

## Elazığ İlinde Bir Maden Sahası Galeri Suyunun Han Çayına Olası Etkisi

Murat TOPAL<sup>1</sup>, E. Işıl Arslan TOPAL<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup> Çevre Mühendisliği Bölümü, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye  
[mtopal@cumhuriyet.edu.tr](mailto:mtopal@cumhuriyet.edu.tr), [eiarslan@firat.edu.tr](mailto:eiarslan@firat.edu.tr)

### Anahtar Kelimeler

Su kalitesi, Maden ocağı, Yüzeysel su, Ağır metal, Han çayı, Galeri

### Özet

Bu çalışmada, Elazığ ilinde bir krom madeni sahası galeri suyunun Han çayına muhtemel etkisi araştırılmıştır. Galeri suyunun ve Han çayının su kalitesi, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde (SKKY) belirtilen kriterler ile karşılaştırılmıştır. Han çayının su kalitesi Sınıf I olarak tespit edilmiştir. Galeri suyunun pH, AKM ve krom değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek pH değeri 12 olarak, en yüksek AKM konsantrasyonu 188 mg/L olarak, en yüksek krom konsantrasyonu ise 5,2 mg/L olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, galeri suyunun Han çayı su kalitesini olumsuz yönde etkilediği söylenebilir.

## Probable Effect of Gallery Water of a Mineland in Elazig City on Han Stream

### Keywords

Water quality, Mineland, Surface water, Heavy metal, Han stream, Gallery

### Abstract

In this study, probable effect of gallery water of a chromium mine area in Elazig city on Han stream was investigated. Water quality of gallery water and Han stream was compared with the criteria reported in the Water Pollution Control Regulations (WPCR). Water quality of Han stream was determined as Class I. It was determined that pH, SS and chromium values of gallery water was high. It was determined that the highest pH value was 12, the highest SS concentration was 188 mg/L and the highest chromium concentration was 5.2 mg/L. As a result it could be said that gallery water was adversely affected water quality of Han stream.

### 1. Giriş

Madenlerin araştırılması ve çıkartılması amacıyla maden sahalarında, jeolojik ve hidrojeolojik araştırmalar yapılmakta fakat yeterli olmamaktadır. Bunun en önemli göstergelerinden biri de maden ocaklarında karşılaşılan yeraltısularıdır. Özellikle galeriler vasıtasıyla çıkarılan cevherler sırasında galerinin derinlere doğru açılmasından

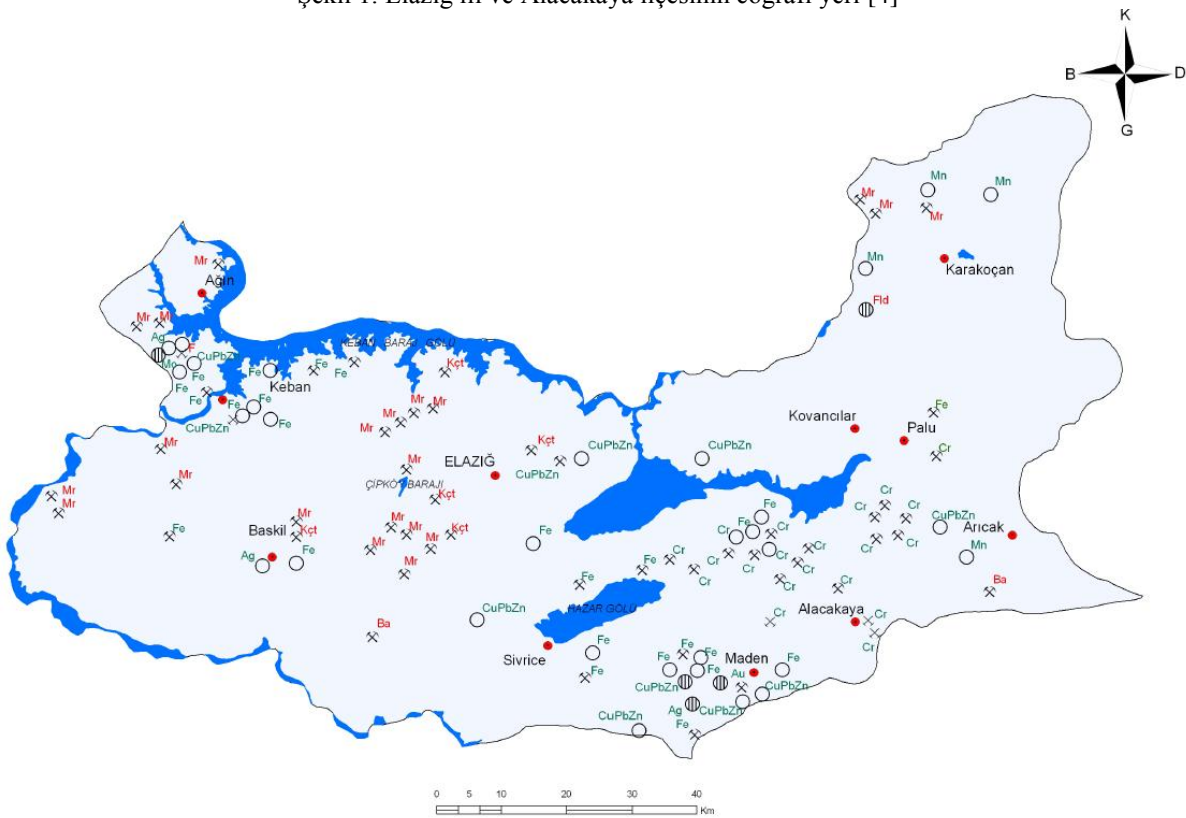
dolayı, yeraltısularıyla karşılaşılabilir. Eğer yeraltısuları uygun bir şekilde dışarıya verilmezse galeri içerisinde su baskınına neden olabilir. Bu nedenle galeride karşılaşılan yeraltısularının yeryüzüne çıkarılması, galeriden atılması gerekmektedir. Galeriden çıkan sular ise alıcı ortama verilmeden önce SKKY'de verilen deşarj standartlarını sağlamalıdır. Aksi takdirde, galeriden çıkan sular, alıcı ortamın su kalitesini bozarak, çevreye ve sucul ekosisteme olumsuz yönde etkiler yapabilir.

