



Maden Sahasından Kaynaklanan Sızıntı Sularının Maden Çayına Etkisi:

I. Ağır Metaller

Murat Topal^{1*}, E. Işıl Arslan Topal²

¹Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 23000, Elazığ

²Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 23000, Elazığ

Özet

Bu çalışmada, Elazığ ilinde bulunan bir maden sahasından kaynaklanan sızıntı sularının Maden çayına etkisi araştırılmıştır. Maden sahasından kaynaklanan ağır metallerin konsantrasyonları (Cu, Ni, Mn, Co, Pb, Fe ve Mn) Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde (SKKY) belirlenen su kalite kriterleri ile karşılaştırılmış ve bu konsantrasyonların su kalitesini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su kalitesi, Maden sahası, Sızıntı suyu, Yüzeysel su, Ağır metal, Maden çayı

Effect of Leachate Resulted from a Mineland in Elazig City on Maden Stream: I. Heavy Metals

Abstract

In this study, effect of leachate which result from a mine area in Elazig city on Maden stream was investigated. The concentrations of heavy metals (Cu, Ni, Mn, Co, Pb, Fe ve Mn) resulting from mine area were compared with the water quality criteria reported in the Water Pollution Control Regulations (WPCR) and it was determined that these concentrations adversely affected water quality.

Key Words: Water quality, Mineland, Leachate, Surface water, Heavy metal, Maden stream

1. Giriş

Yüzeysel sular, akarsu, göl ve barajlardan elde edilen sular olarak tanımlanmakta ve yağışlar ve yeraltısuları vasıtasıyla beslenmektedirler. Ağır metaller, yağmur suları ile birlikte yıkanarak yüzeysel sulara, hatta sızarak yeraltısularına kadar ulaşabilmekte ve yüzeysel suların ağır metal konsantrasyonunu önemli ölçüde artırabilmektedirler. Kurşun, kadmiyum, bakır, arsenik, nikel, krom, çinko ve civa tehlikeli ağır metaller olarak tanımlanmaktadır (Amarasinghe ve Williams 2007). Yüzeysel sularda ağır metallerin

varlığı, buldukları ortamda bitki gelişimine, su kalitesine ve insan ve hayvan sağlığına olumsuz yönde etki yapmakla beraber, canlıların bünyesine katılarak birikim yaparlar. Bu birikimden dolayı ağır metaller önemli konular arasında yer almaktadır. Maden sahaslarında karşılaşılan en önemli sorun, yağmur suları ile yıkanan metallerin yüzeysel sulara karışarak su kalitesini olumsuz etkilemesidir. Diğer bir sorun ise, maden çıkartılırken ya da işlenirken herhangi bir arıtma yapılmaksızın atıksuların doğrudan alıcı ortama verilmesidir. Bu nedenle maden sahaslarında hem malzeme çıkartılması hem de işlenilmesi sırasında oluşacak olan atıksuların arıtılması ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen deşarj standartlarını sağlaması

* Sorumlu yazarın e-mail adresi: mtopal@cumhuriyet.edu.tr

gerekmektedir. Bu amaç için birçok arıtma yöntemi geliştirilmiştir. Ekstraksiyon, iyon değişimi, adsorpsiyon, kimyasal çöktürme ve membran ayırma işlemleri gibi fizikokimyasal arıtma yöntemleri ağır metallerin gideriminde kullanılabilir (Witek-Krowiak vd. 2011).

Elazığ ili, Doğu Anadolu Bölgesinin güneybatısında, Yukarı Fırat Havzasında yer almakta olup alanı dağlık alanlar, platolar ve ovalar oluşturmaktadır. Maden ilçesi ise, Doğu Anadolu Bölgesinde, Güneydoğu Torosların eteğinde, Yukarı Fırat bölümünde, Dicle nehri kenarına kurulmuştur. Maden ilçesinin büyük bir kısmı dağlık ve engebeldir. İlçe merkezi rakımı 1054 m'dir. Yüzölçümü 939 km²'dir (Anonim 2011). Elazığ ili ve Maden ilçesinin coğrafi yeri Şekil 1'de, Elazığ iline ait maden haritası ise Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Elazığ ili ve Maden ilçesinin coğrafi yeri (Anonim 2011a).



