

**ŞEBİNKARAHİSAR
MADEN ATIK BARAJI
ÇEVRE VE İNSAN SAĞLIĞI
RİSK ANALİZİ
DEĞERLENDİRME RAPORU
2023**



Şebinkarahisar Maden Atık Barajı Çevre ve İnsan Sağlığı Risk Analizi Değerlendirme Raporu

Hazırlayanlar

Prof.Dr. Mehmet AYDIN, Prof.Dr. Tamer AKKAN

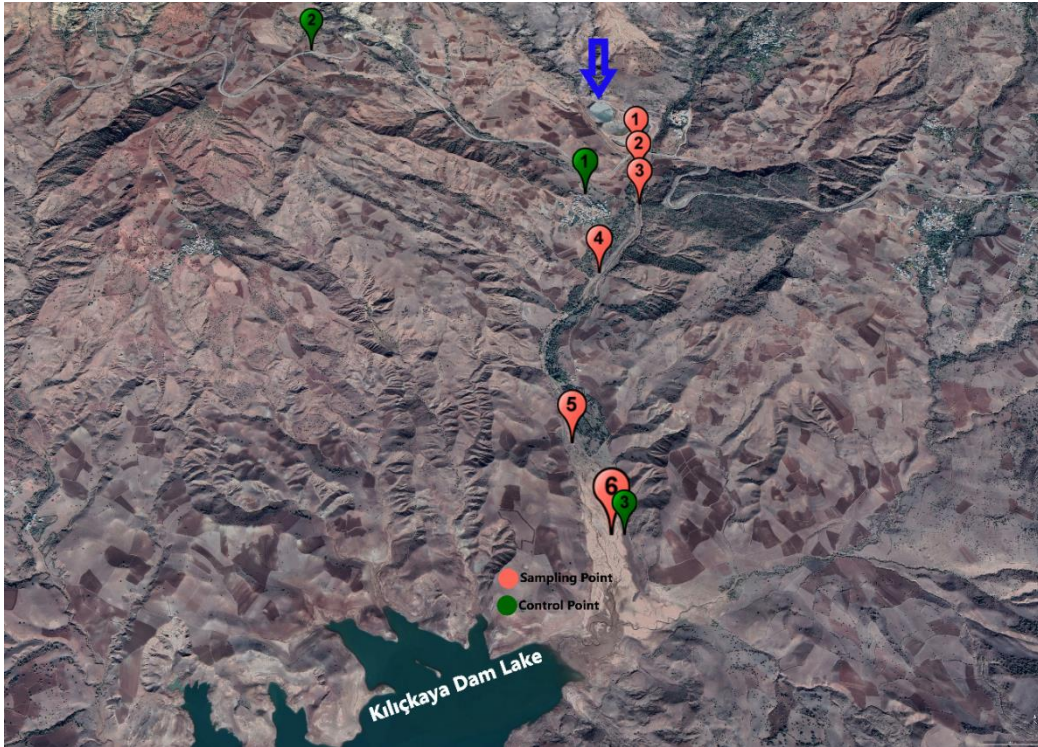
TEMA Vakfı tarafından, 18 Kasım 2021 tarihinde Giresun'un Şebinkarahisar ilçesinde yaşanan atık barajının duvarının çökmesi ile oluşan ağır metal kirliliğinin tespit edilebilmesi için incelemelerde bulunulmuştur. 22 Kasım 2021 ve 30 Ağustos 2022 tarihlerinde, olayın yaşandığı bölgeye farklı mesafelerde bulunan 3'ü kontrol noktası olmak üzere toplamda 9 noktadan sediment örnekleri alınmış, analiz sonuçları; Sediment Yapısı Kalite Değerlendirme, Ekolojik Risk Değerlendirme, İnsan Sağlığı Risk Değerlendirme, Bulaş Noktası Değerlendirme yöntemleri kullanılarak incelenmiştir.

