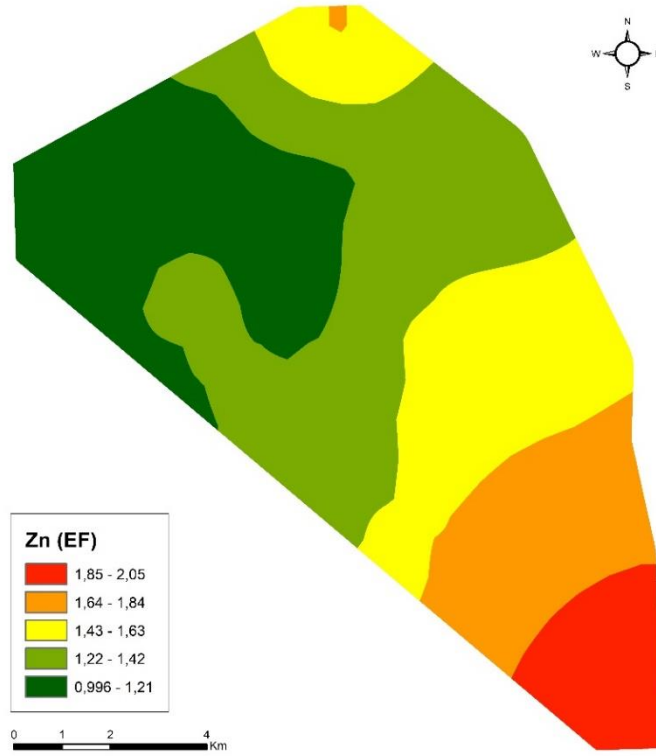
Zenginleşme faktörü (EF) antropojenik kökenli kirlilik derecesini ve boyutunu göstermede kullanılan bir parametredir (Sakan vd., 2009; Malvandi, 2017). Ölçümü yapılan elementlerin ve temel değerlerin Al ve Fe gibi (Karbassi vd., 2008; Amin vd., 2009) referans elementlere oranlanmasıyla belirlenir. Kozan Güneyi, Dikilitaş-Alapınar bölgesinde yapılan hesaplamalar sonucunda zenginleşme faktörü (Ef) verilerine göre Mn (Ort:0,65), Cu (Ort:0,82), Cr (Ort:0,82), Al (Ort:0,13), As (Ort:0,41), Hg (Ort:0,32) ve Zn (Ort:1,30) elementlerinde minimal zenginleşme; Ni (Ort:4,40), Co (Ort:3,92) elementlerinde orta zenginleşme; Cd (Ort:16,00) ve Pb (Ort:5,72) elementlerinde ise belirgin bir zenginleşme tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Dikilitaş-Alapınar bölgesinin zenginleşme faktörü (Ef) değerleri(ppm).

Ef	Zn	Mn	Cu	Ni	Co	Cd	Cr	Pb	Al	As	Hg
M1	1,43	0,73	1,05	6,40	3,94	15,44	0,78	4,96	0,11	0,47	0,18
M2	1,25	0,75	0,97	6,18	3,95	14,02	0,61	5,35	0,11	0,42	0,14
M3	1,29	0,64	0,97	4,05	2,96	12,24	1,03	3,98	0,14	0,34	0,26
M4	1,09	0,62	0,91	3,92	2,86	10,19	1,01	3,91	0,13	0,36	0,35
M5	1,13	0,50	0,72	2,53	2,35	10,79	0,44	4,00	0,12	0,34	0,57
M6	1,04	0,57	0,82	2,23	2,49	8,97	0,33	4,19	0,12	0,19	0,45
M7	1,40	0,46	0,66	2,43	2,34	12,08	0,29	4,82	0,12	0,22	0,14
M8	1,11	0,56	0,65	2,66	2,25	10,89	0,36	5,08	0,16	0,40	0,34
M9	0,96	0,58	0,85	4,11	3,20	11,10	0,91	4,73	0,16	0,20	0,25
M10	1,39	0,62	1,01	4,70	3,80	13,88	0,93	5,29	0,15	0,43	0,56
M11	1,44	0,70	0,99	4,78	3,77	12,86	1,28	5,85	0,15	0,42	0,16
M12	1,00	0,66	0,82	5,28	3,57	11,12	1,56	5,15	0,18	0,40	0,09
M13	1,09	0,85	0,95	6,43	4,83	17,99	0,76	7,43	0,17	0,50	0,33
M14	1,09	0,80	0,64	6,45	4,59	17,16	0,71	7,86	0,11	0,50	0,26
M15	1,02	0,79	0,80	6,68	4,90	18,01	0,71	7,71	0,12	0,51	0,13
M16	1,11	0,81	0,93	7,18	4,24	15,89	2,33	7,00	0,14	0,46	0,77
M17	1,66	0,61	0,45	4,66	6,03	35,19	0,48	12,07	0,14	0,65	0,39
M18	1,47	0,59	0,67	3,14	4,40	20,16	0,56	3,60	0,12	0,51	0,45
M19	1,20	0,58	0,71	2,90	3,55	12,09	0,97		0,13	0,36	0,09
M20	1,49	0,85	0,84	3,34	3,79	13,18	1,36		0,16	0,43	0,16
M21	1,65	0,56	0,67	3,35	5,22	20,31	0,45		0,10	0,38	0,19
M22	1,57	0,55	0,70	3,03	4,83	20,93	0,31		0,10	0,40	0,31
M23	2,05	0,64	1,16	4,70	6,25	33,72	0,64		0,11	0,60	0,84
Ort	1,30	0,65	0,82	4,40	3,92	16,00	0,82	5,72	0,13	0,41	0,32

Çinko (Zn) Analiz Sonuçları

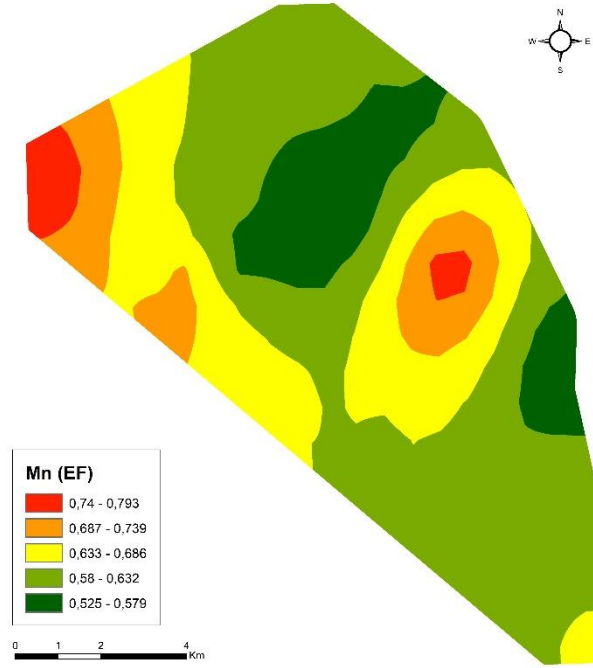
Zn elementinin Zenginleşme faktörü (Ef); Ort. Değeri 1,30 olduğundan minimal zenginleşme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin güney kısımlarında** Ef değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Zn elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası

Mangan (Mn) Analiz Sonuçları

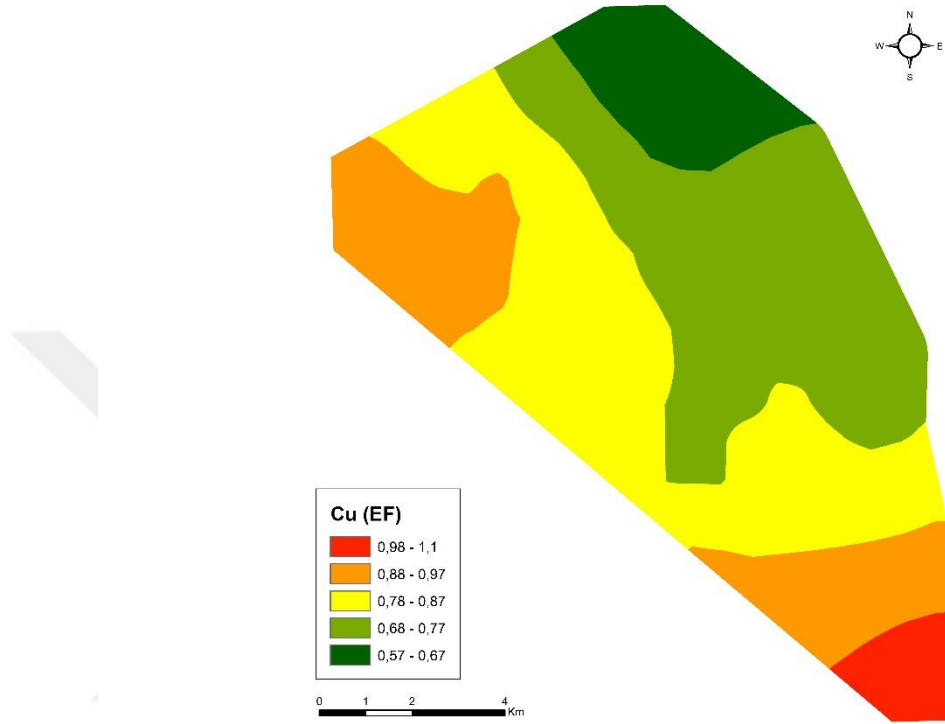
Mn elementinin Zenginleşme faktörü (Ef); Ort. Değeri 0,65 olduğundan minimal zenginleşme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin daha çok batı kısımlarında** Ef değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Mn elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası

Bakır (Cu) Analiz Sonuçları

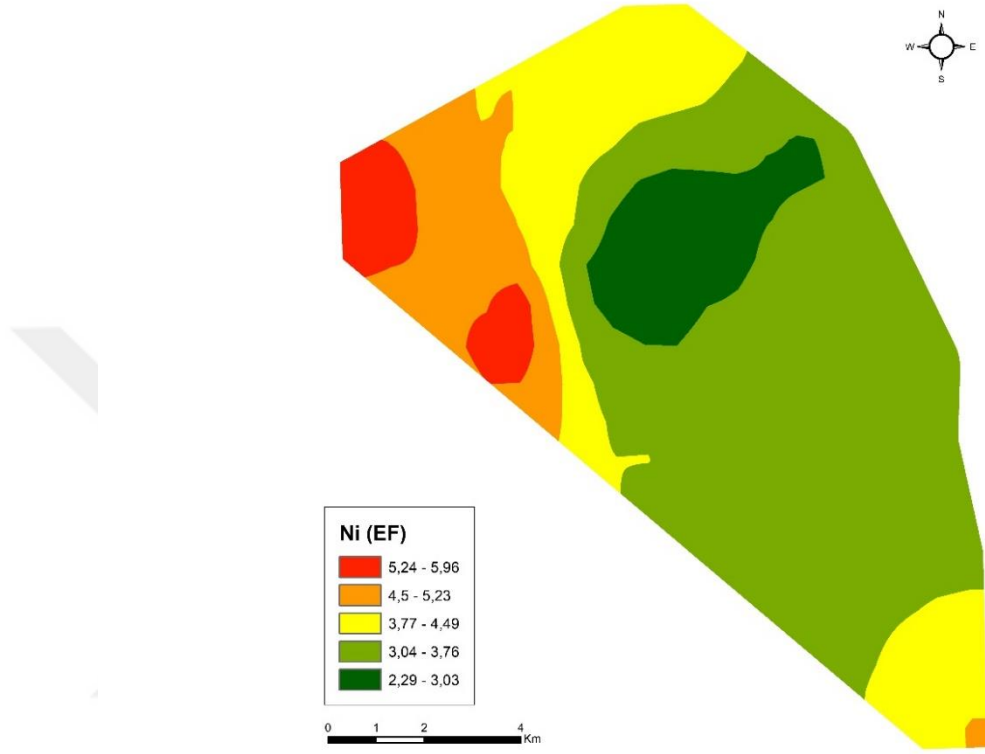
Cu elementinin Zenginleşme faktörü (Ef); Ort. Değeri 0,82 olduğundan minimal zenginleşme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin güney kısımlarında** Ef değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cu elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası

Nikel (Ni) Analiz Sonuçları

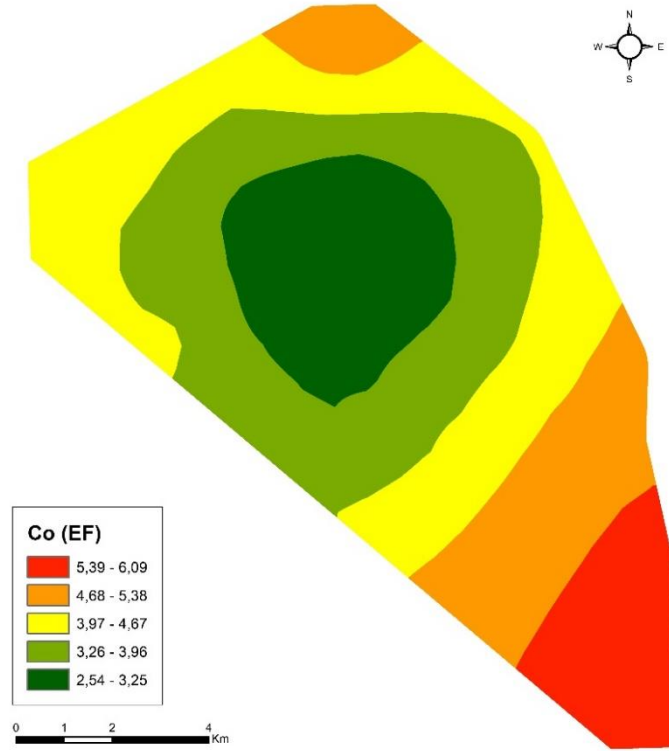
Ni elementinin Zenginleşme faktörü (Ef); Ort. Değeri 4,40 olduğundan orta zenginleşme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin batı kesimlerinde** Ef değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.29)



Şekil 4.29. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Ni elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası

Kobalt (Co) Analiz Sonuçları

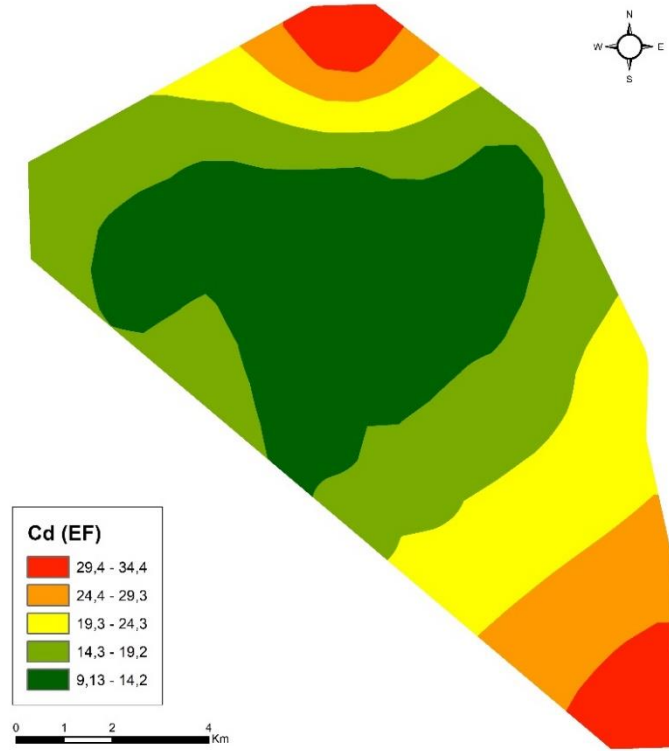
Co elementinin Zenginleşme faktörü (Ef); Ort. Değeri 3,92 olduğundan orta zenginleşme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin güney kesimlerinde** Ef değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Co elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası

Kadmiyum (Cd) Analiz Sonuçları

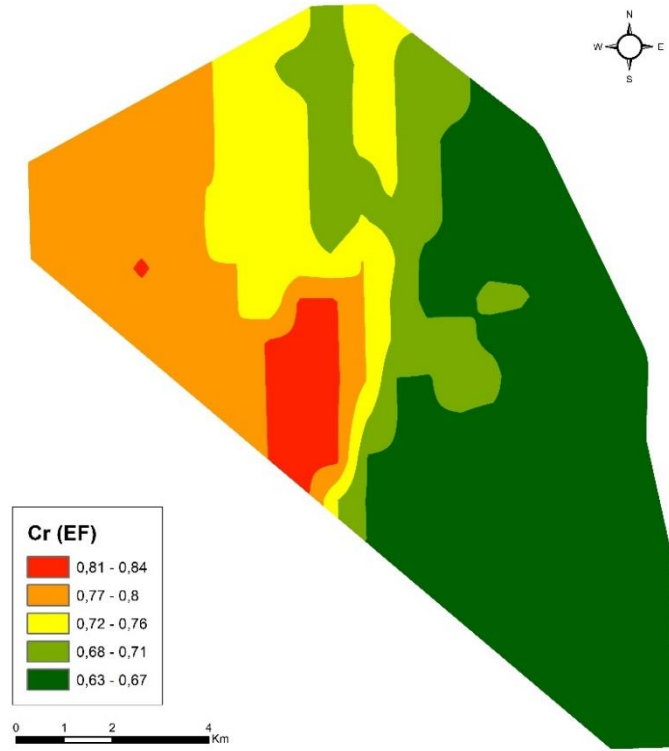
Cd elementinin Zenginleşme faktörü (Ef); Ort. Değeri 16,00 olduğundan belirgin zenginleşme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin kuzey ve güney kesimlerinde** Ef değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cd elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası

Krom (Cr) Analiz Sonuçları

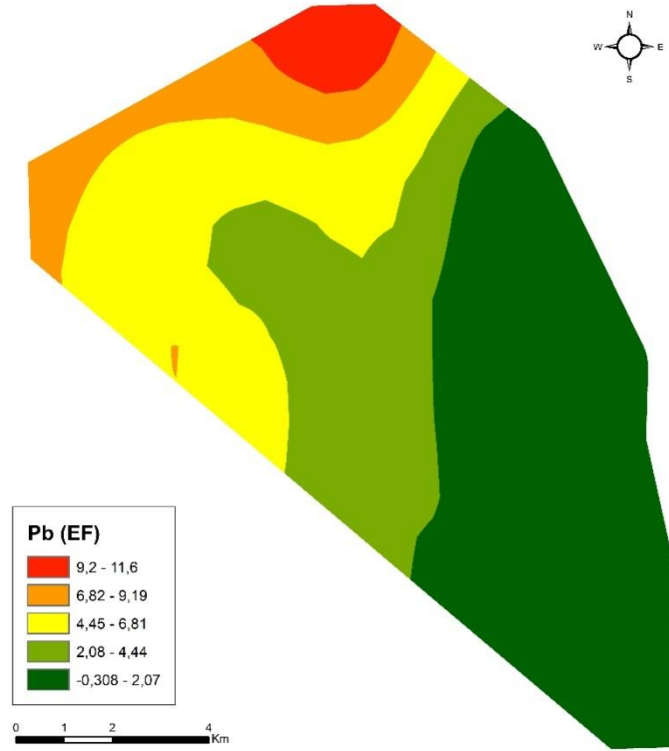
Cr elementinin Zenginleşme faktörü (Ef); Ort. Değeri 0,82 olduğundan minimal zenginleşme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin daha çok güneybatı kesimlerinde** Ef değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cr elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası.

Kurşun (Pb) Analiz Sonuçları

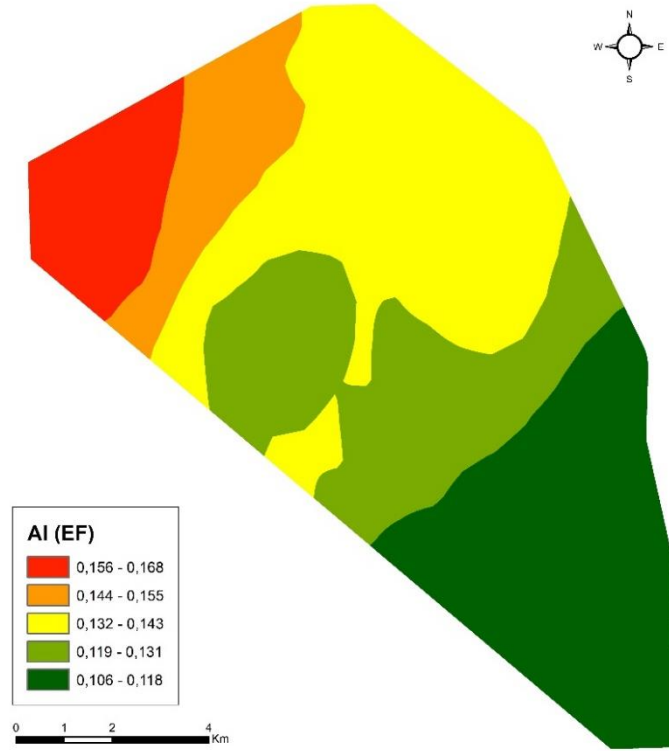
Pb elementinin Zenginleşme faktörü (Ef); Ort. Değeri 5,72 olduğundan belirgin zenginleşme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin kuzey kesimlerinde** Ef değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.33).



Şekil 4.33. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Pb elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası

Alüminyum (Al) Analiz Sonuçları

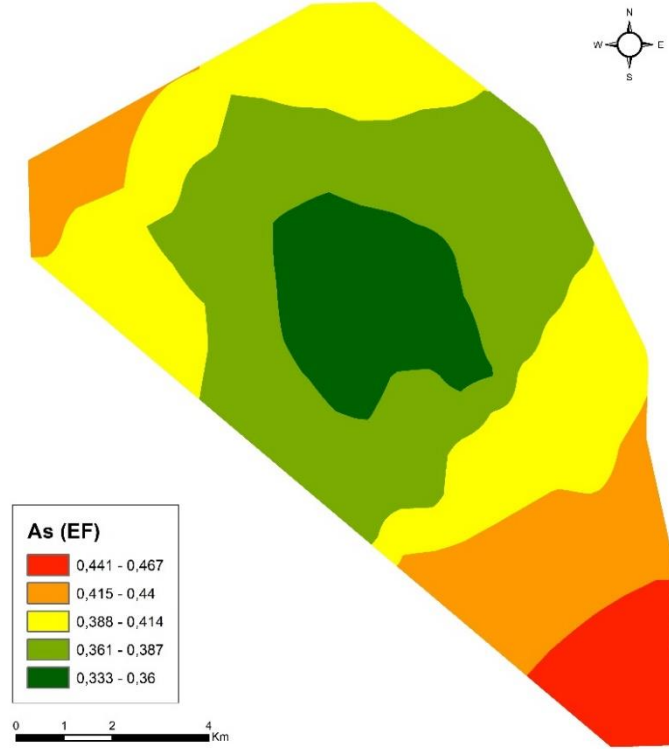
Al elementinin Zenginleşme faktörü (Ef); Ort. Değeri 0,13 olduğundan minimal zenginleşme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin batı kesimlerinde** Ef değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.34).



Şekil 4.34. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Al elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası.

Arsenik (As) Analiz Sonuçları

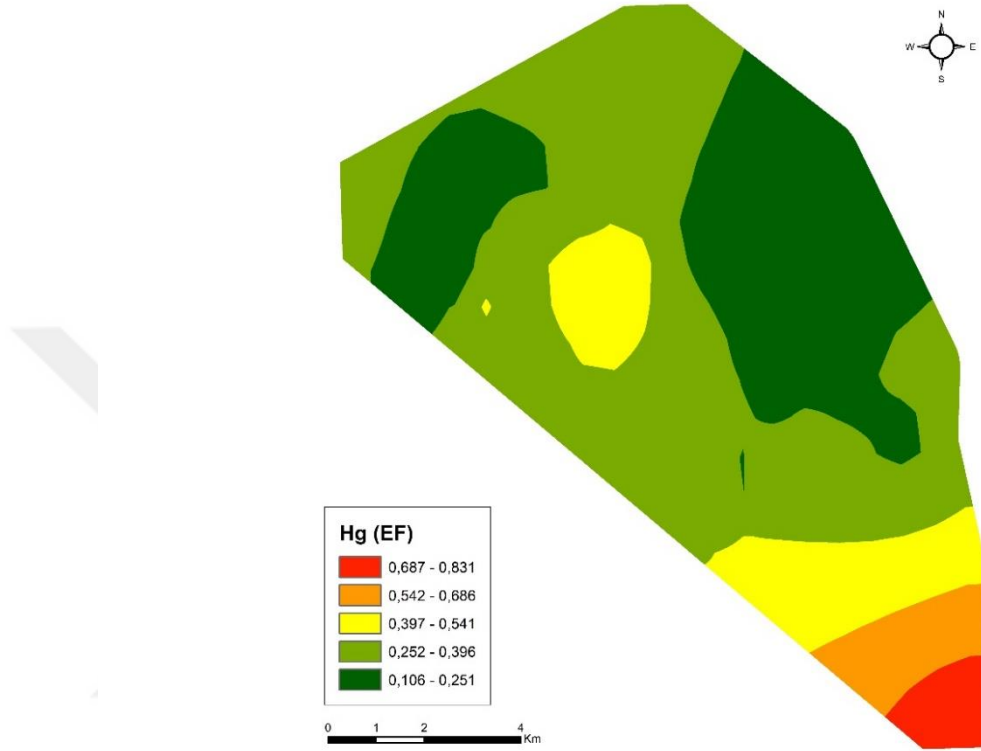
As elementinin Zenginleşme faktörü (Ef); Ort. Değeri 0,41 olduğundan minimal zenginleşme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin güney kesimlerinde** Ef değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki As elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası

Civa (Hg) Analiz Sonuçları

Hg elementinin Zenginleşme faktörü (Ef); Ort. Değeri 0,32 olduğundan minimal zenginleşme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin güney kesimlerinde** Ef değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.36).



