

İmamoğlu, Dilekkaya ve Mercimek (Adana) Arasında Kalan Topraklardaki Ağır Metal İçeriklerinin Zenginleşme Faktörüne Göre Değerlendirilmesi

Mustafa AKYILDIZ*¹ ORCID 0000-0002-0371-8646

Fatihah SULEİMAN¹ ORCID 0009-0005-3508-4077

¹Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi: 07.11.2023

Kabul tarihi: 28.03.2024

Atıf şekli/ How to cite: AKYILDIZ, M., SULEİMAN, F., (2024). İmamoğlu, Dilekkaya ve Mercimek (Adana) Arasında Kalan Topraklardaki Ağır Metal İçeriklerinin Zenginleşme Faktörüne Göre Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 39(1), 251-259.

Öz

Bu araştırmada tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı İmamoğlu (Adana) ilçesi ile Mercimek ve Dikilitaş mahalleleri arasında bulunan topraklardaki ağır metal miktarlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanını temsil edecek 29 noktadan 39 adet toprak örneği alınmıştır. Atomik absorpsiyon spektrometre yöntemi ile Hg, Pb, Cd, Cr, Zn, Cu, Ni, Co, As, Mn ve Fe element analizleri yapılmıştır. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) toprak standartlarına göre sonuçlar karşılaştırılmıştır. Nikel (Ni) ve Kadmiyum (Cd) elementine ait değerler yüksek çıkmıştır. ArcGis programı ile bu elementlerin bölgedeki mekânsal dağılım haritaları hazırlanmıştır. Antropojen kaynaklı ağır metal miktarlarının etkisini değerlendirebilmek için zenginleşme faktörü (Ef) hesaplamaları yapılmıştır. Bu sonuçlara göre Ni, Co ve Pb elementi için orta zenginleşme gösterirken Cd elementi için çok yüksek zenginleşme göstermektedir. Topraklardaki bu zenginleşmede kullanılan tarımsal ilaçlar ve fosfatlı gübrelerin etkisinin yanısıra Ni elementlerindeki artışta jeolojik birimlerden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Zenginleşme faktörü (Ef), Ağır metal, Toprak kirliliği, CBS, İmamoğlu

Evaluation of Heavy Metal Contents in Soils Between İmamoğlu, Dilekkaya and Mercimek (Adana) According to Enrichment Factor

Abstract

In this research, it was aimed to determine the amount of heavy metals in the soil between İmamoğlu (Adana) district, where agricultural activities are intense, and Mercimek and Dikilitaş neighborhoods. 39 soil samples were taken from 29 points to represent the study area. Hg, Pb, Cd, Cr, Zn, Cu, Ni, Co, As, Mn and Fe elemental analyzes were carried out using the atomic absorption spectrometry method. The results were compared according to the soil standards of the World Health Organization (WHO). The values of

*Sorumlu yazar (Corresponding Author): Mustafa AKYILDIZ, akyildizm@cu.edu.tr

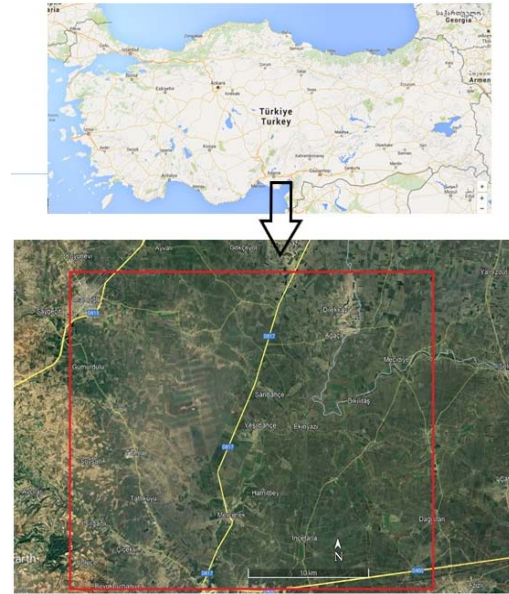
Nickel (Ni) and Cadmium (Cd) elements were high. Spatial distribution maps of these elements in the region were prepared with the ArcGis program. Enrichment factor (Ef) calculations were made to evaluate the effect of anthropogenic heavy metal amounts. According to these results, while it shows medium enrichment for Ni, Co and Pb elements, it shows very high enrichment for Cd element. In addition to the effects of pesticides and phosphate fertilizers used in this enrichment in the soil, it is thought that the increase in Ni elements may be due to geological units.