Birinci kontrol (c1) noktası; tesise 200 metre mesafede olup rakımı 850 metredir, ikinci kontrol (c2) noktası tesise 2,4 kilometre mesafede olup rakımı 1090 metredir. İlk iki kontrol noktasının seçiminde etkili olan faktör, rakımların tesisten daha yüksek olması dolayısıyla yüzey sularının kontamine olma olasılığının düşük olmasıdır. Üçüncü kontrol noktası (c3) ise tesise 3,3 kilometre mesafede bulunan 6 numaralı istasyonun kontrol edilebilmesi için dere yatağının yamacı olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla dere yatağındaki kirlilikten kontamine olmayan bir nokta seçilmiştir.

Bu rapor kapsamında farklı risk değerlendirme yöntemleriyle, sonuçlar değerlendirilmiştir.

Giriş

Günümüzde sedimentlerin iz metallerle kirlenmesi göze çarpan önemli bir çevresel problem olarak karşımıza çıkmaktadır (Zafra ve ark., 2017; Sakson ve ark., 2018). Sediment kalitesi aynı zamanda, su kirliliğinin de iyi bir göstergesidir (Zahra ve diğerleri, 2014). Bu nedenle ortamdaki kirlenmenin kronik düzeyini tespit etmede büyük öneme sahiptir. Antropojenik (insan faaliyeti) kaynaklardan çevreye bulaşan iz elementlere örnek: Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V ve Zn verilebilir. Dış kaynaklardan gelen bulaş yüküne ayrıca metaloidler (As, Sb) ve metal olmayanlar (Se) gibi diğer potansiyel olarak toksik elementleri (PTE'ler) de dahil edebiliriz (Antoniadis ve ark., 2021). İz element kökenli bulaşlar sonu ölümlerle neticelenebilecek önemli sağlık sorunlarına yol açabilme potansiyeline sahiptirler. PTE'ler ise çevrede birikim gösterme eğilimleri ve toksik doğası nedeniyle, çevredeki düzeyleri mutlak suretle izlenmelidir. Bu tehlikeli, PTE'lerin en önemli insan kökenli kaynakları; endüstri, kentleşme, ulaşım, tarım ve madenlerle ilgilidir (Kowalska ve ark., 2018; Szmaglinski ve ark., 2021).



Şekil 1: Çalışma Alanı

1. Sediment Yapısı Kalite Değerlendirmesi – Jeolojik Birikim İndeksi (I_{geo}) Sonuçları

Sediment yapısındaki kirliliği tespit etmede bireysel kirlilik indeksi kategorisinde yer alan Jeoakümülasyon (jeolojik birikim) İndeksi, Müller (1979) tarafından önerilen kirliliği 7 farklı sınıfta kategorize eden ve yaygın olarak kullanılan bir indekstir.

İndeks, sedimentleri řu şekilde sınıflandırılabilceği niteliksel bir kirlilik yoğunluğu ölçeğine dayanmaktadır: kirlenmemiş/kirlenmemiş (sınıf 0, $I_{geo} < 0$), kirlenmemiş ile orta derecede kirliliğ (sınıf 1, $0 \leq I_{geo} < 1$), orta derecede kirliliğ (sınıf 2, $1 \leq I_{geo} < 2$ için), orta ile yüksek derecede kirliliğ (sınıf 3, $2 \leq I_{geo} < 3$ için), çok kirliliğ (sınıf 4, $3 \leq I_{geo} < 4$ için), çok ile aşırı derecede kirliliğ (sınıf 5, $4 \leq I_{geo} < 5$) ve aşırı derecede kirliliğ (sınıf 6, $I_{geo} \geq 5$).