Şekil 4.36. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Hg elementinin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası

4.3.2. Kirlilik Faktörü (Cf)

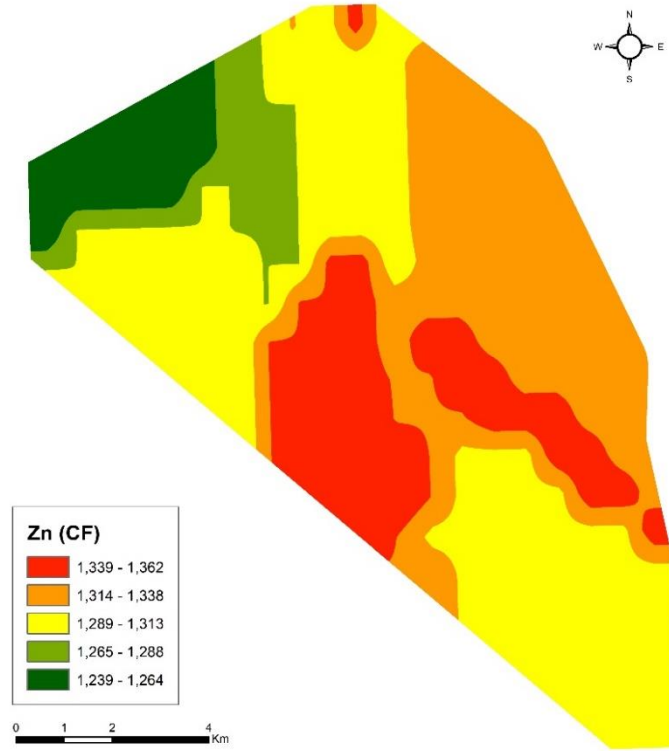
Topraktaki kirlilik durumunun tespit edilmesinde kullanılan bir indekstir. Kirlilik seviyesinin hesaplanmasında; ortalama eşik değer veya ortalama kabuk değerleri kullanılır. Kirlilik seviyesi hesaplanmasında sedimentteki metal değerinin yer kabuğu ortalama değerine bölünmesiyle elde edilir (Hakanson, 1980; Akyıldız ve Karataş, 2018). Dikilitaş-Alapınar bölgesinde yapılan hesaplamalar sonucunda kirlilik faktörü (Cf) verileri; Mn (Ort:0,64), Al (Ort:0,13), As (Ort:0,39), Cu (Ort:0,82), Cr (Ort:0,82), ve Hg (Ort:0,31) elementleri için az kirlenme; Zn (Ort:1,25) elementi için orta derecede kirlenme; Pb (Ort:5,57), Ni (Ort:4,24) ve Co (Ort:3,67) elementleri için önemli derecede kirlenme Cd (Ort:14,64) elementi için ise aşırı derecede kirlenme tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Dikilitaş-Alapınar bölgesinin kirlilik faktörü (Cf) değerleri (ppm).

Cf	Zn	Mn	Cu	Ni	Co	Cd	Cr	Pb	Al	As	Hg
M1	1,39	0,71	1,03	6,23	3,84	15,04	0,76	4,83	0,11	0,46	0,17
M2	1,15	0,69	0,89	5,69	3,64	12,92	0,56	4,93	0,10	0,39	0,13
M3	1,55	0,76	1,16	4,84	3,54	14,64	1,24	4,76	0,17	0,40	0,31
M4	1,36	0,77	1,14	4,92	3,58	12,77	1,26	4,90	0,17	0,45	0,44
M5	1,36	0,61	0,87	3,05	2,83	13,01	0,53	4,83	0,14	0,41	0,69
M6	1,28	0,69	1,01	2,73	3,05	10,99	0,41	5,14	0,15	0,24	0,55
M7	1,55	0,51	0,73	2,70	2,60	13,40	0,32	5,34	0,13	0,24	0,15
M8	1,21	0,61	0,71	2,91	2,46	11,91	0,39	5,55	0,18	0,44	0,37
M9	1,17	0,71	1,04	5,03	3,91	13,59	1,12	5,79	0,20	0,25	0,30
M10	1,56	0,69	1,14	5,27	4,26	15,55	1,04	5,93	0,17	0,48	0,63
M11	1,46	0,71	1,01	4,84	3,82	13,03	1,30	5,93	0,16	0,43	0,16
M12	1,16	0,76	0,94	6,11	4,13	12,87	1,81	5,97	0,21	0,46	0,10
M13	0,96	0,75	0,84	5,70	4,28	15,94	0,67	6,59	0,15	0,44	0,29
M14	0,91	0,67	0,54	5,40	3,85	14,37	0,59	6,59	0,10	0,42	0,22
M15	0,89	0,69	0,70	5,79	4,25	15,62	0,62	6,69	0,10	0,45	0,11
M16	1,04	0,76	0,87	6,72	3,97	14,88	2,18	6,55	0,13	0,43	0,73
M17	0,95	0,35	0,26	2,67	3,46	20,20	0,28	6,93	0,08	0,37	0,22
M18	1,21	0,48	0,56	2,59	3,63	16,64	0,46	2,98	0,10	0,42	0,37
M19	1,23	0,60	0,73	2,99	3,66	12,47	1,00		0,14	0,37	0,09
M20	1,58	0,90	0,89	3,55	4,02	13,99	1,44		0,17	0,46	0,17
M21	1,31	0,44	0,53	2,65	4,14	16,10	0,36		0,08	0,30	0,15
M22	1,28	0,45	0,57	2,48	3,95	17,12	0,25		0,08	0,33	0,26
M23	1,19	0,37	0,67	2,72	3,62	19,57	0,37		0,06	0,35	0,49
Ort	1,25	0,64	0,82	4,24	3,67	14,64	0,82	5,57	0,13	0,39	0,31

Çinko (Zn) Analiz Sonuçları

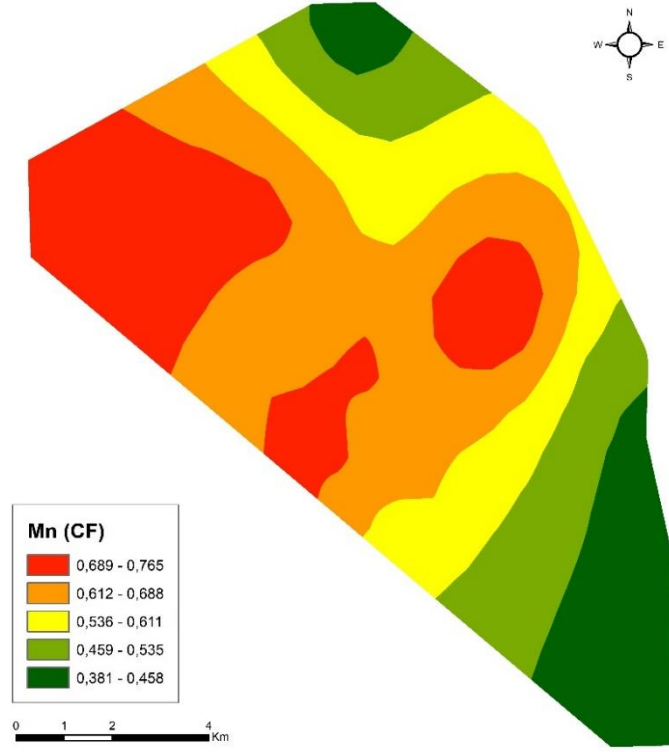
Zn elementinin Kirlilik faktörü (Cf); Ort. Değeri 1,25 olduğundan orta derecede kirlenme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında genel olarak **bölgenin daha çok güney kesimlerinde** Cf değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.37).



Şekil 4.37. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Zn elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.

Mangan (Mn) Analiz Sonuçları

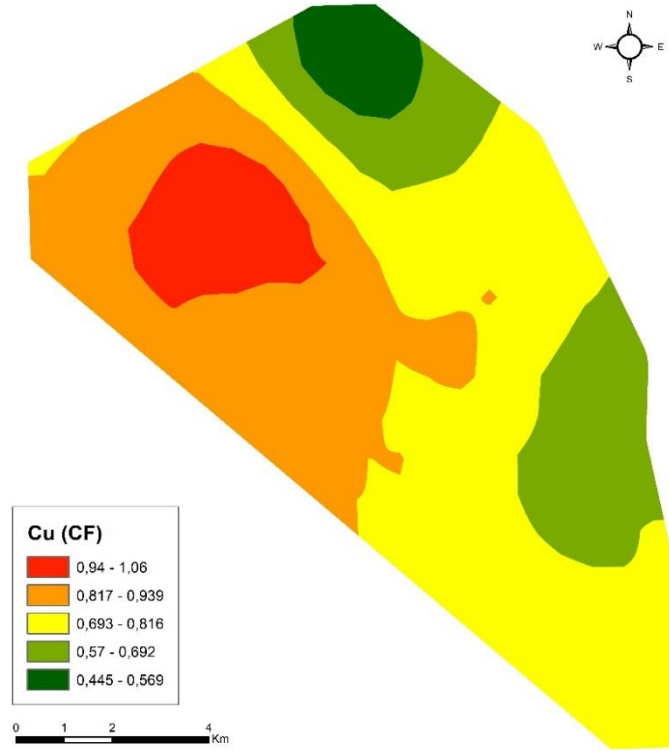
Mn elementinin Kirlilik faktörü (Cf); Ort. Değeri 0,64 olduğundan az kirlenme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında genel olarak **bölgenin batı, doğu ve güneybatı kesimlerinde** Cf değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.38).



Şekil 4.38. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Mn elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.

Bakır (Cu) Analiz Sonuçları

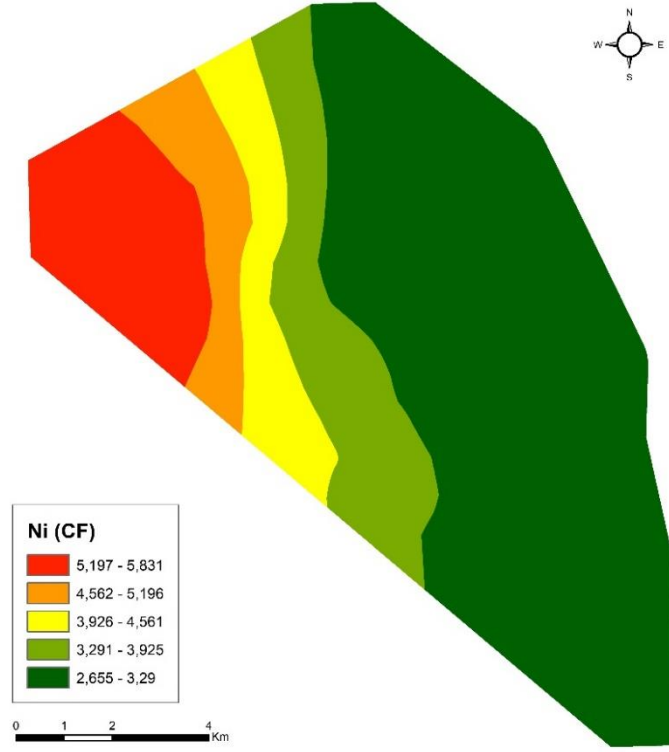
Cu elementinin Kirlilik faktörü (Cf); Ort. Değeri 0,82 olduğundan az kirlenme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında genel olarak **bölgenin batı kesimlerinde** Cf değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.39).



Şekil 4.39. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cu elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.

Nikel (Ni) Analiz Sonuçları

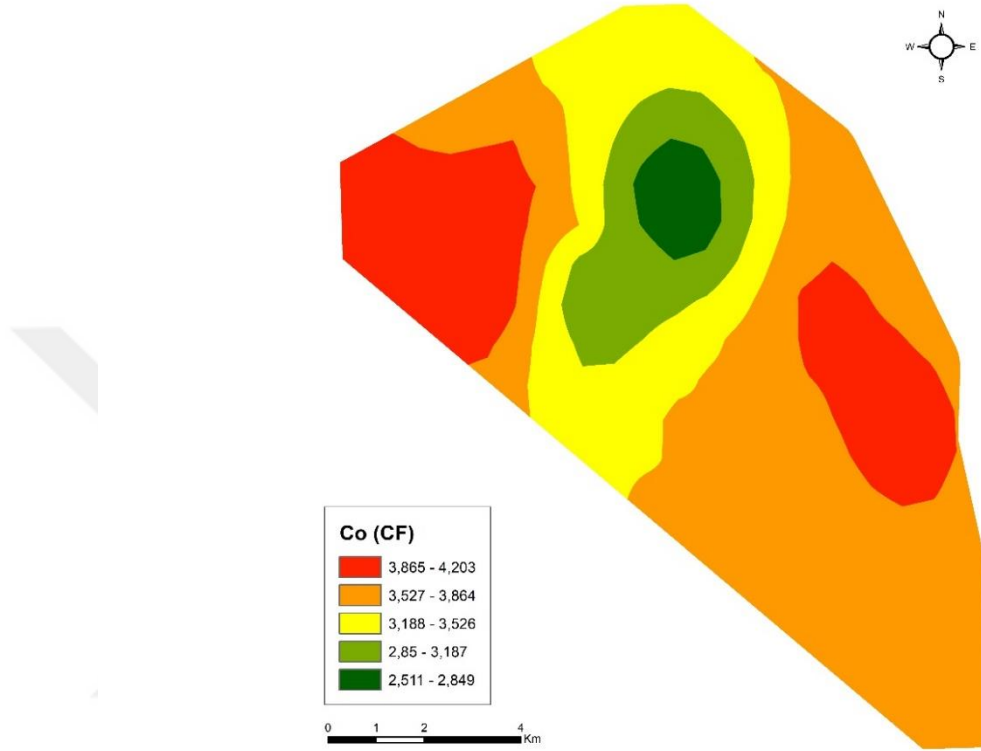
Ni elementinin Kirlilik faktörü (Cf); Ort. Değeri 4,24 olduğundan önemli derecede kirlenme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında genel olarak **bölgenin batı kesimlerinde** Cf değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.40).