Keywords: Enrichment factor (Ef), Heavy metal, Soil pollution, GIS, İmamoğlu

1. GİRİŞ

Yirminci yüzyılın başından itibaren dünya nüfusundaki hızlı artış ile birlikte daha fazla gıda ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Modern tarıma geçilerek daha fazla ürün alınmak istenmesi ile tarımsal faaliyetlerde aşırı gübre ve ilaç kullanımı artmıştır. Bununla birlikte sanayileşmenin artması sonucunda ortaya çıkan katı ve sıvı atıkların kanalizasyon sularına karışması, maden arama faaliyetleri, fosil yakıt kullanımı ve özellikle hızlı nüfus artışı ile toprak kirliliği ciddi boyutlara ulaşan önemli bir çevre problemi haline gelmektedir.

Adana şehir merkezinin doğusunda bulunan çalışma alanında yoğun tarım ve Bahçecilik faaliyetleri yapılırken sanayii alanları da bu bölgeye doğru kaymaktadır. İmamaoğlu İlçesinin 347,5 km²'lik kısmı tarım arazisi olup, bu alanın 200 km²'lik kısmı tamamen ovada bulunmaktadır. Bölgenin Kuzeyindeki Kozan civarında Akyıldız [1] yaptığı çalışma dışında toprak kirliliğine yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Batıda İmamoğlu ilçesi, Güneyde Mercimek ve Kuzeydoğu da ise Dilekkaya mahallerinin arasında kalan çalışma alanında belirlenmiş 29 noktadan toplam 39 adet toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 1). Alınan örnekler üzerinde Hg, As, Ni, Cd, Co, Zn, Pb, Cr, Mn, Al, Fe element analizleri Atomik Absorbsiyon cihazı ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara ait semboloji ve dağılım haritaları Arcgis programı ile yapılmıştır. Ayrıca topraklardaki ağır metallerin kirlilik boyutlarını saptamak için Zenginleşme faktörü hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre çalışma alanı içerisinde ağır metallerden kaynaklanan bir kirliliğin olup olmadığı araştırılmıştır.

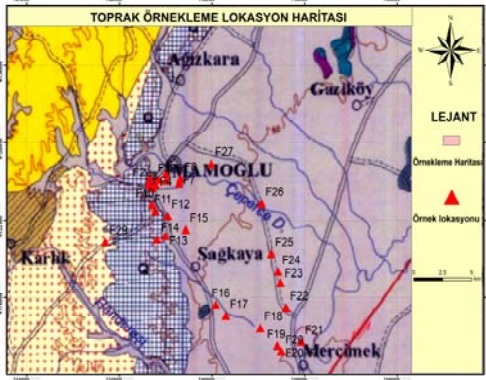


Şekil 1. Çalışma alanı yer bulduru haritası

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Bölgenin jeolojisi, arazinin konumu, zirai faaliyetler dikkate alınarak örnek lokasyonları belirlenmeye çalışılmıştır. 29 noktadan 39 adet örnek alınmıştır. 10 adet örnek(F8, F9, F11, F20, F22, F23, F24 ve F26 nolu noktalarda) DSİ tarafından açılan kanal çukurlarının bulunması sonucunda farklı (0-1-2m) derinliklerinden alınan örneklerden oluşmaktadır (Şekil 2). Toprağının üst yüzeyinden 10-15 cm'lik kısmı atıldıktan sonra yaklaşık 500 gr ile 1 kg arası toprak örneği alınmıştır.



Şekil 2. Örnek lokasyonları.

2.2. Metot

Toprak numuneleri ilk olarak nemi alınması amacıyla kurutulmuş ve kurutulan bu numuneler 0,1mm'lik elekten geçirilmiştir. 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, fırında 300°C'de ısıtılmış ve bu ısıtma işlemi, tepkime başlayana kadar devam etmiştir. Tepkimenin ardından fırından alınan çözelti, balon jöjeler içerisine boşaltılmış ve üzerine, toplam derişim 150 ml oluncaya kadar deiyonize su eklenmiştir. Daha sonra örneklerin ağır metal analizleri Atomik Absorbsiyon Spektrometre cihazı ile yapılmıştır.

Analiz sonuçları Dünya sağlık örgütü ve Dünya Tarım örgütünün standartlarının kullanıldığı[2] değerlerden yararlanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Dünya sağlık örgütü ve Dünya tarım örgütünün kirlilik sınırları [2].

Elementler	Dünya Sağlık Örgütü (WHO)/ Dünya Tarım Örgütü (FAO) (µg/g)
As	20
Cd	3
Co	50
Cr	100
Cu	100
Fe	50000
Mn	2000
Ni	50
Pb	100
Zn	300
Hg	-

Zenginleşme Faktörü (Ef); belirli bir zaman dilimi içerisinde değişik çevresel ortama bağlı kirlilik değerlendirmelerinde veya ağır metal kirliliğinin insan kaynaklı meydana geldiği durumların hesaplanmasında yaygın olarak tercih edilen bir değerdir[3]. Bu faktör değerlendirilmesi yapılırken diğer kirlilik indekslerinden farklı olarak; referans bir element seçilmekte ve normalleştirme yapılmaktadır.