Mevcut çalışmada yapılan jeolojik birikim indeksi değerlendirmesi neticesinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Olay anında (2021) yapılan çalışma sonucunda farklı istasyonlarda:

Arsenik için kirlenmemiş ile orta derecede kirlilik arasında kirlenmeye uzanan,
Bakır için orta ile yüksek derecede kirlilik arasında kirlenmeye uzanan,
Çinko ve Kadmiyum için çok ile aşırı derecede kirlilik arasında kirlenmeye uzanan,
Kurşun için aşırı derecede kirliliğe uzanan **insan faaliyetlerinden kaynaklanan artış** tespit edilmiştir.

Olay sonrasında (2022) yapılan çalışma sonucunda yine aynı istasyonlarda:

Bakır için orta ile yüksek derecede kirlilik arasında kirlenmeye uzanan,
Çinko için çok ile aşırı derecede kirlilik arasında kirlenmeye uzanan,
Kadmiyum için çok kirlenmeye uzanan,
Kurşun için aşırı derecede kirliliğe uzanan **insan faaliyetlerinden kaynaklanan artış** tespit edilmiştir.

2. Ekolojik Risk Değerlendirme Sonuçları

Bu operasyonda metallerin çevrede oluşturduğu potansiyel riskleri değerlendirmek için *Potansiyel Ekolojik Risk (PER) indeksi* hesaplandı (Hakanson, 1980), ayrıca elementlerin potansiyel toksik etkilerinin belirlenmesi için *Toksik Risk İndeksi (TRI) de* kullanılmıştır (Zhang ve ark. 2016). Bu değerler her bir metal için tek tek hesaplandı ve tüm bulgu kümülatif olarak yorumlanmıştır.

PER (Potansiyel Ekolojik Risk) değerlendirmesinde olay anında ve olay sonrasında yapılan çalışmalarda kümülatif etki değerinin “**çok yüksek ekolojik risk**” kategorisinde yer aldığı tespit edilmiştir.

TRI (toksik risk indeksi) ise olay sonrası sadece 1. İstasyonda toksik etkinin olmadığını yansıtmakta olup, olay anında kontrol istasyonlarında düşük düzeyde toksisite, örneklem noktalarında ise **çok yüksek düzeyde toksisiteye (>20)** dikkat çekmektedir. Çok yüksek düzeyde toksisite olay sonrası çalışmalarda 2, 3 ve 4 nolu istasyonlarda devam ederken kontrol grubu istasyonlar ve 5 ve 6 nolu istasyonlarda değiştirilebilir düzeyde toksisite tespit edilmiştir.

TRI ve PER sonuçlarına ait bulgular:

İstasyon	Toksik Risk İndeksi		Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi	
	2021	2022	2021	2022
1	477.34269	2.14		
2	600.8787875	625.08		
3	1785.163554	41.93		
4	1334.29235	27.88		
5	1261.947454	14.20	10207.96	1440.15
6	1762.334068	15.73		
c1	5.459447948	11.11		
c2	6.026000602	14.34		
c3	5.326368678	12.49		

3. İnsan Sağlığı Risk Değerlendirme Sonuçları

Çalışma sahasındaki bölgenin uzun süreli kullanımının potansiyel sağlık etkilerinin değerlendirilmesi ile ilgili olarak hem çocuklar hem de yetişkinler için potansiyel bir insan sağlığı riski ele alınmıştır.

Kanserojen risk değerlendirmesi: Kanserojen sağlık etkilerini değerlendirmek için kullanılmaktadır. 70 yıl boyunca belirli miktarda kanserojen elemente maruz kalma durumunda bir ömür boyu herhangi bir kanser türü gelişiminin kümülatif olasılığı hakkında fikir sahibi olmak için kullanılmaktadır.

3.1 Yetişkin İnsan İçin Değerlendirme Sonuçları

Kanserojenik risk (CR) sonuçlarına yönelik bulgular aşağıda yer almaktadır. CR'nin 10^{-6} 'dan küçük olması herhangi bir etki olmadığını gösterirken, 10^{-6} 'dan büyük olması insanlarda kanser riskini temsil etmektedir. CR değerlerinin 10^{-6} ile 10^{-4} aralığında olması, ağır metallerin insanlar için tolere edilebilir risk taşıdığını temsil etmektedir (Wu vd., 2015).