Şekil 4.40. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Ni elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.

Kobalt (Co) Analiz Sonuçları

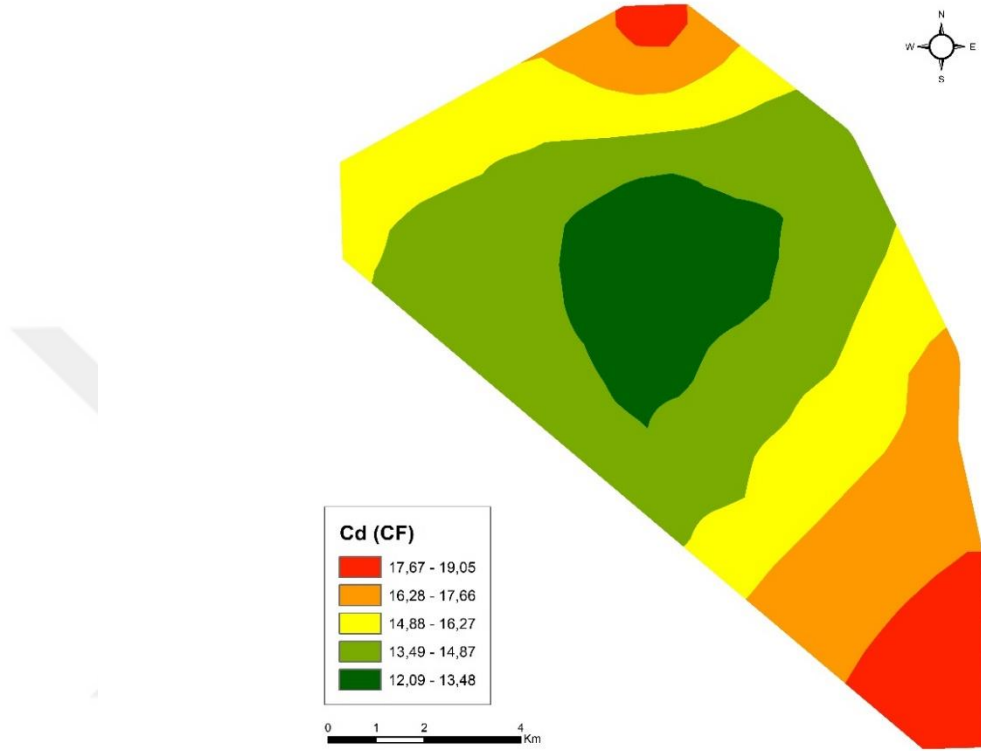
Co elementinin Kirlilik faktörü (Cf); Ort. Değeri 3,67 olduğundan önemli derecede kirlenme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında genel olarak **bölgenin batı ve doğu kesimlerinde** Cf değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Co elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.

Kadmiyum (Cd) Analiz Sonuçları

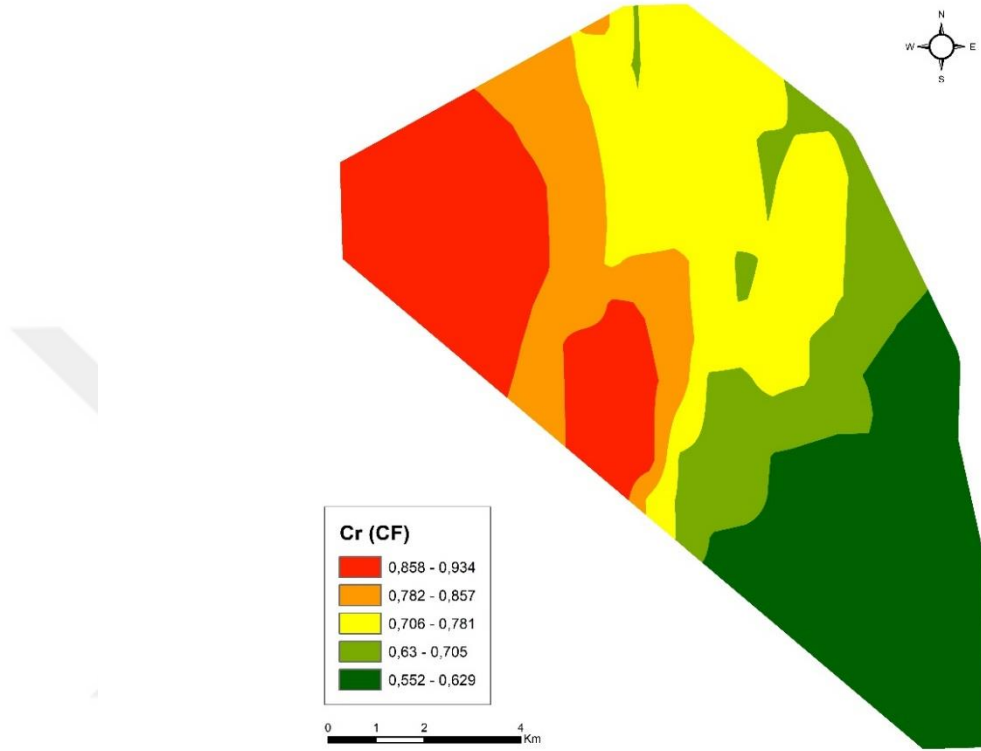
Cd elementinin Kirlilik faktörü (Cf); Ort. Değeri 14,64 olduğundan aşırı derecede kirlenme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında genel olarak **bölgenin kuzey ve güney kesimlerinde** Cf değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.42).



Şekil 4.42. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cd elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.

Krom (Cr) Analiz Sonuçları

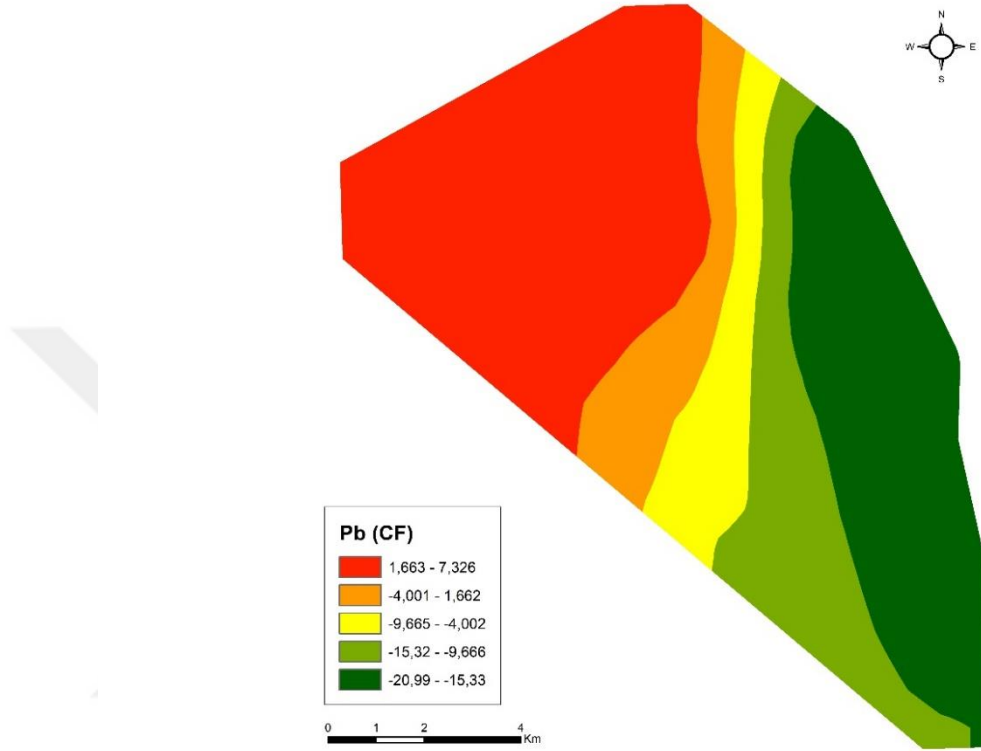
Cr elementinin Kirlilik faktörü (Cf); Ort. Değeri 0,82 olduğundan az kirlenme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında genel olarak **bölgenin batı ve güneybatı kesimlerinde** Cf değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.43).



Şekil 4.43. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cr elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.

Kurşun (Pb) Analiz Sonuçları

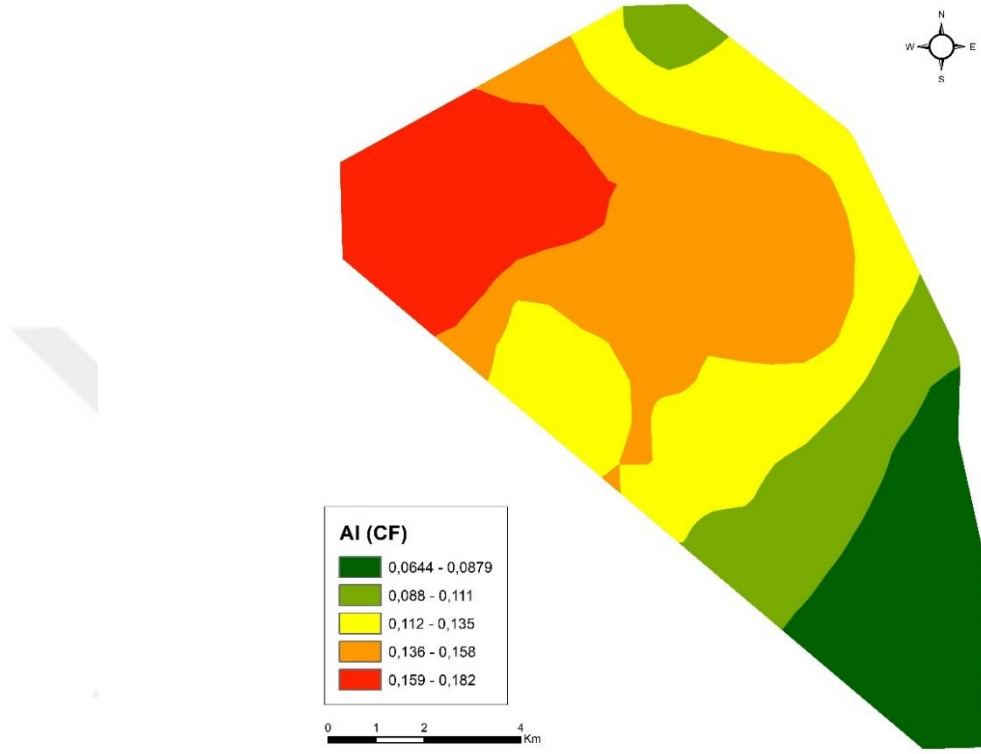
Pb elementinin Kirlilik faktörü (Cf); Ort. Değeri 5,57 olduğundan önemli derecede kirlenme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında genel olarak **bölgenin batı ve kuzey kesimlerinde** Cf değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Pb elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.

Alüminyum (Al) Analiz Sonuçları

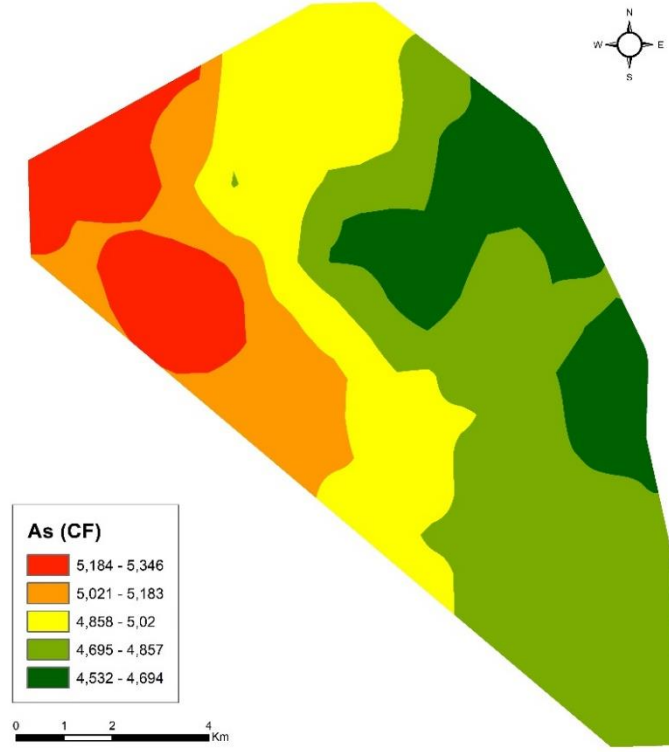
Al elementinin Kirlilik faktörü (Cf); Ort. Değeri 0,13 olduğundan az kirlenme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında genel olarak **bölgenin batı kesimlerinde** Cf değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.45).