Normalleştirme işleminde kullanılacak metal ile ilgili kesin bir standart veya kabul yoktur. Genellikle Fe, Li, Al, Ti gibi jeokimyasal açıdan aktif olmayan ve tane yapısı ince taneli olan materyallerde rahatlıkla rastlanabilen elementler tercih edilmektedir[4]. Bu araştırmada Fe elementi kullanılmıştır. Zenginleşme faktörü aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmektedir. Sonuçlar Çizelge 2 de verilen sınıflamaya göre değerlendirilmektedir.

$$EF = \frac{C_n / C_{ref} \text{ (örnek)}}{B_n / B_{ref} \text{ (referans)}}$$

C_n; Metalin analizi yapılan örnekteki değeri,
C_{ref}; Referans metalin analizi yapılan örnekteki değeri,
B_n; İncelenen metalin yer kabuğundaki ortalama değeri (Çizelge 2),
B_{ref}; Referans metalin yer kabuğundaki ortalama değeri (Çizelge 2)

Çizelge 2. Zenginleşme faktörü (Ef) sınıflaması [5].

Ef < 2	Minimal Zenginleşme
2 ≤ Ef ≤ 5	Orta Zenginleşme
5 < Ef ≤ 20	Belirgin Zenginleşme
20 ≤ Ef ≤ 40	Çok Yüksek Zenginleşme
Ef > 40	Aşırı Zenginleşme

3. BULGULAR

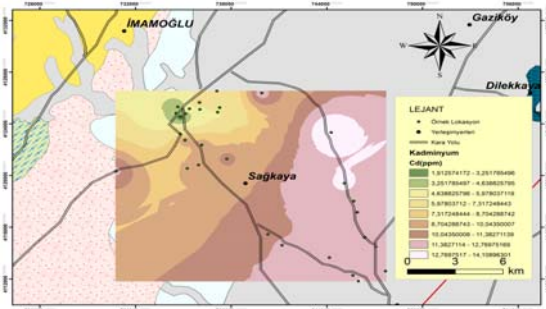
3.1. Toprak Analiz Sonuçları

Atomik Absorbsiyon Spektrometre cihazı ile örnekler üzerinde As, Hg, Ni, Cd, Co, Cr, Pb, Zn, Fe, Mn, Al element analizi yapılmıştır. Dünya

Sağlık Örgütü (WHO) ve FAO standartları ile karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlara göre As, Co, Zn ve Cu, Hg, Pb, Mn, Fe, elementlerinden kaynaklı bir ağır metal kirliliği olmadığı saptanmıştır. Ni, Cd ve Cr elementi açısından değerler standartların üzerinde bulunmuştur (Çizelge 3).

Krom (Cr)

Krom (Cr) elementi 39 örnek içerisinde 6 örnekte standart değerlerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. İmamoğlu ve çevresindeki topraklardan alınan örnekler incelendiğinde tespit edilen en yüksek Cr değeri 217 ppm, en düşük değeri 16,6 ppm ve (Çizelge 3)(Şekil 4).

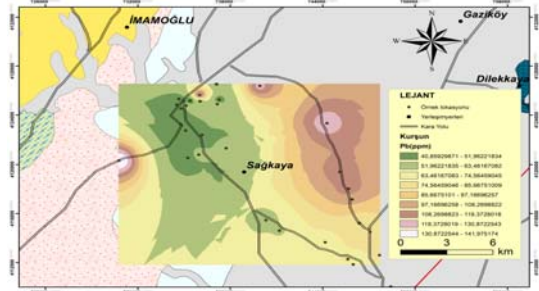


Şekil 4. Cr elementinin dağılımını gösteren haritası

Kurşun (Pb)

Örnekler içerisinde en yüksek kurşun değeri 142 ppm, en düşük değeri 39,7 ppm, ortalaması 71,969 ppm olarak saptanmıştır (Çizelge 3).

Analiz sonuçlarına göre Pb'nin dağılımı düzensiz ve oldukça düşük olup, WHO standartlarına göre büyük bir çoğunluğunda limit değerlerin altında sonuç vermiştir (Şekil 5). Dağılım haritaları incelendiğinde Pb'nin düzensiz dağılımı ve dağılım oranlarının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Pb miktarının en çok tespit edildiği yerler ise ulaşım hatları ve yerleşim yerleri çevresi olduğu görülmektedir.



Şekil 5. Çalışma alanı topraklarındaki Pb elementinin dağılım haritası (Arcgis-10.8).