Şekil 2. Elazığ iline ait maden haritası (Anonim 2011b).

Şekil 2'ye göre Elazığ ilinde en fazla bulunan madenler arasında krom ve mermer başta olmak

üzere bakır, kurşun, çinko, demir, manganez, şelit, frolit ve kireçtaşı bulunmaktadır. Maden ilçesinde ise, maden yatakları arasında en fazla rastlanan metaller, bakır, kurşun, çinko, demir, gümüş ve altın şeklinde sıralanabilir.

Bu çalışmada, Elazığ ilinde bulunan bir maden sahasından kaynaklanan sızıntı sularının Maden çayına etkisi Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde belirlenen su kalitesi standartlarıyla mukayese edilerek belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Nisan 2011 tarihinde, Fırat Dicle havzasında bulunan bir maden sahasından kaynaklanan sızıntı sularının, Maden çayına karışmadan önce (1) ve karıştıktan sonra (2) olmak üzere 2 farklı noktadan numuneler alınmış ve laboratuara getirilerek analiz edilmiştir. Laboratuara getirilen numunelerin ağır metal analizleri (Cu, Ni, Mn, Co, Pb, Fe ve Cd) ATI UNICAM Model 929 Atomik Adsorpsiyon Spektrofotometresi kullanılarak tespit edilmiştir. Maden sahası ve numune alma noktaları Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Maden sahası ve numune alma noktaları

3. Bulgular ve Tartışma

Bakır madeninin çıkarıldığı yerlerden geçen sularda ve bakırın işlendiği fabrikaların yakınından geçen sularda bakır miktarı yüksek olabilir. Sularda bakır karışma riski bulunan diğer bir durum da, işlenmiş bakırlı bileşiklerin atıldığı/gömüldüğü topraklardır. Yağmur suları bu bakır atıklarını taşıyarak yeraltı

sularına ve içme suyu sağlanan göl ve ırmaklara ulaşabilmektedir (Topal vd. 2011). 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nde kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Çizelge 1) belirlenmiştir (SKKY 2004).

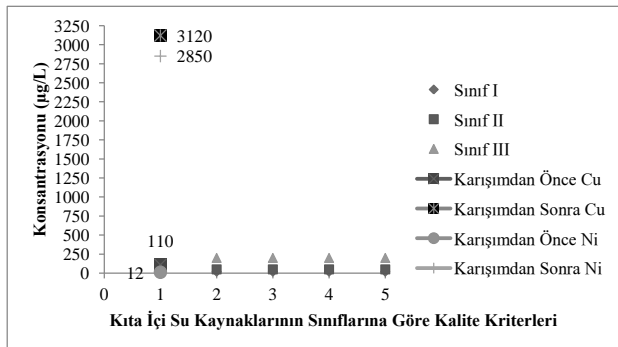
Şekil 4’de Maden çayının bakır ve nikel konsantrasyonu açısından değişimi verilmiştir. Maden çayı bakır konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde sızıntı suları karışımından önce bakır konsantrasyonu 110 µg/L olup Sınıf III kalitesinde bir sudur. Ancak karışımdan sonra yapılan analiz sonucunda bakır konsantrasyonu

Çizelge 1. SKKY Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri.

Parametre	SKKY Tablo 1. Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri			
	I	II	III	IV
Bakır (µg/L)	20	50	200	>200
Nikel (µg/L)	20	50	200	>200
Mangan (µg/L)	100	500	3000	>3000
Kobalt (µg/L)	10	20	200	>200
Kurşun (µg/L)	10	20	200	>200
Demir (µg/L)	300	1000	5000	>5000
Kadmiyum (µg/L)	3	5	10	>10