Elazığ ili, Doğu Anadolu Bölgesinin güneybatısında, Yukarı Fırat Havzasında yer almakta olup alımı dağlık alanlar, platolar ve ovalar oluşturmaktadır [1]. Alacakaya ilçesi ise, doğuda Arıcak, batıda Maden, güneyde Ergani ve Dicle, kuzeyde ise Palu ilçeleri ile çevrilidir.

Alacakaya ilçesinin deniz seviyesinden yüksekliği 1150 m, yüzölçümü ise 318 km<sup>2</sup>'dir. Alacakaya ilçesinin büyük bir kısmı dağlık ve engebelerdir. [2]. Elazığ ili ve Alacakaya ilçesinin coğrafi yeri Şekil 1'de, Elazığ iline ait maden haritası ise Şekil 2'de verilmiştir [1,3].



Şekil 1. Elazığ ili ve Alacakaya ilçesinin coğrafi yeri [4]



Şekil 2. Elazığ iline ait maden haritası [1,3].

Şekil 2'ye göre Elazığ ilinde en fazla bulunan madenler bakır, kurşun, çinko, demir, manganez, şelit, frolit, krom, mermer ve kireçtaşıdır. Alacakaya ilçesinde ise, maden yatakları arasında en fazla rastlanan metal kromdur. Elazığ ilinin güneydoğusunda bulunan Alacakaya ilçesinde bulunan krom cevherinin çıkarılması ve işlenmesi amacıyla 1935 yılında Etibank tarafından işletme tesisi kurulmuştur [5]. İşletme tesisi günümüzde de faaliyet göstermektedir.

Krom cevherlerinin çıkarılmasında açık ocak işletmeciliğinin yanında kapalı işletme şekli olan galeri uygulaması da uygulanmaktadır. Elazığ ili, Alacakaya ilçesi, Han çayı yakınında bulunan bir maden sahasında galeri vasıtasıyla krom madeninin çıkartılması sırasında bir miktar su galeriden çıkmaktadır. Galeriden çıkan su herhangi bir işleme tabi tutulmadan Han çayına deşarj

edilmektedir. Alacakaya ilçesinden geçen Han çayı, Alacakaya ilçesinden geçtikten sonra Kralkızı Barajına dökülmektedir. Han çayı, yöre halkı için önemli bir yüzeysel su kaynağıdır. Kırsal kesimde yaşayan halkın çoğu bahçe sulaması, tarlaların sulanması ve büyük ve küçükbaş hayvanların su ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla Han çayını kullanmaktadırlar. Bu nedenle, Han çayı su kalitesinde meydana gelebilecek olumsuz değişimler önemlidir.

Bu çalışmada, Elazığ ilinde bir maden sahasında galeriden kaynaklanan suyun Han çayına etkisi ve Han çayının su kalitesi araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metod

Ekim 2011 tarihinde, Fırat Dicle havzasında bulunan bir krom madeni sahasında galeriden çıkan sudan, 4 hafta

boyunca 8 adet su numunesi anlık olarak alınmış ve laboratuara getirilerek analiz edilmiştir. Ayrıca, Han çayının su kalitesinin belirlemek amacıyla Han çayından da farklı noktalardan numuneler alınmış ve analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarının ortalaması alınarak tek bir değer elde edilmiş ve Han çayı su kalitesi belirlenmiştir. Laboratuara getirilen numunelerin pH'sı Hach Lange 30d pH ölçer kullanılarak, KOİ analizleri Hach Lange DR3800 model spektrofotometre kullanılarak, Sülfür analizleri Nova 60 spektrofotometre kullanılarak ve ağır metal analizleri (Toplam Cr, Cu, Cd, Zn, Fe ve Pb ) ATI UNICAM Model 929 Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi kullanılarak tespit edilmiştir. AKM ve Renk analizleri ise Standart Metotlara göre yapılmıştır [6]. Krom madeni sahasında bulunan galeri ve numune alma noktası Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Maden sahası ve numune alma noktası.