Çizelge 3. Adana şehir merkezi ve çevresinden alınan 29 noktaya ait 39 analiz sonuçları (DL:Dedeksiyon limiti)

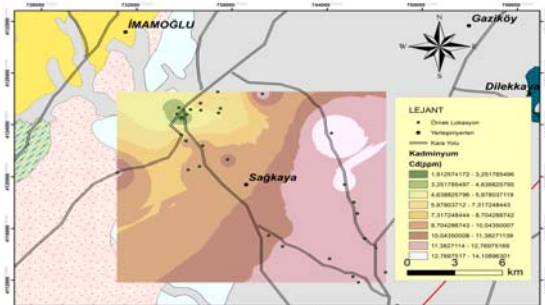
İmamoğlu İlçesi ve yakın çevresinin ağır metal analiz sonuçları											
Örnek no	Hg (ppb)	Pb (ppm)	Cd (ppm)	Cr (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)	As (ppb)	Mn (ppm)	Fe (%)
F1	26,05	48,9	3,487	80,6	62,15	30,48	188,9	33,44	6290	834,3	3,178
F2	15,01	43,8	4,923	54,6	53,75	25,93	155,5	34,55	4929	637,4	2,479
F3	<DL	45,1	1,893	169	67,29	30,36	186,3	35,83	3840	973,9	3,863
F4	18,94	60,4	3,651	95	61,44	25,6	162,7	37,14	5387	678,9	3,232
F5	53,76	41,8	6,173	48,9	59,23	25,03	172,7	24,32	4358	704	2,569
F6	19,62	50,5	5,458	163	64,73	31,32	172,2	30,14	4297	729,7	3,011
F7	20,83	55,7	5,906	92,3	63,55	31,83	195,6	30,94	2499	722,4	3,276
F8-1	27,51	45,6	5,53	32,2	52,36	24,97	181	32,4	4049	686,1	2,619
F8-2	18,41	39,7	6,382	29,1	62,3	22,71	171,8	33,12	4701	392,6	2,525
F8-3	24,49	45,9	6,408	37,1	58,99	24,66	177	39,15	5860	685,2	2,595
F9-1	20,89	51	5,983	55,1	68,12	30,61	224,5	49,53	4744	757	3,159
F9-2	91,15	49,7	7,19	49,3	56,87	25,68	212,6	38,76	6238	700,5	2,909
F10	12,34	40,8	7,15	51,6	57,64	19,02	147,6	35,88	5083	752,6	2,985
F11-1	12,33	41,5	8,405	38,8	59,66	20,25	151,7	34,29	3367	716,4	2,723
F11-2	19,18	42	9,657	25	52,28	19,32	174,1	38,98	4949	689,7	2,558

Çizelge 3. (Devamı)

F12	35,25	48,9	9,375	103	60,87	20,37	167	31,77	5412	862,6	3,248
F13	27,1	56,5	9,777	29,7	48,09	12,77	128,4	25,42	5484	724,8	2,296
F14	35,48	44	8,671	99,6	47,97	14,91	141,3	34,39	6150	800,8	2,968
F15	41,2	56,6	10,62	31,1	56,7	15,28	126,5	37,19	5265	550,7	2,283
F16	<DL	59,5	10,09	43,4	100,1	33,66	131,4	32,37	3470	692,3	2,158
F17	18,48	62,7	11,79	62,1	58,56	19,65	162	33,08	5494	593,7	2,668
F18	4,625	68,9	12,2	26	42,79	14,34	144,5	27,99	4456	587,1	2,019
F19	18,38	76,1	11,92	82,2	80,17	22,79	182,5	34,71	5660	618,1	3,058
F20-1	32,25	73,6	12,27	32,9	60,37	13,46	156,5	26,97	4706	614,9	2,423
F20-2	<DL	81,4	12,95	34,7	37,72	10,77	144,4	36,51	5930	650,2	1,924
F20-3	32,24	66,8	12,89	53,1	51,19	16,86	177,4	41,34	6194	633,5	2,817
F21	31,27	75,4	12,04	36,1	66,85	17,04	150,1	35,8	5443	664,6	2,143
F22-1	0,049	76,3	12,61	171	72,43	24,81	226,6	45,66	5084	620,4	4,173
F22-2	5,349	88,2	12,16	135	74,54	23,17	236,5	44,01	3691	626,2	4,16
F23-1	45,62	97,2	11,95	138	71,52	23,38	224,4	45,01	5769	632,9	3,965
F23-2	3,448	91,3	12,35	217	81,54	21,97	221,8	47,99	6435	631,1	3,884
F24-1	49,94	107	12,39	94	85	27,79	253,2	50,27	3287	780,2	3,728
F24-2	17,38	119	12,68	48,1	51,39	15,36	180,8	41,43	6564	668,5	2,624
F25	40,07	115	12,88	78,6	83,28	26,27	216,3	45,13	6465	726,2	3,019
F26-1	23,44	155	14,18	127	76,6	26,58	246,5	46,43	2967	724,9	3,842
F26-2	19,15	126	14,11	145	74,54	25,84	237,5	42,5	4190	700,2	3,869
F27	0,268	123	11,94	166	76,6	32,28	227	47,74	6132	797,5	3,508
F28	33,36	134	7,972	136	66,92	22,08	202,5	43,27	5592	868,4	3,37
F29	9,452	142	11,55	16,6	51,8	8,733	114,4	44,06	2769	410,4	1,655

Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum (Cd) elementinin analiz sonuçları içerisinde en yüksek değer 14,18 ppm, en düşük değeri 3,48 ppm ve ortalama kadmiyum değeri ise 9,47ppm olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Tüm değerler standartların üzerinde olup, topraklarda kadmiyum elementi açısından kirlilik bulunmaktadır. Çalışma alanında en yüksek kadmiyum değerleri Sağkaya köyü çevresinde dağılım göstermektedir (Şekil 6).

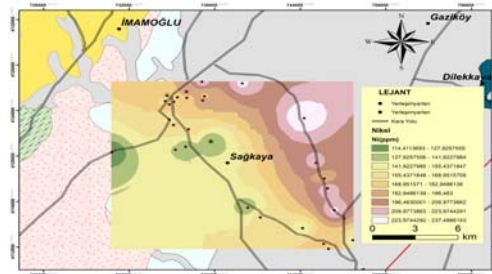


Şekil 6. Cd element dağılım haritası (Arcgis-10.8)

Nikel (Ni)

Nikel elementi analiz sonuçlarına göre en yüksek Ni değeri 253,2 ppm, en düşük değeri 114,4 ppm ve bütün değerlerin ortalaması 181,38 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Ağır metal toprak kirliliği element analiz sonuçları içerisinde en fazla kirlilik oranına sahip elementin Nikel (Ni) olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanı topraklarındaki Ni elementinin dağılım haritası Şekil 7'de verilmiştir (Arcgis-10.8).



Şekil 7. Çalışma alanı topraklarındaki Ni elementinin dağılım haritası (Arcgis-10.8).

3.2. Zenginleşme Faktörü (Ef)

Çalışma alanının antropojen kaynaklı ağır metal miktarlarının etkisini değerlendirebilmek için yapılan hesaplamalar sonucunda; İmamoğlu, Dilekkaya ve Mercimek bölgelerinin zenginleşme faktörü (Ef) değerleri: Zn (2,47-0,86); Mn (1,27-0,55), Cu (1,92-0,62) Cr (2,13-0,37), Al (0,12-0,31), As (0,76-0,19) ve Hg elementi (0,67-0,0) için minimal zenginleşme olarak belirlenmiştir. Ni (7,06-4,48); Co (2,47-7,10), Pb (1,29-9,47) elementleri için orta zenginleşme; Cd (37,22-2,61) elementi için çok yüksek zenginleşme oranları saptanmıştır (Çizelge 4).

Her element için ayrı ayrı zenginleşme faktörü (Ef) dağılım haritası hazırlanmıştır (Şekil 8). Dağılım haritasında Al ve Cr bölgenin kuzey ve kuzeye yakın kesimlerinde; Mn, As, Cu ve Zn güney kesimlerde; Pb, Cd ve Co elementleri batı kesimlerde; Hg elementi daha çok bölgenin orta kesimlerinde ve Ni elementi ise çalışma alanının doğu kesimlerinde Ef değerleri açısından daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 8).

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İmamoğlu, Dilekkaya ve Mercimek bölgeleri arasında bulunan toprak örnekleri üzerinde As, Hg, Ni, Cd, Co, Cr, Pb, Zn, Fe, Mn, Al element analiz çalışmaları yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda; 29 noktadan 39 adet örnek alımı yapılmıştır. Analiz sonuçları Dünya sağlık örgütü ve Dünya Tarım örgütünün kirlilik sınır (WHO-FAO) standartları ile karşılaştırılarak kirlilik oluşturup oluşturmadığı ve element birikimleri hakkında bilgi edinilmiştir. Bu sonuçlara göre:

Nikelin topraklarda bulunmasının ana kaynağı dünyanın merkezinde yer alan ergimiş Fe-Ni çekirdeğidir[7]. Ofiyolitik kökenli kayaçların ayrışmasına bağlı olarak oluşan Serpantinleşmiş kayaçların bölge çevresinde var olması da nikelin bir diğer kaynağıdır [8]. Kaynak kayacın içerdiği nikel miktarının, ayrışarak toprağa karıştığı ve buna bağlı olarak topraklardaki nikel oranını artırdığı doğrudan bilinmektedir [9-10]. Ayrıca endüstriyel

faliyetlere bağlı olarak meydana gelen antropojenik kökenli, kirleticiler de (kömür ve yağ yakılması ile çevreye yayılan dumanlar) daha fazla ve daha hızlı ürün almak için yapılan tarım faaliyetlere bağlı olarak kullanılan fosfat gübreleri ve petrol türevi kullanan motorlu taşıtlardan çevreye yayılan emisyonun atmosfer yoluyla topraklara karışması da nikel miktarını arttırmaktadır [8]. Genel olarak topraktaki yüksek nikel oranına etki edecek etkenlerin kümülatif toplamı göz önünde bulundurulduğunda çalışma alanının kuzeybatısında ofiyolitik kayaçların yüzeylenmesi ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanmaktadır.

Kurşun, endüstriyel faaliyetlere bağlı çevre kirleticisi olarak ağır metal kirleticilerin ilk sırasında yer almaktadır. Kurşunun topraktaki oranının artmasında insan kaynaklı etkiler doğal kaynaklı etkilere göre oldukça yüksektir. Akaryakıt olarak petrol kullanımı topraklardaki kurşunun doğal emisyonunu arttırmaktadır [11].

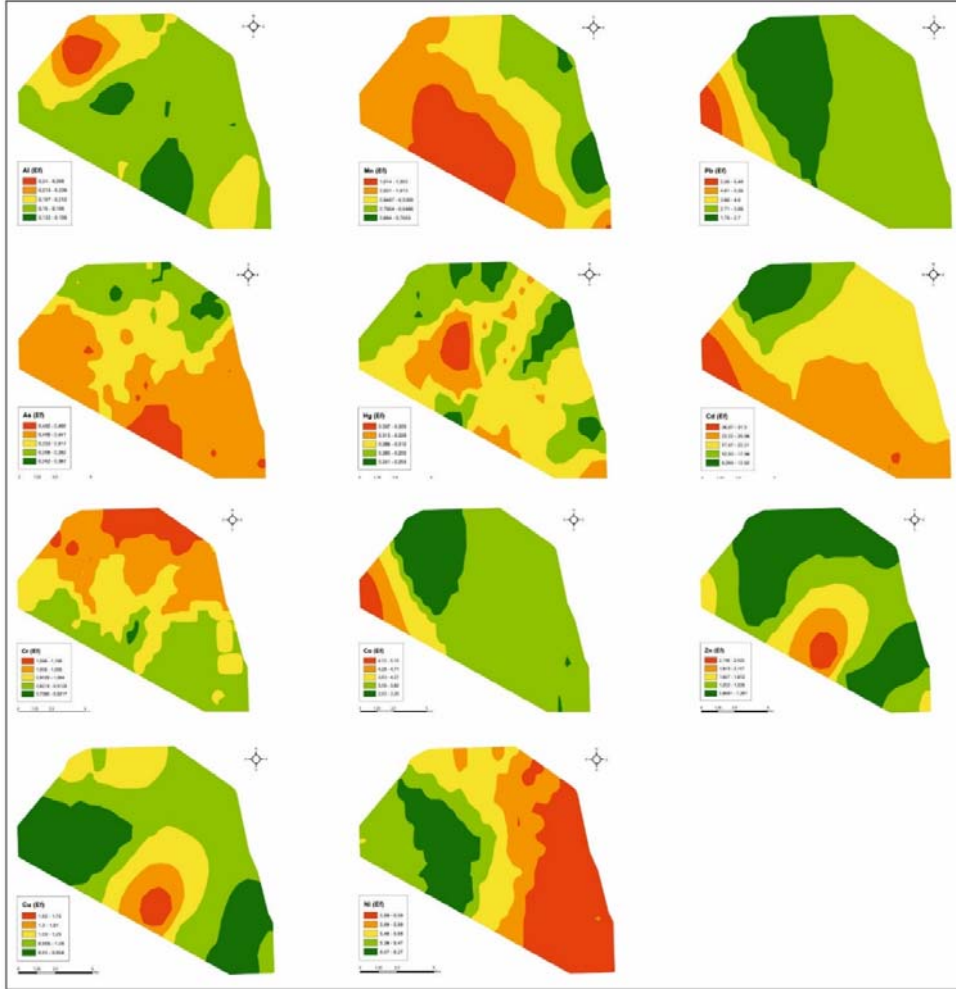
Örnekleme yapılan çalışma alanının ulaşım güzergahına yakın yerlerinden alınan topraklarda kurşun değerlerinin yüksek çıkmasında aktif araç trafiğine bağlı kurşun salınımından kaynaklandığı öngörülmektedir. Kurşun elementine fazla maruz kalmak insanda; nörolojik, zeka/IQ (çocuk), kansızlık hipertansiyon gibi hastalıklara neden olmaktadır