Şekil 4.45. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Al elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.

Arsenik (As) Analiz Sonuçları

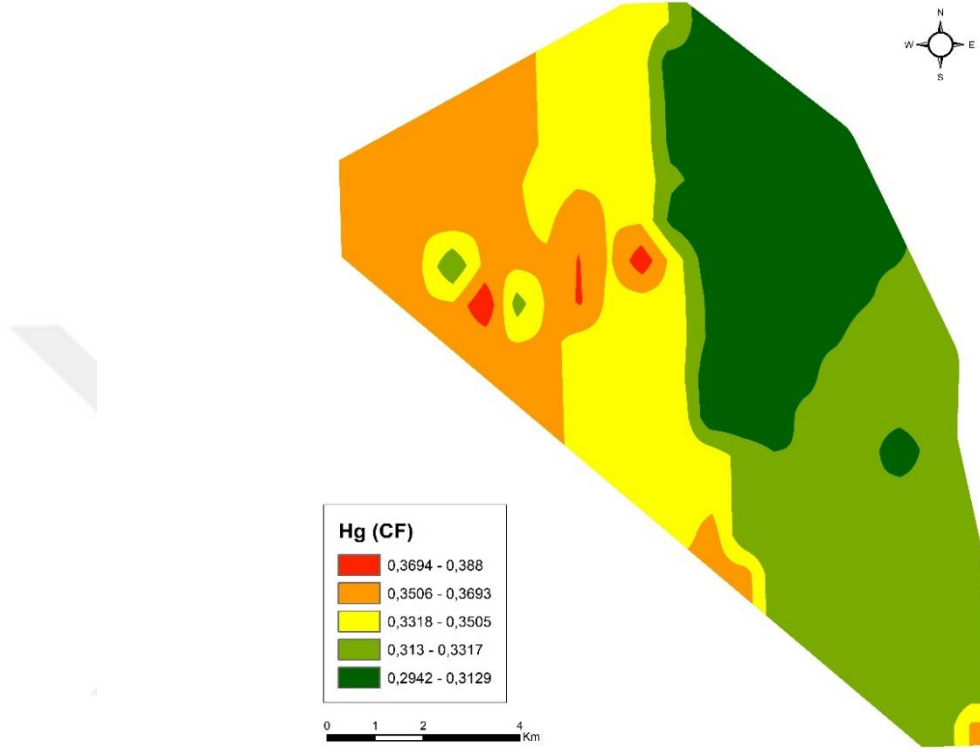
As elementinin Kirlilik faktörü (Cf); Ort. Değeri 0,39 olduğundan az kirlenme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında genel olarak **bölgenin batı kesimlerinde** Cf değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.46).



Şekil 4.46. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki As elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.

Civa (Hg) Analiz Sonuçları

Hg elementinin Kirlilik faktörü (Cf); Ort. Değeri 0,31 olduğundan az kirlenme olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında genel olarak **bölgenin bazı kesimlerinde** Cf değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.47).



Şekil 4.47. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Hg elementinin Kirlilik Faktörü (Cf) dağılım haritası.

4.3.3. Jeo-birikim İndeks (Igeo)

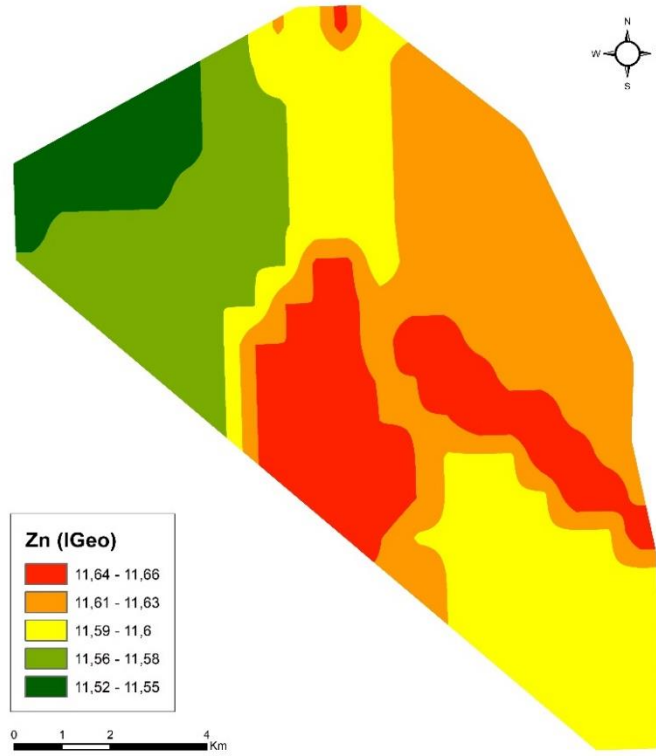
Çalışma kapsamında tespit edilen kirliliğin derecesini yorumlayabilmek için Jeo-birikim indeks değerleri (Igeo) hesaplanmıştır (Çizelge 4.17). Dikilitaş-Alapınar bölgesinde yapılan hesaplamalar sonucunda jeo-birikim indeks (Igeo) değerleri; Cd (1,80) elementi $1 < Igeo < 2$ olduğu için orta derecede kirlenmiş; Hg (3,86) elementi $3 < Igeo < 4$ olduğu için çok kirlenmiş; Zn (11,53), Mn (18,19), Cu (8,46), Ni (11,59), Co (8,45), Cr (11,65), Pb (11,58), Al (29,15) ve As (11,46) elementleri $Igeo > 5$ olduğu için aşırı kirlenmiş olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.17.Dikilitaş-Alapınar bölgesinin Jeo-birikim indeks (Igeo) değerleri (ppm).

Igeo	Zn	Mn	Cu	Ni	Co	Cd	Cr	Pb	Al	As	Hg
M1	11,71	18,38	8,85	12,23	8,52	1,85	11,80	11,40	28,96	11,72	3,31
M2	11,43	18,35	8,65	12,10	8,45	1,63	11,37	11,43	28,80	11,49	2,91
M3	11,86	18,48	9,03	11,87	8,41	1,81	12,51	11,38	29,54	11,54	4,12
M4	11,67	18,51	9,00	11,89	8,42	1,62	12,54	11,42	29,54	11,69	4,62
M5	11,67	18,16	8,61	11,20	8,09	1,64	11,29	11,40	29,32	11,57	5,29
M6	11,58	18,35	8,83	11,04	8,19	1,40	10,90	11,49	29,37	10,77	4,96
M7	11,86	17,91	8,36	11,02	7,96	1,69	10,55	11,55	29,22	10,79	3,09
M8	11,51	18,17	8,32	11,13	7,88	1,52	10,86	11,60	29,63	11,65	4,38
M9	11,46	18,38	8,87	11,92	8,55	1,71	12,36	11,67	29,79	10,83	4,09
M10	11,87	18,34	9,00	11,99	8,67	1,90	12,26	11,70	29,59	11,79	5,16
M11	11,78	18,38	8,83	11,87	8,52	1,64	12,58	11,70	29,45	11,62	3,21
M12	11,44	18,48	8,73	12,20	8,63	1,63	13,06	11,71	29,86	11,73	2,49
M13	11,17	18,47	8,56	12,10	8,68	1,94	11,63	11,85	29,44	11,68	4,05
M14	11,09	18,30	7,93	12,02	8,53	1,79	11,45	11,85	28,74	11,59	3,61
M15	11,06	18,34	8,29	12,12	8,67	1,91	11,50	11,87	28,81	11,68	2,70
M16	11,28	18,48	8,61	12,34	8,58	1,84	13,32	11,84	29,15	11,64	5,36
M17	11,16	17,37	6,88	11,01	8,38	2,28	10,35	11,92	28,44	11,43	3,65
M18	11,51	17,83	7,97	10,96	8,45	2,00	11,09	10,70	28,77	11,60	4,39
M19	11,53	18,15	8,36	11,17	8,46	1,58	12,20		29,28	11,42	2,35
M20	11,89	18,73	8,65	11,42	8,59	1,75	12,73		29,60	11,72	3,25
M21	11,62	17,71	7,89	11,00	8,63	1,95	10,72		28,47	11,11	3,10
M22	11,59	17,73	8,00	10,90	8,57	2,04	10,21		28,54	11,23	3,86
M23	11,48	17,44	8,25	11,04	8,44	2,23	10,77		28,11	11,31	4,79
Ort	11,53	18,19	8,46	11,59	8,45	1,80	11,65	11,58	29,15	11,46	3,86

Çinko (Zn) Analiz Sonuçları

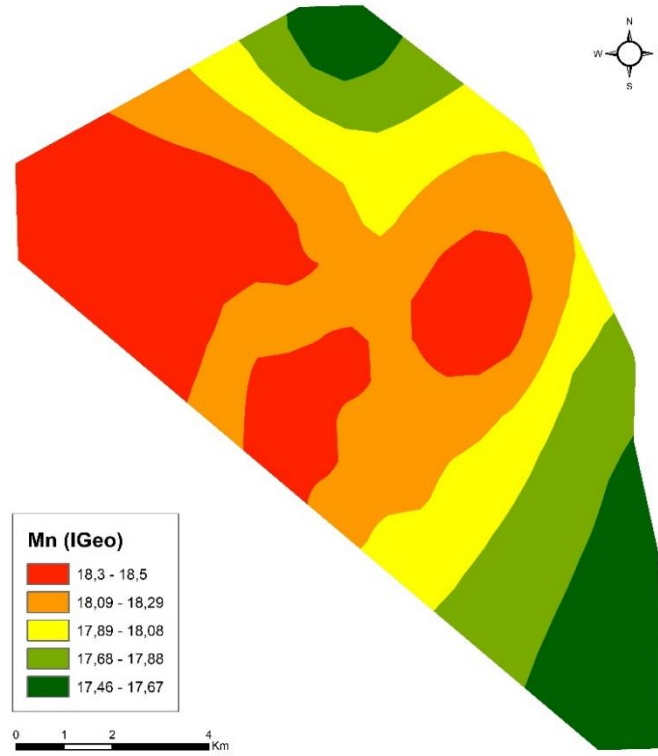
Zn elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo); Ort. Değeri 11,53 olduğundan aşırı kirlenmiş olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin daha çok güney kesimlerinde** Igeo değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.48).



Şekil 4.48. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Zn elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.

Mangan (Mn) Analiz Sonuçları

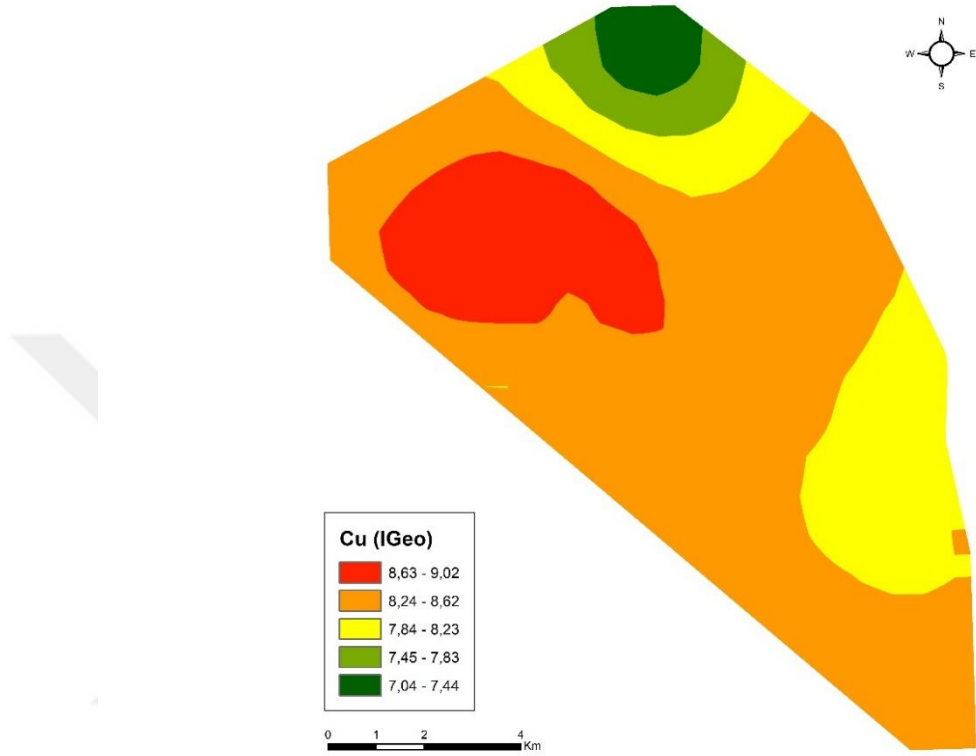
Mn elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo); Ort. Değeri 18,19 olduğundan aşırı kirlenmiş olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin genelinde** Igeo değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.49).