## 3. Bulgular ve Tartışma

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 yüzeysel suları kapsamaktadır [3,7]. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri ve han çayı su kalitesi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. SKKY Tablo 1. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri ve han çayı su kalitesi

Parametre	SKKY Tablo 1. Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri				Han Çayı Su Kalitesi
	I	II	III	IV	
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında	8,2
AKM (mg/L)	-	-	-	-	5
KOI (mg/L)	25	50	70	>70	7
Sülfür (µg/L)	2	2	10	>10	<2
Toplam Cr (µg/L)	20	50	200	>200	0,07
Bakır (µg/L)	20	50	200	>200	0,006
Kadmiyum (µg/L)	3	5	10	>10	0,01
Çinko (µg/L)	200	500	2000	>2000	0,1
Demir (µg/L)	300	1000	5000	>5000	6
Kurşun (µg/L)	10	20	200	>200	8
Renk	5	50	300	>300	<5

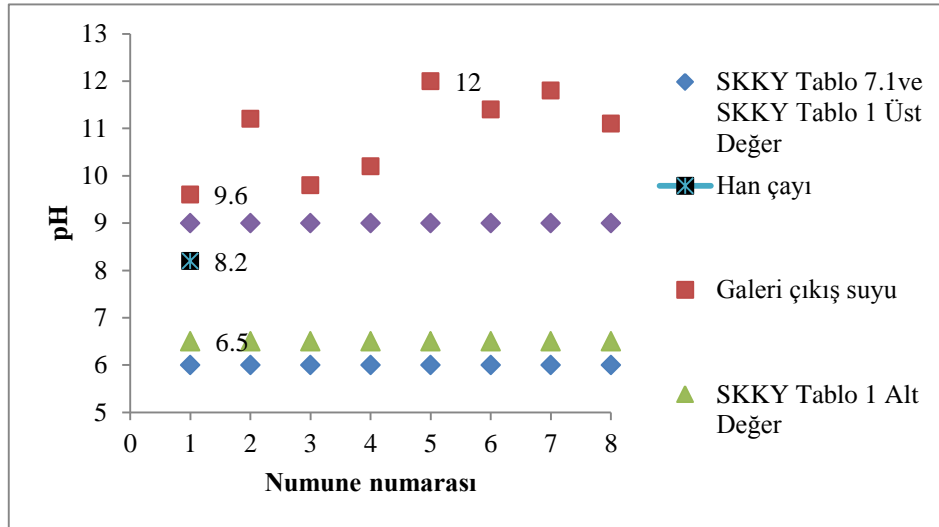
Tablo 1'e göre Han çayının Sınıf I kalitesinde bir su olduğu tespit edilmiştir. Maden sahasında bulunan galeriden kaynaklanan suların değerlendirilmesi amacıyla SKKY'de maden sanayi atıksularının alıcı ortama deşarj standartları sektör bazında ayrı ayrı verilmiştir. Bu

bağlamda, maden sahasında galeriden kaynaklanan sular SKKY Tablo 7.1'e göre değerlendirilmektedir. SKKY Tablo 7.1'de bulunan parametreler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Maden Sanayii (Kadmiyum metali, Demir ve Demir dışı metal cevherleri ve Endüstrisi, Çinko Madenciliği, Kurşun ve Çinkonun Rafinize Edildiği tesisler, kalsiyum, florür, grafit vb. cevherlerin hazırlanması (SKKY Tablo 7.1))

Parametre	Birim	Kompozit Numune 2 Saatlik	Kompozit Numune 24 Saatlik
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	80	90
Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	70	50
Kurşun (Pb)	mg/L	0,5	-
Toplam Siyanür (CN)	mg/L	0,1	-
Demir (Fe)	mg/L	3	-
Çinko (Zn)	mg/L	3	-
Sülfür (S)	mg/L	15	10
Balık Biyodeneyi (ZSF)	-	4	-
Civa (Hg)	mg/L	-	0,05
Kadmiyum (Cd)	mg/L	-	0,2
Bakır (Cu)	mg/L	5	3
Toplam Krom (Cr)	mg/L	2	1
pH	-	6-9	6-9

Maden sahasında galeriden çıkan suyun pH değişimlerinin SKKY Tablo 7.1'de verilen deşarj standartlarıyla mukayesesi Şekil 4'de verilmiştir.