Tarımsal verim artırıcı olarak kullanılan fosfatlı gübre çeşitleri topraklardaki Cd miktarını arttıran en önemli kaynak olarak belirlenmiştir. Fosforlu gübre kullanılması, toprağın A horizonunda zehirleyici yoğunluğunu arttırmaktadır[8]. En yüksek Cd kirliliği ilk 15-20 cm lik derinlikte yoğunlaşmaktadır [10].

Çalışma alanından alınan topraklarda yoğun tarımsal faaliyet yapıldığı ve Cd değerlerinin yüksek olması kullanılan gübrelerden dolayı meydana geldiği düşünülmektedir. İnsan sağlığı açısından Kadmiyum fazlalığı mesane, böbrek, akciğer, hipertansiyon, kalp-damar ve nörolojik değişimlere neden olmaktadır.

Çizelge 4. Çalışma alanının zenginleşme faktörü (Ef) değerleri

EF	Zn	Mn	Cu	Ni	Co	Cd	Cr	Pb	Al	As	Hg
F1	1.04	0.99	1.18	5.59	2.81	5.85	0.97	1.70	0.22	0.49	0.26
F2	1.16	0.97	1.29	5.90	3.72	10.59	0.84	1.95	0.26	0.49	0.19
F3	0.93	0.95	0.97	4.54	2.47	2.61	1.67	1.29	0.31	0.24	-
F4	1.01	0.79	0.97	4.74	3.06	6.02	1.12	2.06	0.28	0.41	0.19
F5	1.23	1.03	1.20	6.33	2.52	12.82	0.73	1.80	0.19	0.42	0.67
F6	1.15	0.91	1.28	5.38	2.67	9.67	2.06	1.85	0.28	0.35	0.21
F7	1.03	0.83	1.20	5.62	2.52	9.61	1.07	1.88	0.25	0.19	0.20
F8-1	1.07	0.99	1.17	6.50	3.30	11.26	0.47	1.92	0.18	0.38	0.34
F8-2	1.32	0.59	1.11	6.40	3.50	13.48	0.44	1.73	0.16	0.46	0.23
F8-3	1.21	0.99	1.17	6.42	4.02	13.17	0.54	1.95	0.17	0.56	0.30
F9-1	1.15	0.90	1.19	6.69	4.18	10.10	0.66	1.78	0.19	0.37	0.21
F9-2	1.04	0.91	1.09	6.88	3.55	13.18	0.65	1.89	0.17	0.53	-
F10	1.03	0.95	0.78	4.65	3.21	12.77	0.66	1.51	0.27	0.42	0.13
F11-1	1.17	0.99	0.92	5.24	3.36	16.46	0.54	1.68	0.27	0.30	0.14
F11-2	1.09	1.02	0.93	6.41	4.06	20.13	0.37	1.81	0.23	0.48	0.24
F12	1.00	1.00	0.77	4.84	2.61	15.39	1.21	1.66	0.15	0.41	0.35
F13	1.12	1.19	0.68	5.26	2.95	22.71	0.49	2.72	0.13	0.59	0.38
F14	0.86	1.02	0.62	4.48	3.09	15.58	1.28	1.64	0.14	0.51	0.38
F15	1.32	0.91	0.82	5.22	4.34	24.81	0.52	2.74	0.12	0.57	0.58
F16	2.47	1.21	1.92	5.73	4.00	24.94	0.77	3.04	0.12	0.40	NA
F17	1.17	0.84	0.91	5.71	3.31	23.57	0.89	2.59	0.12	0.51	0.22
F18	1.13	1.09	0.87	6.74	3.70	32.23	0.49	3.77	0.22	0.54	0.07
F19	1.40	0.76	0.92	5.62	3.03	20.79	1.02	2.75	0.22	0.46	0.19
F20-1	1.33	0.96	0.68	6.08	2.97	27.01	0.52	3.35	0.19	0.48	0.43
F20-2	1.05	1.27	0.69	7.06	5.06	35.90	0.69	4.67	0.20	0.76	-
F20-3	0.97	0.85	0.74	5.93	3.91	24.40	0.72	2.62	0.19	0.54	0.37
F21	1.66	1.17	0.98	6.59	4.45	29.96	0.64	3.88	0.18	0.63	0.47
F22-1	0.93	0.56	0.73	5.11	2.92	16.12	1.56	2.02	0.20	0.30	0.00
F22-2	0.96	0.57	0.69	5.35	2.82	15.59	1.24	2.34	0.20	0.22	0.04
F23-1	0.96	0.60	0.73	5.33	3.03	16.07	1.33	2.71	0.21	0.36	0.37
F23-2	1.12	0.61	0.70	5.37	3.29	16.96	2.13	2.59	0.19	0.41	0.03
F24-1	1.22	0.79	0.92	6.39	3.60	17.73	0.96	3.17	0.16	0.22	0.43
F24-2	1.04	0.96	0.72	6.48	4.21	25.77	0.70	5.00	0.12	0.62	0.21
F25	1.47	0.91	1.07	6.74	3.99	22.75	0.99	4.20	0.15	0.53	0.42
F26-1	1.06	0.71	0.85	6.04	3.22	19.68	1.26	3.30	0.20	0.19	0.20
F26-2	1.03	0.68	0.82	5.78	2.93	19.45	1.43	3.59	0.18	0.27	0.16
F27	1.16	0.86	1.13	6.09	3.63	18.15	1.80	3.87	0.18	0.43	0.00
F28	1.06	0.97	0.81	5.66	3.42	12.62	1.54	4.39	0.19	0.41	0.32
F29	1.67	0.93	0.65	6.51	7.10	37.22	0.38	9.47	0.15	0.41	0.18