Şekil 4.49. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Mn elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.

Bakır (Cu) Analiz Sonuçları

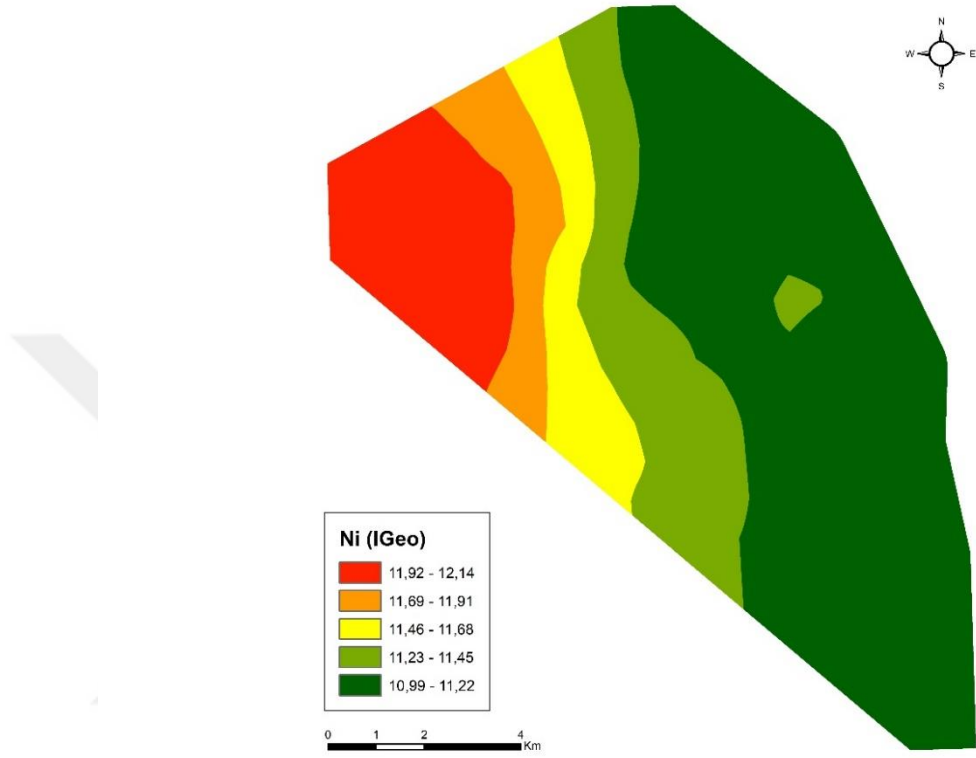
Cu elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo); Ort. Değeri 8,46 olduğundan aşırı kirlenmiş olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin batı kesimlerinde** Igeo değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.50).



Şekil 4.50. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cu elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.

Nikel (Ni) Analiz Sonuçları

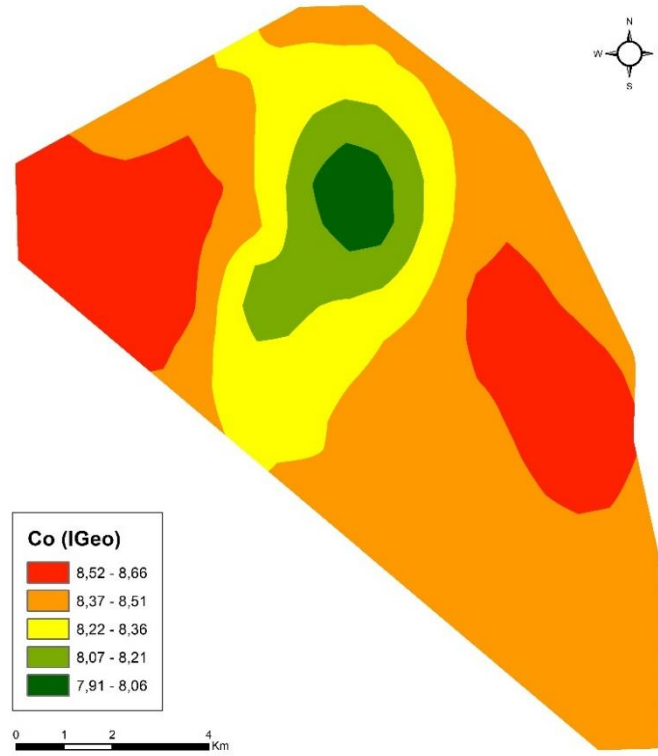
Ni elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo); Ort. Değeri 11,59 olduğundan aşırı kirlenmiş olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin batı kesimlerinde** Igeo değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.51).



Şekil 4.51. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Ni elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.

Kobalt (Co) Analiz Sonuçları

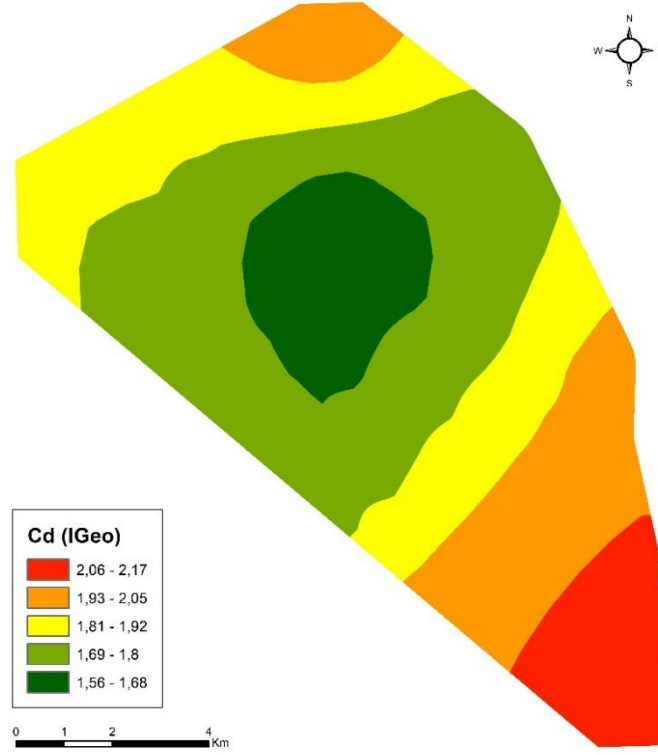
Co elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo); Ort. Değeri 8,45 olduğundan aşırı kirlenmiş olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin batı ve doğu kesimlerinde** Igeo değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.52).



Şekil 4.52. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Co elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.

Kadmiyum (Cd) Analiz Sonuçları

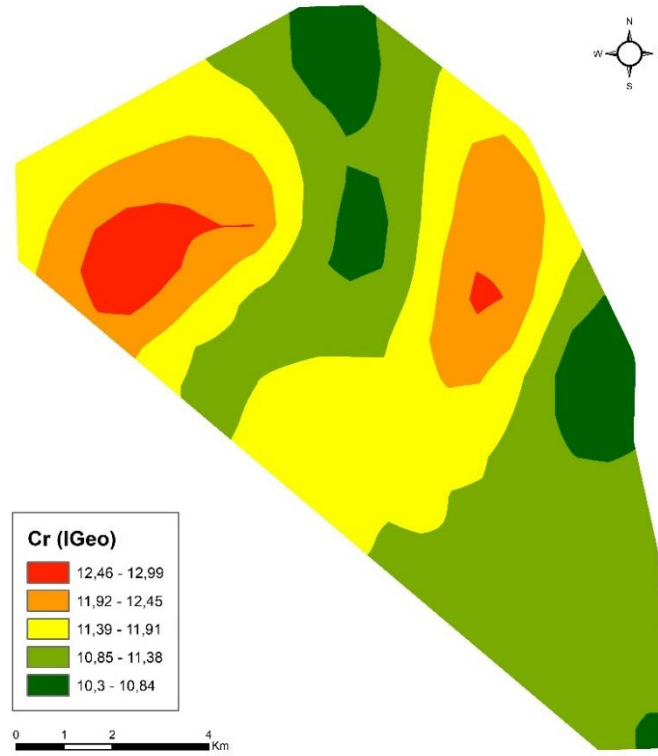
Cd elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo); Ort. Değeri 1,80 olduğundan orta derecede kirlenmiş olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin güney kesimlerinde** Igeo değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.53).



Şekil 4.53. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cd elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.

Krom (Cr) Analiz Sonuçları

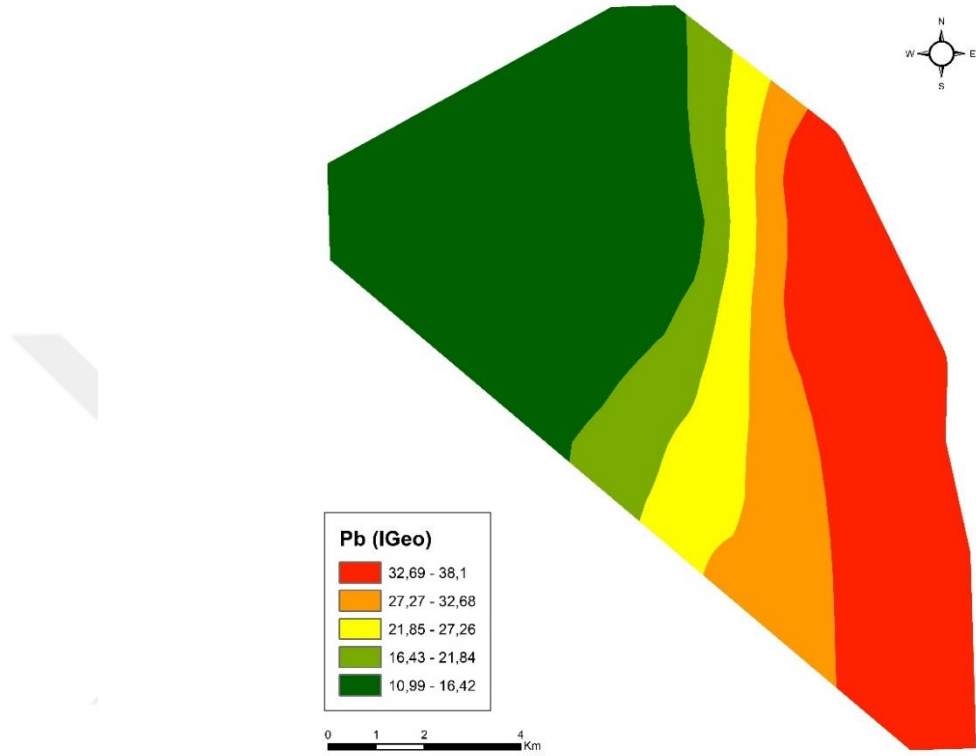
Cr elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo); Ort. Değeri 11,65 olduğundan aşırı kirlenmiş olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin farklı kesimlerinde** Igeo değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.54).



Şekil 4.54. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Cr elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.

Kurşun (Pb) Analiz Sonuçları

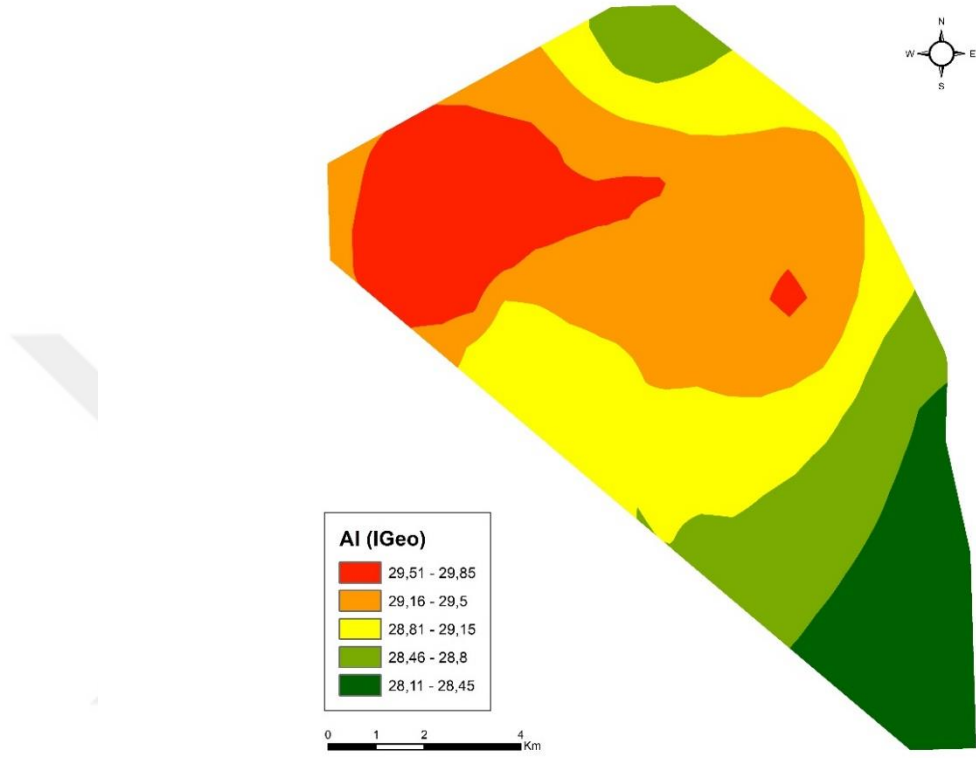
Pb elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo); Ort. Değeri 11,58 olduğundan aşırı kirlenmiş olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin doğu kesiminde** Igeo değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.55).