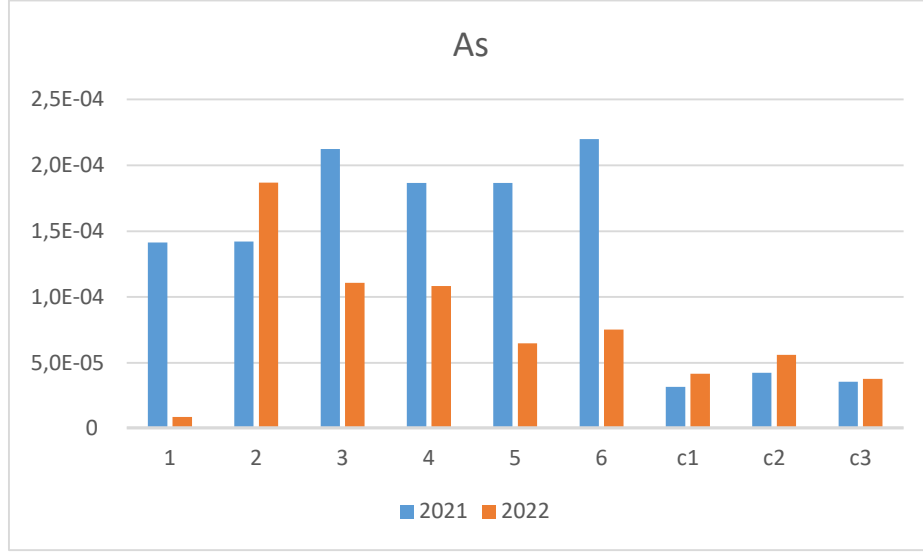
Cr için:

- Tüm istasyonlarda olay zamanı ve olay sonrasında elde edilen değerlerin yetişkin insanlar için tolere edilebilir kanser riski taşıdığını göstermektedir.



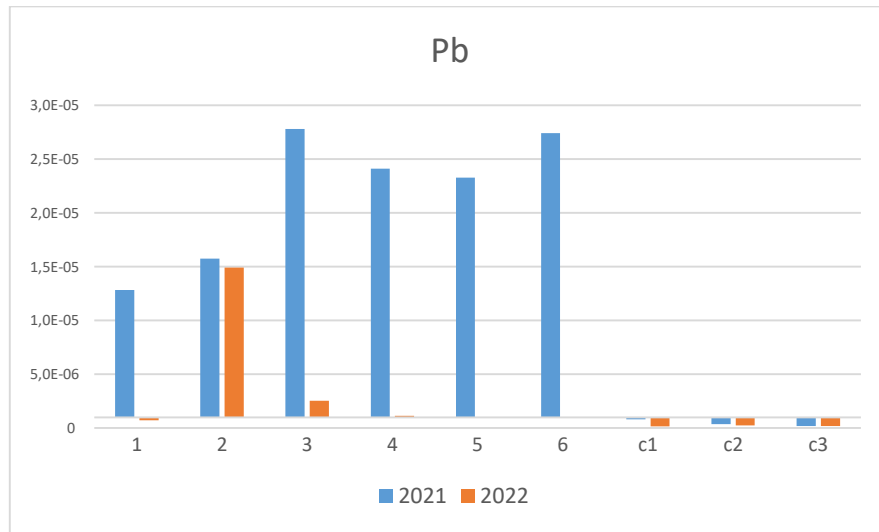
As için:

- Olay zamanı kontrol istasyonlarında tolere edilebilir kanser riski, diğer istasyonlarda ise yüksek kanser riski bulunduğunu göstermektedir.
- Olay sonrasında 2, 3 ve 4 nolu istasyonlarda yüksek kanser riski, diğer istasyonlarda ise tolere edilebilir kanser riski bulunduğunu göstermektedir.