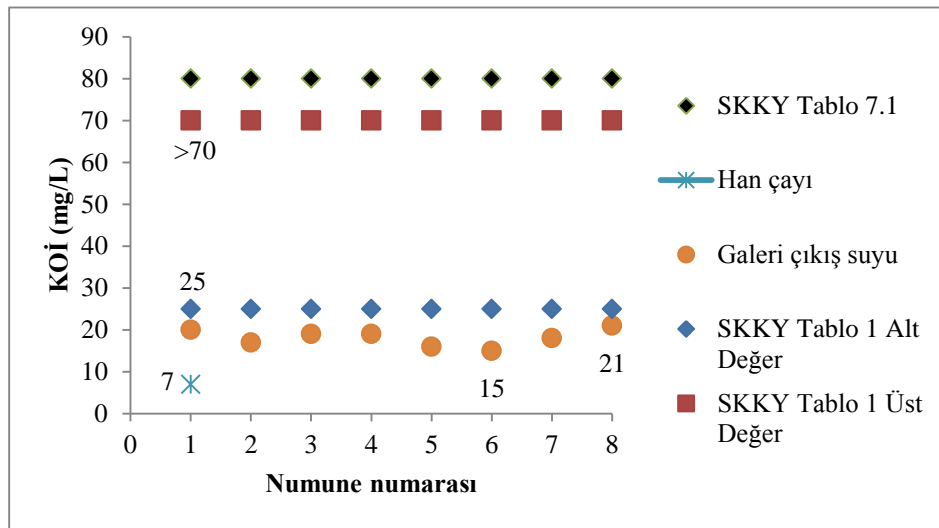


Şekil 4. Maden sahasında galeriden çıkan suyun pH değişimleri

Şekil 4'e göre maden sahasında galeriden çıkan suyun pH değişimleri incelendiğinde, SKKY Tablo 7.1'de verilen sınır değerlerin (pH=6-9) üzerinde olduğu belirlenmiştir. En düşük pH değeri 1. Numunede 9,6 olarak, en yüksek pH değeri 5. Numunede 12 olarak ölçülmüştür. pH değerlerinin yönetmelikte belirtilen deşarj standartlarını sağlamadığı tespit edilmiştir. Han çayının pH değerinin ise 8,2 olduğu ve Sınıf I kalitesinde bir su olduğu belirlenmiştir. Galeriden çıkan suyun bazik bir su olduğu ayrıca gözlenmiştir. Bu suyun Han çayı su kalitesini olumsuz yönde etkilememesi için nötralizasyon işleminin yapılması ve gerekli işlemlerin

uygulanması gerekmektedir. Aksi takdirde pH'sı yüksek olan bu suyun Han çayına deşarj edilmesi su ekosisteminde yaşayan canlılara zarar verebilir. Ayrıca, Han çayı su kalitesi pH açısından sınıf I kalitesinde bir yüzeysel su iken Sınıf 4 kalitesinde bir su durumuna gerileyebilir.

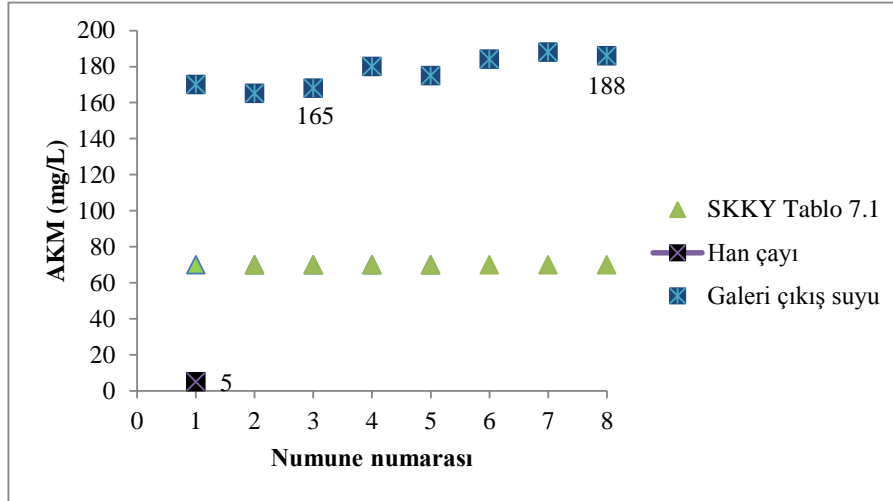
Maden sahasında galeriden çıkan suyun KOİ konsantrasyonlarındaki değişimleri Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Maden sahasında galeriden çıkan suyun KOİ konsantrasyonu değişimleri

Şekil 5'e göre maden sahasında galeriden çıkan suyun KOİ konsantrasyon değişimleri incelendiğinde SKKY Tablo 7.1'de verilen deşarj standartlarını (80 mg/L) sağladığı belirlenmiştir. Han çayının KOİ konsantrasyonu ise 7 mg/L olarak tespit edilmiş ve su kalitesi Sınıf I kalitesinde su olarak belirlenmiştir. Galeriden kaynaklanan suyun Han çayına deşarj edilmesi neticesinde Han çayı su kalitesinin