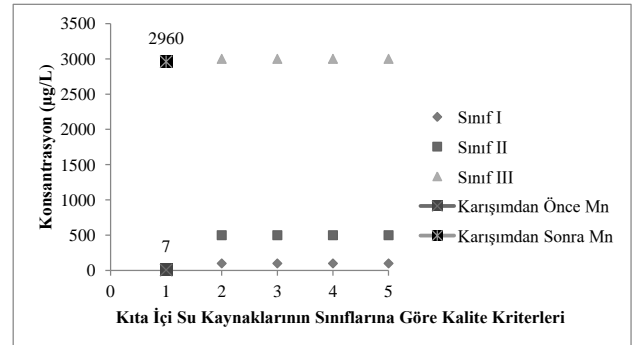
Suların kalitesinin belirlenmesinde ve sınıflandırılmasında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nde belirtilen kriterlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. SKKY’nde Sınıf I-Yüksek kaliteli sular, içme suyu olma potansiyeli yüksek olan, rekreasyonel amaçlı, alabalık üretimi yapılabilen, hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı olan suları kapsamaktadır. Sınıf II-Az kirlenmiş sular, rekreasyonel amaçlı, alabalık dışında balık üretimi yapılabilen ve sulama suyu olarak kullanılabilir suları kapsamaktadır.

Sınıf III-kirlenmiş sular, gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılacak suları ve Sınıf IV-Çok kirlenmiş sular, Sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına iyileştirilerek kullanılabilir yüzeyel suları kapsamaktadır (SKKY 2004).



Şekil 4. Maden çayının bakır ve nikel konsantrasyon değişimi

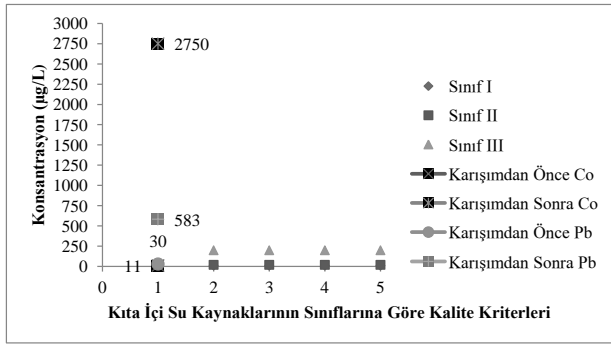
3120 µg/L’ye çıkararak su kalitesi açısından kriteri değişerek, IV. Sınıf olarak tespit edilmiştir. Bakır konsantrasyonunun aşırı derecede artması, hem maden sahasının bakır madeni açısından zengin olması, hemde maden çıkartılması esnasında oluşan yüzeyel suların metalleri taşıyarak Maden çayına ulaşması sonucudur. Şekil 4’e göre nikel konsantrasyonu değerlendirildiğinde bakır konsantrasyonundan farklı olarak, sızıntı suları karışımından önce nikel 12 µg/L olup Sınıf I kalitesinde bir sudur. Ancak karışımdan sonra nikel konsantrasyonunun 2850 µg/L’ye arttığı tespit edilmiştir. Nikel konsantrasyonu balıklar için zararlılık miktarı 1-3 mg/L, küçük su canlıları için 3-4 mg/L’dir. 6 mg/L nikel konsantrasyonu sudaki mikrobiyolojik olayları etkiler. Bu nedenle, nikel konsantrasyonu 2,85 mg/L olduğundan Maden çayında bulunan balıkları etkileyebileceği söylenebilir. Şekil 5’de Maden çayının mangan konsantrasyonu açısından değişimi verilmiştir.



Şekil 5. Maden çayının mangan konsantrasyon değişimi.

Şekil 5'e göre, Maden çayına maden sahasından kaynaklanan suların karışmadan önce yapılan analiz sonuçlarına göre mangan konsantrasyonu $7 \mu\text{g/L}$, karıştıktan sonra ise $2960 \mu\text{g/L}$ olarak tespit edilmiştir.