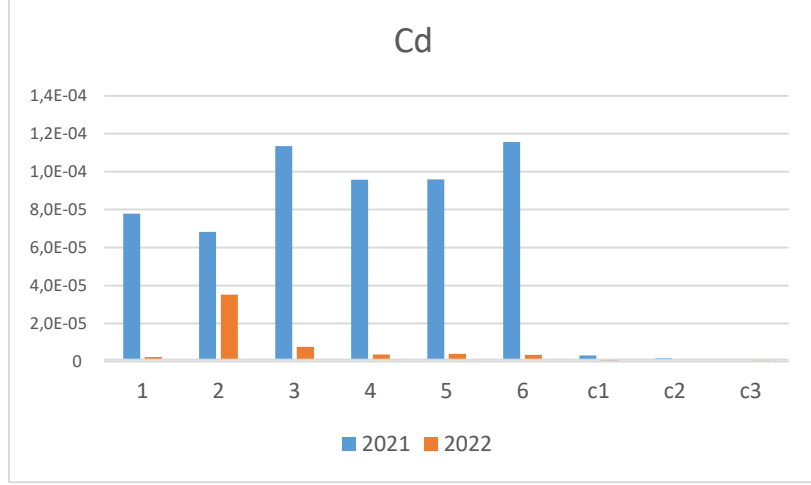
Pb için:

- Olay zamanı kontrol istasyonlarında riskin bulunmadığını, diğer istasyonlarda ise tolere edilebilir kanser riski bulunduğunu göstermektedir.
- Olay sonrasında 1. ve kontrol istasyonlarında riskin bulunmadığını, diğer istasyonlarda ise tolere edilebilir kanser riski bulunduğunu göstermektedir.



Cd için:

- Olay zamanı 3 ve 6 nolu istasyonlarda yüksek kanser riskinin bulunduğunu, diğer istasyonlarda tolere edilebilir kanser riski bulunduğunu göstermektedir.
- Olay sonrasında kontrol istasyonlarında riskin olmadığını, diğer istasyonlarda ise tolere edilebilir kanser riski bulunduğunu göstermektedir

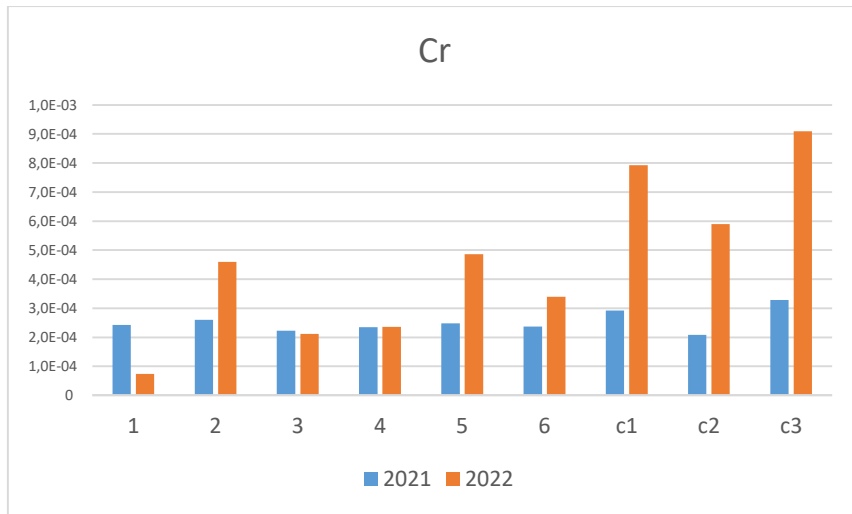


3.2. Çocuklar İçin Değerlendirme Sonuçları

Hesaplanan değerler, çocukların kanserojen olmayan sağlık etkileri riskinin yetişkinlerden daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Awomeso ve ark. (2017) ve Bamuwamye ve ark. (2017), çocuklarda yetişkinlere kıyasla yüksek HI değerlerinin benzer sonuçlarını sunmuşlardır.