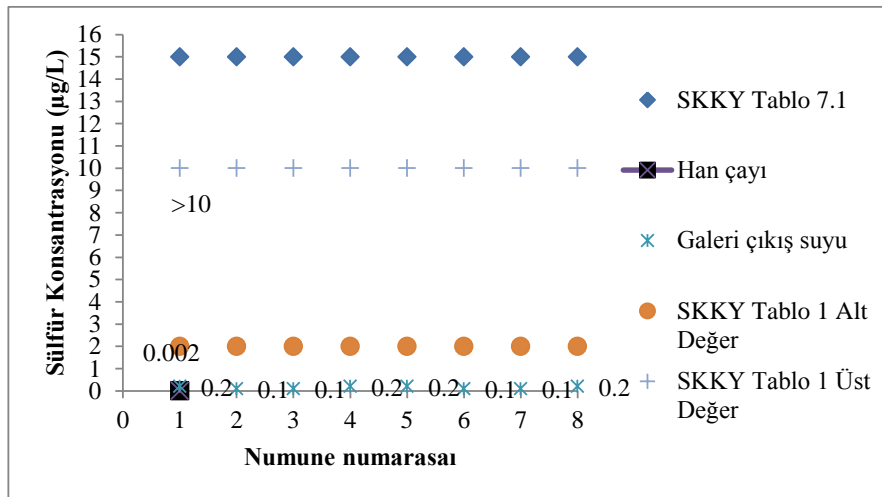
değişmediği fakat az miktarlarda da olsa bir kirlilik yükü getirdiği görülmektedir. Galeriden çıkan suyun en düşük KOİ konsantrasyonu 6. Numunede 15 mg/L olarak, en yüksek KOİ konsantrasyonu ise 8. Numunede 21 mg/L olarak tespit edilmiştir. Maden sahasında galeriden çıkan suyun AKM konsantrasyonu değişimi Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Maden sahasında galeriden çıkan suyun AKM konsantrasyon değişimi

Şekil 6 değerlendirildiğinde maden sahasında galeriden çıkan suyun AKM konsantrasyonları Ekim ayı boyunca farklılıklar göstermiştir. En düşük AKM konsantrasyonu 3. Numunede 165 mg/L olarak, en yüksek AKM konsantrasyonu 8. Numunede 188 mg/L olarak tespit edilmiştir. Han çayı su kalitesi AKM konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde Sınıf I kalitesinde bir su olduğu belirlenmiştir. Ancak galeriden çıkan su SKKY Tablo 7.1’de verilen deşarj standartlarının oldukça üstündedir. Bu durum Han çayı su kalitesine olumsuz yönde etki yapmaktadır. AKM açısından SKKY Tablo 1’de verilen kalite sınıflanmasında AKM parametresi esas

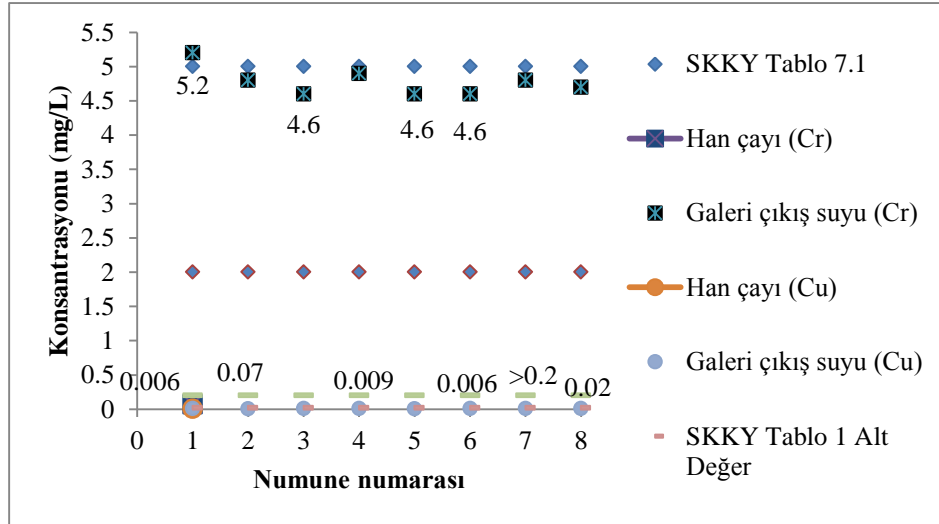
alınmamaktadır. Bu nedenle AKM açısından Han çayında su kalitesi sınıflamasında herhangi bir değişiklik bulunmamaktadır. Ancak, AKM konsantrasyonunun Han çayında yüksek olması neticesinde suyun fiziksel özelliğinin değişeceği unutulmamalıdır. Bu nedenle AKM konsantrasyonunun azaltılması amacıyla basit bir işlem olarak çöeltme havuzlarının inşa edilmesi gerekmektedir. Bu şekilde AKM konsantrasyonunda bir azalma meydana gelebilir. Maden sahasında galeriden çıkan suyun sülfür konsantrasyon değişimleri Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Maden sahasında galeriden çıkan suyun sülfür konsantrasyon değişimi

Şekil 7’ye göre maden sahasında galeriden çıkan suyun sülfür konsantrasyonu incelendiğinde SKKY Tablo 7.1’de verilen deşarj standartlarını sağladığı tespit edilmiştir. En düşük sülfür konsantrasyonu 2, 3, 6 ve 7. Numunelerde 0,1 µg/L olarak, en yüksek sülfür konsantrasyonu ise 1, 4, 5 ve 8. Numunelerde 0,2 µg/L olarak tayin edilmiştir. Ayrıca, Han çayının su kalite sınıflamasına göre Sınıf I kalitesinde