Şekil 4.55. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Pb elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.

Alüminyum (Al) Analiz Sonuçları

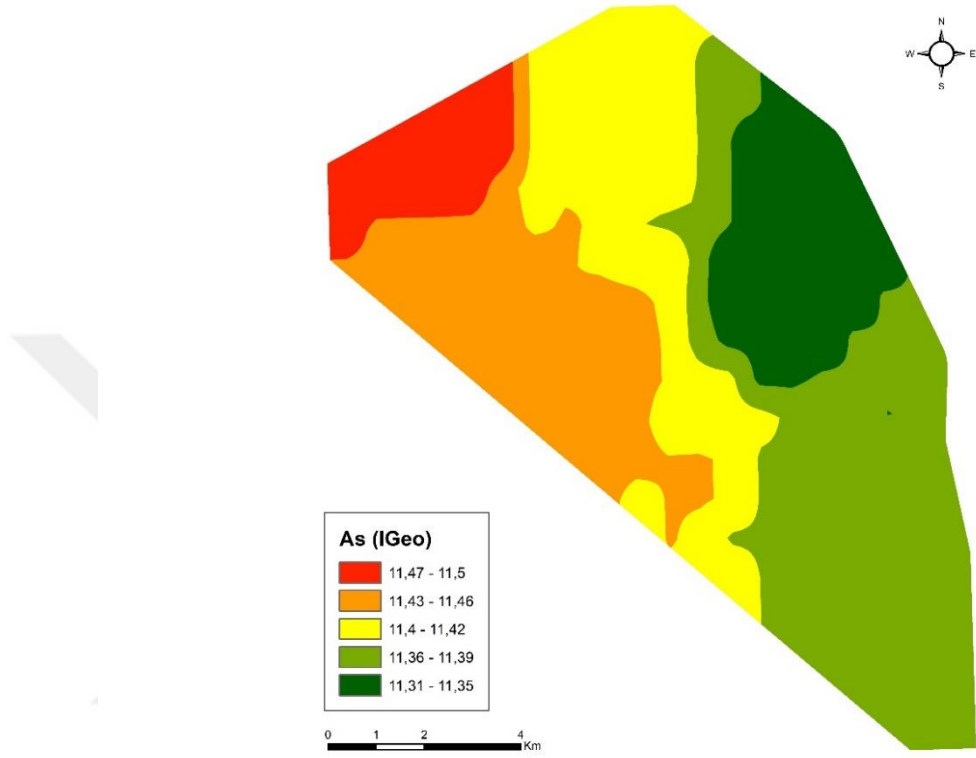
Al elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo); Ort. Değeri 29,15 olduğundan aşırı kirlenmiş olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin özellikle batı kesimlerinde** Igeo değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.56).



Şekil 4.56. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Al elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.

Arsenik (As) Analiz Sonuçları

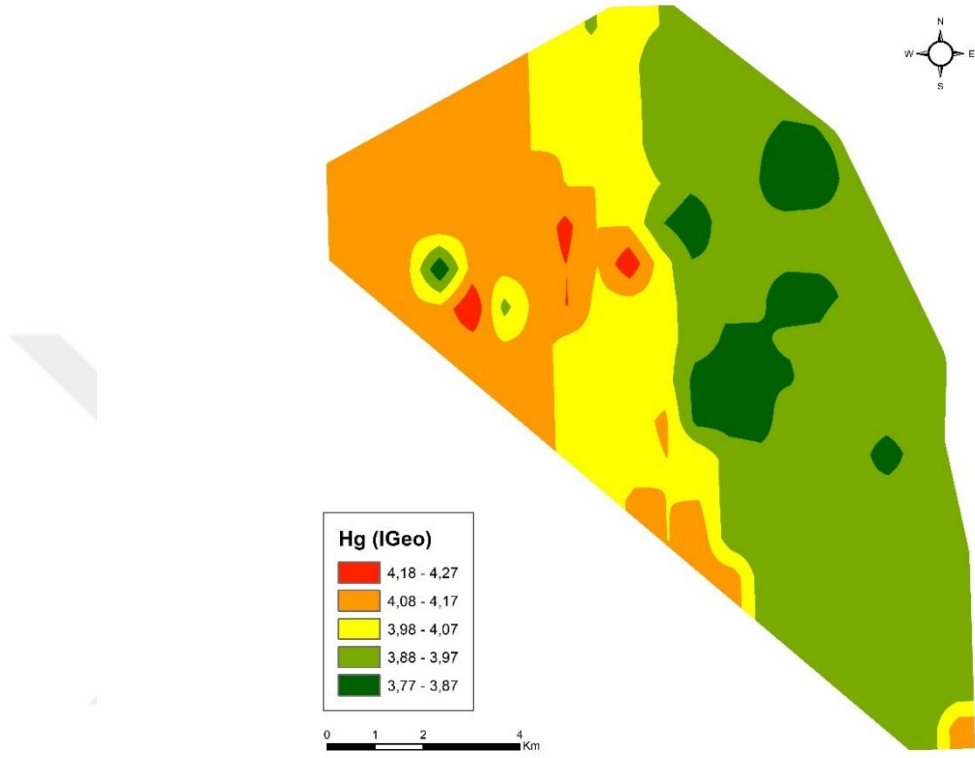
As elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo); Ort. Değeri 11,46 olduğundan aşırı kirlenmiş olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin batı kesimlerinde** Igeo değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.57).



Şekil 4.57. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki As elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.

Civa (Hg) Analiz Sonuçları

Hg elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo); Ort. Değeri 3,86 olduğundan çok kirlenmiş olarak tespit edilmiştir. Yapılmış olan dağılım haritasında **bölgenin bazı kısmında** Igeo değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.58).



Şekil 4.58. Dikilitaş-Alapınar bölgesinden alınan topraklardaki Hg elementinin Jeo-birikim indeksi (Igeo) dağılım haritası.



5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kozan Güneyi, Dikilitaş-Alapınar arasında kalan bölgeden 23 numune örnekleri alınmıştır. Laboratuvar ortamında hazırlanan çözeltilerin ağır metal içerikleri Atomik Absorbsiyon Spektrometre (ASS) cihazında Hg, Pb, Cd, Cr, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn, Co, Al, As, elementlerine ait analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Türkiye veya Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standart ağır metal sınır değerlerine ait standartlarla karşılaştırılarak kirlilik oluşturup oluşturmadığı ve element birikimleri hakkında bilgi edinilmiştir.

Alınan örnekler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre şu bulgulara ulaşılmıştır:

1. Kozan Güneyi, Dikilitaş-Alapınar arasında kalan bölgeden 23 numune örnekleri alınmıştır. Laboratuvar ortamında hazırlanan çözeltilerin ağır metal içerikleri Atomik Absorbsiyon Spektrometre (ASS) cihazında Hg, Pb, Cd, Cr, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn, Co, Al, As, elementlerine ait yapılan analizler sonucunda elementlerin ortalama değerleri; Hg: 30,83 ppb, Pb: 161,46 ppm, Cd: 8,78 ppm, Cr: 69,25 ppm, Zn: 75,03 ppm, Cu: 21,25 ppm, Ni: 144,27 ppm, Fe: 31.591,73 ppm, Mn 543,27 ppm, Co 44,08 ppm, Al 11.178,17 ppm, As 5,07 ppb olarak saptanmıştır.
2. Hg, Pb, Cr, Zn, Cu, Fe, Mn, Co, Al, As bazı noktalarda yüksek çıksada ilgili toprak numunelerinin genelinde standart sınır değerlerinin altında kaldığı gözlemlenmiştir.
3. Dikilitaş-Alapınar arasında kalan bölgeden alınan tüm toprak örneklerinde Cd değerleri; Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Türkiye’de Cd elementi için belirtilen kirlilik sınır değerinin (3 ppm) üzerindedir. Bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda çalışma alanı içerisinde fosforlu gübre kullanımının yüksek olması ve motor yağları, taşıt lastikleri de topraklarda Kadmiyum miktarını arttıran sebepler şeklinde sıralanabilir. Cd değerleri; bölgenin güney ve kuzey yönünde en yüksek miktarlarda çıkmış ve tüm toprak numuneleri kirlilik sınır değerinin üzerinde olduğu gözlemlenmiştir.
4. Dikilitaş-Alapınar arasında kalan bölgeden alınan tüm toprak örneklerinde Ni değerleri; Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Türkiye’de Ni elementi için belirtilen kirlilik sınır değerinin (75 ppm) üzerindedir. Bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda tarım alanlarıda fosfatlı gübre kullanılması ve kömür, yağ gibi maddelerin yakılması sonucunda çevreye yayılan dumanlar topraklarda Nikel miktarını arttıran sebepler şeklinde sıralanabilir. Ni değerleri; bölgenin batı yönünde en yüksek miktarlarda çıkmış ve tüm toprak numuneleri kirlilik sınır değerinin üzerinde olduğu gözlemlenmiştir.

5. Zenginleşme faktörü (Ef) verilerine bakıldığında; Dikilitaş-Alapınar arasında kalan bölgeden alınan toprak numunelerinde Mn (Ort:0,65), Cu (Ort:0,82), Cr (Ort:0,82), Al (Ort:0,13), As (Ort:0,41), Hg (Ort:0,32) ve Zn (Ort:1,30) elementlerinde minimal zenginleşme; Ni (Ort:4,40), Co (Ort:3,92) elementlerinde orta zenginleşme; Cd (Ort:16,00) ve Pb (Ort:5,72) elementlerinde ise belirgin bir zenginleşme tespit edilmiştir.
6. Dikilitaş – Alapınar bölgesindeki incelenen elementlerin Zengileştirme Faktörlerine (Ef) dağılım haritalarında bakıldığında; Zn elementi için bölgenin güney kısımlarında, Mn elementi için bölgenin daha çok batı kısımlarında, Cu elementi için bölgenin güney kısımlarında, Ni elementi için bölgenin batı kısımlarında, Co elementi için bölgenin güney kısımlarında, Cd elementi için bölgenin kuzey ve güney kısımlarında, Cr elementi için bölgenin daha çok güneybatı kısımlarında, Pb elementi için bölgenin kuzey kısımlarında, Al elementi için bölgenin batı kısımlarında, As elementi için bölgenin güney kısımlarında, Hg elementi için bölgenin güney kısımlarında Ef değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
7. Kirlilik faktörü (Cf) verilerine göre; Mn (Ort: 0,64), Al (Ort:0,13), As (Ort:0,39), Cu (Ort:0,82), Cr (Ort:0,82), ve Hg (Ort:0,31) elementleri için az kirlenme; Zn (Ort:1,25) elementi için orta derecede kirlenme; Pb (Ort:5,57), Ni (Ort:4,24) ve Co (Ort:3,67) elementleri için önemli derecede kirlenme Cd (Ort:14,64) elementi için ise aşırı derecede kirlenme tespit edilmiştir.
8. Dikilitaş – Alapınar bölgesindeki incelenen elementlerin Kirlilik Faktörlerine (Cf) dağılım haritalarında bakıldığında; Zn elementi için bölgenin daha çok güney kısımlarında, Mn elementi için bölgenin batı, doğu ve güneybatı kısımlarında, Cu elementi için bölgenin batı kısımlarında, Ni elementi için bölgenin batı kısımlarında, Co elementi için bölgenin batı ve doğu kısımlarında, Cd elementi için bölgenin kuzey ve güney kısımlarında, Cr elementi için bölgenin batı ve güneybatı kısımlarında, Pb elementi için bölgenin batı ve kuzey kısımlarında, Al elementi için bölgenin batı kısımlarında, As elementi için bölgenin batı kısımlarında, Hg elementi için bölgenin bazı kısımlarında Cf değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
9. Jeo-birikim indeks verilerine göre; Cd (1,80) elementi $1 < I_{geo} < 2$ olduğu için orta derecede kirlenmiş; Hg (3,86) elementi $3 < I_{geo} < 4$ olduğu için çok kirlenmiş; Zn (11,53), Mn (18,19), Cu (8,46), Ni (11,59), Co (8,45), Cr (11,65), Pb (11,58), Al (29,15) ve As (11,46) elementleri $I_{geo} > 5$ olduğu için aşırı kirlenmiş olarak tespit edilmiştir.