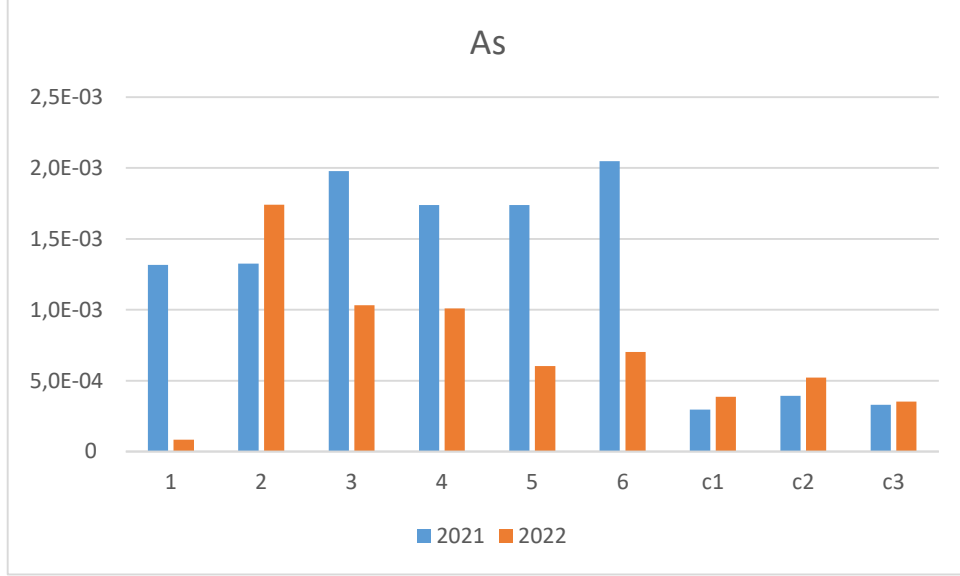
Cr için;

- Olay zamanı tüm istasyonlarda yüksek kanser riski bulunmaktadır.
- Olay sonrası 1. İstasyonda tolere edilebilir kanser riski, diğer istasyonlarda ise yüksek kanser riski tespit edilmiştir.



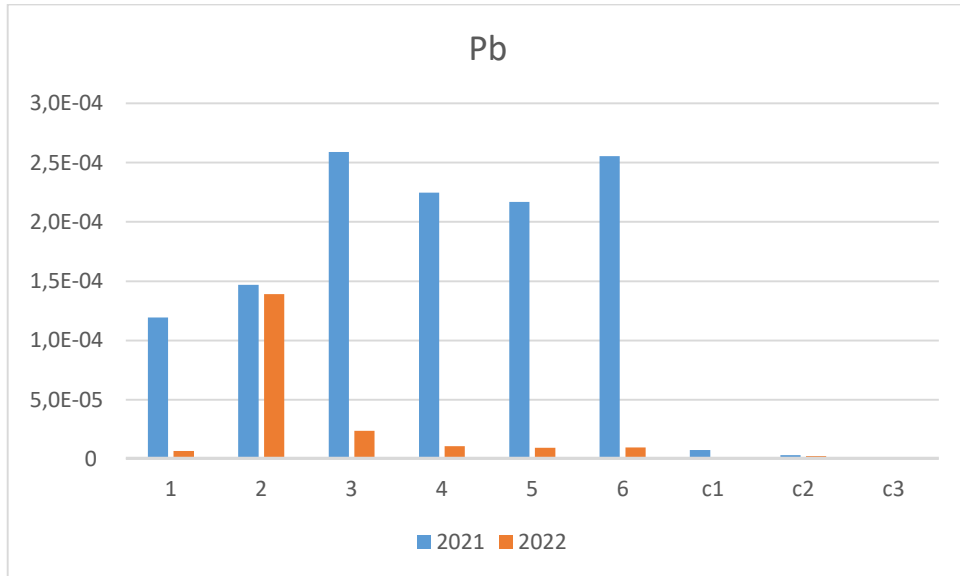
As için;

- Olay zamanı tüm istasyonlarda yüksek kanser riski tespit edilmiştir.
- Olay sonrası 1. İstasyonda tolere edilebilir kanser riski, diğer istasyonlarda ise yüksek kanser riski tespit edilmiştir.