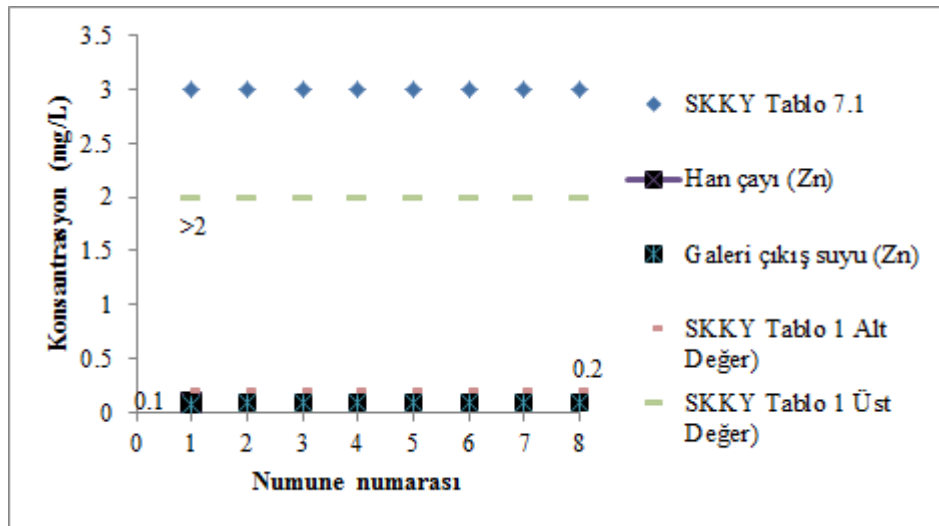
bir su olduğu belirlenmiştir. Maden sahasında galeriden kaynaklanan suda ki sülfür konsantrasyonunun han çayına etkisi olmadığı görülmüştür. Maden sahasında galeriden çıkan suyun krom ve bakır konsantrasyon değişimleri Şekil 8’de verilmiştir.



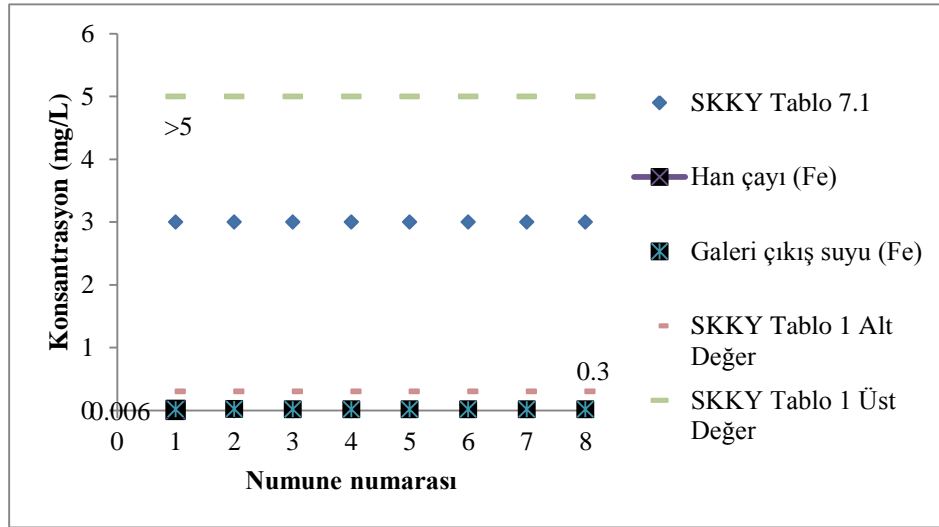
Şekil 8. Maden sahasında galeriden çıkan suyun krom ve bakır konsantrasyon değişimleri

Şekil 8 değerlendirildiğinde, Han çayının krom konsantrasyonu 0,07 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu değer Han çayının krom açısından Sınıf I kalitesinde su olduğunu göstermektedir. SKKY Tablo 7.1’de krom konsantrasyonunun 2-5 mg/L arasında olması gerektiği belirtilmektedir. Ancak galeriden çıkan suyun krom konsantrasyonu 1. Numunede 5,2 mg/L olarak tespit edilmiş ve yönetmelikte verilen sınır değeri aşmıştır. Krom ağır metal sınıfında olan ve canlılar üzerinde toksik etkiye sahip olan bir metaldir. Kromun doğrudan Han çayına verilmesi neticesinde Han çayında bulunan canlılara toksik etki yapabilir ve sucul ekosistemi olumsuz yönde etkileyebilir. Bu durumu ortadan kaldırmak için krom

konsantrasyonunun yönetmelikte verilen sınır değerler arasında indirilmesi gerekmektedir. Han çayının Bakır konsantrasyonu ise 0,006 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu durum Han çayının bakır açısından Sınıf I kalitesinde bir su olduğunu göstermektedir. En düşük bakır konsantrasyonu 5. Numunede 0,006 mg/L olarak, en yüksek bakır konsantrasyonu ise 3. Numunede 0,009 mg/L olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak Han çayı krom konsantrasyonu açısından olumsuz yönde etkilenirken bakır konsantrasyonu açısından etkilenemeyebilir. Maden sahasında galeriden çıkan suyun çinko ve demir konsantrasyon değişimi sırasıyla, Şekil 9 ve 10’da verilmiştir.