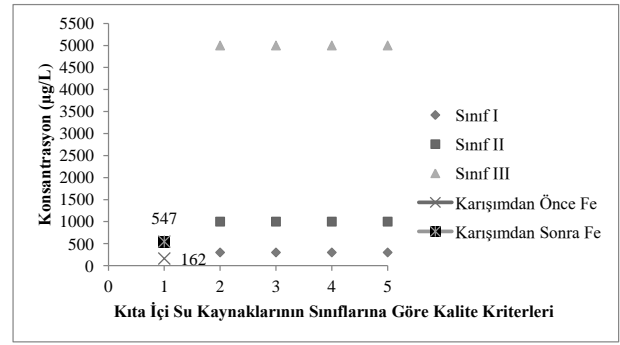
Mangan açısından Maden çayı Sınıf I nitelikte bir su olmasına rağmen, maden sahasından kaynaklanan sular nedeniyle su kalitesinde önemli ölçüde değişim meydana gelmiş olup Sınıf III kalitesinde bir su olarak tespit edilmiştir. Maden çayında kobalt ve kurşun konsantrasyonu değişimleri Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Maden çayının kobalt ve kurşun konsantrasyon değişimi

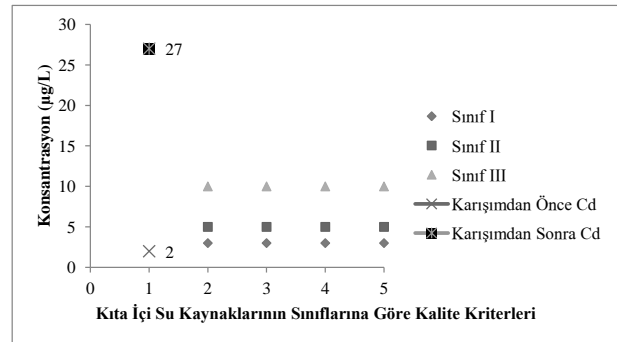
Şekil 6'ya göre, kobalt konsantrasyonu açısından Maden çayı Sınıf II kalitesinde bir sudur. Fakat maden sahasından kaynaklanan suların karışımından sonra su kalitesi sınıfı Sınıf IV olarak tespit edilmiştir. Kurşun açısından değerlendirildiğinde ise karışımından önce konsantrasyon $30 \mu\text{g/L}$ olup Sınıf III kalitesinde bir su iken karışımından sonra $583 \mu\text{g/L}$ 'ye ulaşmış ve su kalitesi etkilenerek Sınıf IV kalitesinde bir su olmuştur. Suda yaşayan canlılar için kurşun konsantrasyonunun en yüksek $100-200 \mu\text{g/L}$ arasında olması gerekmektedir. Maden çayında karışımından sonra kurşun konsantrasyonu $583 \mu\text{g/L}$ 'ye çıkması suda yaşayan canlıları olumsuz yönde etkileyecektir. Şekil 7'de Maden çayının demir konsantrasyonundaki değişimi verilmiştir.

Demir konsantrasyonlarının sularda fazla olması ortamdaki mikrofloranın değişmesine neden olmaktadır. SKKY Tablo 1'de demir konsantrasyonlarının kıta içi su kaynaklarına göre sınıflandırılabilmesi için en yüksek $5000 \mu\text{g/L}$ olması gerekmektedir. Demir konsantrasyonu Maden çayında sızıntı suları karışımından önce Şekil 7'ye göre $162 \mu\text{g/L}$ olarak tespit edilmiş ve Maden çayı



Şekil 7. Maden çayının demir konsantrasyon değişimi.

Sınıf I kalitesinde bir su olarak belirlenmiştir. Ancak maden sahasından kaynaklanan sızıntı sularının karışımından sonra yapılan analizler, demir konsantrasyonunun artarak $547 \mu\text{g/L}$ 'ye ulaştığını göstermiştir. Bu durum su kalitesini olumsuz yönde etkileyerek Maden çayı Sınıf II kalitesinde bir su halini almıştır. Demir konsantrasyonu $1000 \mu\text{g/L}$ 'den büyük olan sularda balıklar olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu nedenle demir konsantrasyonu, sınıf kalitesinde bir olumsuzluğa neden olurken balık türleri açısından çok fazla bir etkiye sebep olmayabilir. Şekil 8'de Maden çayının kadmiyum konsantrasyonundaki değişim verilmiştir.