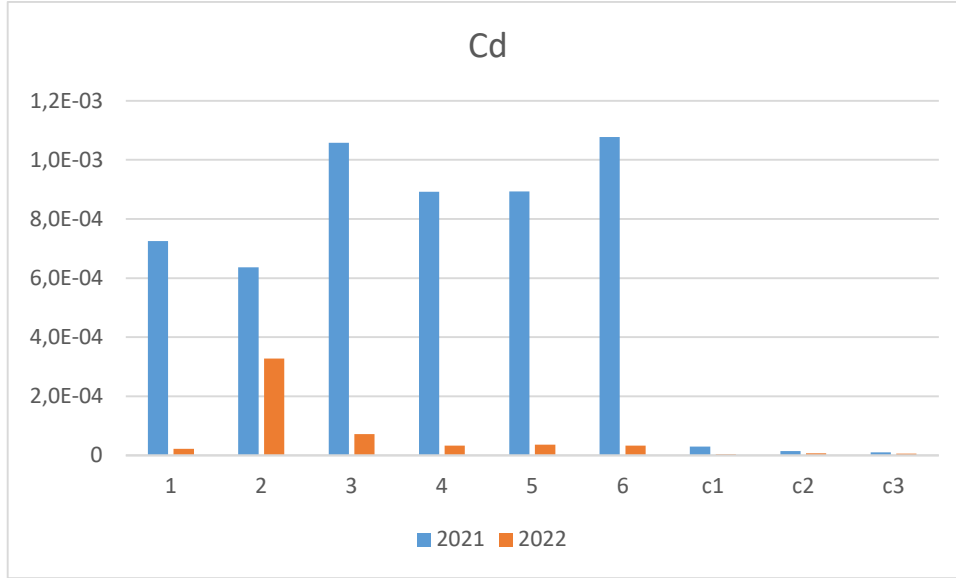
Pb için;

- Olay zamanı kontrol istasyonlarında tolere edilebilir kanser riski, diğer istasyonlarda ise yüksek kanser riski tespit edilmiştir.
- Olay sonrası 2. İstasyonda yüksek kanser riski, diğer istasyonlarda ise tolere edilebilir kanser riski tespit edilmiştir.



Cd için;

- Olay zamanı kontrol istasyonlarında tolere edilebilir kanser riski, diğer istasyonlarda ise yüksek kanser riski tespit edilmiştir.
- Olay sonrası 2. İstasyonda yüksek kanser riski, diğer istasyonlarda ise tolere edilebilir kanser riski tespit edilmiştir.



4. Bulaş Noktası Değerlendirme

Olay zamanı ve olay sonrası zamanlara ait örneklerden yapılan bulaş menşei tespit değerlendirmesi sonucunda;

Mn, Cu, Zn, As, Ag, Cd, Hg ve Pb ile Cr ve Ni'in ortak kaynaklardan ortamı kontamine ettiği görülmektedir. Ayrıca, ilk grup kontaminantlar (Mn, Cu, Zn, As, Ag, Cd, Hg ve Pb) arasında güçlü ilişkiler dikkat çekmektedir. Literatür çalışmaları; Ni, Hg, As, Cr, Cd ve Pb'nin madencilik faaliyetleriyle ilgili su kaynaklarının kirlenmesinin önemli bir halk sağlığı sorunu olduğu ifade edilmektedir ve ikincil su kirliliği riskini doğurabileceği de belirtilmiştir (Nyangi ve ark., 2020).