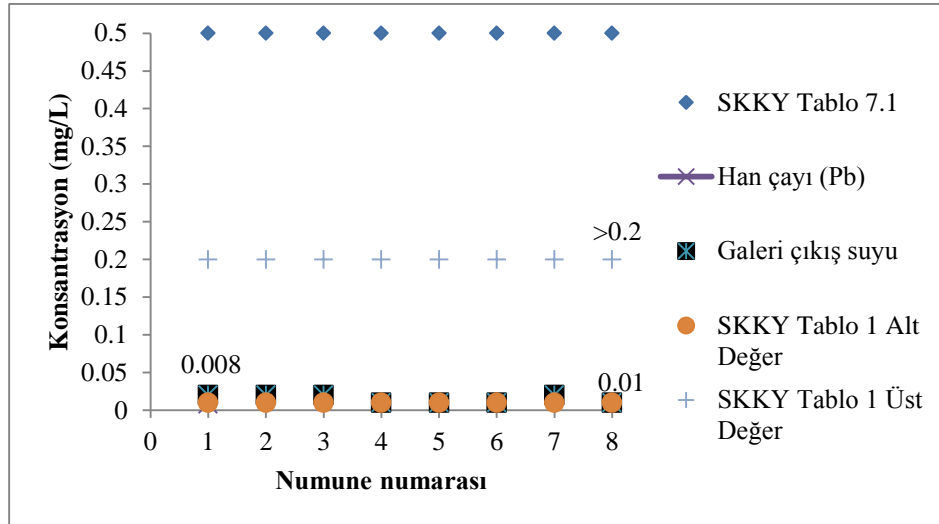
Şekil 9. Maden sahasında galeriden çıkan suyun çinko konsantrasyon değişimi



Şekil 10. Maden sahasında galeriden çıkan suyun demir konsantrasyon değişimi

Şekil 9'a göre, demir ve çinko için alıcı ortama deşarj standardı SKKY Tablo 7.1'de 3 mg/L olarak verilmiştir. Han çayının demir ve çinko konsantrasyonu 0,006 mg/L ve 0,1 mg/L olarak tespit edilmiştir. Galeriden çıkan suyun demir konsantrasyonu 0,016-0,02 mg/L arasında değişirken çinko konsantrasyonu ise 0,09-0,1 mg/L arasında değişmektedir. Demir ve çinko açısından Han çayı su

kalitesi Sınıf I kalitesinde bir sudur. Sonuç olarak galeriden çıkan su SKKY Tablo 7.1'de verilen deşarj standartlarını sağladığından alıcı ortama deşarj edilebilir. Bu nedenle galeriden çıkan suyun demir ve çinko açısından herhangi bir olumsuzluğa neden olmayabilir. Maden sahasında galeriden çıkan suyun kurşun konsantrasyon değişimi Şekil 11'de verilmiştir.

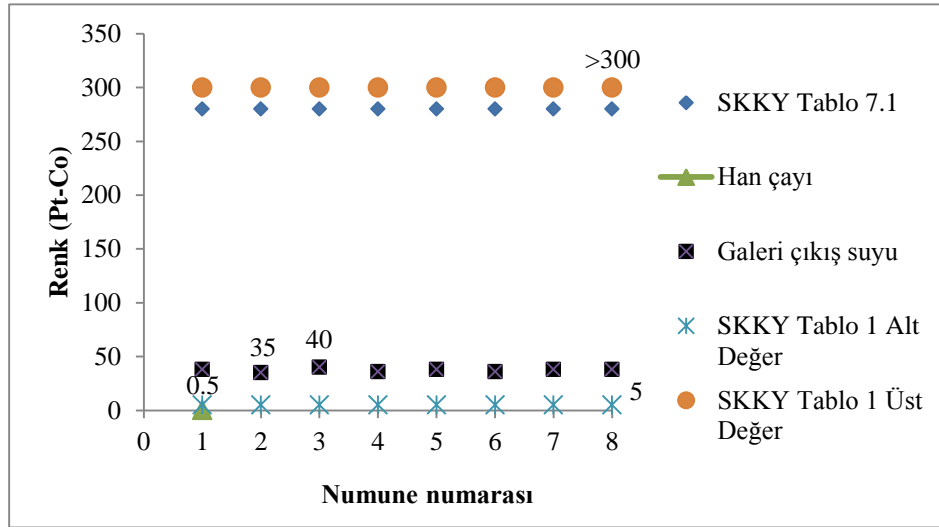


Şekil 11. Maden sahasında galeriden çıkan suyun kurşun konsantrasyon değişimi

Şekil 11 değerlendirildiğinde, galeriden çıkan suyun kurşun konsantrasyonu en fazla 0,5 mg/L olması gerekmektedir. Çünkü SKKY Tablo 7.1'de kurşunun alıcı ortama verilmeden önce 0,5 mg/L'nin altında olması gerektiği belirtilmektedir. Galeriden çıkan suyun kurşun konsantrasyonu 0,01-0,02 mg/L arasında değişmekte olup bu değer SKKY Tablo 7.1'de verilen değerden oldukça