10. Dikilitaş – Alapınar bölgesindeki İncelenen elementlerin Jeo-birikim İndeks (Igeo) dağılım haritalarında bakıldığında; Zn elementi için bölgenin daha çok güney kısımlarında, Mn elementi için bölgenin genelinde, Cu elementi için bölgenin batı kısımlarında, Ni elementi için bölgenin batı kısımlarında, Co elementi için bölgenin batı ve doğu kısımlarında, Cd elementi için bölgenin güney kısımlarında, Cr elementi için bölgenin farklı kısımlarında, Pb elementi için bölgenin doğu kısımlarında, Al elementi için bölgenin batı kısımlarında, As elementi için bölgenin batı kısımlarında, Hg elementi için bölgenin farklı kısımlarında Jeo-birikim İndeks (Igeo) değerlerinin dahayüksek olduğu gözlemlenmiştir.





KAYNAKLAR

- Akın, H. ve Ertunç, A., 2008. Kokar Pinar Kaynağının (Ceyhan-Adana) Hidrojeokimyasal Değerlendirilmesi, Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Cilt:17-1.
- Akyıldız, M., ve Karataş, B., 2018. Adana Şehir Merkezindeki Topraklarda Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33(2), ss. 199-214.
- Amin, B., Ismail, A., Arshad, A., Yap, C.K., Kamarudin, M.S., 2009. Anthropogenic impacts on heavy metal concentrations in the coastal sediments of Dumai, Indonesia. Environmental Monitoring and Assessment, 148, 291-305.
- Ay, F., 2015. Kozan-Düzağaç (Adana) Civarındaki Bitümlü Şeyllerin Organik Fasiyes Özellikleri Ve Hidrokarbon Kaynak Kaya Potansiyelleri. S.Ü. Müh. Bilim ve Tekn. Derg., c.3, s.3.
- Ayhan, A., 1987 Kozan- Elmadağ (Adana) arasının jeolojisi. İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi.
- Aysan, H., 1999. Adana-Tarsus Güneyinde Kalan Bölgenin Serbest Akiferlerde ve Topraklarındaki Ağır Metal Kirliliğinin Saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Lisans Tezi.
- Barbieri, M. (2016). The importance of enrichment factor (EF) and geoaccumulation index (Igeo) to evaluate the soil contamination. J Geol Geophys, 5(237), 2.
- Bilgin, A. Z., Elibol, E., Bilgin, Z. R., Beğenilmiş, S., 1981. Ceyhan-Karataş Yumurtalık – Osmaniye – Haruniye- Kadirli Dolayının Jeolojik Raporu General Directorate of Mineral Research and Exploration, Rept.7215 (unpublished).
- Buat-Menard, P. and Chesselet, R., 1979. Variable Influence of Atmospheric Fluxon the Trace Metal Chemistry of Oceanic Suspended Matter. Earth and Planetary Science Letters, 42, 398-411.
- Dardan, E., 2019. Yumurtalık- Karataş (Adana) Arasındaki Sahil Kumlarındaki Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Dinç, U., Sarı, M., Şenol, S., Kapur, S., Sayın, M., Derici, M.R., Çavuşgil, V.S, Gök, M., Aydın, M., Ekinci, H., Agca, N. 1990. Soils of the Çukurova Region. University of Çukurova Pub. Pub. No. 26. Adana, Turkey.
- Galuszka, A., Migaszewski, Z. M. ve Zalasiewicz, J., 2014. Assessing the Anthropocene with geochemical methods. Geological Society, London, Special Publications, 395(1), 221-238.
- Gökçen, S.L., Kelling, G., Gökçen, N., Floyd, P.A., 1988. Sedimentology of a Late Cenozoic Collisional Sequence: the Misis Complex, Adana, Southern Turkey. Sedimentary Geology 59, 205–235.

- Gürbüz, K. Ad Kelling, G., 1993. Provenance of Miocene Submarine Fans in the northern Adana Basin: A Test of Discriminant Function Analysis. *Geological Journal* v. 28. pp. 277-295.
- Gürbüz, K. And Gökçen, S. L., 1985. Provenance and sedimentology of the Late Tertiary foreland deposits of the Northern Adana Basin-Turkey. *International Symposium on foreland basins*, Fribourg, Switzerland, p. 66.
- Gürbüz, K. And Kelling, G., 1991. Evolution of Miocene Submarine Fans in the northern Adana Basin, Turkey. *EUG VI Strasbourg*, 24-28 March, Terra Abstracts, p. 342.
- Gürbüz, K. And Ünlügenç, U. C., 2000. Kumca zengin Fırtına Sedimanları ile Türbiditler Arasındaki Farklılıklara Adana Baseni'nden bir örnek. *Yerbilimleri*, Sayı: 36, 15*28, Adana.
- Hakanson, L., 1980. An Ecological Risk Index for Aquatic Pollution Control-a Sedimentological Approach, *Water Research*, 14, 975-1001.
- İnce, O., 2015. Karbonat Yan Kayaçlı Yatakların Aranmasında Toprak ve Kayaç Jeokimyasının Uygulanması: Akkaya (Adana-Kozan) Pb-Zn Yatağı. *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Karbassi, A.R., Monavari, S.M., Bidhendi Gh. R., Nouri, J., Nematpour, K., 2008. Metal pollution assessment of sediment and water in the Shur River. *Environmental Monitoring and Assessment*, 147, 107-116.
- Kelling, G., Gökçen, S.L., Floyd, P.A., Gökçen, N., 1987. Neogene Tectonics and Plate Convergence in the Eastern Mediterranean: New Data from Southern Turkey. *Geology* 15, 425-429.
- Kop, A., 2003, "Gökçeköy – Kışlak – Menkez- Akdam (D-KD Aladağ, ADANA) Dolayının Tektono-Stratigrafisi ve Yapısal Evrimi", Çukurova Üni. Fen Bilimleri Enst. Jeoloji Müh. Anabilim Dalı, Doktora Tezi., 311 sayfa. ADANA.
- Kop, A., 2003, Gökçe Köy –Kışlak –Menkez-Akdam (D-KD Aladağ, Adana) Dolayının Tektono Stratigrafisi Ve Yapısal Evrimi. Ç.Ü. Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Adana.
- Kozan Organize Sanayi Bölgesi 1/5000 1/1000 Ölçekli Revizyon İmar Planı Açıklama Raporu, 2021.
- Kozlu, H., 1987. Misis–Andırın Dolaylarının Stratigrafisi ve Yapısal Evrimi, *Türkiye Petrol Kongresi Dergisi* 7:104-116.
- Metin, S., 1984, "Doğu Toroslar'da Derebaşı (Develi)-Armutalan ve Gedikli (Saimbeyli) Köyleri Arasının Jeolojisi", *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, Cilt 4, Sayı: 1-2, Sayfa: 45 66.
- Müller, G., 1961. Index of Geoaccumulation in Sediments of the Rhine River, *Geojournal*, 2, 108-118.

- Nazik, A., 1983. Güvenç formasyonu stratigrafi kesitinin (KB Adana) Planktonik foraminiferlerle Biyostratigrafik incelemesi. A. Ü. Fen Fak. Jeoloji Müh. Böl., Yüksek Müh. Tezi; 35s Ankara (Yayınlanmamış).
- Özgül, N., 1971, “Orta Toroslar'ın Kuzey Kesiminin Yapısal Gelişiminde Blok Hareketlerinin Önemi”, TJK Bülteni, 14, sayfa 75-87.
- Özgül, N., 1976, “Toroslar'ın Bazı Temel Jeoloji Özellikleri”, TJK Bülteni, 16, s. 39-52.
- Özgül, N., 1983; “Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides”, International Symposium on the Geology of the Taurus Belt. Edt: Tekeli, O and Göncüoğlu, M.C., sayfa 77-90, Ankara.
- Özgül, N., Metin, S., Göger.E., Bingöl, İ., Baydar.O.ve Erdoğan, B.,1973, “Tufanbeyli dolayının (Doğu Toroslar-Adana), Kambriyen-Tersiyer Kayaları”, TJK Bülteni, 16,82-100.
- Perinçek, D. ve Kozlu, H., 1984. Stratigraphy and Structural Relations of the Units in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir Region (Eastern Taurus), Proceedings of International Symposium, Geology of Taurus Belt, MTA, Ankara-Turkey, 181-198.
- Riemann, L., Steward, G. F., ve Azam, F., 2000. Dynamics of bacterial community composition and activity during a mesocosm diatom bloom. Applied and Environmental Microbiology, 66(2), 578-587.
- Robertson, A.H.F., 1998. Mesozoic-Tertiary tectonic evolution of the easternmost Mediterranean area: integration of marine and land evidence. In: Robertson, A.H.F., Emeis, K.C., Richter, C., Camerlenghi, A. (Eds.) Proceeding of the Ocean Drilling Program, Scientific Resuts 160, pp. 723-782.
- Robertson, A.H.F., and Dixon, J.E., 1984. Introduction: aspects of the geological evolution of the Eastern Mediterranean. In: J.E. Dixon and A.H.F. Robertson (Eds.), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. *Geol. Soc. London*, Spec. Publ., 17, 1-74.
- Robertson, A.H.F., Clift, P.D., Degnan, P., Jones, G., 1991. Paleogeographic and Paleotectonic Evolution of the Eastern Mediterranean Neotethys. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 87, 289– 34
- Robertson, A.H.F., Ünlügenç, Ü.C., İnan, N., Taşlı, K., 2004. The Misis–Andirin complex: a Mid-Tertiary melange related to late-stage subduction of the Southern Neotethys in S Turkey. *J. Asian Earth Sci.* 22, 413–453.
- Sakan, S.M., Dordevic, D.S., Monojlovic, D.D., Predrag, P.S., 2009. Assessment of heavy metal pollutants accumulation in the Tisza river sediments. *Journal of Environmental Management*, 90, 3382-3390.
- Schmidt, G.C., 1961. Stratigraphic Nomenclature for the Adana Region Petroleum District VII. *Petroleum Administration Bull.* Ankara 6:47 63.
- Seven, T., Can, B., Darende, N. B. ve Ocak, S., 2018. Hava ve Toprakta Ağır Metal Kirliliği. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, Sayı 1(2): 91-103.

- Taş, A., 2007. Doğu Toroslar (Adana – Feke) Yöresi Barit Yataklarının Kökensele İncelemesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst., Doktora tezi.
- Topak, Y., 1997. Berdan Nehri (Tarsus) Keşbükü-Kulaklı Köyleri Arası Ağır Metal Analizleri ve Mevsimsel Hidrojeokimyasal Değişimleri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi FBE 95-72.
- Uras, Y., Yaman, S., Öner, F., 2004. İshacalı (Kırşehir) ve Feke (Adana) fluoritlerinde nadir toprak elementi (NTE) jeokimyası. *Yerbilimleri/ Geosound* 2004:125-136 Ref: 22.
- Usta, D., Şenel, M., Metin, Y., Bedi, Y., Vergili, Ö., Usta, M., Balcı, V., Kuru, K., Tok, T., Özkan, M.K. ve Kop, A., 2004, “Kozan -Tufanbeyli (Adana) arasındaki Yapısal Birimlerin Jeolojik Özellikleri”, 57. TJK Bildiri Özetleri, Sayfa, 275- 276.
- Ünlügenç, U. C., 1986. Kızıldağ yayla (Adana) dolayının jeolojik incelemesi. Ç.Ü Fen Bilimleri Enst.Yüksek Lisans Tezi Adana. (Yayınlanmamış).
- Ünlügenç, U. C., 1988. Kızıldağ Yayla (Adana) Dolayının Stratigrafisi. *Jeoloji Mühendisliği*, Sayı: 32-33, s. 17-25.
- Ünlügenç, U. C., 1993. Controls on Cenozoic Sedimentation, Adana Basin southern Turkey. Ph.D. Thesis, University of Keele, Two Volumes, 228 p., England.
- Yılmaz, İ., 2004. Doğu Torosların Mansurlu-Saimbeyli Kesiminin (Adana) Jeolojisi ve Tektonik Özellikleri (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği.
- Yılmaz, D. ve Yaman, S., 1999. Heavy Metal Pollution and Chemical Profile of Ceyhan River, Adana, Turkey. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*; Year: 1999 Volume: 23 Issue: 1; 59-62.
- Yüksel, A., 2007. Üçtepe Yöresinin (İmamoğlu – Adana) Hidrojeolojik İncelemesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans tezi.

ÖZGEÇMİŞ

Muhsin SAVAŞ, İlk ve orta öğrenimimi Adana’da tamamladım. Lisans öğrenimini ise 2009 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünde tamamladım. 2014 yılının şubat ayında KPSS puanı ile atanarak İçişleri Bakanlığı emrinde memuriyete başladım. Ve halen İçişleri Bakanlığına bağlı bir kamu kurumunda Şef olarak görev yapmaktayım.