Şekil 8. Maden çayının kadmiyum konsantrasyon değişimi.

Kadmiyum, elektrokaplama endüstrisinden, nikel-kadmiyum pil üretiminden, pestisit, boya ve tekstil işlemlerinden (Perez-Marin vd., 2007), maden sahalarından kaynaklanan atıksu deşarjlarında bulunabilir. Kadmiyum biyolojik olarak bozunmadığından besin zincirinde yer alan metallere biridir. Şekil 8 değerlendirildiğinde kadmiyum konsantrasyonunun sızıntı suları karışımından önce $2 \mu\text{g/L}$ olduğu, karışımından sonra ise bu değer $27 \mu\text{g/L}$ 'ye ulaştığı tespit edilmiştir.

Bu durum su kalitesinde önemli derecede değişime sebep olarak su kalite sınıfını Sınıf I'den Sınıf IV'e düşürmüştür.

4. Sonuç ve Öneriler

Elazığ ilinde bulunan bir maden sahasından kaynaklanan sızıntı sularının ağır metal açısından Maden çayına etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada, Maden çayının ağır metal kirliliğine maruz kaldığı görülmüştür. Maden çayı nikel, mangan, demir ve kadmiyum konsantrasyonları açısından Sınıf I, kobalt açısından Sınıf II, bakır ve kurşun açısından ise Sınıf III kalitesinde bir yüzeysel sudur. Ancak maden sahasından kaynaklanan sızıntı sularının Maden çayına girmesiyle birlikte demir konsantrasyonu açısından Sınıf II, mangan konsantrasyonu açısından Sınıf III, bakır, nikel, kobalt, kurşun ve kadmiyum açısından ise Sınıf IV kalitesinde bir yüzeysel su olmuştur. Su kalitesindeki değişimler su canlılarını olumsuz yönde etkileyebildiği gibi geçtiği su havzalarını da olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Hatta içme sularına kadar karışabilmektedir. Bu nedenle alınması gereken tedbirler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- 1- Maden sahasından çıkan yeraltı ya da yüzeysel suların kaynağı belirlenmeli
- 2- Maden sahasından kaynaklanan sızıntı sularının Maden çayına girdiği noktalar belirlenmeli
- 3- Maden sahası ile ilgili olarak jeolojik ve hidrojeolojik çalışmalar yapılmalı
- 4- Sızıntı suları toplanarak uygun arıtma yöntemleri seçilerek arıtılmalı ve deşarj edilmeli
- 5- SKKY'nde belirtilen deşarj standartlarına uyulmalı,
- 6- Yukarıdaki maddeler dışında Maden çayının su kalitesini bozacak kirleticiler varsa tespit edilmeli ve uzaklaştırılmalı ya da en aza indirilmelidir.

5. Kaynaklar

Anonim, 2011.

http://tr.wikipedia.org/wiki/Maden,_Elaz%C4%B1%C4%9F

Anonim, 2011a.

<http://www.elazig.bel.tr>

Anonim, 2011b.

http://www.mta.gov.tr/mta_web/maden/elazig.jpg

Amarasinghe, BMWPK., Williams, RA. 2007. Tea waste as a low cost adsorbent for the removal of Cu and Pb from wastewater. *Chem. Eng. J.*, 132: 299-309.

Perez-Marín, AB., Meseguer Zapata, V., Ortuno, JF., Aguilar, M., Saez, J., Llorens, M. 2007. Removal of cadmium from aqueous solutions by adsorption onto orange waste. *J. Hazard. Mater.*, 139:122-131.

SKKY, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete.

Witek-Krowiak, A., G. Szafran, R., Modelski, S. 2011. Biosorption of heavy metals from aqueous solutions onto peanut shell as a low-cost biosorbent. *Desalination*, 265: 126-134.

Topal, M., Arslan Topal, El., Aslan, S. 2011. Limon kabuğu kullanarak sulu çözeltilerden bakır (II) giderimi. *Erciyes Üniv. Fen Bil. Enst. Derg.*, 27: 265-270.