Şekil 8. İmamoğlu, Dilekkaya ve Mercimek bölgesinden alınan topraklardaki elementlerin Zenginleşme Faktörü (Ef) dağılım haritası

Mafik-Ultramafik kayalardan ve özellikle ayrışma sonucu meydana gelen serpantinlerden türeyen topraklarda yüksek miktarlarda krom bulunmaktadır[12]. Bir diğer krom kirlilik etmeni ise endüstriyel faaliyetler, foseptik giderleri ve toprak zenginleştirme yöntemleridir [7]. Alınan toprak örneklerinin birçoğunda krom değerlerinin yüksek çıkmasının sebebi bölge topraklarının, ofiyolit kökenli olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Krom elementinin fazla alımı böbrek, karaciğer, akciğer hastalıklarına yol açmaktadır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi bilimsel araştırma projeleri koordinasyon birimi tarafından FYL-2114249 proje no'lu desteklenmiştir.

6. KAYNAKLAR

1. Akyıldız, M., Savaş, M., Karataş, B., 2023. Kozan, Dikilitaş ve Alapınar (Adana) Arasında Bulunan Topraklardaki Ağır Metal İçeriklerinin

- Jeobirikim İndeksine Göre İncelenmesi. *Geosound*, 2023, 58(1) 1-19
2. Chiroma, T.M., Ebewele, R.O., Hymore F.K., 2014. Comparative Assessment of Heavy Metal Levels in Soil, Vegetables and Urban Grey Waste Water used for Irrigation in Yola and Kano. *International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES)*, 3(2), 1-9.
 3. Türkoğlu, B., 2006. Toprak Kirlenmesi ve Kirlenmiş Toprakların Islahı. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Adana, 134.
 4. Adriano, D.C., 2001. Soils: Their Implications to Human Health. *Science of the Total Environment*, 291, 1-32.
 5. Galuszka, A., Migaszewski, Z.M. ve Zalasiewicz, J., 2014. Assessing the Anthropocene with Geochemical Methods. *Geological Society, London, Special Publications*, 395(1), 221-238.
 6. Buat-Menard, P., Chesselet, R., 1979. Variable Influence of Atmospheric Flux on the Trace Metal Chemistry of Oceanic Suspended Matter. *Earth and Planetary Science Letters*, 42, 398-411.
 7. Alloway, B.J., 2013. Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. Third Edition. *Environmental Pollution* 22, Springer Science+Business Media Dordrecht. Reading, UK. 613.
 8. Akyıldız, M., Karataş, B., 2018. Adana Şehir Merkezindeki Topraklarda Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33(2), 199-214.
 9. Chen, Y.C., Chen, M.H., 2001. Heavy Metal Concentrations in Nine Species of Fishes Caught in Coastal Waters of Ann-Ping. *Journal of Food and Drug Analysis*, 9 (2), 107-114.
 10. Kabata-Pendias, A., Mukherjee, A.B., 2007. Trace Elements From Soil to Human. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 550.
 11. Campbell, P.G.C., Stokes, P.M., Galloway, J.N., 1983. Effects of Atmospheric Deposition on the Geochemical Cycling and Biological Availability of Metals. In: *Proceedings of the International Conference on Heavy Metals in the Environment*, 6-9 September 1983, Heidelberg, 760-763.
 12. Adriano, D.C., 2001. Trace Elements in Terrestrial Environments (2nd ed.). New York: Springer.