düşüktür. Han çayının kurşun konsantrasyonu ise 0,008 mg/L olarak tespit edilmiştir. Demir açısından Han çayı Sınıf I kalitesindeki bir sudur. Sonuç olarak galeriden çıkan suyun kurşun konsantrasyonu Han çayının su kalitesini olumsuz yönde etkilemeyebilir. Maden sahasında galeriden çıkan suyun renk değişimi Şekil 12'de verilmiştir.





Şekil 12. Maden sahasında galeriden çıkan suyun renk değişimi

Şekil 12'ye göre Han çayı su kalitesi renk açısından değerlendirildiğinde Sınıf I kalitesinde bir su olduğu tespit edilmiştir (0,5<5 Pt-Co). Renk değeri 5 (Pt-Co)'den küçük olan sular Sınıf I kalitesindeki sular olarak değerlendirilmektedir. Galeriden çıkan suyun renk değeri en düşük 2. Numunede 35 Pt-Co olarak, en yüksek 3. Numunede 40 Pt-Co olarak tespit edilmiştir. SKKY Tablo 7.1'de renk değerinin en fazla 280 mg/L olması gerektiği belirtilmektedir. Galeriden çıkan suyun renk değeri SKKY Tablo 7.1'de verilen sınır değerden oldukça düşüktür.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Elazığ ilinde bulunan bir maden sahasında galeriden çıkan suyun Han çayına etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada, Han çayının pH, AKM ve krom açısından kirliliğe maruz kaldığı görülmüştür. Han çayı Sınıf I kalitesinde yüzeysel bir sudur. Han çayının su kalitesinin değişmemesi ve galeriden çıkan suyun Han çayını etkilememesi için alınması gereken tedbirler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

1. Han çayına deşarj edilen galeri çıkış suyunun pH değerleri oldukça yüksektir. Bu nedenle pH değerinin 6-9 arasında olması için nötralizasyon işleminin yapılması gerekmektedir.
2. Galeriden çıkan suyun AKM değeri yüksek olduğundan bu durumu engellemek için çökeltme havuzlarının inşa edilmesi gerekmektedir.
3. Galeriden çıkan suyun SKKY Tablo 7.1'de verilen deşarj standartları sağlanmalıdır. Bu durum, Han çayının hem fiziksel parametreler açısından hem de ağır metaller açısından kirlenmesini engelleyecektir. Bu nedenle, Tablo 7.1'de verilen değerlerin sağlanması, Han çayının su kalitesi sınıfının olumsuz yönde değişmesini de ortadan kaldıracaktır.

4. Galeriden çıkan suyun krom konsantrasyonu verilen standart değerleri aştığı tespit edilmiştir. Krom ağır metal olduğu için alıcı ortama yüksek derişimlerde verilmesi canlılar üzerinde toksik etki yapabilir. Bu nedenle krom metalini gidermek yada geri kazanmak için arıtma alternatifleri araştırılmalıdır.
5. Yukarıdaki maddeler dışında Han çayının su kalitesini bozacak kirleticiler varsa tespit edilmeli ve uzaklaştırılmalı ya da en aza indirilmelidir.

#### 5. Kaynaklar

- [1]. MTA (Maden Tetkik ve Arama), 2011. [http://www.mta.gov.tr/v1.0/turkiye\\_maden/maden\\_p\\_otansiyel\\_2010/Elazig\\_Madenler.pdf](http://www.mta.gov.tr/v1.0/turkiye_maden/maden_p_otansiyel_2010/Elazig_Madenler.pdf)
- [2]. Anonim,2011. [http://tr.wikipedia.org/wiki/Alacakaya,\\_Elaz%C4%B1%C4%9F](http://tr.wikipedia.org/wiki/Alacakaya,_Elaz%C4%B1%C4%9F)
- [3]. Topal, M., Arslan Topal, E.I. (2011). Maden sahasından kaynaklanan sızıntı sularının Maden çayına etkisi: 1. Ağır Metaller, Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 1 (2), 55-59.
- [4]. EB (Elazığ Belediyesi), 2011, <http://www.elazig.bel.tr>, Erişim Tarihi;11.12.2011
- [5]. TMO (Toprak Mahsulleri Ofisi), 2012. <http://www.tmo.gov.tr/Upload/Images/SubeHarita/Kultur/diyarbakirelazig.pdf>
- [6]. APHA, AWWA, WCPF., Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition,

American Public Health Association, Washington,  
1998, D.C.

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