Genel Değerlendirme ve Sonuç

Çalışma sahasından elde edilen sonuçlara göre;

- Sediment yapısındaki ağır metal kirliliğinin ortak menşeinin insan faaliyetlerden kaynaklandığı ve literatür çalışmalarında bu durumun madencilik faaliyetleriyle ilişkili olduğu,
- Mevcut durumun; jeoakmlasyon birikim indeksi değerlendirmesi sonucuyla **“antropojenik faaliyetlerle kirlenmeye maruz kalma”** ıkarımıyla teyit edilmesi;
- Ekolojik açıdan mevcut bölgenin **“ok yüksek ekolojik risk”** taşıdığı ve sediment yapısının değişen düzeylerde sucul canlılar için toksisiteye sahip olduğu,
- Yetişkin insan için analiz edilen metallere göre kanser riskinin **“dikkat çekici düzeyde”** olduğu,
- Çocuklar için analiz edilen metallere göre büyük oranda **“yüksek kanser riski”** tehlikesi taşıdığı tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Antoniadis, V.; Şahin, SM; Stark, HJ; Wennrich, R.; Levizou, E.; Merbach, I.; Rinklebe, J. Kirlenmiş bir topraktaki toksik elementler için on iki yabancı bitki türünün fitoremediasyon potansiyeli. çevre. Int. 2021 , 146 , 106233.
- Kowalska, JB; Mazurek, R.; Gasiorek, M.; Zaleski, T. Kirlilik endeksleri, toprak kirlenme derecesinin kapsamlı değerlendirmesi için faydalı araçlar olarak—Bir inceleme. Çevre. Jeokimya. Sağlık 2018 , 40 , 1–26.
- Liu, L.; Luo, XB; Ding, L.; Luo, SL Ağır Metallerin Sudan Giderilmesinde Nanoteknolojinin Uygulanması ; Elsevier Inc.: New York, NY, ABD, 2018; ISBN 9780128148389.
- Nyangi, M. J., Chebude, Y., & Kilulya, K. F. (2020). Fluoride removal efficiencies of Al-EC and Fe-EC reactors: process optimization using Box–Behnken design of the surface response methodology. *Applied Water Science*, 10(9), 1-11.
- Sakson, G.; Brzezinska, A.; Zawilski, M. Kentsel bir havzadan alıcı sulara ağır metal emisyonu ve Lodz şehri örneğinde bunun sınırlandırılma olasılığı. çevre. Monit. Değerlendirmek. 2018 , 190 , 281.
- Szmagliński, J.; Nawrot, N.; Pazdro, K.; Walkusz-Miotk, J.; Wojciechowska, E. Diesel Multiple Units tarafından kullanılan bir demiryoluna maruz kalan topraklardaki eser metallerin akıbeti ve kontaminasyonu: Çok araçlı kaynak izleme ile demiryolu katkısının değerlendirilmesi. bilim Toplam Çevre. 2021 , 798 , 149300.
- Weissmannova, HD; Pavlovský, J. Ağır metaller tarafından toprak kirlenmesinin endeksleri—Kirlilik değerlendirme için hesaplama yöntemi (mini inceleme). çevre. Monit. Değerlendirmek. 2017 , 189 , 1–25.
- Wuana, RA; Okieimen, FE Kirlenmiş topraklardaki ağır metaller: İyileştirme için kaynakların, kimyanın, risklerin ve mevcut en iyi stratejilerin gözden geçirilmesi. Int. Sch. Res. Olumsuzluk. ekol. 2011 , 2011 , 1–20.
- Zafra, C.; Temprano, J.; Tejero, I. Kuru havalarda yol yüzeylerinde biriken tortuda biriken ağır metalleri etkileyen fiziksel faktörler: Bir inceleme. Urban Water J. 2017 , 9006 , 1–11.